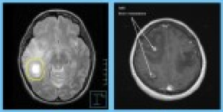
سرطان او د چاپیریال رادیو اکتیویټي

پوهنوال ډاکتر نظر محمد سلطانزی
اروابناد ډاکتر حاجی محمد سلطانزی
ډاکتر غازی محمد سلطانزی

Afghanic



ننګرهار طب پوهنځی

Pashto PDF
2014

Funded by
Kinderhilfe-Afghanistan

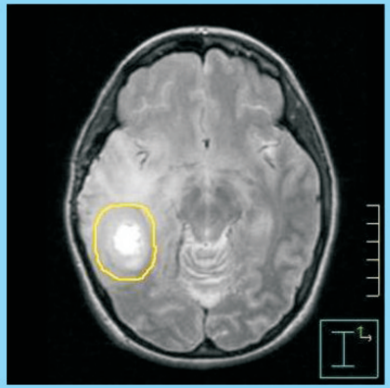
Cancer & Environmental Radioactivity

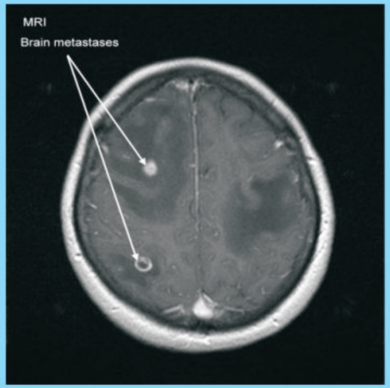
Dr rer nat Nazar M Sultansei
Dr med Haji M Sultansei
Dr med Ghazi Sultansei

Download: www.ecampus-afghanistan.org

ننګرهار طب پوهنځی

سرطان او د چاپیریال رادیو اکټیویټي





پوهنوال ډاکتر نظر محمد سلطانزی
اروابناد ډاکتر حاجی محمد سلطانزی
ډاکتر غازی محمد سلطانزی

۱۳۹۳

سرطان او د چاپیریال رادیو اکټیویټي
Cancer & Environmental Radioactivity
پوهنوال ډاکتر نظر محمد سلطانزی
اروابناد ډاکتر حاجی محمد سلطانزی
ډاکتر غازی محمد سلطانزی
۱۳۹۳

Afghanic

Nangarhar Medical Faculty

Dr rer nat Nazar M Sultansei
Dr med Haji M Sultansei
Dr med Ghazi Sultansei

Cancer & Environmental Radioactivity

Funded by
Kinderhilfe-Afghanistan

ISBN 1-893909-24-7
9 781893 909243

2014

بسمه تعالی

سرطان او د چاپیریال رادیواکتیویتي

دوهم چاپ

۱۳۹۳ هـ

پوهنوال ډاکتر نظر محمد سلطانزی ځدراڼ، ارواښاد الحاج حاجی محمد سلطانزی ځدراڼ، ډاکتر غازی محمد سلطانزی ځدراڼ

د کتاب نوم	سرطان او د چاپیریال رادیواکتیویتي
لیکوالان	پوهنوال ډاکتر نظر محمد سلطانزی ځدراڼ، اروابناد الحاج حاجی محمد سلطانزی ځدراڼ، ډاکتر غازی محمد سلطانزی ځدراڼ
خپرندوی	ننګرهار طب پوهنځی
ویب پاڼه	www.nu.edu.af
چاپ شمېر	۱۰۰۰
د چاپ کال	۱۳۹۳، دوهم چاپ
ډاونلوډ	www.ecampus-afghanistan.org
چاپ ځای	افغانستان ټایمز مطبعه، کابل

دا کتاب د افغان ماشومانو لپاره د جرمني کمیټې په جرمني کې د Eroes کورنۍ یوې خیریه ټولنې لخوا تمویل شوی دی.

اداري او تخنیکي چارې یې په آلمان کې د افغانیک لخوا ترسره شوې دي.

د کتاب د محتوا او لیکنې مسؤلیت د کتاب په لیکوال او اړونده پوهنځی پورې اړه لري.

مرسته کوونکي او تطبیق کوونکي ټولنې په دې اړه مسؤلیت نه لري.

د تدریسي کتابونو د چاپولو لپاره له موږ سره اړیکه ونیسئ:

ډاکتر یحیی وردک، د لوړو زده کړو وزارت، کابل

تیلیفون ۰۷۵٦۰۱٤٦٤۰

ایمیل textbooks@afghanic.org

د چاپ ټول حقوق له مؤلف سره خوندي دي

ای اس بي ان ۷- ۲٤ - ۸۹۳۹۰۹ - ۱

د لوړو زده کړو وزارت پیغام

د بشر د تاریخ په مختلفو دورو کې کتاب د علم او پوهې په لاسته راوړلو کې ډیر مهم رول لوبولی دی او د درسي نصاب اساسي برخه جوړوي چې د زده کړې د کیفیت په لوړولو کې مهم ارزښت لري. له همدې امله د نړیوالو پيژندل شویو ستندردونو، معیارونو او د ټولنې د اړتیاوو په نظر کې نیولو سره باید نوي درسي مواد او کتابونه د محصلینو لپاره برابر او چاپ شي.

د لوړو زده کړو د مؤسسو د ښاغلو استادانو څخه د زړه له کومي مننه کوم چې ډېر زیار يې ایستلی او د کلونو په اوږدو کې يې په خپلو اړوندو څانګو کې درسی کتابونه تألیف او ژباړلي دي. له نورو ښاغلو استادانو او پوهانو څخه هم په درنښت غوښتنه کوم تر څو په خپلو اړوندو برخو کې نوي درسي کتابونه او نور درسي مواد برابر کړی څو تر چاپ وروسته د ګرانو محصلینو په واک کې ورکړل شي.

د لوړو زده کړو وزارت دا خپله دنده بولي چې د ګرانو محصلینو د علمي سطحې د لوړولو لپاره معیاري او نوي درسی مواد برابر کړي.

په پای کی د افغان ماشومانو لپاره د جرمنی کمیټې او ټولو هغو اړوندو ادارو او کسانو څخه مننه کوم چې د طبي کتابونو د چاپ په برخه کې يې هر اړخیزه همکاري کړې ده.

هیله مند یم چی نوموړې پروسه دوام وکړي او د نورو برخو اړوند کتابونه هم چاپ شي.

په درنښت

پوهاند ډاکتر عبیدالله عبید

د لوړو زده کړو وزیر

کابل، ۱۳۹۳

د درسي کتابونو د چاپ پروسه

قدرمنو استادانو او ګرانو محصلینو!

د افغانستان په پوهنتونونو کې د درسي کتابونو کموالی او نشتوالی له لویو ستونزو څخه ګڼل کېږي. یو زیات شمیر استادان او محصلین نوي معلوماتو ته لاس رسی نه لري، په زاړه میتود تدریس کوي او له هغو کتابونو او چپترونو څخه ګټه اخلي چې زاړه دي او په بازار کې په ټیټ کیفیت فوتوکاپي کېږي.

د دې ستونزو د هوارولو لپاره په تېرو درو کلونو کې مونږ د طب پوهنځیو د درسي کتابونو د چاپ لړۍ پیل او تر اوسه مو ۱۳۶ عنوانه طبي درسي کتابونه چاپ او د افغانستان ټولو طب پوهنځیو او نورو ادارو لکه عامې روغتیا وزارت، د علومو اکادمي، روغتونونو او نورو.... ته استولي دي.

دا کړنې په داسې حال کې تر سره کېږي چې د افغانستان د لوړو زده کړو وزارت د (۲۰۱۰ - ۲۰۱۴) کلونو په ملي ستراتیژیک پلان کې راغلي دي چې:

"د لوړو زده کړو او د ښوونې د ښه کیفیت او زده کوونکو ته د نویو، کره او علمي معلوماتو د برابرولو لپاره اړینه ده چې په دري او پښتو ژبو د درسي کتابونو د لیکلو فرصت برابر شي د تعلیمي نصاب د ریفورم لپاره له انګریزي ژبې څخه دري او پښتو ژبو ته د کتابونو او درسي موادو ژباړل اړین دي، له دې امکاناتو څخه پرته د پوهنتونونو محصلین او استادان نشي کولای عصري، نوي، تازه او کره معلوماتو ته لاس رسی پیدا کړي".

د افغانستان د طب پوهنځیو محصلین او استادان له ډېرو ستونزو سره مخامخ دي. نویو درسي موادو او معلوماتو ته نه لاس رسی، او له هغو کتابونو او چپترونو څخه کار اخیستل چې په بازار کې په ډېر ټیټ کیفیت پیداکېږي، د دې برخې له ځانګړو ستونزو څخه ګڼل کېږي. له همدې کبله هغه کتابونه چې د استادانو له خوا لیکل شوي دي باید راټول او چاپ کړل شي. د هیواد د اوسني حالت په نظر کې نیولو سره مونږ لایقو ډاکترانو ته اړتیا لرو، ترڅو وکولای شي په هیواد کې د طبي زده کړو په ښه والي او پرمختګ کې فعاله ونډه واخلي. له همدې کبله باید د طب پوهنځیو ته لا زیاته پاملرنه وشي.

تراوسه پورې مونږ د ننګرهار، خوست، کندهار، هرات، بلخ او کاپیسا د طب پوهنځیو او کابل طبي پوهنتون لپاره ۱۳۶عنوانه مختلف طبي تدریسي کتابونه چاپ کړي دي. د

ننګرهار طب پوهنځی لپاره د ۲۰ نورو طبي کتابونو د چاپ چارې روانې دي. د یادونې وړ ده چې نوموړي چاپ شوي کتابونه د هیواد ټولو طب پوهنځیو ته په وړیا توګه ویشل شوي دي.

ټول چاپ شوی طبي کتابونه کولای شي د www.ecampus-afghanistan.org ویب پاڼې څخه ډاونلوډ کړي.

کوم کتاب چې ستاسې په لاس کې دي زمونږ د فعالیتونو یوه بېلګه ده. مونږ غواړو چې دې پروسې ته دوام ورکړو، تر څو وکولای شو د درسي کتابونو په برابرولو سره د هیواد له پوهنتونو سره مرسته وکړو او د چپټر او لکچر نوټ دوران ته د پای ټکی کېږدو. د دې لپاره دا اړینه ده چې د لوړو زده کړو د موسساتو لپاره هر کال څه نا څه ۱۰۰ عنوانه درسي کتابونه چاپ کړل شي.

د لوړو زده کړو د وزارت، پوهنتونونو، استادانو او محصلینو د غوښتنې په اساس په راتلونکې کی غواړو چې دا پروګرام غیر طبي برخو لکه ساینس، انجنیري، کرهنې، اجتماعي علومو او نورو پوهنځیو ته هم پراخ کړو او د مختلفو پوهنتونونو او پوهنځیو د اړتیا وړ کتابونه چاپ کړو.

له ټولو محترمو استادانو څخه هیله کوو، چې په خپلو مسلکي برخو کې نوي کتابونه ولیکي، وژباړي او یا هم خپل پخواني لیکل شوي کتابونه، لکچر نوټونه او چپټرونه ایډېټ او د چاپ لپاره تیار کړي. زمونږ په واک کې یې راکړي، چې په ښه کیفیت چاپ او وروسته یې د اړوندې پوهنځۍ استادانو او محصلینو په واک کې ورکړو. همدارنګه د یادو شویو ټکو په اړوند خپل وړاندیزونه او نظریات زمونږ په پته له مونږ سره شریک کړي، تر څو په ګډه پدې برخه کې اغیزمن ګامونه پورته کړو.

له ګرانو محصلینو څخه هم هیله کوو چې په یادو چارو کې له مونږ او ښاغلو استادانو سره مرسته وکړي.

د یادونی وړ ده چې د مولفینو او خپروونکو له خوا پوره زیار ایستل شوی دی، ترڅو د کتابونو محتویات د نړیوالو علمي معیارونو په اساس برابر شي، خو بیا هم کیدای شي د کتاب په محتوی کې ځینې تیروتنې او ستونزې وجود ولري، نو له درنو لوستونکو څخه هیله مند یو تر څو خپل نظریات او نیوکې مولف او یا مونږ ته په لیکلې بڼه را ولیږي، تر څو په راتلونکې چاپ کې اصلاح شي.

د افغان ماشومانو لپاره د جرمني کمیټې او د هغې له مشر ډاکتر ایروس څخه ډېره مننه کوو چې د دغه کتاب د چاپ لګښت یې ورکړي دي دوی په تیرو کلونو کې هم د ننګرهار د طب پوهنځی د ۴۰ عنوانه طبي کتابونو د چاپ لګښت پر غاړه درلود.

په ځانګړي توګه د جي آی زیت (GIZ) له دفتر او CIM (Center for International Migration & Development چې زما لپاره یې په تېرو څلور کلونو کې په افغانستان کې د کار امکانات برابر کړی دي هم د زړه له کومی مننه کوم.

د لوړو زده کړو له محترم وزیر ښاغلي پوهاند ډاکترعبیدالله عبید، علمي معین ښاغلي پوهنوال محمد عثمان بابري، مالي او اداري معین ښاغلي پوهنوال ډاکتر ګل حسن ولیزي، د ننګرهار پوهنتون رییس ښاغلي ډاکتر محمد صابر، د ننګرهار طب پوهنځی رییس ښاغلي ډاکترخالد یار، د ننګرهار طب پوهنځی علمي مرستیال ښاغلي ډاکتر همایون چاردیوال، د پوهنتونو او پوهنځیو له ښاغلو رییسانو او استادانو څخه هم مننه کوم چې د کتابونو د چاپ لړۍ یې هڅولې او مرسته یې ورسره کړې ده.

همدارنګه د دفتر له همکارانو احمد فهیم حبیبی، سبحان الله او حکمت الله عزیز څخه هم مننه کوم چې د کتابونو د چاپ په برخه کې یې نه ستړې کیدونکې هلې ځلې کړې دي.

ډاکتر یحیی وردګ، د لوړو زده کړو وزارت

کابل، فبروري ۲۰۱۴

د دفتر ټیلیفون: ۰۷۵۶۰۱۴۶۴۰

ایمیل: textbooks@afghanic.org

wardak@afghanic.org

تـقـريـظ

په وروستيو څو کلونو کې په هېواد کې د پوهې او علم په برخه کې يوڅه پرمختگونه شوي دي، چې ورسره د ښوونځيو، مسلکيي انستيتونو، پوهنتونونو او محصلينو پـه کميـت کې زيـاتوالی راغلی دی.

که له يوې خوا پوهنتونونه د کميت په لحاظ ډير شوي دي، نـو لـه بـل پلوه اړينـه ده چې د لـوړو زده کره کيفيت ته زياته توجه وشي.

ز مـونږ پـه وطـن کې علمـی او نـوی آثـار لاتـر اوسه هم ډيـر کـم دی، خداى وکړی چی د داسی تدريسي کتابونوليکل او چاپول بـه دغـه تشـه يـو څـه ډکه کړی. هيلـه منـد يـوو چی زمـونږ نـور استادان هم تشويق شی، تر څو په خپلو مسلکي برخو کې نوي علمي کتابونه وليکي.

دغه کتاب د ننگرهار د طب پوهنځی لخوا وکتل شو، ښـه معيـاری او د محصـلينو لپـاره گټـور کتاب دی.

مونږ د ليکوال دغه زيار ستايو، د لوی خدای ج له در بار څخه نوموړي تـه د نورو بريـاوو هيلـه کوو.

د ننگرهار د طب پوهنځی

Vorwort

Es gibt im Bereich der Naturwissenschaften kaum ein Fachbuch in der offiziellen afghanischen Landes Sprache Pashtu, das als Lehrbuch oder als wissenschaftliche Bezugsquelle für Studenten und Assistenzärzte zur Verfügung steht. Die Autoren haben es sich zur Aufgabe gemacht, ihre langjährigen klinischen Erfahrungen auf dem Gebiet der diagnostischen Radiologie und Therapie der Krebskrankheit weiterzugeben und damit diesem Ziel gerecht zu werden.
Das Buch behandelt drei wichtige Fachbereiche der Naturwissenschaften, nämlich Strahlenphysik, Radiobiologie und Strahlentherapie, deren enge Zusammenhänge und theoretische Grundkenntnisse für die Therapie und Früherkennung der Krebskrankheit mit modernen bildgebenden diagnostischen Verfahren von großer Bedeutung sind.

Teil 1: Strahlenphysik (Kapitel 1-7): beschreibt die Grundlage der Atomphysik z.B. SI-Einheiten, Aufbau der Materie, Radioisotope, Radioaktivität, Strahlungsarten, Energiedosen sowie die Wechselwirkung der ionisierenden Strahlung in biologischen Geweben.

Teil 2: Radiobiologie (Kapitel 8-14): behandelt die Stochastische und deterministische Wirkung der ionisierenden Strahlen auf die Erbsubstanz (DNA) und biologische Gewebe. Dabei werden die Zusammenhänge zwischen der Umweltkontamination mit radioaktiven, chemischen und biologischen Stoffen und Entstehungsmechanismen der Krebskrankheit anhand epidemiologisch-statistischer Untersuchungen dargestellt. Mutation der somatischen Zelle wird als mögliche Ursache für die Entstehung einer Krebszelle angesehen. Im Kapitel zehn wird die Abschätzung der Gefahr des abgereicherten Urans diskutiert, falls die Umwelt mit diesem radioaktiven Material kontaminiert wird. Schließlich wird der sogenannte "**Bystander Effect**" vorgestellt, der als neueste Erkenntnis über die Wirkung der „low-level radiation" in den Zellen entdeckt wurde.

Teil 3: **Krebskrankheit (Kapitel 15-18)**: gibt allgemeine Informationen über die Krebskrankheit und beschreibt in Grundzügen die Behandlung der Krebskrankheit mit Strahlentherapie, Chemotherapie und Operation als den drei etablierten Methoden in der modernen Medizin. Dabei wird die diagnostische Bedeutung der Computertomographie und Kernspintomographie zur Früherkennung der Krebskrankheit hervorgehoben und deren prinzipielle medizinisch physikalische Arbeitsweise beschrieben.
Im letzten Kapitel ist gemäß Atomgesetz – AtG 1959 der Schutz von Personen, Sachgütern und der Umwelt vor den Wirkungen ionisierender Strahlung ausführlich erklärt. In diesem Zusammenhang sind die Errichtung einiger Mess-Stellen im Land vorgeschlagen worden, um die Umweltradioaktivität z.B. mit Hilfe von Gammaspektrometrie zu überwachen.
Im Anhang des Buches sind medizinische Fachausdrücke alphabetisch zusammengestellt und in Pashtu ausführlich erklärt. Ein Sachregister in Pashtu ermöglicht dem Leser einen bestimmten Fachausdruck schnell wiederzufinden. Zu jedem Kapitel gibt es Fragen mit Antworten im Anhang, damit der Leser seine Kenntnisse zu dem jeweiligen Sachgebiet selber überprüfen kann.

Neumarkt (OPF), im Dezember 2007-12-10 Die Autoren

تقریظ

دمحترمو پوهانو هریو پوهنوال ډاکترنظرمحمد سلطانزی ځدراڼ ، خدای بښلي ډاکترحاجي محمد سلطانزی ځدراڼ ، او ډاکترغازی محمد سلطانزی ځدراڼ ، اثرمې چې د(سرطان او دچاپېریال رادیو اکټیویټي) ترعنوان لاندې په یوولسو برخو او نولسو فصلونو کې لیکل شوی دی ، سرترپایه په غورسره ولوست . په دغه کتاب کې لاندې موضوعات په ډېره ښه او روانه پښتو لیکل شوي دي. لکه: دواحدونو نړیوال سیستم ـ دوړانګو دفیزیک د اصطلاحاتو نوم اېښودنه ـ دوړانګو دفیزیک بنسټیزه پوهه ـ طبیعی رادیو اکټیویټي ـ وړانګې ـ دمادې سره دایونایزوونکو وړانګو ټکر ـ کلینیکي ډوزیمټري ـ دبدن په حجره دایونایزوونکو وړانګو فیزیکي ، کیمیاوي ، او بیالوژیکي اغېزې ـ دیورانیوم دلاسته راوړلو او رایستلو تکنالوژي ـ په چاپېریال باندې دخوار شوي یورانیم اغېزې ـ په روغتیا باندې دوړانګو ناوړه اغېزې ـ دوړانګو ناروغی ـ دوړانګونه ساتنه ـ دطبیعي وانګو سرچینې ـ دسرطان دخطر احتمالي اټکل ـ دوړانګو د اندازه کولو تګلارې ـ دچاپېریال اکټیویټي څارنه او دسرطان ناروغی.

کله چې موضوعاتو ته نظر واچوو نو ټولې په سلو کې شپېته برخې فیزیکي مسایل احتوا کوي او په سلو کې ۴۰ برخې طبي او بیولوژیکي موضوعات احاطه کوي. څرنګه چې دکابل پوهنتون د ساینس د پوهنځی دفیزیک په دیپارټمنټ کې دهستې پنامه مضمون دلکچر(لولانه) په ډول او دهستې تطبیقی برخه د تطبیقاتو په ډول دمضمون په حیث لوستل کیږي. نو زه په پوره باور سره ویلای شم چې دفیزیک دیپارټمنټ له دې کتاب څخه دیوه ښه معتبر درسي کتاب په حیث استفاده کولای شي ، همدارنګه دطب په ساحاتو او هم دبیولوژۍ په برخه کې یو ګټور کتاب او ماخذ دی . دنوموړو موضوعاتو په لیکنه کې له ډېر دقت څخه کار اخستل شوی او له ډېرو نوو ماخذو څخه استفاده شوې ده. زه نوموړی اثر نه یوازې تائیدوم بلکې دقدروړیی بولم او دافغانستان لپاره یې ستره سرمایه ګڼم او فکرکوم چې په دغه موضوع کې تراوسه چا داسې اثر نه دی لیکلای .نو زه له پاک خدای څخه دنوموړي کتاب لیکوالانو ته دبریاوو غوښتونکی یم. پاتې دنه وي چې دکتاب په پای کې انګلیسي علمي اصطلاحات په ډېره روانه پښتو ژباړل شوي چې دا هم د دې علم مینه والو ته ډېر ښه او باارزښته معلومات دي.

په درناوی
پوهاند دکتورنوراحمد میرازی
دکابل پوهنتون د ساینس پوهنځی
دبیالوژي دېپارټمنټ آمر

کابل:۲۰۰۷/۸/۴

مننه

دهغوخپلوانونومونه باید په ډیردرنښت اومنني سره یادکړم، چې ددې کتاب په بشپړکولوکې یې راسره تخنیکي او معنوي هر اړخیزه مرسته کړې ده.

- دخپلې ګرانې میرمنې حضرت بي بي سلطانزۍ ځدراڼ دزړه له کومې خاوند پالنې څخه مننه کوم، چې لږ څه دوه کاله یې، د دې کتاب په لیکلو اوبشپړکولوکې، ستره حوصله وښودله او هر اړخیزې کورنۍ ستونځې یې په ویاله تنده په ځان ومنلې.
- د تنکي اوځوان تکړه زوی وحید جان سلطانزي ځدراڼ دکمپیوټري هراړخیزې مرستې او وړاندیزونو څخه دزړه له کومې خوښي او مننه کوم.
- په پای کې دټولوهغودوستانواوملګروهراړخیزملاتړڅخه ډیره خوښي څرګندوم، چې دیوه داسې ځانګړي اوبې ساري، طبي ، ساینسي، پښتوژبې پوهنتوني آثر لیکلوته یې وه هڅولم .

نظرمحمد سلطانزی ځدراڼ اوملګري لیکوالان

دجرمني هیواد، داپریل میاشت، ۲۰۰۷ م کال

دمطالبولړلیک

شمیره	سرلیک	مخ
١	دليکوالانولومړنی خبرې اود کتاب ځانګړتیاوې....................................	ث
٢	سریزه	خ
٣	لومړی برخه لومړی څپرکی دواحدونوړیوال سیستم.. (International System of units = SI)	1
٤	دویم څپرکی دوړانګو فزیک اصطلا حونه (نومونپوهنه)............................... (Radiation Physics Terminology)	9
٥	د ریم څپرکی دوړانګو فزیک بنستیز پوهه.. (Fundamentals of Radiation Physics)	17
٦	دویمه برخه څلورم څپرکی طبیعي رادیواکتیویتي.. (Natural radioactivity)	26
٧	پینځم څپرکی وړانګي... (Radiation)	51
٨	شپږم څپرکی دمادي (توکي) سره د ایونایزکوونکو وړانګوغبرګون..................... (Interaction of ionizing radiation with matter)	78

۹	**اووم څپرکی** کلينيکي ډوزيمتري.. (Clinical dosimetry)	95
۱۰	**دريمه برخه** **اتم څپرکی** د بدن په حجرو (ژونکو) باندې د ايوانايزکوونکو وړانګوفزيکي، کيمياوي او بيالوژيکي اغيزې.. (Physical, biological and chemical effects of ionizing radiation on body cells)	130
۱۱	**څلورمه برخه** **نهم څپرکی** د يورانيوم د لاس ته راوړلو او راايستلو تکنالوژي....................... (Uranium mining and production)	155
۱۲	**پينځمه برخه** **لسم څپرکی** په چاپيريال باندې دغريب شوي يورانيوم اغيزې......................... (Environmental effects of depleted uranium)	167
۱۳	**شپږمه برخه** **يوولسم څپرکی** په روغتيا باندې د وړانګو ناوړه اغيزې................................... (Health hazards of radiation effects)	184
۱٤	**دوولسم څپرکی** دوړانګو ناروغي سيندروم... (Radiation sickness syndrome)	226
۱۵	**اوومه برخه** **ديارلسم څپرکی** دوړانګو نه ساتنه... (Radiation Protection)	240

١٦	**اتمه برخه** **څوارلسم څپرکی** د طبیعي وړانګوسرچینې... (Natural radiation sources)	251
١٧	**نهمه برخه** **پینځلسم څپرکی** دسرطان خطراحتمال اټکل.. (Estimating the risk of cancer Probability)	255
١٨	**لسمه برخه** **شپاړلسم څپرکی** دوړانګو اندازه کولوتګلارې... (Radiation Measurement methods)	282
١٩	**اوولسم څپرکی** دچاپیریال اکتیویتي څارنه.. (Environmental Radioactivity monitoring)	292
٢٠	**یوولسمه برخه** **اتلسم څپرکی** د سرطان ناروغي.. (Cancer disease)	298
٢١	**دوولسمه برخه** **نونسم څپرکی** لنډیز - آخرنی خبرې او پا یـــلـه................................... (Conclusion)	347
٢٢	**آخځونه**.. (References)	356
٢٣	**ویـــیـــپــا نـګه**.. (Glossary)	369
٢٤	**ملونه**.. Appendices	391

لومړی برخه

لومړی څپرکی

دواحدونونړيوال سيستم

(International System of units = SI)

په ۱۹٦۰ م کال کي دواحدونونړيوال سيستم چي لنديز يي په SI سره کيږي منځ ته راغی .په نوموړي سيستم کي کتله په کيلوګرام ، وخت په ثانيه اواوږدوالی په متر سره ښودل کيږي او د متر- کيلوګرام – ثانيه (meter-kilogram-second = mks) په بنه ليکل کيږي.

دفزيکي کميت نوم	بنستيزکميت	د واحد علامه		د واحد نوم
اوږدوالی (طول)	length	متر	m	meter
وخت	time	ثانيه	s	second
کتله	mass	کيلوګرام	kg	kilogram
دبريښنا شدت	electric current	امپير	A	ampere
تود وخه (حرارت)	temperature	کېلوين	K	Kelvin
دنوريا رڼا شدت	luminous intensity	کاند يلا	cd	candela
دمادي کڅه يا اندازه	amount of substance	مول	mol	mol

۱- جدول: نړيوال بنستيـز واحدونه

يوه دقيقه = ٦۰ ثاني 1 min = 60 s

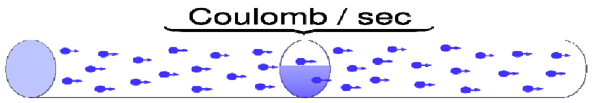
يوساعت = ۳٦۰۰ ثاني (1h = 3600 s)

يوه ورځ = ۲٤ ساعته = ۸٦٤۰۰ ثاني (1d = 86400 s)

واحد				د فزيکي کميت نوم
1 Joule	1 kg m^2/s^2	J	جول ياژول	انرجي (انرژي)
1 Volt	1 J/As	V	ولټ	بريښنا يزو لتيج
1 Coulomb	1As	C	کولومب	بريښنا يز چارج
1 Newton	1 J/m = 1 kgm/s^2	N	نيوټن	قوه (ځواک)
1 Pascal	$1N/m^2$	Pa	پاسکال	فشار
1 Herz	1/s	Hz	هرځ	فريکونس په يوه ثا نيه کې داهتزازوشمير
1 Becquerel	1 decay/s	Bq	بيکارل	د راديواکتيويتي واحد اومساوي ده : يوه تجزيه په ثانيه کی
Ion dose	As/kg	1C/kg	کولومب پرکيلوګرام	په يوکيلوګرام هواکی دايونو دوز يا دچارجونواندازه
Energy dose	1 J/kg	1 Gray = Gy	ګرې	انرژي دوزيا د انرژي ا ندازه
Effective dose	1 J/kg	1 Gray = Gy	ګرې	اغيزمن دوز
Equivalent dose	1 J/kg	1Sievert = Sv	سيورت	معادل دوز

۲- جدول: مشتق شوي واحدونه چې د بنسټيزوواحدونودحاصل تقسيم اوحاصل ضرب څخه تر لاسه کيږي.

يو امپير Ampere دبريښناجريان هغه شدت ته وايي چې ديوهادی په ساره سطحی نه او په يوه ثانيه کی يوکولومب چارج اويا د $6{,}24\times10^{18}$ کچه بنسټيزچارجونه تير شي (1 Ampere = Coulomb/second) .



۱- شکل: دبريښنا جريان شدت دالکترونوتيريدلوشميرپه واحد ثانيه اوساره سطحه بنودل شوئ دی

د فزيکي کميت پخوانی نوم	نړیوال واحد	پخوانی واحد
یو رونتګن: roentgen هغه اندازه ایونونه چي په یوه سا نتي متر مکعب وچه هواکي تر عادي تودوخي او فشارلاندې منځ ته راځي	2,58x10^{-4} C/kg	1 Roentgen = R =
	1C /kg	3876 Roentgen =
په هواکي دیو رونتګن وړانګو انرژي ډوز	0,87 cGy	R = 1 Roentgen =
راد : rad = radiation absorbed dose په یوکیلوګرام ماده کي جذب شوې انرژي	1 Gray = Gy 0,01 Gy	100 rad = 1 rad =
ريــم : rem = roentgen equivalent man دانرژي ډوزیا معادل ډوزپخوانی واحد	1 Sv 0,01 Sv	100 rem = 1 rem =
کیوري: Curie (Ci) یوکیوري د اوه دیرش ګیګا بیکاریل سره مساوي دي	3,7x10^{10} Bq 37 GBq	1 Ci = 1 Ci =
یو ملي کیوري مساوي دی په 37 میګا بیکاریل	37 MBq	1 mCi =

۳ - **جدول**: دکلینیکي ډوزیمتري پخوا نیواو نړیوال واحد سیستم ترمنځ اړیکي بنودل شوې دي.

سمبول	پخوانی واحد	نړیوال واحد	فزيکي کميت
1 Ci = 3,7 . 10^{10} Bq 1 Bq = 2,7 . 10^{-11}Ci	Curie (Ci) کیوري	Becquerel (Bq) 1 Bq = 1/s بیکاریل	**اکتیویتي** **Activity**
1 rd = 0,01 Gy 1 Gy = 100 rd	Rad (rd) راد	Gray (GY) 1 Gy = 1 J/kg ګرې	**انرژي ډوز** **Energy dose**
1 rem = 0,01 Sv 1 Sv = 100 rem	Rem (rem) ریم	Sievert (Sv) 1 Sv = 1 J/kg سیورت	**معادل ډوز** **Equivalent dose**
1 R = 2,58 . 10^{-4} C/kg 1 C/kg = 3876 R	Roentgen ® رونتګن	Coulomb per Kilogramm (C/kg) کولومب تقسیم په کیلوګرام	**ایون ډوز** **Ion dose**

E	10^{18}	Exa	اېکسا	يو تريليون
P	10^{15}	Peta	پېټا	يوبيليارد
T	10^{12}	Tera	تېرا	يو بيليون
G	10^{9}	Giga	ګيګا	يو ميليارد
M	10^{6}	Mega	مېګا	يو ميليون
k	10^{3}	Kilo	کيلو	1000
h	10^{2}	Hekto	هېکتو	100
da	10^{1}	Deka	دېکا	10
d	10^{-1}	Dezi	ديسي	0,1
c	10^{-2}	Zenti	سانتي	0,01
m	10^{-3}	Milli	ميلي	0,001
µ	10^{-6}	Mikro	ميکرو	0,000001
n	10^{-9}	Nano	نانو	0,0000000001
p	10^{-12}	Pico	پيکو	لس په طاقت د منفي دوولس
f	10^{-15}	Femto	فېمتو	لس په طاقت د منفي پنځلس
a	10^{-18}	Atto	اتو	لس په طا قت د منفي اتلس

٤ - جدول: دواحدونو غټې او کوچنۍ برخې دطاقت په عدد(شميره) سره ښودل شوې دي.

دپام وړ: په هستوي فزيک کې داوږدوالي (length) لپاره اوس هم دفرمي واحد Fermi unit کارول کيږي. که څه هم فرمي دنړيوال واحد سيستم SI پورې اړه نه لري خو دايتالوي فزيک پوه او نوبل جايزې ګټونکي علمي شخصيت اينريکو فرمي(Enrico Fermi) په افتخار سره داوږدوالي لپاره او س هم لکه داتوم شعاع، دپروتون او نيوترون شعاع په فرمي سره ښودل کيږي. دبيلګې په ډول دطلا اتوم دهستې شعاع لږ څه اته نيم فرمي 8,5 fermi اوږدوالی لري.

1 fermi $=1\times10^{-15}$ m = 1 fm = 0,001 pm = 1000 am

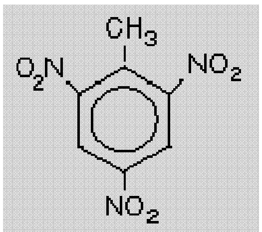
سمبول	شميره (عد د)	واحد	فزيکي کميت
e_0	$1,60\,21892 \,.\, 10^{-19}$	C	بنستيزچارج
c	$2{,}9979246 \,.\, 10^{8}$	ms^{-1}	په فضا کي دنور سرعت
h	$6{,}626176 \,.\, 10^{-34}$	J s	دپلانک اغيزمن کوانتم
m_p	$1{,}6726485 \,.\, 10^{-27}$	kg	دپروتون کتله
m_n	$1{,}6749543 \,.\, 10^{-27}$	kg	دنيوترون کتله
m_e	$9{,}109534 \,.\, 10^{-31}$	Kg	دالکترون کتله
N_A	$6{,}022045 \,.\, 10^{23}$	mol^{-1}	داووګاد رو شميره
$1kg\ c^2$	$8{,}98755 \,.\, 10^{16}$	J	ديوه کيلوګرام کتلې معادل هستوي انرژي
1 kg TNT	$4{,}6 \,.\, 10^{6}$	J	ديوکيلو ګرامTNT کتلې کيمياوي انرژي
1 $Mcal_{th}$	$4{,}184.\, 10^{6}$	J	1 kg TNT- Äquivalent ديوه کيلوګرام ټي ان ټي معادل حرارتي انرژي
1 cal thermic	4,184	J	ديوې کالوري حرارتي انرژي
$m_u = u$ $m_u = u$ $m_u = u$	$1{,}660 \,.\, 10^{-27}$ 931,50 $1{,}4924 \,.\, 10^{-10}$	kg MeV/c^2 J/c^2	داتوم کتلې واحد
$m_e\ c^2$	$5{,}1101 \,.\, 10^{5}$	eV	ديوه الکترون کتلې معادل انرژي

۵- جدول: دهستي فزيک ځيني مهم ثابت شميرې (عددونه)

دالکترون کتله مساوي ده: $m_e \sim 0{,}5\ MeV/c^2$

دپروتون کتله مساوي ده: $m_p \sim 938\ MeV/c^2$

☜ تي ان تي Trinitrotoluene (TNT) د کيمياوي او يا هستوي انرژي هغه کچه راښيي چي په يوه چاودنه کې د تودوخي په بڼه منځ ته راخي. کيمياوي فرمول يې په لاندې ډول سره دی.



Trinitrotoluene (TNT)

د البرت اينشټاين (Albert Einstein) دکتلې او انرژي معادل فرمول سره سم د تي انتي انرژي په لاندې ډول هم ليکلای شو

$$(1kg)\,c^2 = 9 \times 10^{16}\ \text{joules} = 22\ \text{megatons TNT}$$

$$4.1 \times 10^{9}\ \text{joules} = 1\ \text{ton TNT}$$

$$(1gm)\,c^2 = 9 \times 10^{13}\ \text{joules} = 22\ \text{kilotons TNT}$$

يو ټن ياني يو زرکيلوګرام تي ان تي د لږ څه خلورګيګا جول سره برابردي . د بيلګه په ډول هغه اتوم بم چي په دوهمه نړيوال جګړه کې دجاپان هيرو شيما ښار باندې وغورځول شودچاودني قوه يې شل کيلو ټن 20 kiloton TNT په شاوخوا کې اټکل کيږي.

لکه چي د پورتنی معادلي څخه په ډاګه کيږي چي که ديوګرام يورانيوم دوه سوه پينځه تول اتومونه وچوي نودهيروشيما اتوم بم انرژي سره سمون خوري.

1Meter = 10^9 nm	1Meter = 10^{10} Å	1Meter = 10^{15} fm	يو متر
1 second = 1s	1s = 10^3 ms	1 s = 10^6 µs	يوه ثانيه
1 Ampere = 1 A	1 A = 10^3 mA	1 A = 10^6 µA	يو امپير
1 Ampere =1 A	1 A = 10^9nanoA	1A = 10^{12} picoA	يو امپير
1eV = $1,6\times10^{-19}$ joules	1 MeV = 10^6 eV	1 GeV = 10^9 eV	1TeV = 10^{12} eV

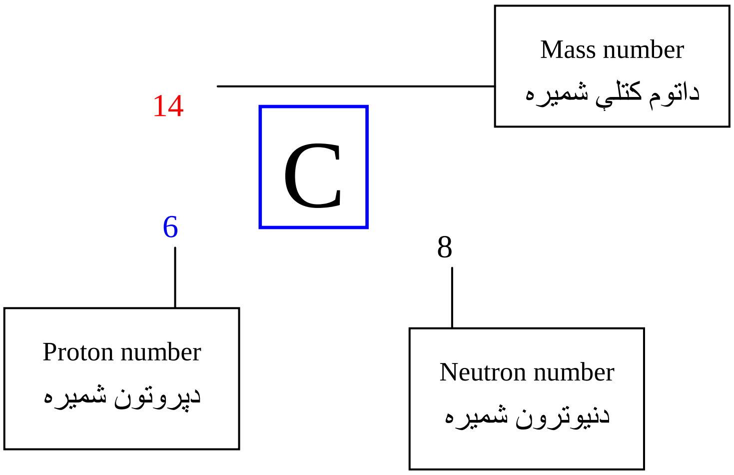
٦- جدول: په پورتني جدول کې دهستي فزيک ځيني ګټوراويوپه بل اړوونکي واحدونه ښودل شوي دي

لنديز:

- پروټون اويا نيوترون ته نوکليون (Nucleon) ويل کيږي؟
- يوه هسته چي دنيوترونوشمير N او دپروتونوشمير Z يي په ځانګړي ډول او يو په يو تاکل شوئ وي د نوکليد (Nuclide) په نوم ياديږي.
- هغه هستي چي دپروتونوشمير Z يي يوشان خود پروتونوشمير N يي ديوه بل نه توپير ولري د ايزوتوپ (Isotopes) په نامه سره ياديږي. د بيلګي په توګه U^{238} او U^{235}; O^{16};O^{15};C^{13};C^{12};
- هغه هستي چي دنيوترونوشمير N يي سره يوشان خو دپروتونو شمير Z يي سره توپيرولري دايزوټون Isotones په نامه ياديږي د بيلګي په ډول لکه بورون (Boron-12) اوکاروبون (Carbon-13) هريو يي اوه نيوترونه لري
- هغه هستي چي دکتلي شميره A ياني دپروتونوجمع نيوترونوشميره يي سره يوشان وي خودپروتونوشميره يي توپيرولري د ايزوبار(Isobar) په نامه ياديږي. د بيلګي په ډول لکه کاربون دوولس Carbon-12 او بورون دوولس Boron-12
- داتوم کتلي واحد $1U = 1{,}66\times10^{-27}kg = 931\ MeV/c^2$
- داتوم کتلي واحد د کاربون اتوم ${}^{12}_{6}C$ يوپه دوولسمه برخه ده
- ديونوکليد X بشپړ کيمياوي سمبول په لاندي ډول ښودل کيږي. د بيلګي په ډول لکه کاربن ${}^{12}_{6}C_6$

$$ {}^{A}_{Z}X_{N} $$

$$ {}^{\text{Mass number } = A}_{\text{protons } = Z} X_{\text{neutrons } = N} $$



دپروتون شعاع = 10^{-13} cm ، د پروتون کتله = $938\ MeV/c^2$ = $1,7\times10^{-34}$g

دنيوترون شعاع = 10^{-13}cm ، دنيوترون کتله = $940\ MeV/c^2$ = $1,7\times10^{-34}$g

دهستي شعاع = 1 fm = 1 Fermi = 10^{-15} m = 10^{-13} cm ~

داتوم شعاع = 10^{-10} - 10^{-9} m = 10^{-8} - 10^{-7} cm

داتوم کتلي واحد: 1 amu = $1,66\times10^{-24}$g = $931\ MeV/c^2$ = 1/12 of the mass of C-12

دالکترون کتله = $M_e = 9,1\times10^{-28}$ g = $0,511\ MeV/c^2$

بنسټيز زره Particle		بريښنايز چارج Charge	کتله Mass(u)
پروتون	Proton	+1	1,007277
نيوترون	Neutron	0	1,008665
الکترون	Electron	-1	0,000549

پوښتنې (Questions):

(ځوابونه يي په نونسم څپرکي کي ورکړشوي دي)

۱-۱ دواحدونوپه نړيوال سيستم SI کي داوړدوالي، وزن او وخت فزيکي کميتونه څرنګه تعريف شوي دي؟

۱-۲ دراديواکتيويتی پخوانی واحد او نړيوال واحد څه دی؟

۱-۳ يو رونتګن وړانګي دهوا تر عادي فشار لاندې په يو سانتي متر مکعب وچه هوا کې څو مره انرژی توليد وي؟

۱-٤ که يو ګرام ډېره دالبرټ اينشتاين د فرمول له مخې په انرژي واړوونو څومره ژول تر لاسه کيږي او دخومره هستوي انرژي سره برابره ده؟

۱-٥ په فضاکي دنورسرعت څومره قيمت لري؟

دويم څپرکی

دوړانګو فزيک اصطلا حونه (نومونپوهنه)

(Radiation Physics Terminology)

دوړانګو فزيک (Radiation physic)

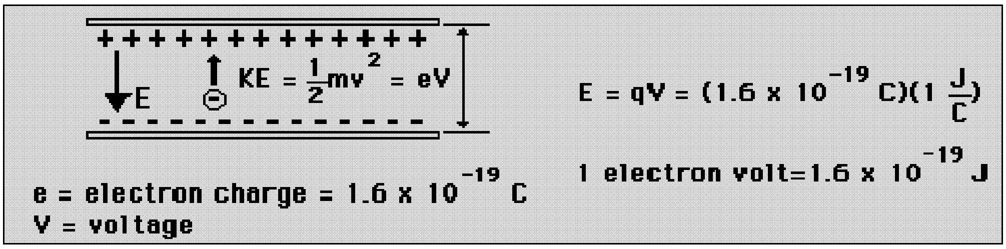
دوړانګو فزيک يا راديوفزيک (Radiation physic) د طبيعي علومو يوه داسي ځانګړې څانګه ده چي په ماده کي د الکترومقناطيسي وړانګو فزيکي ،بيالوژيکي اوکيمياوي اغيزې تر څيړني لاندې نيسي .

دوړانګو بيالوژي (Radiobiolgy)

دوړانګو بيالوژي د طبيعي علوميوه څانګه تشکيلوي چي په يوه ژوندي اورګا نيزم (Organism) او بيالوژيکي ماده کي دايونايزکوونکووړانګوهر اړخيزغبرګون (عکس العمل) لکه فزيکي ،بيالوژيکي ،کيمياوي اوکلينيکي اغيزوڅخه بحث کوي.

الکترون ولټ (Electron Volt = eV)

يوالکترون ولټ دبريښنا انرژي داندازه کولوواحد ټاکل شوئ دی. يوالکترون ولټ هغه کاردی چي په يوالکترون باندي ديوولټ ولتيج په توپير سره سرته رسيږي او يا په بل عبارت کله چي يو الکترون ته د يوولټ ولتيج په کچه تعجيل ورکړشي نو هغه حرکي انرژي چي يو الکترون يې تر لاسه کوي يو الکترون ولټ قيمت لري.



ديوه خاذ (Condenser) په منځ کي يو الکترون دمنفي چارج شوي لوحي څخه مثبت چارج شوې لوحي خواته خوځيږي. که چيرته د نومړولوحو ترمنځ د پوتنسيال توپير يوولټ قيمت ولري نودالکترون حرکي انرژي (Kinetic energy =KE) دتعريف سره سم يو الکترون ولټه ده.

ژول یا جول (Joule = J)

د مېخانيکي انرژي واحد ته ژول (Joule= J) ويل کيږي. يوژول هغه انرژي او يا کار ته ويل کيږي چې يو کيلوګرام کتله باندي يو نيوټن (Newton =N) قوه اغيزه وکړي او يو متر واټن يې دځپل ځاى څخه وخوځوي.

$$1\,\mathrm{J} = 1\,\mathrm{N}\cdot\mathrm{m} = 1\,\frac{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2}$$

قدرت يا ځواک (Power = P)

قدرت P هغه کار او يا انرژي E ته ويل کيږي چې دوخت په واحد کې سرته رسيږي. قدرت مساوي دى انرژي تقسيم (ويش) په وخت (P = E/t)

دقدرت واحد يو ژول تقسيم په يوه ثانيه ده چې دواټ Watt په نامه سره ياديږي.

1 watt = 1W = 1 joule/second = 1J/s = $1Js^{-1}$

Power = Energy/time

قدرت = انرژي تقسيم په وخت

* **بېلګه:** يوځوان ساينس پوه چې د جسم کتله يى پينځه اويا کيلو ګرام 75 kg ده ديوه روغتون ودانى دلومړي پوړ څخه تر اووم پوړ پورې د لړ څه درويشت ثانيو په موده کې (23,6 s) پورته ځغلي. که چيرته دودانى ارتفاع (لوړوالى) لږڅه شپږويښت متره (25,8 m) قيمت ولري.

پوښتنه: هغه کار چې هغه تر سره کړې دى او همدارنګه هغه قدرت چې منځ ته راغلى دى محاسبه کړئ؟

* **حل:** په ساينس پوه باندې دځمکي جاذبې قوې Force = F اغيزه مساوي ده له: کتله m ضرب دځمکي تعجيل $g = 9{,}8\ ms^{-2}$

$$F = 75kg \times 9{,}8\ ms^{-2} = 735\ newtons = 735\ N$$

او هغه کار چې سرته رسيدلى مساوي ده له: قوه F ضرب د واټن (F × L)

$$E = 735\ N \times 25{,}8\ m = 19\ 000\ N\ m = 19000\ Joule$$

او دقدرت له پاره ليکلاى شو چې :

$$\mathbf{P} = 19000\ J/23{,}6\ second = 805J\ s^{-1} = 805\ watt$$

* **ځواب :** دنوموړي سړي قدرت لږ څه اته سوه واټ دى.

دالکترون ولټ eV اود ميخانيکي انرژي واحد ژول joule =J تر منځ لاندنى اړيکي شته دي.

1 Electron Volt = 1 eV= 1,602 × 10^{-19} C×1V= 1,602 × 10^{-19} Joule

دپام وړ: دیوالکترون بریښنایز چارج e_0 ته چې قیمت یې مساوي

$e_0 = 1,60\times10^{-19}$ Coulomb سره دی بنسټیز چارج ویل کیږي.

په ورځني ژوند کې د انرژي هر اړخیز دولونه په واحد د یو الکترون و لټ	
په نورمال تودوخې کې د هوا یوه مالیکول، نیوترون اویا اتومي انرژی	0,04 eV
دنور یا رڼا انرژي	1, 5-3,5 eV
هغه انرژي چې د سودیم کلورید Nacl د تجزیې لپاره په کاره	4,2 eV
دهایدروجن اتوم ایونایزیشن انرژي	13,6 eV
دهوایوه مالیکول ایونایزیشن انرژي	33 eV
دیوه الکترون انرژي چې د تلویزیون په پرده باندې لګیږي	20 000 eV
دناړو غیو په پیژندنه کې د اکسریز سرچینې فوتونو انرژي	200 000 eV (= 0,2 MeV)
دهستې په تجزیه کې د ګاما وړانګو Gamma rays انرژي	0 - 3 MeV
دهستې په تجزیه کې د بیتا وړانګو Beta rays انرژي	0 - 3 MeV
دهستې په تجزیه کې د الفا وړانګو Alpha rays انرژي	2 - 10 MeV
د کازمیکي وړانګو Cosmic rays انرژي	1 MeV - 1000 TeV
دالفا وړانګې دکتلې معادل انرژي $m_\alpha c^2$	3727, 379 MeV

داتومي کتلې واحد (Atomic Mass Unit = amu = 1u)

په هستوي فزیک کې داتومونو او مالیکولو کتلې لپاره یو ځانګړی واحد ټاکل شوئ چې د اتومي کتلې په واحد سره یادیږي. داتومي کتلې واحد (1u) د خنثې او په کیمیاوې ډول نه ترل شوئ کاربون ($^{12}C_6$) اتوم مطلقه کتلې یو پر دوولسمه برخه ټاکل شوې ده. د نوموړي کاربون ایزوتوپ په هسته کې شپږ پروتونه او شپږ نیوترونه لري چې د کتلې نمبر یې دوولس اووزن یې د هایدروجن اتوم په پرتله لږ څه دوولس ځله درووند دی . داتومي کتلې واحد لپاره لیکلای شو چې:

داتومي کتلې واحد 1 U د خنثې کاربون اتوم کتلې ($^{12}C_6$) چې د هستې چارج نمبر یې شپږ او د کتلې نمبر یې دوولس دی یو په دوولسمي برخي ($1 U = 1/12$ mass $^{12}C_6$) سره مساوي دی

د بلې خوا داتومي کتلې واحد 1 U دکاربون اتوم کتلې په واحد دمول $m_{mol}(^{12}C_6)$ او داووګادرو عدد(شمیره) د (Avogadro constant) دحاصل تقسیم څخه هم تر لاسه کیدای شي.

$$1u = \frac{m_{carbon}}{12} = \frac{m_{mol,exp}(^{12}C)}{12}\,\frac{1}{6,022\times10^{23}/mol} = 1,661\times10^{-27}kg$$

په پورتنی معا دله کې داووګادرو عدد(شمیره) مساوي دي له: ($N_A = 6,022 \times 10^{23}$ per mole)

کله چې داتومي کتلي واحد u د نور سرعت په مربع c^2 سره ضرب کړو نودالبرت اینشتاین A.Einstein نامتوفرمول سره سم دکتلي معادل انرژي تر لاسه کیږي. **$1\ u \times c^2 = 931,50$ MeV**

$$1u = 1,6606\times10^{-27}kg = 931,50MeV/c^2 = 1,4924\times10^{-10}J/c^2$$

☜ دپام وړ : په فضا کې دنور سرعت c لږڅه $c = 3 \times 10^8$ m/s یاني دری سوه زره کیلومتره په یوه ثا نیه کې قیمت لري.

د اووګا درو ثا بت یا عدد (Avogadro constant)

په یوه مول ماده کې دهستوي ذروشمیر ته د اووګادرو ثابت ویل کیږي. که چیرته دیوه عنصرد اتوم نسبي کتله په ګرام سره وښیو نود مادې یو مول واحد تر لاسه کیږی. د بېلګه په ډول د اوبویو مول نسبي کتله اتلس ګرام وزن لري (2g+16g =18g) . نو په یوه مول (Mole = Mol) ماده کې دفشار او تودوخې په عادې حالت کې داتومونو شمیر د اووګادرو عدد(شمیره) یاني شپږ ضرب دلس په طاقت د درویشت اتومونو ($N_A = 6,022 \times 10^{23}$ per mole) سره مساوي دی.

مول (Mole=Mol)

مول د واحداتو په نړیوال سیستم کې د یوې مادې واحد تاکل شوئ دی. یو مول دیوې مادې هغومره کتلې ته ویل کیږي چې داووګادروعدد $N_A = 6,022 \times 10^{23}$ په شمیر سره اتومونه، مالیکولونه، الکترونه اویا نورې ذرې پکې شتون ولري. نو که چیرته دیوې مادې دعنصر داتوم وزن (Atomic weight) په ګرام سره وښیونوکتله یې یومول کیږي او داووګادروشمیرپه اندازه ذرې پکې شته دي. دبیلګې په ډول دسوډیم عنصراتومي وزن درویشت دی. نو یو مول سوډیم په دې مانا چې که د نوموړي عنصراتومي وزن په ګرام سره وښیو نوویلاې شو چې درویشت ګرامه سوډیم (23 gramm Sodium) داووګادروشمیر په کچه یا اندازه سره اتومونه لري چې کتله یې دیوه مول سره یوشان ده. همدارنګه دامونیاک کیمیاوي مرکب (NH_3) یو مول چې اتومي وزن یې اولس ګرامه کیږي داووګادروپه شمیر مالیکولونه لري.

- د هرې مادې یو مول (Mole) هغومره ماده ده چې په همغه کچه اتومونه ولري لکه څومره اتومونه چې دکاربون ایزوټوپ ($^{12}C_6$) په دوولس ګرامه 12 g کې موجودوي . داتوم په ځاې نورې ذرې لکه اتومونه، مالیکولونه، ایونونه، الکترونه او یا معادل نورې ذرې هم په کارول کیدلاې شي.
- که چیرته د یوه عنصراتومي وزن په ګرام سره وښیو نو د یوې مادې یو مول هغومره ګرام مادې ته ویل کیږي څومره چې دنوموړې مادې اتومی وزن وي. د بیلګې په ډول دکاربون ایزوټوپ ($^{12}C_6$) یو مول ماده دوولس ګرامه ده.

➢ د هرې يوې مادې يومول (Mole) په مسا وي کچه اتومونه او يا ماليکولونه لري چي شميريې دتجربو له مخې particle $6,022\times10^{23}$ ذرې ټاکل شوئ دي. نوموړي شميرته د ساينس پوه لوشميدت $(Loschmidt = N_L)$ په وياړ نوم ورکړ شوئ چي داووګادروعدد(شميره) سره يو شان دی . $N_L = 6,022\times10^{23}$ particle /Mol

➢ ديوه اتوم مطلقه کتله ترلاسه کيږي کله چي ددغې مادې دکتلې يو مول د لوشميدت په عدد(شميره) وويشو.

❋ **پوښتنه:** په يوه ګرام اوبو کې داوبو څومره ماليکولونه شته دي؟

❋ **حل:** څرنګه چي داوبو يو ما ليکول ددوو هايدروجن او يو اکسيجن اتوم څخه جوړدی او هايدروجن اتوم په خپله هسته کې يو پروتون او اکسيجن په خپله هسته کې اته نيوترونه او اته پروتونه لري چي مجموعه يې شپاړس کيږي نو له دې کبله داوبو يوماليکول اتلس ذرې لري. دا په دې مانا چي يو مول اوبه اتلس ګرامه وزن لري چي د particle $6,022\times10^{23}$ ذرو سره سمون خوري. نو په يوه ګرام اوبوکي داوبو ماليکولو شمير N په لاندې ډول لاس ته راځي.

$$N = \frac{6,022\times10^{23}}{18} = 3,4\times10^{22}\,Water \quad Molecules$$

❋ **ځواب:** په يوه ګرام اوبوکي لږ څه لس په طاقت د دوه ويشت ماليکولونه شته دي.

❋ **پوښتنه:** په يوه کيلوګرام سوچه کاربن کې داتومونوشمير N(C-12) څومره دی؟

❋ **حل:** په يوه کيلوګرام کې دکاربن عنصر داتومونو شميرد مولارکتلې M = Mole او د اووګادروشميره N_A دحاصل تقسيم څخه ترلاسه کيږي. همدارنګه يومول کاربن دولس ګرامه 12g وزن لري.

$$N(C\text{-}12) = N_A/\,M = (6,022\times10^{23}\text{ particle /mol})/(12\text{g/mol}) = 5,02\times10^{25}/\text{Kg}$$

❋ **ځواب:** په يوه کيلوګرام سوچه کاربن کې پينځه ضرب د لس په طاقت د پينځه ويشت اتومونه شته دي.

که ديوه نورمال سړي دبدن وزن اويا 70 kg کيلوګرام ومنونو د ټول بدن داتومونو شمير يې لږڅه اوه ضرب د لس په طاقت داوه ويشت $(7\times10^{27}$ atoms) اټکل کيږي

يادونه: لس په طاقت د اووه ويشت دا مانا لري چي يواوپه ښئ کې يې اووه ويشت صفرونه ياني

$$1000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000 = 10^{27}$$

داتوم نسبي کتله A_r

ديوې مادې د اتوم نسبي کتله A_r هغه اندازه کتله ده چې دنومورې مادې داتومونو کتله څومره ځله داتومي کتلې واحد 1U په پرتله درنده ده. همدارنګه داتوم نسبي کتله د يوه مول کتلې د اندازې شمير په واحد دګرام سره برابره دی. دبيلګې په ډول د هايدروجن اتوم نسبي کتله $A_{r,H} = 1{,}008$ داپه دې مانا چې د يومول هايدروجن اتوم کتله مساوي ده له: $A_{r,H}\times gram = 1{,}008\ gram$

داتوم مطلق کتله

داووګادرو عدد(شميره) N_A او د مادې مول Mole په مرسته سره کولای شو چې د اتوم مطلق کتله تر لاسه کړو.

$$m = (A_r\ g/mol) / (N_A)$$

- دبيلګې په توګه دسوډيم اتوم مطلق کتله m_{Na} لا س ته راځي کله چې ددغې مادې دکتلې يو مول د لوشميدت په عدد(شميره) ووېشو.

$$m_{Na} = (22{,}99\ g/mol)/(6{,}022 \times 10^{23}\ mol^{-1}) = 3{,}8\times10^{-26}\ kg$$

يوکيلوواټ ساعت kWh	الکترون ولټ eV	کيلوپوند متر kpm	کالوري cal	ايرګ erg	دالکترون کتلې معادل انرژي	يو جول Joule

	kW h	eV	kpm[2])	cal[2])	erg[2])	m_ec^2 [3])	Joule
1 kW h	1	2,25+25	3,67+5	8,60+5	3,60+13	4,40+19	3,60+6
1 eV	4,45-26	1	1,63-20	3,83-20	1,60-12	1,96-6	1,60-19
1 kpm[2])	2,73-6	6,12+19	1	2,34	9,81+7	1,20+14	9,81
1 cal[2])	1,16-6	2,61+19	4,27-1	1	4,19+7	5,11+13	4,19
1 erg[2])	2,78-14	6,24+11	1,02-8	2,39-8	1	1,22+6	1,00-7
1 m_ec^2 [3])	2,27-20	5,11+5	8,35-15	1,96-14	4,18-7	1	8,18-14

۸- جدول: په پورتني جدول کې دکيمياوي، ميخانيکې، هستوي او بريښنايزواحدونو تر منځ اړيکې ښودل شوې دي چې يو په بل باندې په اسانۍ سره اړول کيږي (49) .

په پورتني جدول کې ديوه داسې لنډ يزڅخه کاراخيستل شوئ چې داکسپونينسيال تابع Exponential function لپاره چې قاعده يې لس (Base ten) ده دا ي توری E سره او يا بې له نومورې توري نه ليکل کيږي.

دپام وړ: هغه بريښنايزګروپونه چې د رڼا په موخه ورڅخه په کورونوکې کار اخيستل کيږي بريښنايز قدرت يې د ځلوښتو څخه تر سل واټ پورې رسيږي.

خوديوې هستوي بټۍ بريښنايز قدرت لږ څه د پينځه سوه څخه تر دوه زره ميګا واټ پورې وي.

* بېلګه: يو کيلو واټ ساعت مساوي ده له : $3,60\times10^{6}$ J = 3,60+6 J = 3,60E+6 J = 1kWh

* بېلګه: يو الکترون ولټ مساوي ده له : 1eV = $1,6\times10^{-19}$ J = 1,6E-19 J = 1,6-19 J

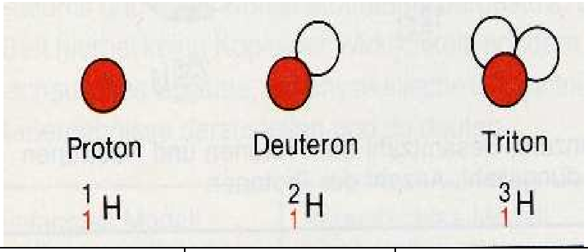
* بېلګه: يو کيلوپونډ متر مساوي ده له : 2, 73-6 KWh = 2,73E-6 kWh = $2,73\times10^{-6}$ kWh

* بېلګه: يو کيلو واټ ساعت مساوي ده له: 2,25+25 eV=2,25E+25 eV= $2,25\times10^{25}$ eV

* m_ec^2 = دالکترون کتلې معادل انرژي: 8,18-14J=8,18E-14J=$8,18\times10^{-14}$ J

راديوايزوټوپ (Radioisotope)

ايزوټوپ هغوعنصرونوته ويل کيږي چي په هسته کي دهغوی د پروټونوشميرسره يوشان خو د نيوټرونو شمير يې د يوه بل څخه توپير ولري. که نوموړي عنصرونه د ځان څخه وړانګي خپروي نو دراديو ايزوټوپ په نامه سره ياديږی. که څه هم ديوه عنصردد ايزوټوپونو کيمياوي خواص سره يوشان دي خو فزيکي خواص يې ديوه او بل څخه توپيرلري.



ترېسيوم يا ترېتون	دويترون	پروټون

۱ـ شکل: د هايدروجن اتوم درې ډوله ايزوټوپونه ښودل شوي دی(30).

لومړی ايزوټوپ په هسته کي يوپروټون(H^1) لري چي سپکي اوبه (H_2O) ورڅخه جوړې دي. دويم ايزوټوپ په هسته کي يو پروټون اويونيوټرون لري چي د دويترون (Deuteron = H^2 = d) په نامه سره ياديږي اودردتي اوبه (D2O) ورڅخه جوړې دي. دريم ايزوټوپ په هسته کي دوه نيوټرونه او يو پروټون لري چي د ترېتون(H^3 = Triton) په نامه سره ياديږي. درندی اوبه (D_2O) د يوه موډراټور مادي په صفت (Moderator) په هستوي بټی کي د برېښنا دتوليد په کړنلاره کي خورا اغيزمن ماده تشکيلوي. داځکه چي ددرندي اوبويوه هسته د چټکو نيوترونوسره ايلاستيکي غبرګون کوي او په دي ترځ کي دغه سريع نيوټرون خپله لږڅه توله حرکي انرژي داوبوماليکول پروټون ته انتقال کوي. په پايله کي پروټون ښت خواته خوځيږي. څرنګه چي دغه پروټون اوس دسريع نيوټرون حرکي انرژي تر لاسه کړې ده نو کولای شي چي داوبو ګاونډيو ماليکولونو سره غير ايلاستيکي غبرګون وکړي او الکترونه ورڅخه جلاکړي(ايونايزيشن). درندي اوبه نن ورځ هم دسريع نيوټرونودبريک کولو او په حرارتي نيوټرونو اړولو په موخه په هستوي تکنالوژي او صنعت کي خوراهميت لري. دبيلګي په ډول يوازې حرارتي نيوټرونه کولای شي چي د يورانيوم U-235 او يا د پلوټونيم Pu-239 هستې څخه جذب شي او دهغوی د چاودني کړنلاره تر سره کړي. کله چي يو حرارتي نيوټرون n ديوه پروټون p څخه جذب شي او په پايله کي دويتريم d او دګام يوه وړانګه خپريږي. دنوموړي هستوي تعامل معادله داسي ليکل کيږي p(n,γ)d

د پام وړ: په هستوي بټۍ اوسيکلوترون **Cyclotron** کي دهستوي طب لپاره ګڼ شمير راديو ايزوټوپونه په مصنوعي ډول توليد کيږي چي خيني مهم يې په لاندني جدول کې ښودل شوي دي.

راديو اکتيوايزوټوپونه لکه اکسيجن O^{15} ; $O^{16;}$ O^{17} ، د کاربون ايزوټوپونه لکه C^{13};C^{14};C^{15}

Radionuclide دراديونوکليد نوم	Decay mode دتجزۍ ګړنلاره	Production reaction دهستوي تعامل معادله	Cross section عرضاني مقطع
C^{14}	β^-	$N^{14}(n,p)C^{14}$	1,81 barn
F^{18}	β^+; EC	$Ne^{20}(d,\alpha)F^{18}$	91 barn
O^{15}	β^+	$N^{14}(d,n)O^{15}$	99 barn
I^{131}	$(\beta^-;\gamma)$	$Te^{130}(n,\gamma)I^{131}$	0,24 barn

پوښتنې(Questions) :

(خوابونه يې په نونسم څپرکي کې ورکړشوي دي)

۱-۲ کله چي ديوه تومورنسجونه لږخه يو سانتي مترمکعب غټوالي ته ورسيږي نو دتماس له لارې Palpable پيژندل کيدلای شي. په يوه سانتي متر مکعب تومورکي د حجروشميرخومره اټکل کيږي؟

۲-۲ د هايدروجن اتوم درې ډوله ايزوټوپونه څه نوم لري؟

۳-۲ راديوايزوټوپ څه ډول عنصرونو ته ويل کيږي؟

٤-۲ په يومول ماده کې خومره اتومونه شتون لري؟

۵-۲ داتومي کتلي واحد کوم عنصر تاکل شوئ دی؟

٦-۲ داتوم کتلي واحد u په ګرام، کيلوګرام، ژول او ميګا الکترون ولټ سره محاسبه کړی؟

دريم څپرکی

دوړانګوفزيک بنسټيز پوهه

(Fundamentals of Radiation Physics)

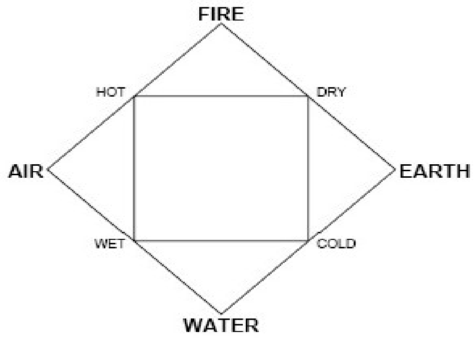
د اتوم جوړښت (Atom Structure)

داتوم کلمه دلومړي ځل لپاره لږڅه دوه نيم ذره کاله پخوا ديونان فيلسوف سقراط (Socrates) نه هم دمخه د لويکيپوس (Leukippos) اودهغه زده کوونکي دېموکريت (Democrit) له خوا کارول شوي ده. داتوم کلمه ديوناني ژبې د اتوموس (átomos) کلمې څخه اخيستل شوي ده او **(نه ويشوونکی)** ما نا لري ټومړو فيلوسوفانودا نظر درلود چې هره ماده دداسو کوچنيو ذرو څخه جوړه ده چې هغوی په کيمياوي کړنلاره سره ددې نه په ډيرو نورو وړو برخو يا بخرکونه شي ويشل کيدای . دغه کوچنی ذره دومره کوچنی ده چې په سترګو نه ليدل کيږي او دومره کلکه ده چې نوره نه ويښل کيږي **(indivisible)**. د مادې دغه رنګ يوه کوچنۍ ذره چې ديوه متر په يو ملياردمه کچه کوچنۍ ده داتوم په نامه ونومول شوه. په نونسمه پيړی کې تجربو وښودله چې اتوم دمادې تر ټولوکوچنی ذره نه ده بلکې په لا نورو وړو ذروهم ويشل کيږي. داپه دې مانا چې اتوم ديوې مادې هغه کوچنی ذره ګڼل کيږي چې په کيمياوي کړنلاره سره نو ردتجزيې وړ نه ده خو په فزيکي کړنلاره سره په نورو ذرواولا کوچنيو برخوتجزيه کيدای شي. په داسي حال کې چې تر نن ورځ پورې داتوم کلمې نوم همداسي په خپل حال پاتې دي خوتجربو وښودله چې د اتوم څخه نور ې کوچنی ذرې هم شته دي چې شمير يې لږ څه دوه سوو نه هم وراوړي. دغه **بنسټيز ذرې** ياني (Elementary particles) په مصنوعي توګه سره دهستوي تعا ملونواو چاودنو په کړنلاره کې پيدا کيږي.د بيلګه په ډول لکه په يوه هستوي بټۍ، هستوي وسلو لکه اتوم بم او دهستوي ذرو خطي تعجيل کوونکو (Linear Particle accelerator) تخنيکي آلو کې بنسټيز ذې منځ ته راځي. لږڅه درۍ سوه کاله د ميلاد نه دمخه ديونان يو بل فيلوسوف اريستوتيلېس (Aristoteles) داتوم موډل نظريه دطبيعي علومو په رڼا کې په بل ډول بيان کړه اوددې دعوا يې وکوله چې ګڼې تولې مادې د څلوروعنصرو لکه اور(Fire)، ځمکه(Earth) ، اوبه (Water) او هوا (Air) څخه جوړې دي. په ۲- شکل کې دنومړو عنصرونواودهغوی خواصو په هکله د پلاتو (Plato)او اريستوتيلېس (Aristoteles) اړيکي ديوه ګراف په بڼه سره ښودل شوي د ي. داتوم کلمه د قرآن شريف په څلورديرشم سورت (سبا) دريم آيت کې دذرې په نوم راغلي ده. دغه مبارک آيت په ډاګه کوي چې داتوم څخه کوچنۍ ذرې هم شته دي . نن ورځ پوهيږو چې دغه ذرې لکه پروتون، نيوترون ، الکترون او نورې ذرې تشکيلوي.

عٰلِمِ الْغَيْبِ لَا يَعْزُبُ عَنْهُ مِثْقَالُ ذَرَّةٍ فِي السَّمٰوٰتِ وَلَا فِي
الْأَرْضِ وَلَآ أَصْغَرُ مِنْ ذٰلِكَ وَلَآ أَكْبَرُ إِلَّا فِي كِتٰبٍ مُّبِينٍ ۝

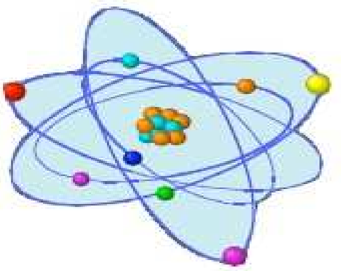
ژباړه: هسې رب چې عالم دی په غيبو، نه پټيږي له ده، په اندازه د يوې ذرې (اتوم) په آسمانونو کې او نه په ځمکه کې او نه وړوکی له هغې ذرې او نه لوی ترې مګر(چې داټول ليکلي پراته دي) په کتاب ښکاره (لوح محفوظ) کې.

Chart of Plato and Aristotle (~400 BC)



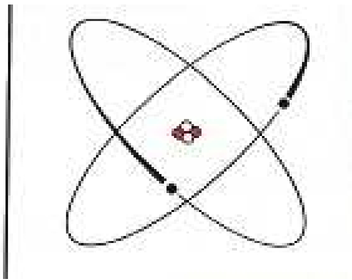
۲- شکل: د میلاد نه لږ څه څلورسوه کاله پخوا دیونان فیلوسوفانو هر یو اریستوتېل (Aristotle) او پلاتو(Plato) د څلوروبنستیزو عنصرونو لکه اوبه، اور، هوا او ځمکه او دهغوي دخواصو په هکله وړاند وینه کړې ده (51) . .

ترنونسمي پیړی پورې دیونان یوهانو داتوم موډل نظریه بې پامه او ګونګه پاتې شوه. په ۱۸۹۷ م کال کې یو انګریز فزیک پوه تومسن (J.Thomson) له خوا دالکترون ذره رابرسیره شوه چې نوموړې ذره داتوم څخه لږ څه دوه ذره واره کوچنی ده. کله چې نوموړي فزیک پوه دکتود وړانګو په څیړنه بوخت وه نو په ډاګه شوه چې دکتود وړانګې (Cathod Rays) بل شئ نه دي بلکه د الکترون وړانګو څخه جوړې دي چې بیا وروسته د بیتا وړانګو نوم ورکړشو. په ۱۹۱۲ م کال کې یو انګریز فزیک پوه راترفورد (Ernest Rutherford) په دې بریالی شو چې دتجربو په اساس داتوم هستی شته والی په ثبوت ورسوي او داتوم یوه نوي موډل وړاندیزیې وکړ. څرنګه چې د راتر فورد اتوم موډل ځینې نیمګړتیاوې لرلې نو په ۱۹۱۳ م کال کی دیوه سویډني فزیک پوه نیلز بور (Niels Bohr) له خوا داتوم یوبل موډل وړاندې شوچې په ۳ شکل کې ښودل شوی دی. دغه وروستی اتوم موډل اوس د نیلزبوراو راترفورد (Niels Bohr- Rutherford) اتوم موډل په نامه سره یادیږي. داتوم نوموړئ موډل دساینس پوهانو تر منځ په نړیواله کچه منل شوئ دی او ترنن ورځې پورې اعتبار لري اوپه ۳- شکل کې ښودل شوئدی. :



دډیرو الکترونواتوم موډل

دهایدروجن اتوم موډل



دهیلیم اتوم موډل

۳- شکل: د نیلزبوراو راترفورد (Niels Bohr- Rutherford) اتوم موډل په ډاګه کوي چې یو اتوم دمثبت چارج شوې هستې څخه جوړدی چې په شاوخواکې یې په ټاکلو بیضوي شکله مدارونو کې الکترونه راڅرخیږي. په دغه شکل کې دهایدروجن اتوم او دهیلیم اتوم موډل شودل شوي دي (31).

دنيلزبوراو راترفورد اتوم موډل (Niels Bohr- Rutherford Atom Model)

- اتوم ديوې مثبت چارج شوې هستې (Nucleus) اوپه شاوخوا کې دمنفي چارج شوو الکترونوڅخه جوړدی. څرنګه چې د هستې ټول مثبت چارج د اتوم الکترون ټول منفي چارج سره برابردی نو اتوم دباندې خوا ته خنثی حالت غوره کوي. داتوم لږڅه ټوله کتله په هسته کې پرته ده.

- لکه څرنګه چې سیارې (Planets) دلمر په چاپيرراګرزي همدارنګه دغه الکترونه هم داتوم هستې په شاوخوا په ټاکلو مدارونو کې را څرخیږي.

- داتوم الکترونه کولای شي چې یوازې په ټاکلوبیضوي بنه مدارونو(Orbits) او ټاکلي واټن کې د هستې په چاپيرحرکت وکړي. دغه مدارونه د ثابت انرژي ليول سره ورته دي او الکترون خپله انرژي د لاسه نه ورکوي.

- یو الکترون یوازې په هغه حالت کې انرژي دلاسه ورکوي چې دلوړانرژي مدار څخه یو ه ټیټ مدار ته راولویږي. دغه انرژي دیو فوټون (Photon) په ډول خپریږي او دهریوه مدار لپاره ټا کلې څپه یاني ځانګړی فریکونسي لري.

- که داتوم په مدارکې یو الکترون د باندې خوا یوه فوټون په لګیدلو سره انرژي تر لاسه کړي نود خپل ټیټ مدار څخه یوه جګ پوړي مدار ته پورته ټوپ وهي. په دغه ډول کړنلاره کې اتوم د تحریک یا نې راپارول شوئ حالت ځا نته غوره کوي.

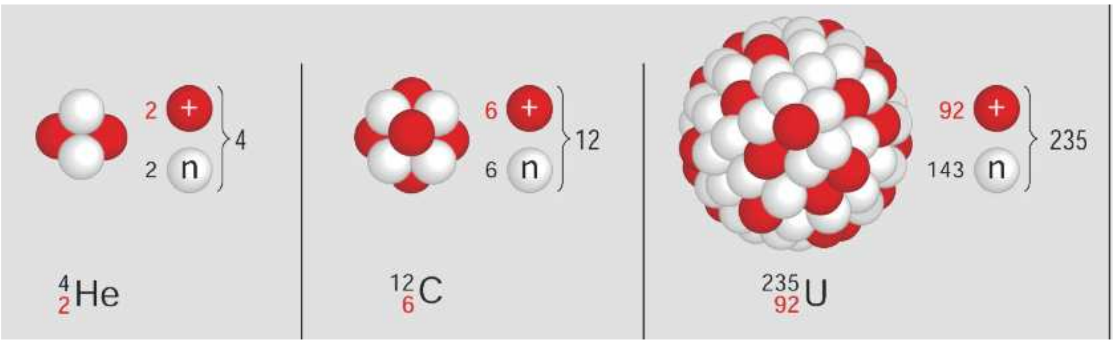
☜ داتوم هسته د بریښنایزمثبت چارج شوئو پروتونوچې شمیر یې په زاید Z او بریښنایز خنثي یا بې پلوه نیوټرونو چې شمیر یې داین (N) په توري سره ښیو جوړه ده. لکه څرنګه چې لمر او سیارې د جاذبې قوې په مر سته سره تړلې دي همدارنګه پروتون اوالکترون دالکترو ستاتیک (Electrostatic force) قوې په واسطه یو بل ځکوي (attraction) او له دې کبله یو ځای سره پاتې کیږي .

په هسته کې د مثبت چارج شوو پروتونو شمیرZ ته دهستې چارج عدد(شمیره) یا داتومي نمبر **(Atomic number)** هم ویل کیږي چې دهمغه اتوم دالکترونو شمیرسره مساوي قیمت لري. په هسته کې دپروتونوشمیر Z او نیوترونوشمیر N مجموعې ته د نوکلیون (Nucleons) شمیر A ویل کیږ ي یاني (A= Z+N). همدارنګه دهستې دپروتونو او نیوترونو کتلې مجموعي وزن ته داتوم کتلې نمبر (Atomic Mass Number) نوم ورکړ شوئ دی.

داتوم هره یوه هسته دهغه عنصر په کیمیاوي سمبول لکه $^{A}_{Z}X_{N}$ ، نوکلیونو شمیر A، نیوترونوشمیرN او پروتونو شمیر Z په مر سته سره پیژندلای او مشخص کولای شو. د بیلګه په ډول دیورانیوم U، سودیم Na او کاربون C هسته په لاندې ډول لیکل کیږي.

${}^{A}_{Z}X_{N}$	${}^{12}_{6}C_{6}$	${}^{22}_{11}Na_{11}$	${}^{238}_{92}U_{146}$

دیورانیوم ایزوټوپ لپاره دغه پورتنۍ لنډه لیکنه دا ما نا لري چې د یورانیوم هسته یو سلو شپږ څلویښت (N=146) نیوټرونونه او دوه نوي (Z= 92) پروټونه لري چې مجموعه یې (A= 238) نوکلیونه کیږي په همدې ډول سره سوډیم یوولس پروټونه او یوولس نیوټرونه لري چې مجموعه یې دوه ویشت نوکلیونه کیږي. همدارنګه دکاربون دنیوټرونونواوپروټونومجموعه دولس ده.



دالفا ذره یا د هیلیم اتوم هسته	دکاربون اتوم هسته	دیورانیوم دوه سوه پینځه دیرش اتوم هسته

٤- شکل: د هیلیم یا الفابځرکی، کاربون او یورانیوم اتوم هستوجوړښت د یوه موډل په بڼه ښودل شوي دي. دپروټونواو نیوټرونو یوځای ټول شمیر د هیلیم لپاره څلور، د کاربون لپاره دوولس او د یورانیوم لپاره دوه سوه پینځه دیرش قیمت لري چې دنومړو هستود سمبول په سر لیکل شوي دي(31).

داسانتیا لپاره د نومړو هستو دنیوټرونو او پرتونو شمیرپه پا م کې نه نیول کیږي او په لاندې ډول هم لیکل کیږي.

یورانیوم ^{238}U ، سوډیم ^{22}Na ، کاربون ^{12}C ، ^{A}X او یا په لاندې ډول:

$X-A$	$C-12$	$Na-22$	$U-238$

د پروټون کتله لږ څه یوزرواته سوه ځله 1800 د الکترون کتلې څخه ستره ده. دپروټون اودالکترون بریښنایز چارج دیوه او بل سره مخالف خومطلقه قیمت یې سره یوشان او مساوي په $(1,602\times10^{-19}$ C) کولومب دی. څرنګه چې داتوم په هسته کې دپروټونو شمیر داتوم په مدارونوکې دالکترونوشمیر سره برابردي دی نو له دې کبله دهستې مثبت اود الکترونومنفي چارجونه یو بل سره دفع کوي او همدا سبب(لامل) دی چې اتوم دباندې خوا ته کوم بریښنایز چارج نه لري او د خنثی یا نې بې پلوه شکل

غوره کوي. داتوم هريو مدارچي پوستکی (Shell) هم ورته ويلای شوديوي ټاکلي انرژي سره برابراود هر يوه عنصر لپاره ثابت قيمت لري. داتوم مدارونو ته دننه څخه پيل دباندي خواته په خپل وارسره د کې (K)، ا پل (L)، اېم (M)، ا ين (N) او او (O) ټکونومونه ورکړشوي دي. داتوم الکترونه په ټاکلو مدارونو او ټاکلي شمير سره په خپلو مدارونوکي حرکت کوي او ترڅو چي پورته او يا ښکته نورو مدارونوته ورتير نه شي نو اتوم خپله انرژي دلاسه نه ورکوي. خو کله چي داتوم الکترونه دباندي خواڅخه په هرډول که وي لکه دغبرګون په پايله کي انرژي ترلاسه کړي نوبيا دخپل مدارڅخه راوځي او پر ځاې يې يو تش سوری پا تي کيږي. دبيلګه په ډول لکه چي په ٥ شکل کي ښودل شوي ده چي که يوالکترون او يا ايونايزکونکي وړانګي لکه يو فوتون د (K) مدارته ور ننوځي او دهغه مدارد يوه الکترون سره و لګيږي اوخپله ټوله انرژی ورته انتقال کړي نو په پايله کي دنوموړي مدارڅخه همغه الکترون را وباسي (ejected electron). څرنګه چي په مدار کي دنوموړي الکترون ځای ديوه سوري په بڼه تش پاتي شو نو سمدلاسه د (L) مدار څخه يوالکترون هلته ورټوپ کوي. همدارنګه د (L) مدار تش سوری په خپل وار سره د (M) او ددغه مدار تش سوری بيا د (N) او همدغه ډول کړنلاره بيا پرلپسي د اخرني مدار (O) لپاره هم ترسره کيږي. کله چي نوموړي الکترونه دلوړومدارونو څخه ټيټو مدارونو ته راولويږي نودهغوی دانرژي تو پير دالکترومقناطيسي وړانګو په ډول خپريږي چي دهريوه عنصر او هم دهر يوه مدار لپاره ځانګړی او ثابت قيمت لري.

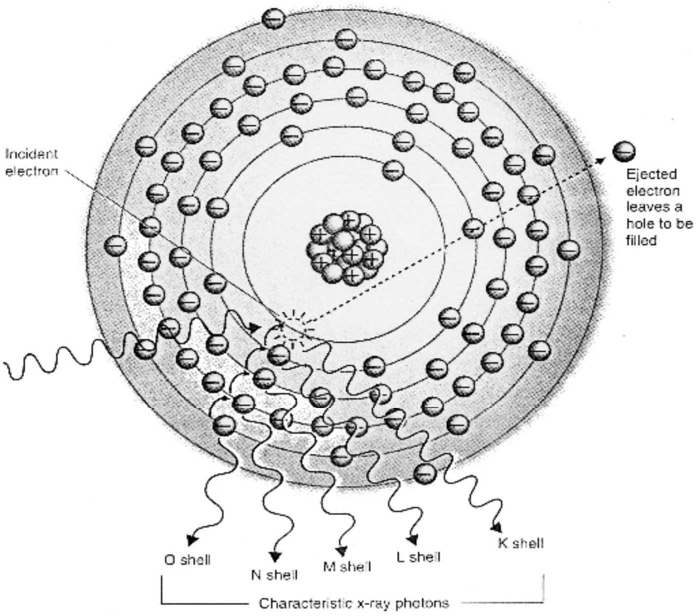
- دبيلګه په ډول کله چي يوالکترون د (K) مدار لپول (Level) څخه راووزي او د (L) مدارليول (Level) ته پورته شي داپه دې مانا چي دانرژي په حالت کي يې بدلون راشي نو دنوموړومدارونو دانرژي تو پيري $(\Delta E_K = E_K - E_L)$ د الکترو مقناطيسي وړانګو په ډول خپريږي چي د دغه مدار ځانګړي اکسريز (X-rays) په نامه سره ياديږي. د (K) مدار لپاره ليکلای شوچي:

$$\Delta E_K = h\upsilon_K = E_K - E_L$$

په پاسنئ معادله کي $h\upsilon$ دهغه الکترو مقناطيسي وړانګو انرژي ده چي دنوموړو مدارونودانرژي تو پير څخه تر لاسه کيږي اود فوتون وړانګو په بڼه خپريږي. υ_K د K مدارفريکوينسي اوh د پلانک ثا بته په نامه سره ياديږي .

- فوتون دنور يوه ذره يا دنورکوانټ Quant په نامه سره ياديږي چي د الکترومقناطيسي څپو يوه برخه جوړوي. څرنګه چي نوموړي وړانګي د هر يوه عنصر لپاره يو ټاکلي قيمت لري نو له دې کبله ورته دځانګړوايکس وړانګو (Characteristic k-X- ras) او يا k اکسريزاوايا رونتګن وړانګو نوم ورکړشوئ دی.

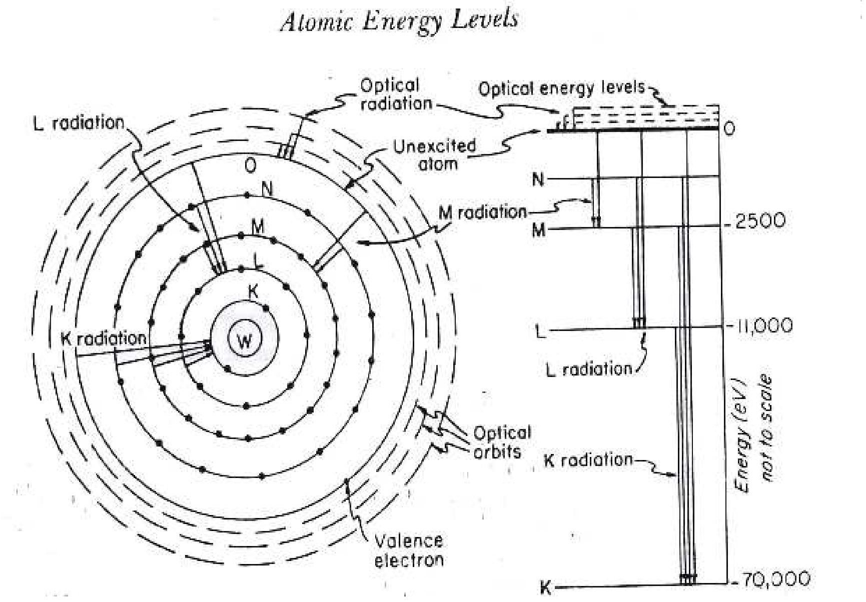
که چيرته د يوه اتوم په هر مدار کي دالکترونو انرژي بدلون منځ ته راشي نود يادشوي کړنلاري په پايله کي دهغه اتوم دانرژي خپريدونکی طيف Emission Spectrum لا س ته راځي. ديوه اتوم ټوله خپره شوي انرژي د دغه اتوم د اکسريزځانګړی انرژي طيف او يا د انرژي سپيکټرم (Characteristic x-ray energy spectrum) په نامه سره ياديږي.



۵- شکل: د نیلزبور (Niels Bohr) اتوم موډل: یواتوم یواځې هغه وخت انرژي دلاسه ورکوي کله چې د الکترونو د انرژۍ په حالت کې یې بدلون راشي . دبېلګه په ډول کله چې دبهر نه یو فوتون او یا یو الکترون (Incident electron) داتوم ترټولو د ننه مدارK ته ورننوځي او دنوموړي مداریو الکترون سره غبرګون وکړي نو په پایله کې دغه الکترون بیخي د اتوم څخه راوباسي (Ejected electron) اوځای یې تش پاتي کیږي . په دې ترڅ کې داتوم د ایل L لوړاوبهرني مدار څخه بو الکترون k مدارته راټوپ کوي او دغه سورۍ ډکوي. همدارنګه د ایل L مدارالکترون تش ځای د ایم M او د این N مدارالکترون تش ځای د O مدارالکترون څخه په خپل واراوپرلپسي ډک کیږي. دا په دې مانا چې په پایله کې یو الکترون دانرژي یوه لوړمدار لکه (O) څخه په خپل وار د L;M;N, اوبیا دانرژي یوه ټیټ مدارلکه (K) ته رالویږي اود نوموړومداروانرژي توپیردوړانګو په ډول خپریږي. په نوموړي کړنلاره کې یواتوم په دوام لرونکي یا متمادي (continous) توګه سره انرژي نه خپروي او نه یې جذب کوي بلکه په یوه ټاکلي اندازه سره چې د انرژي کوانټ (Energy quant) په نامه سره یادیږي جذب کوي او یا یې خپروي. په نوموړي شکل کې دیوه اتوم د اکسریزځانګړی انرژي طیف (مشخصه انرژي طیف) (Characteristic k-X- ray photons) ښودل شوی دی چې انرژي یې دهر یوه مدار لپاره ځانګړی قیمت لري او په خپل وار سره په k shell;L shell;M shell; N shell او O shell سره ښودل شوې ده(15) .

په ٦ شکل کې د دتنګستن عنصر (Tungsten = W) داتوم انژي طیف ښودل شوئ دی. کله چې یوالکترون د K انرژي لېول څخه د L انرژي لېول ته پورته وخیږي او بیا بیرته د K مدارته راولویږي نو دانرژي توپیر یې $h\upsilon_K$ د اکسریز ځانګړو وړانګو (Characteristic k-X- ray) یاني یوه فوتون په ډول خپریږي چې قیمت یې دنهه پنځوس زرو الکترون ولټه سره یو شان ده دا ځکه چې:

$$(h\upsilon_K = 70\ 000 - 11000 = 59000 \text{ eV})$$



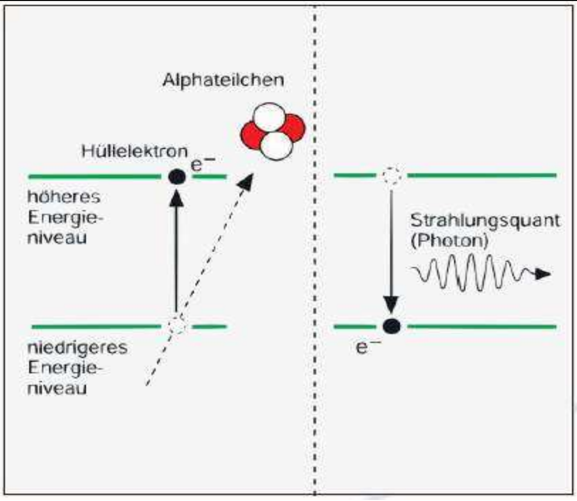
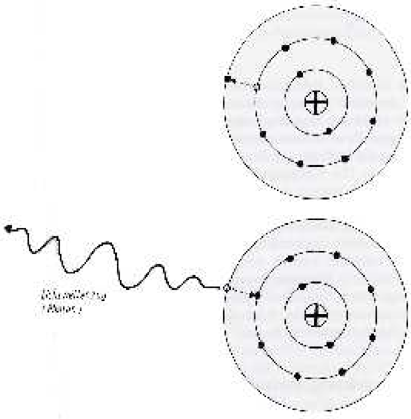
٦- شکل: دتنګستن عنصر (Tungsten = W) داتوم انژي مدارونه لکه ,K,L,M,N,O کيني خوا اود انرژي لېول (Atomic energy levels) يې ښۍ خواته ښودل شوي دي(15).

دانرژي لېول د K ,L ,M مدارونو لپاره په خپل وار سره مساوي ده له: اويازره الکترون ولټه، يوولس زره الکترون ولټه او دوه نيم زره الکترون ولټه (70 000eV; 11 000 eV; 2500 eV). داپه دي مانا چي که وغواړو دنومړي اتوم د K مدار ځخه يو الکترون راوباسو نو اويازره الکترون ولټه انرژي ورته په کارده. هغه وړانګي چي دنومړومدارونودانرژي توپير په پايله کې خپريږي د K مدار وړانګي -K radiation ، د L مدار وړانګي L-radiation او د O مداروړانګي O-radiation په نامه سره يادېږي.

داتوم تحريک يا راپارول   (Atomic excitation)

يو الکترون ديوه ټيټ مدار ځخه يوه بل لوړ مدار ته هغه وخت پورته کيداى شي چي دهمغوبرخه اخيستونکو مدارونودانرژي توپير په کچه انرژي دباندې نه په ورډيره شي . دبېلګه په ډول په ٧- شکل کې د (L) مدار ځخه و (M) مدار ته يو الکترون پورته ختلئ دی. کله چي دغه او يا بل الکترون بيرته ښکته مدار ته راولوېږي نوهمغه اخيستل شوې انرژي دنور اويا الکترومقناطيسي وړانګو په ډول ورځخه خپريږي. دغه ډول فزيکي کړنلارې ته داتوم تحريک يا راپارونه ويل کيږي.

دپام وړ: کله چي داتوم يوه هسته فوتون جذب کړي نولکه ځرنګه چي داتوم مدار ځخه يوالکترون يوه لوړپوړي مدارته پورته کيږي په همدې ډول په هسته کې هم يو نوکليون (Nucleon) انرژي ځانته جذب کوي اوپه هسته کې دانرژي يوه لوړحالت (state) ځانته غوره کوي..

<table>
<tr><td colspan="2">
</td><td></td></tr>
<tr><td>يو الکترون دلوړ انرژي مدار څخه بيرته ښکته راولويږي اويوفوتون خپريږي</td><td>دالفا ذره په يوه الکترون لګيږي او هغه د ټيټ انرژي مدار څخه لوړانرژي مدا رته پورته کوي</td><td>پاس شکل داتوم راپارولو او لاندنی شکل د يوفوتون د خپرولوکړنلاره را ښيي</td></tr>
</table>

۷- شکل: داتوم د راپارولو فزيکي کړنلاره (31)

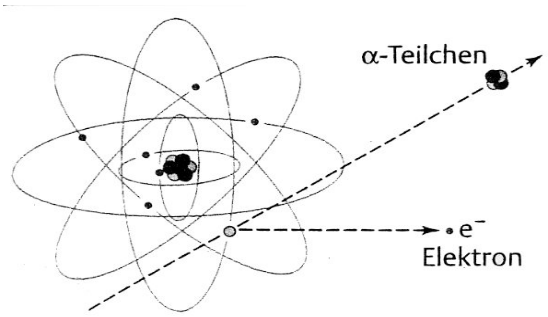
په پورتني شکل کې يوالکترون ته دباندې خوا څخه دالفا ذرې په لګيدلو سره انرژي انتقال کيږي اوله دې کبله د خپل مدار څخه پورته لوړ مدار ته خيږي. خو کله چې يو الکترون بيا بيرته خپل تش ځای ته راولويږي نو همغه اخيستل شوې انرژي دفوتون په ډول دلاسه ورکوي.

ايونايزيشن (Ionization)

ايونايزيشن هغې فزيکي کړنلارې ته وايي چې دخنثی اتومونو او يا ماليکولوڅخه يو يا څو الکترونه جلا اويا وربانديې زيات شي اوهغوی په مثبتو اويا منفي ايونو واړوي. دغه ايونايز شوي اتومونه او ماليکولونه داسې رنګ بيالوژيکي او کيمياوي خواص غوره کوي چې دنوروااتومونوسره ډير زرد بيو کيمياوي تعامل کولوتياري ښيي.

په ۸- شکل کې دايونايزيشن فزيکي کړنلاره ښودل شوې ده. کله چې الکترومقناطيسي وړانګې دبيلګه په ډول لکه دنور يوه ذره چې د فوتون (Photon) په نامه سره هم يادېږی او يا لکه دالفا يوه ذره د مادې په يوه اتوم ولګيږي نوخپله يوه برخه حرکي انرژي داتوم الکترون ته انتقال کوي او په پايله کې الکترون دخپل مدار څخه راوځي او په دې ډول دبريښنا مثبت او منفي چارجونه لا س ته راځي. دغه رنګ فزيکي پيښه د ايونايزيشن او ټولې هغه وړانګې چې نوموړي فزيکي کړنلاره تر سره کولای شي د ايونايز کوونکو وړانګو (Ionizing radiation) په نامه سره يادېږي.

ايونايزيشن انرژی هغه اندازه انرژي ده کوم چې ديوه خنثي اتوم څخه ديوه الکترون دبيلولودپاره په کارده. دبيلګه په ډول دسوډيم لپاره نوموړې انرژي 5,14 eV/atom اودنيون نجيب غاز لپاره 22eV/atom قيمت لري.



۸- شکل: د الفا یوه ذره په اتوم لګیږي او دمدار څخه یې یو الکترون را وباسي . نوموړې فزیکې کړنلارې ته ایونایزېشن (Ionization) ویل کیږي(9) .

پوښتنې(Questions) :
(ځوابونه یې په نونسم څپرکي کې ورکړشوي دي)

۳-۱ داتوم کلمه څه مانا لري او هسته دکوموذرو(بخرکو) نه جوړه ده؟

۳-۲ یو نوکلید څه ته وایی؟

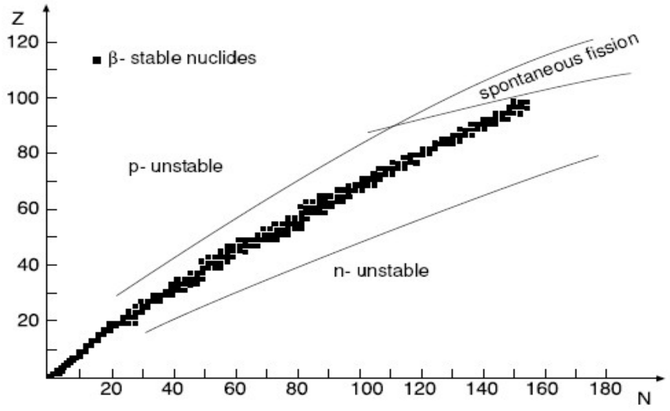
۳-۳ دیوه ایزوتوپ اویوه ایون تر منځ توپیر څه دی؟

۳-٤ داکسریز اود ګاماوړانګو تر منځ توپیر څه دی؟

۳-٥ یو عنصر دبل عنصر څخه څرنګه په توپیر سره پیژندلای شو؟

۳-٦ ایونایزیشن څه ډول فزیکي کړنلاره ده؟

۳-۷ ایزوتوپ څه ډول اتومونو ته وایي او په لاندني شکل کې څرنګه پیژندل کیدای شي؟



۸-الف شکل: په عمودي محورکې دپروتونونوشمیر Z اوپه افقي محورکې د نیوترونونوشمیر N ښودل شوئ دی.

دويمه برخه

څلورم څپرکی

طبيعي راديواکتيو يتي

(Natural Radioactivity)

سريزه

په ١٨٩٦ م کال کې يو فرا نسوي فزيک پوه هنري بيکارېل (Henri Becquerel) په خپل يوه تور تياره لابراتوارکې چې هلته رڼا هيڅ موجوده نه وه ديورانيوم مالګې په يومعدني مرکب ياني (Kalium-Uran-Sulfat) با ندې تجربې تر سره کولې. په دې ترڅ کې ورته جوته شوه چې دنومړي عنصر په اړخ کې ځاې په ځاې شوی فوتو فلم توررنګ ځانته غوره کړی وه .په داسې حال کې چې د فوتويو فلم هغه وخت تور کيږي چې الکترومقناطيسي وړانګې لکه رڼا ورته و رسيږي. نو په دې ترڅ کې دا پوښتنه ورته پيدا شوه چې پرته د لمر رڼا څخه دغه فوتو فلم ولې تور شوئ دی؟ نومړي دا ومنله چې دفوتوفلم توروالی خامخا ديورانيوم معدني ډبرې سره تړاو لري. نوبېکاريل دا پريکړه وکړه چې پخپله يورانيوم يو ډول وړانګې د ځان څخه خپروي او له دې کبله دلمر رڼا ته اړتيا نه لري. ورو سته ثابته شوه چې ديورانيوم عنصر راديو اکتيو خاصيت لري دا په دې مانا چې هستوي ذرې لکه الفا ذرې ور څخه خپريږي او د هغوې اغيزه په فوتو فلم باندې پاتې کيږي. بيکاريل په لومړي وخت کې نومړو وړانګو ته ديورانيوم وړانګو نوم ورکړ.

نن ورځ په ډاګه شوې ده چې طبيعي راديواکتيويتي زموږ دځمکې دپيدايښت سره يوځاې تړاولري اودځمکې يوه برخه تشکيلوي. په ځمکه کې ډيری تيږي، معدني ډبرې، کانونه او راديو اکتيوعنصرونه شته دي چې طبيعي راديواکتيويتي ښيي او طبيعي وړانګې خپروي. زموږپه چاپيريال کې ، لکه کورونه، هوا، اوبه اوډوډی او نوروخوراکي شيانوکې هم طبيعي راديواکتيومواد شتون لري. همدا سبب(لامل) دی چې د بدن په ډيروبرخو لکه هډوکو، عظلاتو، او نسجونوکې راديو اکتيومواد جذب شوي دي اووړانګې خپروي. په بدن کې پوتاسيم (Potassium 40) ، کاربن څوارلس (Carbon 14) اوراديم دوه سوه شپږ وييشت (Radium 226)، يورانيم دوه سوه اته ديرش U^{238} هغه طبيعي راديو اکتيو عنصرونه دي چې دنوروعنصرو په پرتله په ډيره کچه پيدا کيږي.

په ۱۸۹٦ م کال کې دهینري بیکارېل Henry Bequerel له خوا څخه دطبیعي رادیو اکتیویتي قانون کشف شو. په ۱۸۹۸ م کال کې د پیري کیوري Piere currie او میرمن ماري کیور Marie curie له خوا درادیم رادیو اکتیو عنصر Radium کشف شو په ۱۹۰۱ م کال کې دلومړي ځل لپاره یو فرانسوي ډاکترلوپوس Lupus په پاریس ښارکې دپوستکي سرطان ددرملنې په موخه درادیم څخه کار واخیست	
بیکارېل په لاندني عکس کې خپل کشف شوي مالومات چې ګنه یورانیم د خپل ځان څخه داسې ډول وړانګې خپروي چې یوفلم تور کولاې شي پر لیکه کړې دی. دعکس لاندې توره برخه هغه فلم دی چې د رادیم الفا وړانګو په لګیدو سره تورشوی دی.	

په ۱۸۹۸م کال کې یوې فرانسوۍ ښځینه فزیک پوهې میرمن ماري کیوري (Marie Curie) دخپل میره پیېرکیوري (Pierre Curie) په ګډ ون سره په دې بریا لې شوه چې د رادیم (Radium) په نامه یو بل نوئ رادیو اکتیف عنصر را بر سیره (کشف) کړي. نوموړئ عنصر رادیو اکتیو خواص لري یانې د الفا هستوې و ړانګې خپروي او پخپله یې په یوه بل نوي عنصر باندې اوړي. په ۱۹۰۳ م کال کې ماري کیوري، پییر کیوري او بیکارل په ګډه سره د طبیعي رادیواکتیو عنصرونو درا برسیره کولو پوهنیز اثاروپه بدل کې **دنوبل جایزه Nonel prize** تر لا سه کړه.

ترنن ورځ پورې لړ څه یوزرو پینځه سوه توپیر لروونکي اتوم هستې یا نوکلید (Nuclid) پیژندل شوي دي چې دهغوی څخه یې یوزرهستې په مصنوعي توګه لاس ته راځي او پینځه سوه هستې په طبیعي ډول پیداکیږي. څرنګه چې د هریوه نوکلید دپروتونو شمیر او دکتلې شمیرد یوه او بل سره تو پیر لري نوهر یو یې په ځانګړي ډول سره پیژندلاې شو. دنوموړو هستو څخه یې یوازې دوه سوه نهه ځلوینت ثابت یانې رادیواکتیو نه دي او پاتې نور یې تول رادیواکتیو خاصیت لري. دهستې دپروتونو او نیوترونو مجموعې ته نوکلیون (Nucleon) هم ویل کیږي.

دپام وړ: هغه اتومونه چې په هسته کې یې دپروتونوشمیرد 83 څخه اوړي په خپل سریاني اوناڅاپه (Spoantaneous) چوي.

دعنصرونو په پریودیک سیستم کې ټول هغه عنصرونه چې د اتوم نمبریاني دپروتونو شمیر یې ددوه اتیا (۸۲) او یا په بل عبارت د سرپ عنصر(Pb-82) څخه پورته وي راډیو اکتیو خاصیت لري او په نورو هستو باندې تجزیه کیږي تر څو په اخرني پړاو کې په ثابت او مستقر سرپ باندې واوړي. په طبیعت کې دراډیواکتیووعنصرونو دری ډوله سلسلې موجودې دي چې په څمکه کې پیدا کیږي او په ۹- شکل کې ښودل شوې دي. څلورمه سلسله په مصنوعي توګه دهستوي تعاملاتو په کړنلاره سره لاس ته راځي چې د پلوتونیم او نیپتونیم سلسلې (Plutonium-Neptunium serie) په نامه سره یادیږي.

لومړی: دیورانیوم ۲۳۵سلسله (Uranium-235 serie)

دویم: د یورانیوم ۲۳۸ سلسله (Uranium -238 series)

دریم : دتوریم ۲۳۲ سلسله (Thorium232 series)

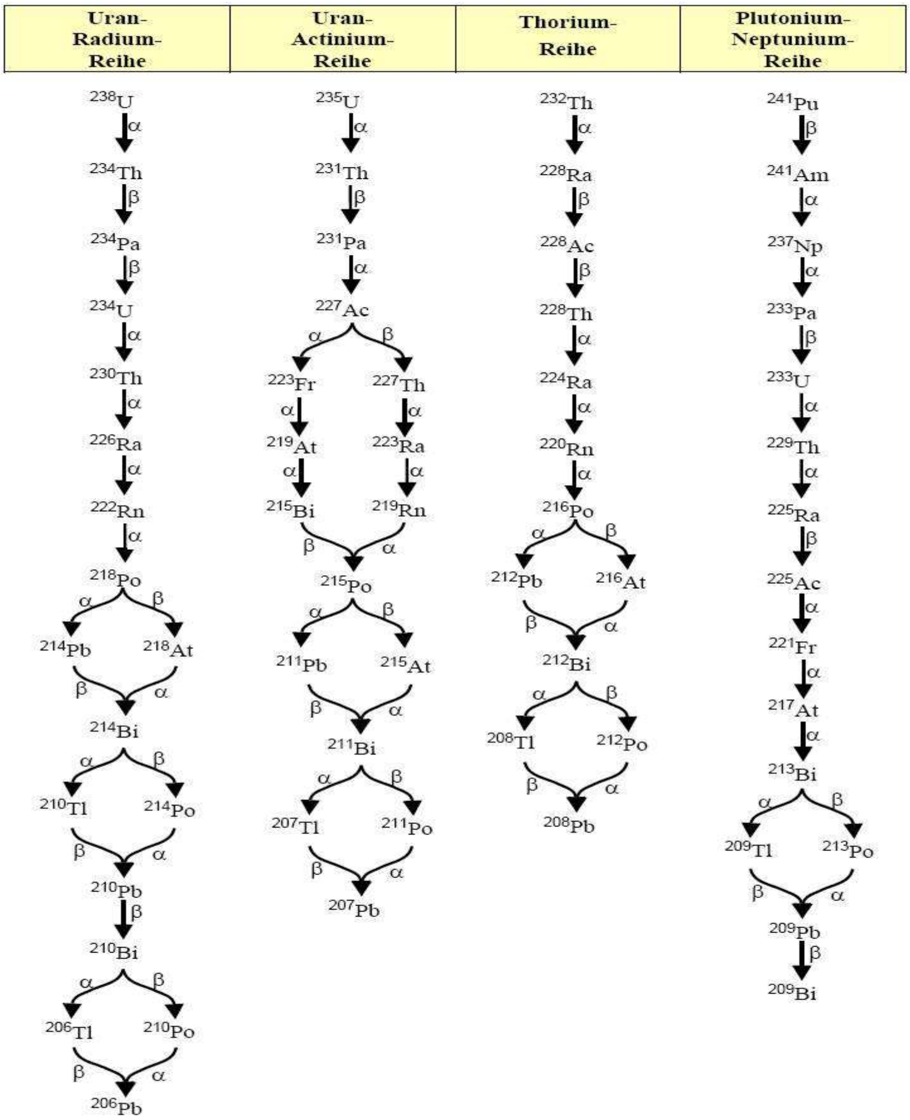
څلورم: د پلوتونیم او نیپتونیم سلسله (Plutonium-Neptunium serie)

دنوموړو سلسلو راډیواکتیو هستې په خپل حال ثابت نه پا تې کیږي بلکه دوخت په تیریدلو سره چې نیمایي عمر یې دلسو ملیاردوکالونو (10^{10}a) څخه پیل او تر لسو پیکو ثانیو (10^{-10}) پورې رسیږي په بیلو بیلو پړاونوکې تجزیه کیږي او په دې ترڅ کې په بیخي نویو هستو اوړي چې په ځنګ کې ورڅخه هستوي وړانګې لکه د الفا ذره، بیتا وړانګې او ګاما وړانګې خپریږي. دلومړنیو دریوسلسلودتجزیې اخرنی ثابت عنصر د سرپ (Pb = Plumbum) په نامه سره یادیږي.

بیالوژیکي نیمایي وخت	فزیکي نیمایي وخت	په بدن کې دجذب کیدلوځای	ایزوتوپ
35 ورځې	5570 کالونه	Fat وازده	C-14
1000 ورځې	14 ورځې	هډوکي Bone	P-32
23 ورځې	88 ورځې	Skin پوستکی	S-35
1900 ورځې	164 ورځې	هډوکي Bone	Ca-45
65 ورځې	45 ورځې	Blood وینه	Fe-59
120 ورځې	8 ورځې	Thyroid تایراید	I-131

۸- **الف جدول:** هغه طبیعي راډیو اکتیومواد چې په بدن کې موندل کیږي اودنوموړوراډیو اکتیوسلسلود تجزیې په ترڅ کې منځ ته راځي ښودل شوي دي. که ومنو چې دیوه راډیواکتیوعنصرفزیکي نیمایي وخت پینځه کاله وي نو په لاندني جدول کې دهغه اتومونه دوخت په تابع سره کمښت مومي.

20 years شل کاله	10 years لس کاله	5 years پینځه کاله	0	t = وخت
125	250	500	1000	**N = داتومونو شمیر**

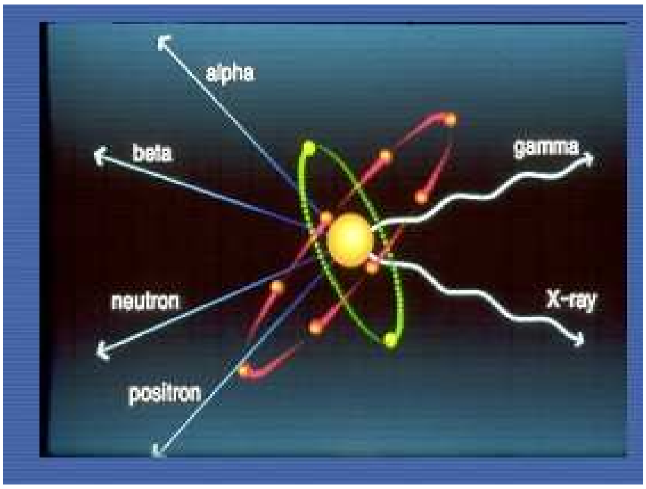


۹- شکل: په طبیعت کې درادیوا کتیو سلسلودتجزیي کړنلاره ښودل شوې ده. د بېلګه په ډول درادیواکتیووعنصرونو یورانیوم -۲۳۸(U-238)، یورانیوم - ۲۳۵ (U-2235) توریم -۲۳۲ -Th(232او اوپلوتونیم- ۲٤۱ (Pu-241) د تجزیي سلسلې په پایله کې په خپل وار سره په نورو نه چاودیدونکو عنصرونولکه سرپ -۲۰٦ (Pb-206)، سرپ ۲۰۷ (Pb-207) ، سرپ- ۲۰۸ -Pb(208او بیسموت- ۲۰۹ (Bi-209) باندې اوړي (31).

راديواكتيو تجزيه (Radoactive decay)

په طبیعت کې ځینې عنصرونه پیداکیږي چې بې له بهرنی اغیزې ځخه نا ببره او په خپل سرتجزیه کیږي او په ځنګ کې د اتوم دهستې ځخه هستوي وړانګې خپروي چې په پایله کې توپیرلرونکي اودنویوعنصرونو هستې لاس ته راځي او یا داچې دهمغه عنصرپه یوه رادیو ایزوتوپ باندې بدلیږي. نوموړې فزیکي کړنلارې ته رادیواکتیو تجزیه یانې وړانګې خپرونکې تجزیه اودغه رنګ خا صیت ته رادیواکتیویتي(Radioactivity) ویل کیږي.

هغه هستي چي وړانګي خپروونکی فعا ل خواص و لري درادیو اکتیو (Radioactive) اودهغوی هستي د رادیونوکلید (Radionuclid) په نامه سره یادیږي. په نوموړي ویئ یا نی لغت کي رادیو (Radio) په مانا د وړانګه چي دلاتین ژبي رادیوس (Radius) څخه اخیستل شوئ او دلاس او څنګلي ددوواوړ.دوهډوکو څخه د یوه هډوکي نوم دی ا و اکتیو (Active) دفعال مانا ورکوي



۱۰- **شکل:** دیوه رادیواکتیو اتوم هستي څخه د الفا وړانګي،نیوترون، پروتون، پوزیترون اوالکترون خپریږي (IAEA)

لکه څرنګه چي یواتوم دالکترونو لپاره د انرژي ټاکلي مدارونه لري چي هلته په هر مدار کي په ټاکلي شمیر الکترونه دهستي په شاوخوا راڅرخي په همدې ډول سره د هر یوه عنصرداتوم هسته هم دانرژي لیول (Nuclear energy levels) څخه جوړه ده چي دهستي مدارونه ورته ویلای شو. دهستي په مدارونو کي پروتونه او نیوترونونه په خپلو انرژي لیول کي ځای په ځای ولاړ نه دي   بلکه تل یو خوځیدو نکي او اهتزازي حرکت تر سره کوي چي په پایله کي یو پر بل باندی لګیږي او په دې ډول یوه ذره بلي ذري ته په خپل وارسره انرژي انتقال کوي. که څه هم داتوم په هسته کي دپروتونو تر منځ دکولومب دفاع کوونکي برېښنایز قوه (Coulomb repulsion force) اغیزه کوي خودبلي خوا په ډېر لنډ واټن کي لکه یوفرمي (10^{-15} m) دپروټونوتر منځ یو بل ډول قوه اغیزمنه کیږي چي د هستوي قوي (Stronge forces or nuclear forces) په نامه سره یادیږي اود کولومب قوې په پرتله سل ځله زوروره ده. دنوموړې هستوي قوې لامله نوکلیونه لکه پروتونه اونیوترونه په هسته کي یوځای ساتل ساتل کیږي. یو پروتون د ګاونډي نیوترون سره د یوې بلي هستوي ذرې چي د پي میزون (π^{-} -Meson))
 په نوم سره یادیږي د یوه ځنځیر شکله پله (Bridge) په ډول کلک تړلی دی. په داسي حال کي چي پروتونه دکولومب بر یښنایزقوې په اساس یو بل سره دفع کوي او د هغې سره سم د یوه بل څخه لیرې کیږي خو بر عکس هستوی قواوې نوموړې ذرې سره یوځای څکوي او یا په بل عبارت یو بل سره جذب کوي. نوکه چیرته د پروتونو تر منځ هستوي قواوې مو جودې نه وای چي هغوی یوځای سره وساتي نو به نوموړې ذرې دهستي څخه دباندې وتلي وای او یوه نوی هسته به منځ ته راغلي وه .
په داسي حال کي چي په یوه ثابته هسته کي یاني نه رادیواکتیو هسته کي دپروتون اونیوترون هیڅ یوه

ذره هم په کافي اندازه انرژي نه شي تر لا سه کولای چي دهستي ځخه ووځي خو په یوه راديو اکتيو هسته کي ديوې ذرې لپاره ددې چانس اواحتمال شته دی چي ديوه داسي اهتزازي حرکت (Oscillating) په پايله کي پوره انرژي تر لاسه کړي او د هستي ځخه د باندې ووځي. دهستي ځخه ديوې ذرې خپريدل يوه سوچه احسائيوي کړنلاره ده او سړی دا وړاند وينه نه شي کولای چي کله به يوه هسته په بله هسته واوړي او يا په بل عبارت سره يوه هسته تجزيه شي.
دبيلګي په ډول که چيرته موږ د راديواکتيو مواد و يوه نمونه (Sample) ولرونودا پوښتنه پيدا کيږي چي څومره واره په دغه سمپل کي يوه چاود نه يا تجزيه تر سره کيږي. دا په دې مانا چي يو فزيکي کميت ته اړتيا ليدل کيږي چي هغه دچاود نې شد ت يا ډيربښت وښيي. نوموړئ کميت د اکتيويتي په نامه سره يادېږي او په لاندې ډول سره تعريف شوئ دی.

- ديوې مادې اکتيويتي A مساوي دی دهستودچاودني يا تجزيو منځنی شميرتوپير dN تقسيم په واحد دوخت dT .

$$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda . N$$

په پورتنی معادله کي منفي علامه دا په ډاګه کوي چي دهستو دتجز ي شمير دو خت په تيريدلو سره کمښت مومي. لامدا (λ = Lamda) د هر يوه راديو نوکليد لپاره دتجزيي يوه ځانګړې ثابته ده چي دتجزيي سرعت راښيي او د تجزيي احتما ل په نامه هم ياديږي. ديوه ټاکلي نوکليد لپاره د هستود تجزيو نسبي شمير په واحد دوخت کي ثابت دی. دلامدا ثابته دچاوديدونکوهستوهغه سليزه برخه راښيي چي په واحد دوخت کي چوي. دبيلګي په ډول دتخنيسيم Tc99 دتجزيي ثابته مساوي ده له : 0,115/hour = λ   دا مانا لري چي په يوه ساعت کي يوولس نيم په سلو کي 11,5% هستي چوي.

داکتيويتي واحد

د اکتيويتي واحد د فرانسوي فزيک پوه بېکارېل په ويا ړ سره ټاکل شوی دی. کله چي يوه هسته په يوه ثانيه کي تجزيه شي نواکتيويتي يي د يو بيکاريل (1Bq = 1/s) سره سمون خوري. د بېلګه په ډول که يوزر هستي په يوه ثا نيه کي وچوي نوليکلای شو چي :

يو کيلو بېکاريل (1kBq = 1000 /s) . همدارنګه د اکتيويتي نور واحدونه عبارت دي له:
ميګا يا ني يوملیون او ګيګا يا يو مليارد بيکاريل اونور ټاکل شوي دي.

- داکتيويتي پخوانی واحد کيوري (Curie = Ci) نوميږي چي د ميرمنې ماري کيوري په وياړ سره ټاکل شوئ وه.
- کله چي په يوه ثانيه کي يوه هسته وچوي نو د يوې مادې نوموړي اکتيويتي ته يو بېکاريل و ليکيږي (1 Becquerel =   1 nuclear decay per second).
- په هستوي طب کي دناروغيود تشخيص په موخه د لس ميګا بيکاريل ځخه تر سل ميګا بيکاريل(MBq) اکتيويتي ځخه کار اخيستل کيږي.

مخصوصه راديواکتيويتي (Specific radioactivity = $A_{specific}$)

مخصوصه راديواکتيويتي $A_{specific}$ د يوې راديواکتيومادې اکتيويتي A اووددغې مادې د کتلې m د حاصل تقسيم سره مساوي ده. که په يوه ماده کې N راديو اکتيوهستې موجودې وي نوکولای شو چې دمخصوصه اکتيويتي A قيمت د اووګادروعدد(شميره) N_A ، اکتيويتي A، دتجزيې ثابته λ او دمولار کتلې M په مرسته سره تر لاسه کړو.

$$A_{specific} = A/m = \lambda \times N/m = \lambda \times m \times N_A/(m \times M) = \lambda \times N_A /M$$

که په يوه بيالوژيکي نمونه کې چې ټوله کتله يې په m_{tot} او د يوه راديواکتيوعنصرسليزه برخه يې په Percent = P سره وښيونو مخصوصه راديواکتويتي قيمت په لاندې ډول تر لاسه کيږي.

$$A_{tot} = A/m_{tot} = \lambda \times p \times N_A/M$$

پوښتنه: ديورانيوم U^{238} ايزوټوپ کچه په طبيعت کې 99,27% اټکل کيږي. ديوګرام يورانيم مخصوصه اکتيويتي مالوم کړی؟.

حل: ديورانيوم مولار کتله مساوي ده : M = 0,238 kg/mol او د تجزيې ثابته λ ديورانيوم د نيمايي وخت څخه چې خلورنيم مليارده کاله دی ($4,47 \times 10^9$ years) تر لاسه کولای شو($\lambda = \ln 2/T_{1/2}$) . د اووګاد رو عدد(شميره) N_A مساوي دی له: $N_A = 6,022 \times 10^{23}$/mol نوديوه ګرام يورانيوم U^{238} مخصوصه اکتيويتي مساوي دی له:

$$A_{tot} == \lambda \times p \times N_A/M= 0,491 \times 10^{-17}/s \times 99,27\% \times 6,022 \times 10^{23}/0,238 \text{ Bq/Kg} = 12342 \text{ Bq/g}$$

$$A_{tot} = 12342 \text{ Bq/g}$$

ځواب: ديوه ګرا م يورانيم دوه سوه اته ديرشU^{238} مخصوصه راديواکتيويتي دلرڅه دوولس زره دری سوه بيکاريل سره مساوي ده.

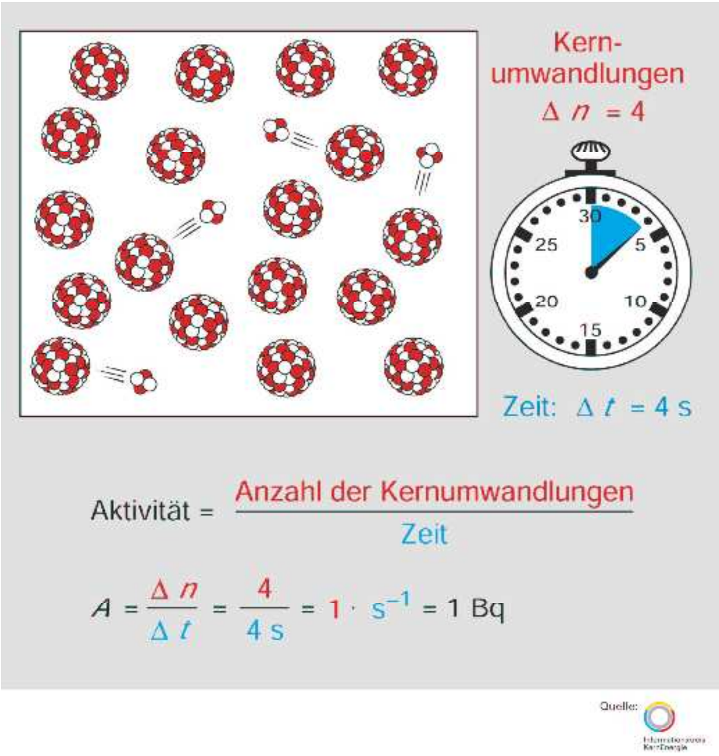
☜ **دپام وړ** : ديوه ګرام راديم عنصر اکتيويتي .(1g Radium ≈ 1 Curie) د لږ څه يو کيوري سره برابره ده. دکيوري او بيکارېل تر منځ اړيکي په لاندې ډول دي. کله چې اوه ديرش مليارده هستې په يوه ثانيه کې وچوي (37×10^9 nuclear decay per second) نو يو کيوري لاس ته راځي.

1Bq = 1/s	يو بيکاريل مساوي ده له يوه تجزيه په ثانيه کې
1KBq = 1000 Bq	يوزر يا کيلو بيکارېل
1MBq = 1000 000 Bq	يو مليون يا يو ميګا بيکارېل
1GBq = 1000 MBq = 1000 000 KBq = 1000 000 000 Bq	يو ګيګا يا يوزر مليونه بيکاريل

۹- جدول: داکتيويتي لوې او کوچني واحدونه په مفصل ډول سره ليکل شوي دي.

داتلسو هستوخخه ځلور هستي چوي او دځلوروثانيو په موده کې دالفا ځلور وړانګي خپروي

بني اړخ ته دوخت اندازه کولوپه موخه يو ساعت څخه کاراخيستل کيږي او په کيڼ اړخ کې ديوه راديو اکتيو عنصر هستي بنودل شوي دي چې د الفا وړانګي خپروي



د يوه ساعت په مرسته وخت اندازه کيږي چې موده يې ځلورثاني ده

اکتيويتي A مساوي ده دتجزيه شوو هستو شمير Δn تقسيم په وخت Δt .

څرنګه چې په ځلوروثانيو کې ځلور هستي چاودلي دي نوحاصل تقسيم يې يو بيکاريل دی

☜ **پايله:** يو بيکاريل 1 Bq مساوي دی له يوه تجزيه په يوه ثانيه کې ياني ($1.S^{-1}$)

۱۱- شکل: په پورتني شکل کې د اکتيويتي A په واحد باندې چې بيکا ريل نوميري رڼا اچول شوي ده. ديوه راديو اکتيو عنصردهستو تجزې شمير په يوه ثانيه کې د بيکاريل په نوم ياديږي. (31)

1 Curie (Ci)	$= 10^{0}$ Ci $= 3{,}7 \times 10^{10}$ Bq = 37 GBq
1 Millicurie (mCi)	$= 10^{-3}$ Ci $= 3{,}7 \times 10^{7}$ Bq = 37 MBq
1 Microcurie (µ Ci)	$= 10^{-6}$ Ci $= 3{,}7 \times 10^{4}$ Bq = 37 kBq
27 Millicurie (27 mCi)	= 1 GBq
27 Microcurie (27µ Ci)	= 1 MBq
1 Nanocurie (1nCi)	$= 10^{-9}$ Ci $= 3{,}7 \times 10^{1}$ Bq
1 Picocurie (1pCi)	$= 10^{-12}$ Ci $= 3{,}7 \times 10^{-2}$ Bq

په ۱۰- **جدول** کې د اکتيويتي پخوانی واحد ياني کيوري په بېکاريل سره اړول شويدی

د راديواکتيو تجزيي قانون (Radioactive Decay Law)

ديوه راديواکتيو عنصر اکتيويتي A دوخت t په تابع سره دلاندني قانون په بنسټ کمښت مومي.

$$A = -\frac{dN}{dT} = \lambda . N$$

نوموړی تفا ضلي معادله د لاندني فرمول په اچولو سره حل کيږي.

$$N(t) = N(0) . e^{-\lambda . t}$$

په پورتنی معادله کې N(t) درادیواکتيو هستو شميرپه وخت د (t)، او N(0) دراديواکتيو هستو شميردوخت شميرني په پيل کې ياني کله چې وخت صفر وټاکل شي (t =0) او بيا راديواکتيو هستي اندازه شي اولامده λ دتجزيي يوه ثا بته ده چې دهر نوکليد لپاره ځانګړی قيمت لري. په نوموړي معادله کې د اکسپونېنسيال تابع (Exponential function) قاعده (Basis) يو عدد(شميره) ټاکل شوې چې ديوه جرمني ساينس پوه په نامه ياني اويلرنومي Euler رياضي پوه (Euler Number = e) په وياړ سره نومولی شوۍ او مساوي دی له :

☜ د اويلر عدد(شميره) مساوي دی له: (e = 2,7182)

فزيکي نيمايي وخت يا دعمرموده (Half life = $T_{1/2}$)

فز يکي نيمايي وخت هغه وخت ته ويل کيږی چې په نوموړي موده کې د يوه ټاکلي راديواکتيو عنصردهستو شمير N(t) = N($T_{1/2}$) دلومړني وخت هستوشمير N(t=0) په پرتله نيماي ته راولويږي. کله چې په پورتنی معادله کې دغه کړنلاره تر سره کړو نولرو چې:

$$N(T_{1/2}) = \frac{N(0)}{2} = N(0) . e^{-\lambda . T_{1/2}}$$

کله چې دپورتنی معادلي د دواړو اړخونو طبيعي لوګاريتم (Logarithmus Naturalis = Ln) ونيسو نو د فز يکي نيمايي عمر $T_{1/2}$ او د تجزيي ثابته لامده λ تر منځ لاندنی اړيکي لاس ته راځي.

که په يادولروچې د دوو عدد(شميره) طبيعي لوګاريتم ياني (ln 2 = 0,693) سره مساوي دی نود فز يکي نيمايي عمرلپاره ليکلای شوچې:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0{,}693}{\lambda}$$

اويا د لامدا لپاره ليکلای شو چې:

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{0,693}{T_{1/2}}$$

که چې د لامدا دغه فرمول ښځه کاروالخلو نو د اکتيويتي A لپار ليکلای شوچې:

$$A = N(0) \times \lambda \times e^{-0,693\, t / T_{1/2}}$$

که دلومړني وخت اکتيويتي په $A(t=0)$ سره وښيونو ليکلای شوچې:

$$A(0) = N(0) \times \lambda$$

په پايله کې د راديو اکتيويتي تجزيې قانون د فزيکي نيماي وخت په تابع سره تر لاسه کيږي.

$$A(t) = N(0) \times \lambda \times e^{-0,693\ t / T_{1/2}} = A(0) \times e^{-0,693\ t / T_{1/2}}$$

☜ د رياضي د يوه بل فرمول په مرسته سره هم کولای شو چې دهغوراديواکتيو هستوشمير N(t) چې په اوسني وخت کې يې اندازه کوو تر لاسه کړو. که چيرته د هستو نيمايي عمر په $T_{1/2}$ او دلومړني وخت هستو شمير په N(0) سره وښيو نو دهغو هستو شمير N(t) چې په وخت t کې موجود دي په لاندې ډول سره تر لاسه کولای شو:

$$N(t) = \frac{N(0)}{2^{+t/t_{1/2}}} = N(0) \times 2^{-t/T_{1/2}}$$

ددې لپاره چې موږ وښودلای شو چې پاسنۍ معا دله لکه دراديواکتيويتي قانون په شان دباور وړده نو لاندنۍ شميرنه تر سره کوو. دبېلګه په ډول که چيرته دوخت t په ځای په خپل وار سره يو ځل نيمايي عمر ($t = 1T_{1/2}$)، دوه ځله نيمايي عمر ($t = 2T_{1/2}$) او درې ځله نيمايي عمر ($t = 3T_{1/2}$) په پورتنۍ معادله کې واچوو نو دراديواکتيو هستو شمير N هم دنومورې وخت دټيريدلو سره سم په خپل وارسره دلومړني وخت راديو اکتيو هستوشمير (N(0 په پرتله نيمايي برخې ((N(0)/2)، څلورمې برخې ((N(0)/4) او اتمې برخې (N(0)/8) ته رالوييږي. دوروستني رياضي فرمول کټه په دې کې ده چې که د خپلې خوښې سره سم وخت وټاکو او بيا يې د نيماي عمر په وخت واړوو نو په ډيره اسانۍ سره په نومورې معادله کې د اکيونيتسيال تابع (Exponential function) چې په قاعده کې يې ددوو عدد(شميره) (2) اوپه طاقت کې يې دنيمايي عمر دی شميرنه تر سره کړو. په پايله کې دوروستني رياضي فرمول په مرسته سره کولای شو چې داکتيويتي A لپاره يو اسانه فرمول وليکو:

$$A(t) = A(0) \times e^{-\frac{0,693\,t}{T_{1/2}}} = \frac{A(0)}{2^{t/T_{1/2}}}$$

د کيڼ اړخ اکسپونېنسيال تابع په بل ډول اړوو.

$$e^{-\frac{\ln 2\,t}{T_{1/2}}} = (e^{-\ln 2})^{\frac{t}{T_{1/2}}}$$

څرنګه چي $e^{-\ln 2} = 1/2$ سره دئ نو لرو چي:

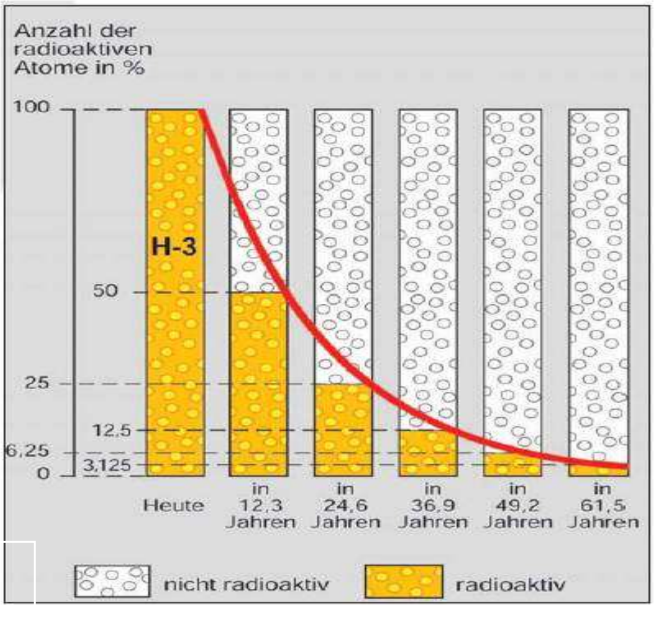
$$\frac{A(t)}{A(0)} = 2^{\frac{-t}{T_{1/2}}}$$

کله چي دپورتنی معادلي دواړه اړخونه دطبيعي لوګاريتم (ln) لاندې ونيسو نو د يوه نا څرګنده وخت t او اکتيويتي دتناسب (A/A_0) تر منځ لاند نۍ اړيکي تر لاسه کيږي.

$$-\frac{t}{T_{1/2}} \ln 2 = \ln\left(\frac{A(t)}{A(0)}\right)$$

$$t = -\ln\left(\frac{A(t)}{A(0)}\right) \times T_{1/2} \times 1{,}443$$

د بېلګه په ډول په ۱۲- شکل کې د هايدروجن اتوم يو ايزوټوپ تريسيم (Tritium) نيمايي عمر دکالونو په واحد په افقي محور او د اتومونو تجزيه په عمودي محور باندې شودل شوی دی. دنوموړي ايزوټوپ نيمايي عمر لږ څه ۱۲ کاله دئ داځکه چي وروسته له نوموړو کالونو څخه درادیو اکتيو هستو شمير د لومړني وخت په پرتله پنځوس په سلو کې ياني نيما يي ته را لو يږي.



۱۲- شکل: دهايدروجن اتوم ايزوټوپ تريسيم (Tritium = H-3) لپاره د تجزيي قانون دنيمايي عمر

په تابع اودکالونوپه واحد سره ښودل شوی دی. راديواکتيو اتومونه په زيړرنګ اونه راديواکتيواتومونه په سپين رنګ ښودل شوي دي.(34)

دنومړي شکل څخه ښکاريږي چې که دوخت موده صفروي نودتريسيم راديواکتيو هستوشميرپه سلوکي سل دی . ديونيمايي وخت پاتي a 12,3 کاله څخه وروسته پنځوس په سلو کي اود دوه ځله نيمايي وخت پاتي a 24,6 کاله څخه وروسته لږ څه پينځه ويشت په سلو کي راديو اکتيو اتومونه پاتې کيږي.

n. $T_{1/2}$ د نيمايي وخت شمير	Activity(2^{-n}) داکتيوهستوبرخه		په سلوکي داکتيويتي پاتي برخه
0 $T_{1/2}$	$1/2^0$	1	100%
1 $T_{1/2}$	$1/2^1$	1/2	50%
2 $T_{1/2}$	$1/2^2$	1/4	25%
3 $T_{1/2}$	$1/2^3$	1/8	12,5%
4 $T_{1/2}$	$1/2^4$	1/16	6,25%
5 $T_{1/2}$	$1/2^5$	1/32	3%
6 $T_{1/2}$	$1/2^6$	1/64	1,5%
7 $T_{1/2}$	$1/2^7$	1/128	0,7%
8 $T_{1/2}$	$1/2^8$	1/256	0,4%
9 $T_{1/2}$	$1/2^9$	1/512	0,2%
10 $T_{1/2}$	$1/2^{10}$	1/1024	0,1%

۱۱- **جدول:** ديوه راديو اکتيو عنصردراديواکتيويتي کمښت د نيمايي عمر شمير ($n \times T_{1/2}$) په تابع سره ښودل شوی دی.

د بېلګه په ډول ديوه نيمايي عمر څخه $n = 1T_{1/2}$ وروسته يوازې پنځوس په سل کي او دلسو نيمايي عمرو $n = 10T_{1/2}$ څخه وروسته د لومړي اکتيويتي يوازي زرمه برخه پا تي کيږي.

- هر يو راديونوکليد ځانګړی فزيکی نيمايي وخت لري چې کچه يي د يوې ثا نيې نه هم کوچني کېداي شي او تر بليونو کالونو پورې هم رسيږي. د بېلګه په ډول دايوداين Iodine -131 نيماي عمر اته ورځي، دسيزيم Caesium-137 نيمايي عمرلږ څه ديرش کاله، دکاربون څوارلس Carbon-14 ايزوټوپ پينځه زره اوه سوه ديرش کاله y 5730 او يورانيوم دوه سوه اته ديرش Uranium -238 څلورزره څلورسوه اويا مليونه کالونو 4470 million years ته رسيږي.

* **پوښتنه:** په هستوی طب (Nuclear Medicine) کي د تخنيسيم (Technecium 99m) څخه د سرطان ناروغيوپه پيژندلوکي هراړخيزه ګټه پورته کيږی. دنومړي راديواکتيوعنصرنيمايي وخت شپږساعته دی ($T_{1/2}$ = 6 hour). دڅومره وخت څخه وروسته د دغه عنصر يو په شپاړسمه برخه (1/16) برخه پاتي کيږي؟

* **حل**: د تخنېسيم Tc-99m راديواکتيو عنصرنيمايی وخت $T_{1/2}$ او دتجزيي ثابت λ او تير شوي وخت t تر منځ لاندنی اړيکي شته دي.

$$\lambda = \frac{0,693}{T_{1/2}} = \frac{0,693}{6} = 0,1155 / hour$$

کله چي د لامبدا پورتني قيمت دتجزي په معادله کي واچوواود لومړي وخت اتومونوشميرپه N_0 سره وښيو نولروچي:

$$\frac{N_t}{N_0} = \exp(-\lambda t)$$

$$\frac{N_t}{N_0} = \frac{1}{16}$$

$$\frac{1}{16} = \exp(-0,1155t)$$

$$t = \frac{\ln \quad 16}{0,1155} = 24 \quad hours$$

* **ځواب** : دځلرويشتو ساعتونو څخه (24 hours) وروسته دتخنيسيم يوپه شپاړسمه برخه اکتيويتي پاتي ده.

* **بېلګه:** يوه سيمه په طبيعي يورانيوم U-238 باندي ککړه شوې ده او يوه سمپل Sample يا ني نمونه چي وزن يي دوه سوه اته ديرش ګرامه دي په يوه لابراتوار کي تجربه شوه او داکتيويتي اندازه يي لږڅه درئ ميګا بيکارېل (2,95 MBq) وټاکل شوه.

* **پوښتنه :** دنومړي يورانيوم د نيماي عمر وخت به څومره وي؟

* **حل :** څرنګه چي د يورانيوم مولارکتلي وزن Mole Mass دوه سوه اته ديرش ګرامه دی (238 g) نو په يوه مول کتله کي داتومونو شمير N د اووګادرو عد د (Avogadro Number = N_A) سره مساوي دی نو داکتيويتي A، دتجزيي ثابتي لامدا λ اونومړي عدد(شميره) N_A تر منځ لاندنی اړيکي اعتبار لري.

$$A = \lambda \times N_A$$

اکتيويتي = د تجزيي ثابته × اووګادروعد د

څرنګه چي په يوه مول يورانيوم کي د اتومونو شمير مساوي ده له $N_A = 6,022 \text{x} 10^{23}$ /Mol او دسمپل اکتيويتي مسا وي ده له $A = 2,95\ \text{MBq} = 2,95 \times 10^6 \text{Bq}$ نو د لامدا λ قيمت په لاندي ډول سره تر لاسه کولاې شو:

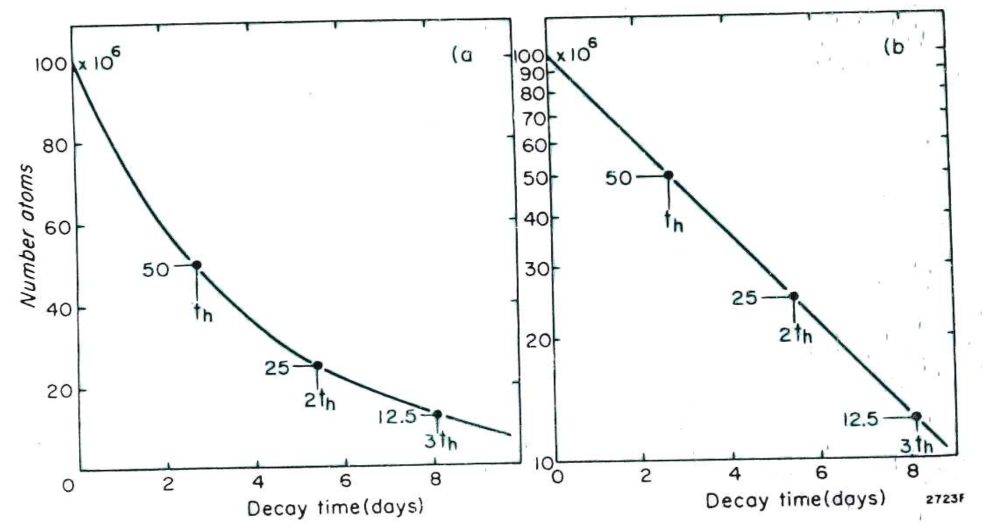
$$\lambda = \frac{A}{N_A} = \frac{2,95\times10^{6}\,Bq}{6,022\times10^{23}\,Mol} = 4,899\times10^{-16}\,s^{-1}$$

د يورانيوم دعمرنيماي وخت $T_{1/2}$ دلاند معادلې څخه لاس ته راځي

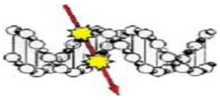
$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{4,899\times10^{-16}\,s^{-1}} = 1,42\times10^{15}\,s = 4,49\times10^{9}\,a$$

* **ځواب:** دطبيعي يورانيوم دعمر نيمايي وخت لږ څه خلورنيم مليارده کاله (Year = a) دی. دا په دي مانا چي وروسته له نوموړي مودې څخه به هم دغه سيمه په راديواکتيومواډو ککړه پاتې شي داځکه چي د يورانيوم سمپل دلومړي وخت درى مېګا بېکاريل اکتيويتي څخه به يونيم مېګا بېکاريل اکتيويتي لا نورهم پاتې وي.

د يوه راديو اکتيو ايزوټوپ دتجزي اکسپونېنسيال (Exponential decay) ګراف د وخت په تابع سره په دوه ډوله ښودلای شو. لومړی داچي عمودي محوريې سم سيخ يا خطي ويش (سکېل) ولري او دوهم داچي عمودي محوريې لوګاريتم په شکل سره وي . په ۱۳- شکل کې د راديو اکتيو ايزوټوپ لکه طلا (Au^{198}) لپاره نوموړې دواړه ګرنلارې ښودل شوې دي.



۱۳- شکل: د طلا راديو اکتيو ايزوټوپ (Au^{198}) د لومړني وخت سل مليونو اتومونو (10^8 atoms) دتجزيي ګراف دورځو (days) په تابع سره چې نيمايي وخت يې لږ څه درى ورځې (t_h =2 ,69 d) دی په دوه ډوله ښودل شوئ دی. په چپ اړخ ګراف کې عمودي محور په خطي او ښي اړخ ګراف کې په لوګاريتم ويش سره ښودل شوئ دی (15).



☜ **دپام وړ:** په یوه ګرام ماده کې د الکترونو او یا اتومونوشمیر کولای شو چې داوګادرو عدد(شمیره) څخه تر لاسه کړو. اوګادروعدد(شمیره) د اتومونو شمیرد یوې مادې په یوه ګرام کتله کې ما لوموي او دهمغه عنصر داتومي وزن (Atomic Weight = A) سره مساوي دی.

دبیلګې په ډول څرنګه چې د کاربون عنصر اتومي وزن دوولس دی نو داسې مانا لري چې د کاربون عنصر دولس ګرامه $N_A = 6{,}02 \times 10^{23}$ شمیراتومونه لري. که چیرته یوه ماده تر نظر لاندې ونیسو چې داتوم وزن یې په A او داتوم عدد(شمیره) یې (Atomic Nuber = Z) په Z سره وښیو نو داوګادرو عدد(شمیره) د دتعریف سره سم لیکلای شو:

☜ په یوه ګرام ماده کې داتومونو شمیر = Number of atoms per g = N_A/A

☜ په یوه ګرام ماده کې دالکترونو شمیر = N_e = Number of electrons per g = $N_A\ Z/A$

➢ دهایدروجن عنصر اتومي وزن مساوي دی له لږ څه یوګرام تقسیم په یو مول او د طبیعي یورانیوم اتومي وزن دوه سوه اته دیرش ګرامه په یو مول قیمت لري.

❋ **پوښتنه:** په (0,2 gramm) یانې دوه سوه ملي ګرام اوبو کې د مالیکولو شمیر مالوم کړی؟

❋ **حل:** څرنګه چې د یومول اوبو وزن اتلس ګرامه دی 18.0 g/mol نو د صفر عشاریه دوه ګرام اوبو وزن په مول سره مساوي دی له:

$$0{,}2\ \text{g} \div 18\ \text{g/mol} = 0{,}0111\ \text{mol}$$

$$0{,}0111\ \text{mol} \times 6{,}022\times10^{23}\ \text{molecules/mol} = 0{,}067\times10^{23}\ \text{molecules/mol}$$

❋ **ځواب** : په دوه سوه ملي ګرام اوبوکې لږ څه اوه شپیته ضرب ب د لس په طاقت دشل مالیکولونه شته دي.

د یوه رادیواکتیو عنصر منځنی وخت (Average time = T_a)

نوموړئ هغه وخت ته وایي چې دیو عنصررادیواکتیویتي داویلرعدد(شمیره) (e= 2,718) ضریب په کچه کمښت وموږي. تجر بو ښودلې ده چې دیوه رادیو اکتیو عنصر منځنی وخت T_a د تجزیې ثابته λ او د نیمایي عمر $T_{1/2}$ ترمنځ لاندنی اړیکې تر لاسه کیږي.

$$T_a = \frac{1}{\lambda} = \frac{t}{0,693} = 1,44 \times T_{1/2}$$

دیوې راديو اکتیو مادې د هستو شمیر N = دمادې اکتیویتي A ضرب راديواکتیومادې منځنی وخت T_a

N = Number of nuclei = T_a ×Activity = 1,44 × $T_{1/2}$ ×Activity

اويا ديوې مادې داکتيويتي A لپاره په لنډ ډول ليکو:

Activity = 0,693 × N /$T_{1/2}$
راديو اکتيويتي = دهستو شمير×0,693×تقسيم په نيمايی وخت

* **پوښتنه** : د یوه ناروغ پروستا تا Prostata په غده کي د وه ملي کيوري 2 mCi راديو اکتيو طلا ايزوټوپ Au-198 ددرمل په موخه کينودل کيږي. دنومړي ايزوټوپ د خپرې شو وهستو شمير محاسبه کړی که چيرته د طلا ايزوټوپ نيمايی عمر 2,9d ورځې وی.

* **حل**: يوه ورځ چې په ثانيه و اړول شی نو مساوي ده = 1day = 8,64×10⁴ s
منځنی وخت T_a مساوي دی له :

$T_a = 1,44 \times T_{1/2} = 1,44 \times (2,69d) = 3,7d$

ځرنګه چي دخپرې شوو هستو شمير مساوي دي له: اکتيويتي ضرب دمنځنی وخت نو لروچي:

2,0 mCi x 3,87 d = 7,74 mCi d = 7,74 mCi×8,64×10^4 s = 6,69×10^5 mCi s

2,0 mCi x3,87 d = 6,69×10^5 × 3,7×10^7 Bq s = 2,48 ×10^{13} Bq s = 2,48×10^{13}

* **ځواب**: د منځني وخت په موده کي لړ څه ديرش بليونه هستي او يا په بل عبارت لړ څه دری ضرب د لس په طا قت د ديا رلسو هستي د راديو اکتيو طلا څخه خپريږي او د ناروغ په نسجونوکي جذب کيږي.

* **پوښتنه**: درادیو اکتيو طلا ايزوټوپ Au-198 نيمايي عمر $T_{1/2}$ = 2,69d ورځې دی نووروسته له اوو ورځو 7d دپاتي شوو راديو اکتيو اتومونو N شمير معلوم کړئ په داسي حال کي چي د طلا دلومړي وخت داتومونو شمير $N_0 = 10^8$ قيمت ولري.

* **حل:** کله چي دتجزيي تير شوئ وخت t موده د نيمايي عمر په واحد واړوونو لرو چي :

$t/T_{1/2} = 7/2,69 = 2,60$

دبلي خوا لاندنی شميرنه را ښيي: $2^{2,60} = 6,06$ د طلااتومونو شمير N د وخت t دتيريدلو څخه وروسته دلاندني فرمول څخه لا س ته راځي.

$$N = \frac{N_0}{2^{t/T_{1/2}}} = \frac{10^8}{2^{2.60}} = 1,65 \times 10^7$$

* **ځواب :** د اووورځو په موده کې د راديو اکتيو طلا څخه لږ څه شپاړس نيم مليونه هستې خپريږي.

* **بيلګه**: دپولونيم Po-210 نيمايي عمر يو سلو اته ديرش 138 d ورځې دی. دنوموړي عنصر يوه نمونه تر لاسه شوه چي اکتيويتي يي دری سوه مايرکروکيوري $A(0) = 300\ \mu Ci$ وټاکل شوه.

* **پوښتنه**: وروسته له دريو کالونو څخه (1095 days= 3 years) به دپولونيم اکتيويتي څومره وي؟

* **حل:** تر هر څه دمخه دنيمايي عمر شمير $n = t/T_{1/2}$ تر لاسه کوو نولرو چي:

$n = t/T_{1/2} = 1095\ days/138\ days = 7,91$ half lifes يا نې لږڅه اته نيمايي عمره کيږي.

$$A(t) = A(0) \times (1/2)^n = 300\ (1/2)^{7,.91} = 300(\ 0,00416) = 1,25\ \mu Ci$$

* **ځواب**: وروسته له دريو کالوڅخه دپولونيم نموني اکتيويتي لږڅه $1,25\ \mu Ci$ ته را شکته کيږي

که دلومړي وخت راديو اکتيواتومونو شمير په N_0 سره وښيونو د اين n شمير نيمايي وخت تيريدلو څخه وروسته دپاتي راديو اکتيو هستو شمير N دلاندې فرمول څخه تر لاسه کيږي .

$$N = N_0 \times (1/2)^n$$

په راديوکيميا (Radiochemistry) کې دفزيکي نيمايي عمرکتوراستعمال

ديوه راديو اکتيو عنصر دفزيکي نيمايي عمر په مرسته سره کولاې شو چي دمعدني ډبرو، نباتاتو او لرغونو اثارود منځ ته راتلواويا دعمر موده وټاکو. په دې اړوند دراديو کاربون طريقه (Radiocarbon Methode) ديادوني وړده چي دلومړي ځل لپاره د يوه امريکايي ساينس پوه له خوا په کاروا چول شوه او په ١٩٦٠ م کال کې دنوبل جايزې په اخيستلو بريالی شو. دبيلګه په ډول کله چي دکيهان له خوا

کازمېکي وړانګي (cosmic rays) د ځمکي اتموسفيرته راننوځي نو دهوا داتومونو سره غبرګون کوي چي د هستوي تعامل په پايله کي يولړ ګڼ شمير هستوي ذري لکه پروتون،نيوترون، مېزون، ګاما کوانت اونوري ذري منځ ته ر اځي. نو کله چي يو حرارتي نيوترون n دهوا نايتروجن N^{14} هستي ځخه جذب شي نو په پايله کي راديو اکتيو کاربون (C-14) لا س ته راځي. دنوموړي هستوي تعامل معادله په لنډ ډو ل سره داسي ليکل کيږي: $N^{14}(n,p)C^{14}$. په دغه هستوي تعامل کي پيدا شوي کاربون (C-14) عنصر راديو اکتيو خاصيت لري او د بېټا وړانګي خپروي چي په پايله کي په نه چاودېدونکي ثابت نايتروجن باندې اوړي.

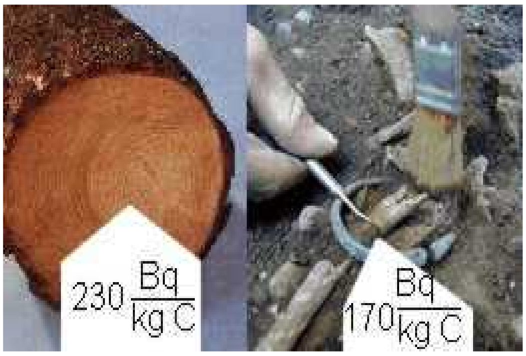
په اتموسفير کي دکاربون دوه ډوله ايزوټو پونه موجوددي. يوراديو اکتيو C-14 او بل نه راديواکتيو C-12 . نوموړي د کاربون دواړه ايزوټوپونه په ګډ ه سره   يو داسي مرکب په هوا کي جوړوي چي دهغوی تناسب په اتموسفير کي تل ثابت دی $C^{14}/C^{12} = constant$ او له دې کبله په سل کي يوه ټاکلي اندازه سره يوه برخه د راديو اکتيو کاربون C-14 او بله برخه يې د نه راديواکتيو کاربون C-12 ځخه جوړه شوئ ده .

➢ د کاربون C-14 اتومونواو کاربون C-12 تتناسب مساوي دی له: $C^{14}/C^{12} = 1,2\times10^{-12}$

راديوا کتيف کاربون C^{14} چي نيمايي عمر يی 5730 years کاله دې دځمکي په لوړ اتموسفيرکي منځ ته راځي او بيا د هوا د نه راديواکتيو کاربونC^{12} سره يو مرکب جوړوي. کله چي هوا ديوه ژوندي اورګانيزم له خوا تنفس شي نو دبدن په حجروکي يې دکاربون دواړه ايزونوپونه په يوه ثابت تناسب سره موجودوي. کله چي يو اورګانيزم ومري نودهغې سره سم دهوا کاربون هم اضافه نه شي تنفس کولای. خو په اورګانيزم کي دراديواکتيو کاربون برخه دوخت په تيريدلو سره تجزيه کيږي. کله چي دراديواکتيو کاربون اندازه د اورګانيزم په يوګرام ماده کي تر لاسه کړو نو کولاي شو چي ددغه اورګانيزم د پيدايښت نيټه وټاکو.

که فرض کړو چي يوه لرغوني مجسمه چي دوني لرګي ځخه جوړه وي تر نظر لاندې ونيساو کله چي دغه ونه زړه شي او ومري نو وروسته له هغه دواړه ډوله کا ربون د ځان په حجرو کي نه شي جذب کولاي . نوددې نيټي ځخه وروسته دراديو اکتيو کاربون برخه C-14 دوخت په تابع سره اکسپونېنسيال کمښت مومي او د نه راديو اکتيو کاربون C-12 برخه ثابته اوپه خپل حال پاتي کيږي. ځرنګه چي نوموړي دواړه ايزوټوپونه داسي يو مرکب جوړوي چي په خپل منځ کي يو ثابت سليز تناسب لري نو کله چي ددغي وني د يوه تازه لرګي يوه ټا کلي نمونه د بېلګه په ډول لکه يوګرام راواخلو او د راديو اکتيو کاربون اکتيويتي يې اندازه کړواو بيا ديوه ګرام لرغوني مجسمي لرګي يو ګرام اکتيويتي اندازه کړونود نوموړو نمونو د راديو اکتيويتی د توپير ځخه کولاي شو چي د لرغوني مجسمي د عمر مخ وينه وکړو. دراديوکاربون طريقه په لرغون پوهنه (Archaeology)، جيا لوجي، بيالوژي، طبابت، بيوفزيک او ګيوفزيک کي د شيانو د عمر معلو مولوپه موخه په کار اچول کيږي.

* **پوښتنه** : د لرګي په يوه لرغوني مجسمه کي ديوه کيلوګرام راديواکتيو کاربون C-14 اکتيويتي يو سلو اويا بيکاريل A(t) = 170 Bq/Kg carbon او ديو ه تازه اوهمدغه جنس لرګي لومړني وخت ديوه کيلو ګرام اکتيويتي A(0) = 230 Bq/Kg carbon اندازه شوه. د نوموړې مجسمي د عمر موده مالومه کړی؟



۱۳- **شکل:** دیوه کیلو گرام تازه لرگي دکاربون عنصر اکتیویتي دوه سوه دیرش بیکاریل او دلرغوني مجسمي یو کیلو گرام لرگي اکتیویتي یوسلواویا بیکاریل اندازه شوئ دی.

* **حل:** څرنګه چي په لومړي وخت کي د رادیو اکتیو او نه رادیو اکتیو کاربون تر منځ په سلیزه برخه کي یو ثابت تناسب موجودوه نو دهغه وخت نه راپدي خوا تر اوسه پوري دومره وخت تیرشوئ دی چي د تجزيي وخت t سره برابردی. نوموړئ وخت دنیمایی وخت $T_{1/2}$ په مرسته سره په لاندي ډول محاسبه کولای شو.

$$t \quad = -\ln\left(\frac{A(t)}{A(0)}\right) \times T_{1/2} \times 1{,}443$$

څرنګه چي درادیو اکتیو کاربون C-14 دتجزيي فزیکي نیمایي وخت پینځه ذره اوه سوه دیرش کاله (5730 a) دي نو لرو چي:

$$t = -\ln\left(\frac{A(t)}{A(0)}\right) \times T_{1/2} \times 1{,}443 = -\ln\left(\frac{170\ Bq}{230\ Bq}\right) \times 5730\ a \times 1{,}443 = 2500a$$

* **ځواب**: دلرغوني مجسمي دعمرموده لږ څه دوه زره پینځه سوه 2500 a کاله ده.

* **پوښتنه:** په یوه بڼ کي دوه کټ مټ یوشان نیالګي کینول شول چي د رادیو اکتیو او نه رادیو اکتیو کاربون کثافت يي په تازه حا لت کي سره یو برا بردی. که چیرته یو ددغو نیا لګیو څخه وچ شي نو د کا ربون تناسب يي سره توپیرکوي. که فرض کړو چي د لامده نیالګي په یوه ټاکلي نمونه کي د کاربون اندازه څلورګرامه(4 g) اود وچ شوي لرګي په همغه کچه نمونه کي د کاربون اندازه دری عشاریه پینځه نوي ګرام (3,95 g) قیمت ولري نود وچ شوي لرګي د مړیني نیټه معلومه کړی؟

* **حل:**

* په لومړي وخت کې د کاربون اندازه $N_i = 4\ g$

* په اخير وخت t کې د کاربون اندازه $N_f = 3{,}95\ g$

* د راديو کاربون نيمايي وخت مساوي ده له: $T_{1/2} = 5730\ y$

.

کله چې پاسني قېمتونه په لاندنی معادله کې واچوو نو د وچ شوي لرګي د مړينې نيټه t تر لاسه کيږي.

$$N_f = N_i \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}}$$

$$3{,}95 = 4\,(1/2)^{t/5730}$$

کله چې د پورتنی معادلې لوګاريتم ونيسو نو لرو چې: $t = 5730 \ln(3{,}94/4)$

او دتيروخت لپاره لاندني موده لاس ته راځي. $t = 104 \quad years$

* **ځواب** : دوچ شوي نيالګي دمړينې موده يوسلو څلور کاله ده.

بيالوژيکي نيمايي وخت (Biological half life = T_{bio})

بيالوژيکي نيمايي وخت يا نيمايي عمر هغې مودې ته وايي چې په هغه کې ديوه بيالوژيکي اورګانيزم لکه د انسان بدن او څلورپښي ته دخوراک له لارې ورننوتلي راديواکټيو موادو اندازه د فزيکي او بيالوژيکي پروسو لکه مېتاباليزم، افراز او ترشح له لارې دلومړي وخت په پرتله نيمايي ته را ښکته شي او په پايله کې نيمايي په بدن کې پاتې شي او نيمايي د بدن څخه ووځي.

اغيزمن نيمايي وخت (Effective half life = T_{eff})

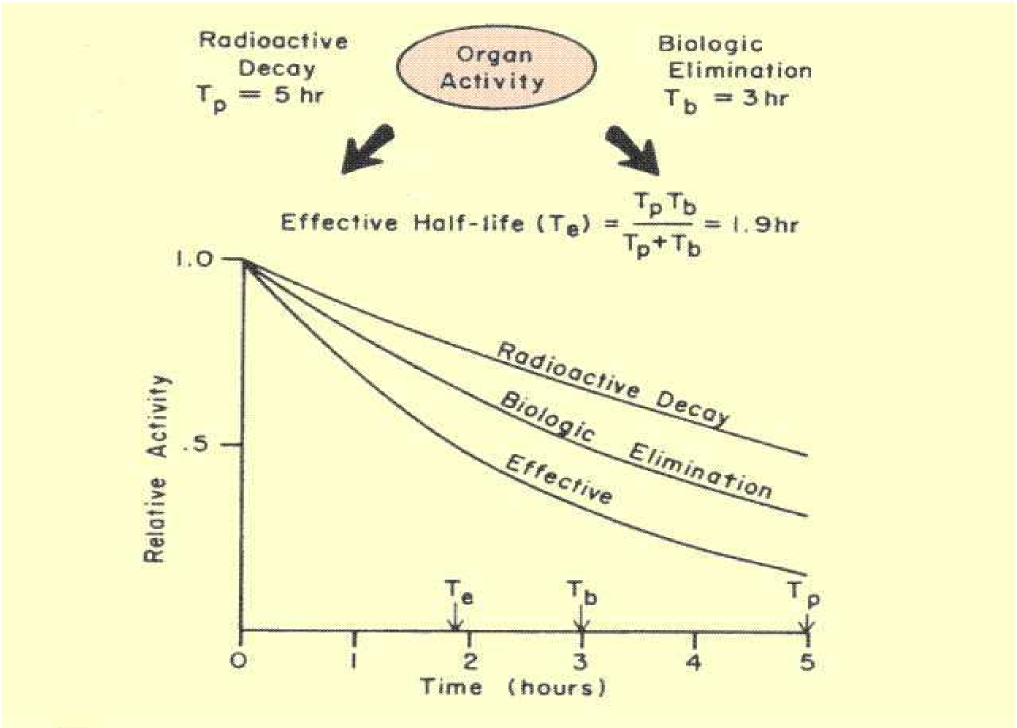
اغيزمن نيمايي وخت هغه وخت دې چې دهغه د تيريدلونه وروسته په بدن کې د يوراديواکټيو عنصراندازه د لومړي وخت په پرتله ديوې خوادفزيکي کړنلارې لکه راديو اکټيو تجزيه او دبلې خوا دبدن څخه د بيالوژيکي پروسولکه افراز او ترشح له لارې نيمايي ته راولويږي. اغيزمن نيمايي وخت په هستوي طب کې ديوه غړي لکه تايرايد او يا پښتورګي دانرژي ډوزد اټکلو او دنومونو غړو د کارکولوپه هکله مالومات تر لاسه کول يو ډير غوره اوکټور کميت ګڼل کيږي. دنومړو دريونيمايي وختونو ياني بيالوژيکي T_{bio}، فزيکي T_{phys} او اغيزمن نيمايي وخت T_{eff} تر منځ لاندنی اړيکې اعتبار لري.

$$\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{T_{biol}} \oplus \frac{1}{T_{phys}}$$

دپاسنی معادلي څخه اغيزمن نيمايي وخت T_{eff} په لاندي ډول لاس ته راوړو:

$$T_{eff} = \frac{T_{biol} \times T_{phys}}{T_{bio\ l} \oplus T_{phys}}$$

بيالوژيکي نيمايي وخت درى ساعته	دبدن يو غړی	فزيکي نيمايي وخت پينځه ساعته



۱٤ـ شکل: د بدن په يوه غړي کې ديوه راديو اکتيو عنصر د نسبي اکتيويتي کمښت د اغيزمن نيماي وخت T_{eff}، فزيکي نيمايي وخت T_p او بيالوژيکي نيمايي T_b وخت په تابع سره ښودل شوئ دی. د بېلګه په ډول که چيرته يو راديواکتيو عنصر بدن ته دناروغی دپيژندلو په موخه پيچکاري شي چي بيالوژيکي نيمايي وخت يي درى ساعته او فزيکي نيمايي وخت يي پينځه ساعته وي نو اغيزمن نيمايي وخت يي لږ څه دوه ساعته دی . دا په دې مانا چي دنومړئ وخت څخه وروسته په بدن کې دلومړي وخت نيمايي اکتيويتي پاتې کيږي. (37)

* **بېلګه:** دتايرايد غدې دناروغۍ دتشخيص په موخه يوه ناروغ ته د راديواکتيو ا يوډ ينJ-131 لس ميګا بيکارل 10 MBq اکتيويتی په رګونوکي ور پيچکاري شول. د نوموړئ راديو اکتيو عنصر فزيکي نيمايي وخت اته ورځې 8d او بيالوژيکي نيمايي وخت اتيا ورځې 80d قيمت لري.

* **پوښتنه:** داغيزمن نيمايي وخت موده څومره ورځې (d= day) ده؟

$$T_{eff} = \frac{80 \times 8}{80 \oplus 8} = 7,27\ d$$

* **ځواب:** اغيزمن نيمايي وخت لږ څه اوه ورځې دی.

راديو نکليد	فزيکي نيمايي وخت	بيالوژيکي نيمايي وخت	اغيزمن نيمايي وخت
Uranium-238 په هډوکو کې ۍ	4500000000 ځلورنيم مليارده کاله	14 څوارلس کاله	13,99 لږ څه څوارلس کاله
Plutonium-239 په هډوکوکي	24110 کاله	50 کاله	49,9 کالونه
Caesium-137 غړوکي جذب کيږي	30,2 کاله	110ورځې	109 ورځې
Caesium-134 غړوکي جذب کيږي	2,1 کاله	110 ورځې	96 ورځې
Iod-131 تايريد غده کي جذب کيږی	8 ورځې	80 ورځې	7,3 ورځې

۱۲ - جدول: دځينو راديواکتيو عنصرونولپاره چي د بدن په غړو کي په لوړه کچه جذب کيږي د فزيکي نيمايي وخت، بيالوژيکي نيمايي وخت او اغيزمن نيمايي وخت شميرنه ښودل شوي ده.

(1) په هډوکوکي ديورانيم U^{238} بيالوژيکي نيمايي وخت څوارلس کاله دی (14 years)
(2) ديورانيم U^{238} فزيکي نيمايي وخت ځلورنيم ملیارده کاله دی (4500000000 years)
(3) د يورانيوم U^{238} اغيزمن نيمايي وخت لږڅه څوارلس کاله دی

☜ **پايله** : که ديوي سيمي چاپيريال په يورانيم ککړشي نو تر زرګونو کالونو پورې به نوموړې سيمه د اوسيدلوو نه وي. داځکه چي دنوموړي عنصراکتيويتي د ځلورنيم مليارده کالو څخه وروسته بيا هم نيمايي راديو اکتيواتومونه لري اوله دې کبله چاپيريال په راديو اکتيويورانيم ککړ پاتي کيږي.

* **ببلګه:** په یوه ناروغ کې دتایراید ادینوم (Adenom cancer) سرطان وپیژندل شو او ددرملني په موخه هغه ته درادیواکتیوایوډ ین J-131 نهه سوه شپېته میګا بیکارل A = 960 MBq اکتیویتی د ګولیو په شکل ورکول کیږي . دسوديم ایوديد دیډکتور (NaI-detector) په مر سته داندازه کولو په پایله کې ثابته شوه چې دنوموړي اکتیویتي څخه په تایراید کې یوازې اته ویشت په سل کې S = (28%) ذخیره شوئدی.

* **پوښتنه:** که چیرته دتایراید ادینوم سرطان کتله نونس ګرامه $m_{Th} = 19$ g او د ایودین رادیوایزوتوپ اغیزمن نیمايي وخت اوه ورځې قیمت ولري ($T_{eff} = 7$ d) نو په تایراید کې د بېتا وړانګوجذب شوې انرژي D معلومه کړی؟

* **حل:** د ایوډین انرژي طیف څخه څرګندیږي چې د بېتا وړانګو منځنی خپرېدونکې انرژي E =0,183MeV قیمت لري نوپه تایراید کې دجذب شوې انرژي ډوز D[Gy] په واحد دګرې د لاندني فرمول په مر سته سره تر لاسه کولا ی شو.

$$D = \frac{1}{m_{Th}}\left(S \cdot A \cdot E \cdot \frac{T_{eff}}{\ln 2}\right)$$

m_{Th} = 19 g = 0,019 Kg	د تایراید سرطان کتله
S = 28 %	په تایراید کې جزب شوې اکتیویتي
0,183 MeV	د بېتا وړانګو منځنی انرژي
960 MBq	د درملني په موخه ټاکل شوې ایوډین اکتیویتي
$1,602\times10^{-19}$ Joule = 1 eV	دیو ژول اوالکترون ولټ تر منځ اړیکي
Ln 2 = 0,693	ددوو طبیعي لوګاریتم مساوي ده له:
d = 86400 s	یوه ورځ مساوي ده له شپږ اتیا ذره او څلورسوه ثانیې

کله چې پورتني قیمتونه په معادله کې واچوونو لرو چې :

$$D[Gy] = \frac{1}{0,019Kg}\left(0,28\times960MBq\times0,183MeV\times1,602\times10^{-19}\frac{J}{eV}\times86400\frac{s}{d}\times.\frac{7d}{0,693}\right) = 361\,Gy$$

* **ځواب:** ددرملني په موخه د اوووړځو په موده کې تایراید ته درې سوه یو شپېته ګرې (361 Gy) انرژي ډوز رسیږي.

بیالوژیکي نیمايي وخت	فزیکي نیمايي وخت	ذخیره کوونکی غړی	رادیونکلید
10 ورځې	12,3 کاله	دبدن په اوبو کې	Tritium (H 3) تریسیم
40 ورځې	5730 کاله	دبدن په وازده کې	Carbon 14 (C 14) کاربون
30 ورځې	$1{,}28 \times 10^{9}$ کاله	عضلات	Potassium 40 (K 40) پوتاشیم
50 کاله	28,6 کاله	هډوکي	Strontium 90 (Sr 90) ستړونسیم
80 ورځې	8,02 ورځې	دتايراد غده	Jod 131 (J 131) ایوډین
110 ورځې (په نارینه کې)، 65 ورځې (ښځوکي)	30,2 کاله	عظلاتو کې	Cäsium 137 (Cs 137) سیزیم
23 کاله	1600 کاله	سکیلیت	Radium 226 (Ra 226) رادیم
دوه کاله په ینه او شل کاله په هډوکوکي	$1{,}4 \times 10^{10}$ کاله	په ینه او هډوکوکي	Thorium 232 (Th 232) توریم
14 کاله دهډوکو په پوستکي کي	$4{,}5 \times 10^{9}$ کاله	په پښتورګو او هډوکو کي	Uran 238 (U 238) یورانیم
20 کاله په ینه کی، 50 کاله دهډوکوپه پوستکي کي	$2{,}4 \times 10^{4}$ کاله	په ینه او هډوکوکي	Plutonium 239 (Pu 239) پلوتونیم

۱۳- جدول: دیو لړ مهمورادیو اکتیو ایزوتوپونو فزیکي او بیالوژیکي نیمايي وخت او همدارنګه داچي د بدن په کوم یوه غړي کې ډیر جذب کیږي ښودل شوئدي. دبیلګې په ډول پلوتونیم په ډیره خوښی سره د هډوکو په پوستکي کې جذب کیږي او د پینځوس کالو څخه وروسته یې نیمايي برخه په هډوکو کې پاتي کیږي او نیمايي برخه یې د بدن څخه وځي.

☑ **دپام وړ:** کله چې بدن ته دسیماب زهرجن مواد ننوځي نوپه لوړه کچه په ماغزو کې جذب کیږي. دنومورې ډیر زهرجن عنصر بیالوژیکي نیمايي وخت په ماغزوکي لرڅخه اتلس کاله دی. دا په دې مانا چې د اتلسوکالونوڅخه وروسته دنومورې عنصر نیمايي برخه لا هم په ماغزو کې پاتې ده او نیمايي برخه یې د بدن څخه وتلې ده.

پوښتنې(Questions) :

٤-١ درادیو اکتیویتي تعریف څه دی؟

٤-٢ درادیواکتیویتي واحد څه دی ؟

٤-٣ دوړانګو بیالوژیکي اغیزې درادیواکتیو هستې په کوموخواصوپورې اړه لري؟

٤-٤ دطبیعي یورانیوم فزیکي نیما یی وخت څوکاله دی؟

٤-٥ دهغه اتوم دکتلې نمبر اواتومي نمبر وښیی کوم چې دیورانیوم دوه سوه څلورد دیرش U-234 په کړنلاره کې منځ ته راځي؟

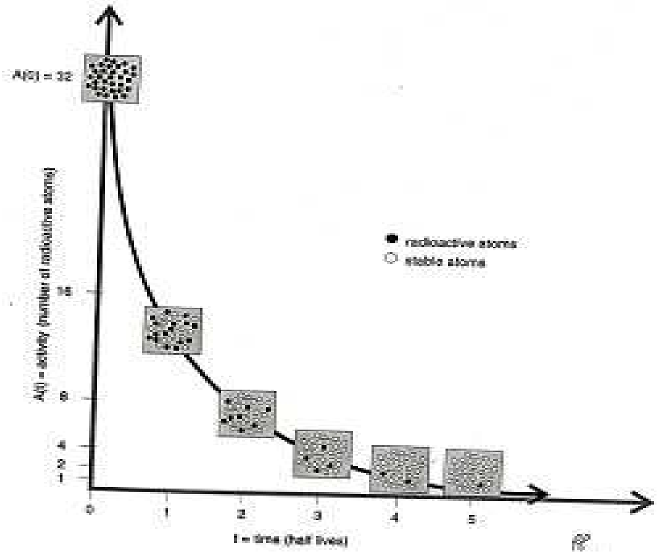
٤-٦ دیوه رادیواکتیو عنصر دنیما یي عمرشمیرمالوم کړی کله چې ددغه عنصر اکتیویتي په خپل وارسره پنځوس په سل، لس په سل اویوپه سل دلومړي اکتیویتي په پرتله راوالویږي؟

٤-٧ په ١٩٧٥ کال کې دکوبالټ شپیته یوګرام رادیوااکتیوسرچینه Co-60 دعلي اباد په روغتون کې دسرطان ناروغیوپه موخه په کارواچول شوه.

الف: دنومورې سرچینې رادیواکتیویتي په اوسني کال ٢٠٠٧ م کال کې څومره ده

ب: دکوبالټ سرچینې وزن اوس هم یوګرام دی او که نه؟

٤-٨ دیوې زراعتي ځمکې یو کیلو ګرام ترکاریو رادیو اکتیویتي A(t) اندازه شو او د هستو شمیرېې دوه دیرش وټاکل شوچې په لاندني شکل کې دنیمايي وخت t په تابع سره په تورو ټکو ښودل شوئ دي . دڅومره نیمایي وخت څخه وروسته د ترکاریو اکتیویتي صفر ته رالویږي تر څوبې له اندیښنې دخوراک وړ وګرځي



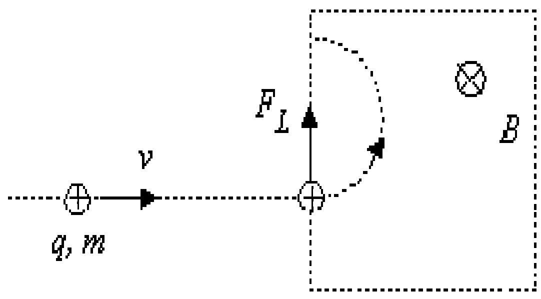
٤-١ الف شکل: دیوکیلو ګرام ترکاریو اکتیویتي A(t) دنیمايي وخت t په تابع سره ښودل شوې دی.

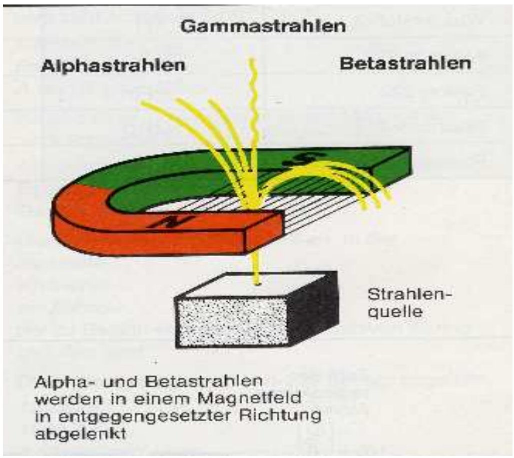
پينځم څپرکی

وړانګې (Radiation)

په ۱۸۹۸ م کال کې يو انګريز فزيک پوه (E. Ruherford) دتجربو په بنسټ رابرسيره کړه چې دهستوي تعاملاتو په ترڅ کې درى ډوله وړانګې خپريږي. نوموړي کارپوه دغه وړانګې د الفاوړانګې، بېتا وړانګې اوګاما وړانګې په نوم يادي کړې. نوموړي وړانګې دځينوراديو اکتيوعنصرونو څخه هم خپريږي او په يوه مقناطيسي ساحه کې دخپل سمت او خوا څخه کږيږي.

په ۱۵ ـ شکل کې دنوموړو هستوي وړانګودغه ډول خواص ښودل شوي دی.





۱۵ ـ شکل: ديوې راديواکتيو سرچينې څخه دالفا، بيتا اوګاما وړانګې پورته خواته خپريږي اوهلته د يوې مقناطيسي ساحې څخه تيريږي. نوموړي وړانګې په مقنا طيسي ساحه کې داسې ډول تر اغيزې لاندې راځي چې دالفا او بيتا وړانګې ديوه بل مخالف سمت ته کږيږي اود ګاما وړانګې خپل سمت ساتي اومخامخ ځي. د بيلګې په ډول په نوموړي شکل کې دالفا وړانګې کيڼ خواته او د بيتا وړانګې ښي خواته خپل سمت کږوي(31). څرنګه چې بيتا وړانګې د الکترونونڅخه جوړې دي اوکتله يې د الفاذرو په پرتله ډيره کوچنۍ ده نوله دې کبله په مقناطيسي ساحه کې خپل سمت څخه ډيرې کږيږي. که د الفا ذرې کتله په m_α بريښنايز چارج په Q ، سرعت يې په υ=15000 km/s اود مقناطيسي ساحې شدت په B اود سمت کوږوالي شعاع په r سره وښيو نو د الفا وړانګې کتلې د لاندني فرمول څخه تر لاسه کولای شو.

$$m_\alpha = Q\,B\,r / \upsilon = 6{,}644\times10^{-27}\ kg$$

دالفا ذرې کتله لږ څه اوه ضرب دلس په طاقت د منفي اوه ويشت کيلوګرام قيمت لري.

* **بيلګه**: کله چې دالفا وړانګې دکلوډ چيمبر(Cloud chamber) په نامه يوې آلې ته ورننوځي نو دهغوی د خط السير ياني د پله لاره ديوه مايکروسکوپ په مرسته سره په سترګو ليدل کيږي. دا ځکه چې نوموړې وړانګې د هوا لکه نايتروجن اتومونه ايونايزکوي او دغه ايونونه ديوه څاڅکي په بڼه ليدل کيږی او له دې کبله د شميرلو وړګرځي. څرنګه چې دهوا نايتروجن اتوم ايونايزيشن انرژي لږ څه شپاړس الکترون ولټ قيمت لري (15,6 eV) نو دڅاڅکو د شمير څخه دالفا وړانګې انرژي په لاندې ډول ترلاسه کولای شو.

* **حل**: که ومنو چې په کلوډ چمبر کې دالفا وړانګو د واټن پله لاره څلور سانتي متر اندازه شوې وي اوپه نوموړي واټن کې د څاڅکو شمير شپيته زره وګڼل شي 60 000 drops نو دالفا وړانګو انرژي (E_α) مساوي ده له:

$$E_\alpha = 4cm \times \frac{60000}{cm} \times 15{,}8eV = 3{,}79MeV$$

* **ځواب**: دالفا يوې ذرې انرژي لږ څه څلورميکا الکترون ولټ قيمت لري

په فزيک کې وړانګې (Radiation) هغې کړنلارې ته ويل کيږي چې ديوې سرچينې څخه انرژي د څپو او يا بخرکو په بڼه خپريږي . دا په دې مانا چې وړانګې دانرژي يوځانګړی شکل تشکيلوي اودانرژي په تراو په دوه ډوله ويشل شوې دي. لومړی ايونايزکوونکي وړانګې او دويم نه ايونايزکوونکي وړانګې.

وړانګې (Radiation)

- وړانګې د انرژي يوه بڼه ده چې په فضا کې د څپواو يا ذروپه ډول خپريږي.الکترومقناطيسي وړانګې لکه رڼا،راديوڅپې،مايکروڅپې،ايکس وړانګې، ګاماوړانګې،قرمزلاندې وړانګې،ماورای بنفش وړانګې. نوموړې وړانګې دنورپه سرعت سره خپريږي.
- دپارټيکل يا بخرکووړانګې لکه الفا ذره، بيتا ذره، نيوترون،پروتون، نيوترون او درانده ايونونه دي.

ايونايزکوونکې وړانګې : د بيلګې په ډول لوړ انرژي الکترومقناطيسي څپې لکه فوتونونه، ګاما وړانګې، اکسريزاو يا هستوي ذرې (Particles) لکه ګړندي الکترونه، پروتونه، الفا ذره اونور . څرنګه چې د نوموړووړانګو انرژي لوړه ده نو کله چې ديوې مادې څخه تيريږي نوپه دې ترڅ کې ددغې مادې داتومونو سره غبرګون کوي اواتومونه اويا ماليکولونه ايونايزکوي. په پايله کې مثبت اومنفي بريښنايز چارج شوي ايونونه منځ ته راځي.

نه ایونایزکوونکي وړانګي: ځرنګه چي دنوموړو وړانګو انرژي دومره پوره لوړه نه ده چي دیوې مادې اتومونوڅخه الکترونه راوباسي او دایونایزیشن سبب(لامل) وګرزي نو له دې کبله ورته نه ایونایزکوونکي وړانګي ویل کیږي. د بېلګه په ډول لکه: رادیو ځپې، مایکروځپې، د تودوخې وړانګې، دنوروړانګي او ماورای بنفش وړانګي اوداسې نور.

ځر نګه چي دیوې مادې داتومونوسره دوړانګوغبرګون دهغوې په رادیو فزیکي خواصولکه انژې، بریښنایزچارج، کتله اوداسې نورو پورې اړه لري نو له دې کبله وړانګې په دوه ډوله ویشل کیږي.

لومړی: د فوتون وړانګي (Photon radiation)

الکترو مقناطیسي وړانګي دوه ډوله خواص لري چي کله دیوې ځپې بڼه اوکله د یوه بځرکې یاني ذرې بڼه ځانته غوره کوي. د فوتون وړانګي الکترومقناطیسي ځپې دي چي دداسو وړو ذرو څخه جوړې دي چي نه بریښنایز چارج لري او نه د سکون کتله لري. دبېلګه په ډول لکه داکسریز، ګاما وړانګي، کیهاني وړانګي، ماوراې بنفش وړانګي، درنا یانوروړانګي، دتودوخي وړانګي او درادیو او تلویزیون وړانګي.

دویم: د بځرکووړانګي (Particles radiation)

نوموړې وړانګي د کوچنیو ذرو څخه جوړې دي چي د سکون کتله لري خو ځیني یې بریښنایز چارج هم لري. د بېلګه په ډول لکه الکترونه، پروتونه، دویترونونه، الفا ذرې، درانده ایونونه او پیونونه (Pions). دذروهغه وړانګي چي بریښنایز چارج نه لری یاني خنثی دي دنیوترونو او پي میزونو (π- Mesones) په نامه سره یادیږي.

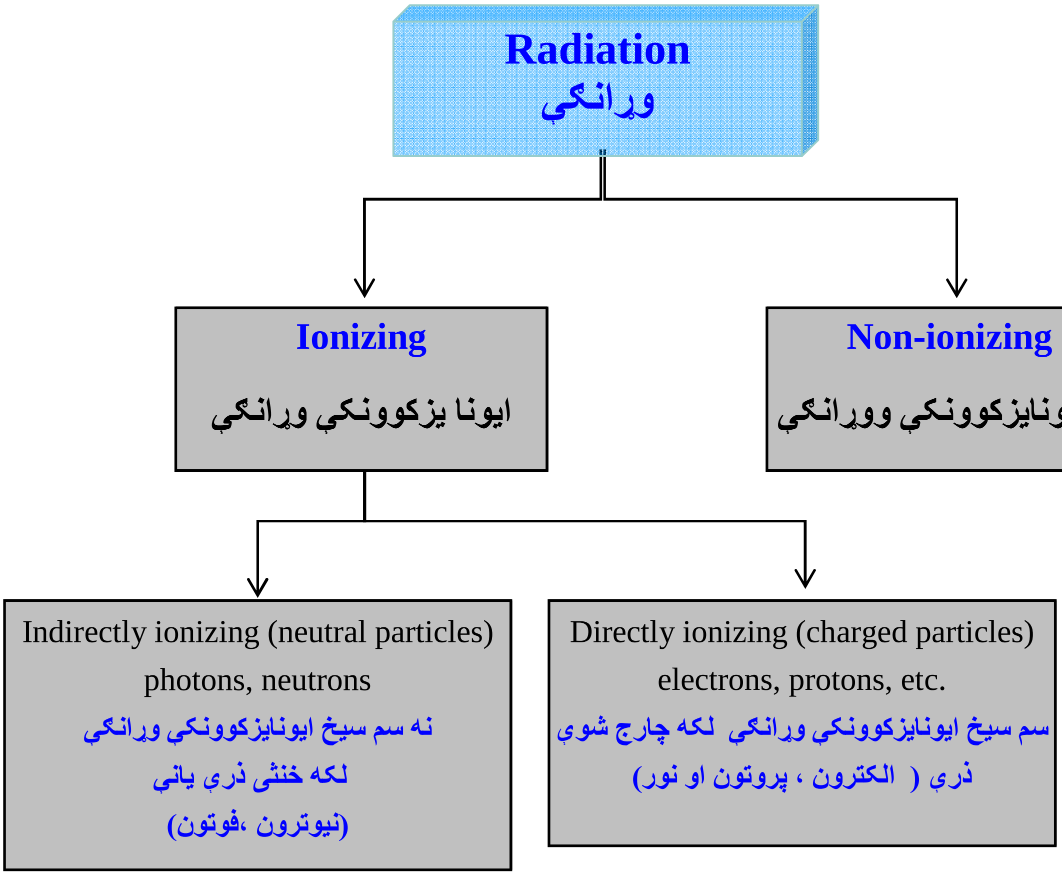
دذرووړانګي او دفوتون وړانګي دیوې مادې سره دهغوی د غبرګون په تړاولکه ایونایزیشن یو ځل بیا په دوه برخو یاني سم سیخ او نه سم سیخ ایونایز کوونکي وړانګي ویشل کیږي چي په ١٤جدول کي ښودل شوې دي.

سم سیخ ایونایزکوونکي وړانګي

دهغووړانګو څخه عبارت دی چي هغوې خپله انرژي دتګ لارې په اوږدو کي سم سیخ دیوې مادې اتومونو ته انتقال کوي. نوموړې وړانګي کولای شي چي د یوې مادې داتوم څخه الکترونه راوباسي اوهغه په ایون واړوي (ایونایزیشن). د بېلګه په ډول لکه الکترونه، پروتونه، دویترونونه، الفا وړانګي، درانده ایونونه او پیونونه

نه سم سیخ ایونایز کوونکي وړانګي

نوموړې وړانګي پخپله بریښنایزچارج نه لري یاني خنثی ذرې دي خو کله چي د مادې سره و لګیږي او بیا دیوه اتوم څخه جذب شي نو په لومړي پړاوکې یوه چارج شوې ذره منځ ته راځي چي دغه ذره بیا په خپل وارسره کولای شي چي خپله انرژي دمادې اتومونوته انتقال او دایونایزکولو کړنلاره تر سره کړي. نه سم سیخ ایونایزکوونکي وړانګي لکه خنثی ذرې یاني (نیوترون ،فوتون، پي میزون)

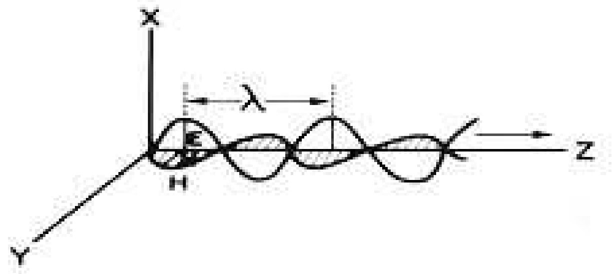


۱٦- شکل: په پورتني ګراف کې د سم سيخ ايونايزکوونکو او نه سم سيخ ايونايزکوونکووړانګو ويشتوب ښودل شوې ده .(28)

الکترو مقناطيسي وړانګي (Electromagnetic radiation)

الکترومقناطيسي وړانګي داسي څپې دي چې په خپل سر په فضا کې د نور په سرعت سره خپريږي .نوموړي وړانګي ديوه برېښنا يزڅپې E اويو مقناطيسي څپې H څخه جوړې دي چې دواړوڅپو د فا ززاويه (Phase angle) سره يوشان ده . د نوموړو څپو برېښنايزسا حې شد ت (E) او مقناطيسي ساحې شدت (H) يو پر بل باندې عمود ولاړ دي او تر يوې قا يمې زاويي لاندې اهتزاز کوي.

په ۱۷ شکل کې د الکترو مقناطيسي څپو د خپريدلوسمتZ ، برېښنايز ساحه E ، مقناطيسي ساحه H او د څپو اوږدوالي λ ښودل شوئ دی. دالکترومقناطيسي وړانګو طيف يوه غوره برخه دګاما وړانګي تشکيلوي .که څه هم نوموړي وړانګي دالفا او الکترون په شان د بخرکو ياني ذروڅخه جوړې نه دي خوبيا هم فزيکي تجربو وښودله چې د ذرويه خيرخواص ښيي. دبيلګي په ډول کله چې ګاما وړانګي يوې مادي سره غبرګون وکړي نودهغوی يوه ټاکلي کچه او اندازه انرژي دمادې اتومونوڅخه جذب کيږي. دګاما وړانګونوموړي خواص څخه داسي پريکړه کولای شو چې ګاما وړانګي د يوډول انرژي پاکټونو(Energy pakets)، انرژي واحدونو اويا په بل عبارت د انرژي غونډواروڅخه جوړې دي چې د ګاما کوانت او يا فوتون Gamma quant = photon په نامه سره ياديږي.



۱۷- شکل: د الکترومقناطیسي څپو د حرکت سمت د Z په افقي محور سره ښودل شوئ دی چي د څپو اوږدوالی يي لمبدا λ او بريښنا يز ساحه يي E اومقناطيسي ساحه يي H يو پر بل باندی عمود ولاړدي. (25)

د الکترومقناطیسي وړانګو طیف دلاندو څپو څخه جوړدی:

- اوږدی څپي، منځنۍ څپي، لنډی څپي، دلنډی څپو نه هغه خواته لکه درادیو اوتلویزیون څپي، دتودوخي وړانګي، دنور وړانګي، دبنفش نه هغه خواته وړانګي، داکسریز یا رونتګن وړانګي او دګاما وړانګي یا لوړانرژي ا کسریز(X-Ray) ، کیهاني وړانګي

الکترومقناطیسي وړانګي په فضا کي د نور په سرعت خپریږي چي دري سوه ذره کیلومتر ه په یوه ثانیه کي قیمت لري(300 000 km/s). هغه الکترومقناطیسي وړانګي چي په سترګو لیدل کیدای شي د څپو برخه یي د څلورسوه نانو(400 nm) مترڅخه تر اووه سوه نانو متره(700 nm) پوري رسیږي. دنومړو څپو سرعت (C) د څپو اهتزاز (υ) او د څپو اوږدوالي (λ) دحاصل ضرب سره مساوي دی. دنومړو فزیکي کمیتونو تر منځ لاندنی اړیکي شته دي.

دالکترومقناطیسي وړانګو سرعت = دڅپو اوږدوالی ضرب دڅپو اهتزاز

$$c = \lambda \times \upsilon$$

اهتزاز = دنورسرعت تقسیم د څپو په اوږدوالی

$$\upsilon = c / \lambda$$

دڅپو اوږدوالی = دنورسرعت تقسیم په اهتزاز

$$\lambda = c / \upsilon$$

دنور سرعت دطبیعت یوه ثابته ده او قیمت یي لږڅه دری سوه زره کیلومتره په ثانیه کي دی.

$$c = 3 \times 10^{8}\ ms^{-1}$$

❋ **پوښتنه**: د نور شین رنګه څپې اوږدوالی په هوا کې پېنځه سوه نانومتر (500 nm) قیمت لري. دنومورې څپې فریکونس یا اهتزاز معلوم کړی.؟

❋ **حل**: اهتزاز = دنورسرعت تقسیم د څپو په اوږدوالی

$$\nu = \frac{3\times10^{8}ms^{-1}}{500nm} = \frac{3\times10^{8}ms^{-1}}{500\times10^{-9}m} = 6\times10^{14}s^{-1} = 6\times10^{14}Hz$$

❋ **ځواب**: شپږ سوه بیلیونه حرځ

دفوتون یا په بل عبارت د یوه کوانت انرژي E کولای شو چې په لاندې ډول تر لاسه کړو.

دفوتون انرژي = دفوتون اهتزازضرب د پلانک ثابته
$E = \upsilon \times h$
دپلانک ثابته مساوي ده له: $h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ Joule . Sec

❋ **پوښتنه** : دیوه فوتون انرژي محاسبه کړی کوم چې د یوې اکسریز(X-Ray) آلې څخه خپرېږي او دڅپو اوږدوالی یې لس پیکو متر ($10\text{ pm} = 10\times10^{-12}$m) قیمت لري.

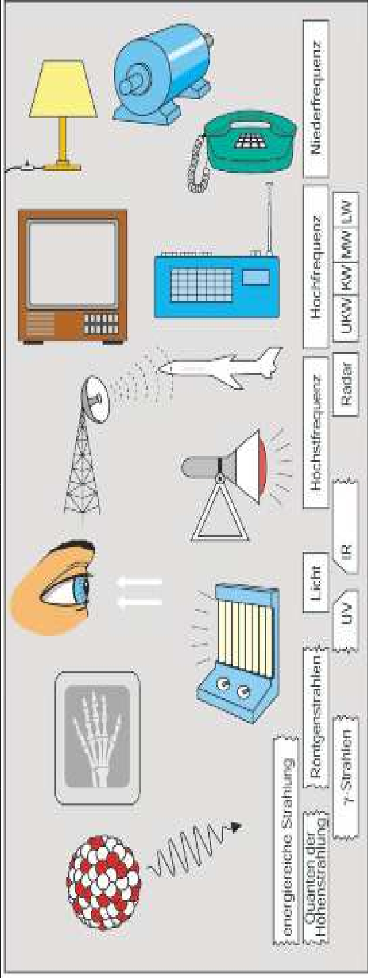
❋ **حل**: دفوتون انرژي مساوي ده له: $E = \upsilon \times h$

$$E = h\frac{c}{\lambda} = \frac{6{,}63\times10^{-34}\,Js\times3\times10^{8}\,ms^{-1}}{10\times10^{-12}\,m} = 1{,}989\times10^{-14}\,J$$

❋ **ځواب** : دفوتون انرژي لږ څه $2\times10^{-14}\,J$ قیمت لري.

که چیرته دفوتون انرژي E په واحد کیلو الکترون ولټ اویا الکترون ولټ او دڅپواوږدوالي λ په خپل وار سره په واحد پیکو متر یاني $1\text{pm} = 10^{-12}$m او یا نانو متر سره وښیو نو دهغوی تر منځ لاندنی اړیکې لا س ته راځي چې دشمیرنې د اسانتیا په اړوند مهم رول لوبوي

$$E = \frac{1240 \quad keV \times 10^{-12}\,m}{\lambda} = \frac{1240 \quad eV \times nm}{\lambda}$$



دورانکو ډول	فریکونس (یوپه ثانیه)	دځپو اوږدوالی	انرژي په واحد د الکترون ولټ اوژول	
Strahlenart	Frequenz in s^{-1}	Wellenlänge in m	Energie in eV	Energie in J
	$3 \cdot 10^{0}$	10^{8}	$1{,}24 \cdot 10^{-14}$	$1{,}99 \cdot 10^{-33}$
	$3 \cdot 10^{1}$	10^{7}	$1{,}24 \cdot 10^{-13}$	$1{,}99 \cdot 10^{-32}$
	$3 \cdot 10^{2}$	10^{6}	$1{,}24 \cdot 10^{-12}$	$1{,}99 \cdot 10^{-31}$
	$3 \cdot 10^{3}$	10^{5}	$1{,}24 \cdot 10^{-11}$	$1{,}99 \cdot 10^{-30}$
	$3 \cdot 10^{4}$	10^{4}	$1{,}24 \cdot 10^{-10}$	$1{,}99 \cdot 10^{-29}$
	$3 \cdot 10^{5}$	10^{3}	$1{,}24 \cdot 10^{-9}$	$1{,}99 \cdot 10^{-28}$
	$3 \cdot 10^{6}$	10^{2}	$1{,}24 \cdot 10^{-8}$	$1{,}99 \cdot 10^{-27}$
	$3 \cdot 10^{7}$	10	$1{,}24 \cdot 10^{-7}$	$1{,}99 \cdot 10^{-26}$
	$3 \cdot 10^{8}$	1	$1{,}24 \cdot 10^{-6}$	$1{,}99 \cdot 10^{-25}$
	$3 \cdot 10^{9}$	10^{-1}	$1{,}24 \cdot 10^{-5}$	$1{,}99 \cdot 10^{-24}$
	$3 \cdot 10^{10}$	10^{-2}	$1{,}24 \cdot 10^{-4}$	$1{,}99 \cdot 10^{-23}$
	$3 \cdot 10^{11}$	10^{-3}	$1{,}24 \cdot 10^{-3}$	$1{,}99 \cdot 10^{-22}$
	$3 \cdot 10^{12}$	10^{-4}	$1{,}24 \cdot 10^{-2}$	$1{,}99 \cdot 10^{-21}$
	$3 \cdot 10^{13}$	10^{-5}	$1{,}24 \cdot 10^{-1}$	$1{,}99 \cdot 10^{-20}$
	$3 \cdot 10^{14}$	10^{-6}	$1{,}24 \cdot 10^{0}$	$1{,}99 \cdot 10^{-19}$
	$3 \cdot 10^{15}$	10^{-7}	$1{,}24 \cdot 10^{1}$	$1{,}99 \cdot 10^{-18}$
	$3 \cdot 10^{16}$	10^{-8}	$1{,}24 \cdot 10^{2}$	$1{,}99 \cdot 10^{-17}$
	$3 \cdot 10^{17}$	10^{-9}	$1{,}24 \cdot 10^{3}$	$1{,}99 \cdot 10^{-16}$
	$3 \cdot 10^{18}$	10^{-10}	$1{,}24 \cdot 10^{4}$	$1{,}99 \cdot 10^{-15}$
	$3 \cdot 10^{19}$	10^{-11}	$1{,}24 \cdot 10^{5}$	$1{,}99 \cdot 10^{-14}$
	$3 \cdot 10^{20}$	10^{-12}	$1{,}24 \cdot 10^{6}$	$1{,}99 \cdot 10^{-13}$
	$3 \cdot 10^{21}$	10^{-13}	$1{,}24 \cdot 10^{7}$	$1{,}99 \cdot 10^{-12}$
	$3 \cdot 10^{22}$	10^{-14}	$1{,}24 \cdot 10^{8}$	$1{,}99 \cdot 10^{-11}$
	$3 \cdot 10^{23}$	10^{-15}	$1{,}24 \cdot 10^{9}$	$1{,}99 \cdot 10^{-10}$
	$3 \cdot 10^{24}$	10^{-16}	$1{,}24 \cdot 10^{10}$	$1{,}99 \cdot 10^{-9}$

دټیټ فریکونس برخه

د لوړ فریکوېنس برخه

رادار

د رڼا طیف

اکسریز یا رونتګن وړانګې

د ګاما او کیهاني وړانګې

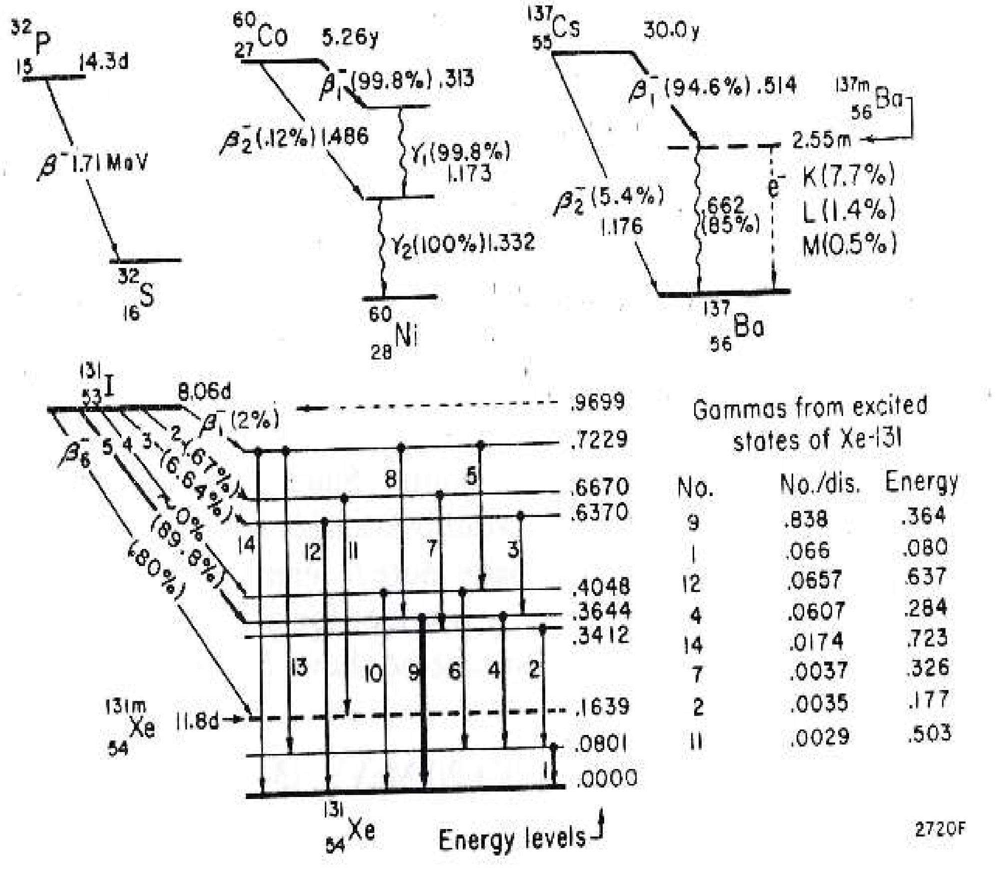
Quelle: Informationskreis KernEnergie

۱۸- شکل: دالکترو مقناطیسي وړانګو دانرژي، ځپو او فریکونسي تر منځ اړوونکي اړیکي ښودل شوې دي. (31) دیو میګا الکترون ولټ (E =1 MeV) ګاما وړانګي ځپواوږدوالي په لاندې ډول تر لاسه کوو.

λ = 1234 eV-nm / E	λ = 1234 eV-nm / 1 MeV
= 1234 eV-nm / 1 x 10^{6} eV	= 1.23 x 10^{-15} m
= 1.23 x 10^{-6} nm	= 1.23 fermi

هستوي وړا نګي (Nuclear radiation)

هستوي وړانګي هغو وړانګوته ويل کيږي چې د اتوم يوې هستې څخه خپريږي. نوموړې وړانګې د يوه مصنوعي هستوي تعامل د چاودنې په کړنلاره کې منځ ته راځي اويا داچې د طبيعي راديو اکتيو هستود تجزيې په پايله کې تر لاسه کيږی. نوموړې وړانګې په يوناني تورو لکه الفا α، بيټا β اوګاما γ سره شوول کيږي. په ۱۹- شکل کې دځينو راديو نوکليډو لکه کوبالټ Co-60 سيزيم Cs-137 ، فوسفور P-32 او ايوډين J-131 دتجزيې انرژي ترم (Energy therm) او يا په بله مانا انرژي شپيکترم (Energy spectrum) ښودل شوئ دی چې هستوي وړانګې خپروي.

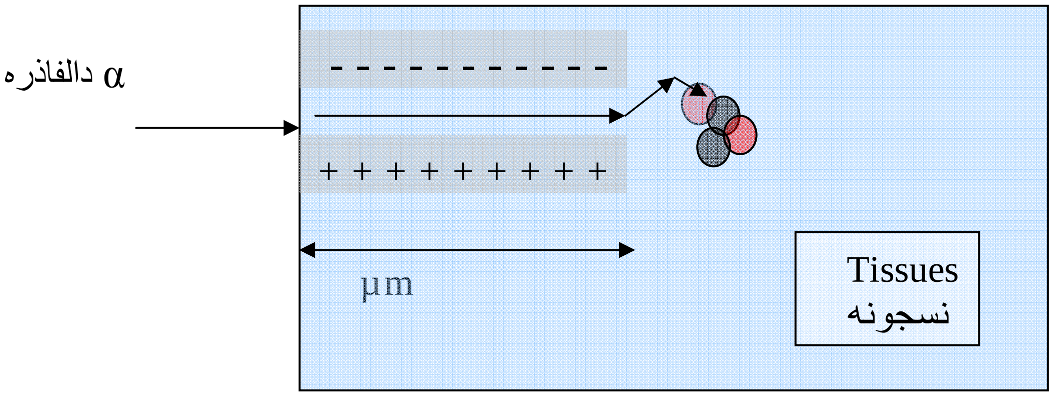


۱۹ - شکل: په درمل پوهنه کې دځينومهمو راديواکتيو ايزوټوپولکه سيزيم (Cs-137) کوبالټ (Co-60) فوسفور(P-32) او ايوډين (I-131) د هستو تجزيې شپيکترم (Decay Shema) ښودل شوئ دی. څرنګه چې نوموړې هستې د تحريک (Excitation) په حالت کې شتون (قرار) لري نو د بيټا او ګاما انرژي په خپرولو سره خپله دارتيا نه ديره (اضا فګي) انرژي په هغه وخت کې دلاسه ورکوي کله چې د هيجاني حالت (Excited state) څخه دانرژي په پرتله ټرټولو يوه ټيټ لپول يا بنستيز حالت ته (Ground state) ته راولويږي. په دغه تجزيه کې نوموړي عنصرونه په خپل وار سره په نورو ثابتو عنصرونولکه باريم Ba-137، نيکل Ni-60 ، سلفرS-32 اونجيبه ګاز کسپنون Xe-131 باندې اوړي(15) .

دبېلګه په ډول د فوسفور (phosphorus = P-32) عنصر یوداسي راديو اکتيو عنصر دئ چي سوچه ياني سل په سل کي د بېټا β وړانګي خپروي او په پايله کي په سلفر S-32 ثابت عنصربانديږ تجزيه کيږي ياني نور وړانګي نه خپروي. د فوسفور د نيمايي عمر وخت (Half life) لږ څه څوارلس ورځي (14,3d) او د بېټا وړانګو لوړه (اعظمي) انرژي يي لږڅه يوعشاريه اوه ميګا الکترون ولټه (1,71 MeV) قيمت لري. نوموړې حرکي انرژي دفوسفور دهرې يوې هستې دتجزيي په پايله کي منځ ته راځي چي د بېټا وړانګي او ديوې بلې هستوي ذرې ياني انتي نيوترينو (Antineutrino = υ^-) تر منځ ويشل کيږي . نن ورځ دفوسفورراديو اکتيو ايزوتوپ دناروغيو په درملنه او پيژندنه کي په خورا پراخه توګه ګټوراستعمال پيداکړی دی.

الفا وړانګي (Alpha rays)

دالفا وړانګي (α-rays) داسي هستوي وړانګي دي چي ديوې راديواکتيو هستي دتجزيي په پايله کي منځ ته راځي. نوموړې وړانګي د دوه نيوترونو او دوه پروتونو څخه جوړې دي اوله دې کبله د هيليم اتوم هستي سره يو شان دي ($He^4 = \alpha$). دالفا وړانګي دهستي څخه په ډير لوړ سرعت خپريږي چي قيمت يي لږ څه پنځلس ذره کيلومتره په ثانيه کي دی (15000 km/s) ياني دنورسرعت شلمه برخه جوړوي. څرنګه چي دالفا وړانګي د هيليم هستي څخه جوړې دي نودالفا وړانګو په ځاې د الفا ذرې په نوم هم ياديږي. دالفا وړانګو دخپريدلوواټن (Range) په نسجونو کي يوازې څو مايکرو متر ته ر سيږي . په ۲۰- شکل کي د الفا وړانګو د خپريدلوواټن اود توليد شوواېونونو شميرپه نسجونو کي ښودل شوئ دی. هغه راديوايزوټوپونه چي دالفا وړانګي خپروي لکه: پولونيم Po-210، يورانيمU-238، رادون Radon-222 امريسيمAmrecium- 241 اونور.



۲۰ – **شکل:** په نسجونو کي دالفا يوې ذرې د خپريدلوواټن (Range) دانرژي سره سم تر څلويښتو مايکرومتروپورې رسيږي او د لارې په اوږدو کي مثبت او منفي چارجونه (Ion pairs) منځ ته راځي.

يادونه: مايکرو متر μm = Micrometer ديوه متر يو په مليونمه برخه ده چيپه لاندې ډول هم ليکل کيږي $\mu m = 10^{-6}$ m

دالفا وړانګو دخپريدلوواټن (Range) په هواکي ديوسانتي متر څخه تر لږ څه شپږو سانتي متروپورې رسيږي. په ۲۰- الف شکل کي د الفا وړانګو د خپريدلوواټن اود توليد شوواېونونو شميرپه هواکي ښودل شوئ دی.

۲۰- الف شکل: په هواکي د الفا وړانګودخپریدلو واټن (Range) په افقي محوراو دتولید شووایونوشمیر په واحد دسانتي متر په عمودي محور کې ښودل شوې دی(31).

نوموړئ ګراف راښيي چې دالفا وړانګو دخپریدلوواټن د انرژي سره سم تړ او لري اوتر اوو سانتي متره پورې (7cm) رسیږي اوپه شپږ سانتي متر ه واټن کې د ایونایزیشن کړنلاره یو اعظمي قیمت ځانته اخلي. په نوموړي واټن کې د تولید شووایونوشمیر په واحد دسانتي متر لړ څه اوو زرو (7000 ion pairs/cm) ته رسیږي. دبلې خوا دغه ګراف په ډاګه کوي چې د ایونایزیشن پروسه د واټن په اوږدوکې یو خطیز بڼه نه لري بلکه د پیل په برخه کې خطیز او بیا وروسته د لړ څه اکسپونینسیال تابع په شکل پورته ځي. دګراف دغه ډول کړنلاره د فزیک پوهنې له مخې داسې تعبیرکولای شوچې ګنه په پیل کې دالفا وړانګو سرعت ډیروي او د مادې داتومونوسره دلږ وخت درلودلو له کبله دومره فزیکي غبرګون نه شي کولای . خو د خپریدلو واټن په اخیره برخه کې چې هلته یې د حرکي انرژي زیاته برخه با یللې ده او سرعت یې را ټیټ شوئ دئ نو د الفا وړانګې په کافي اندازه وخت لري چې دمادې داتومونو سره ډیرغبرګون وکړي. دالفا وړانګې داسې خواص لري چې دیوې پاڼې کاغذ اویا دبدن دپوستکي څخه نه شي تیریدلاې.

دپام وړ: دالفا وړانګوسرچینوڅخه په تکنالوژي او صنعت کې هم کټه پورته کیږي. دبیلګې په ډول دلوګي اندازه کولوپه آله (Smoke warning device) کې دامریسیم Amrecium- 241 څخه کار اخیستل کیږي. کله چې لوګی نوموړې آلې ته ورننوځي نودامریسیم رادیو ایزوتوپ الفا وړانګې په لوګي ککړه هوا چې ثابت جریان ښیي دیخوا په پرتله لږ ایونایزکوي اوپه پایله کې دبریښنا جریان کچه کمیږي. نو کله چې په یوه پیښه کې اوربل شي او بیا نوموړي آلې ته لوګي ورسیږي نو دبریښنا دهد ایت قابلیت کمښت مومي او دخطرزیګنال لا مل ګرځي.

په فزیک کې هغه هستې چې د الفا وړانګې خپروي د الفا تجزیې (α- decay) په نامه سره یادیږي. دالفا په تجزیه کې دترون Binding energy انرژي دنوروسپکونوکلیدوپه پر تله ډیرلوړ قیمت لري او لړ څه اته وینت میګا الکترون ولټ 28 MeV څخه اوړي. دا په دې مانا چې که وغواړود هستې څخه دالفا یوذره راوباسو نود یوه نوکلیون لپاره اووه میګاالکترون ولټ انرژي(28 Mev/4 = 7 MeV) په کارده. او س به دځینو نامتواتومونویادونه وکړو چې دالفا وړانګې خپروي لکه پلوتونیم ، رادیم او یورانیوم او دهغوې په هستوې تعا ملونو باندې به رڼا واچوو.

➢ **دالفا تجزيه (α- decay) :** كه په X سره ديوه راديو اكتيو اتوم هسته او په A داتوم كتلي نمبر اوپه Z داتوم نمبروښيو نودالفا تجزيې عمومي كړنلاره په لاندې ډول سره ليكلاى شو:

$$ {}^{A}_{Z}\mathrm{X} \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}\mathrm{Y} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}(\alpha) $$

په دغه هستوي تجزيه كې ${}^{A}_{Z}X$ دوالدين ياني دمورا وپلار (Parents) هسته ، ${}^{A-4}_{Z-2}A$ دلورهسته (Daughter nuclid) او ${}^{4}_{2}He(\alpha)$ دالفا ذرې په نامه سره يادېږي.

د بېلګه په ډول په لاند نۍ تجزيه كې پلوتونيم دوه سوه اته ديرش Pu^{238} هسته د الفا يوه ذره α(He) خپروي او دكتلي نمبر(A-4) يې دڅلورو په واحد او داتوم نمبر يې ددوېه واحد (Z-2) را ښكته كيږي. هغه هسته چې منځ ته راځي دنومړي عنصر د لورهستي په نامه سره يادېږى اوعبارت د يورانيوم دوه سوه څلور ديرش څخه دى.

$$ Pu^{238} \longrightarrow U^{234} + \alpha(He) $$

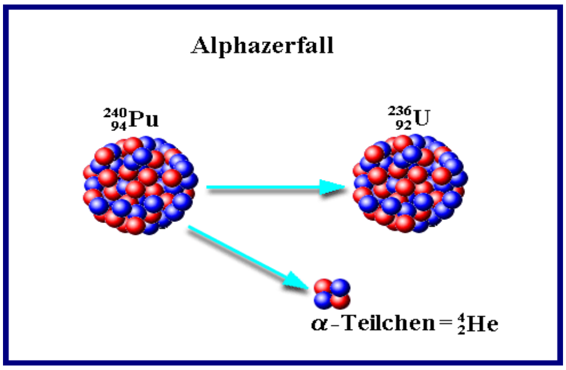
په پورتنۍ معادله كې د قوس مانا داده چې كټه د الفا ذرې په ځاى د هيليم اتوم هسته هم ليكلاى شو. يو بل مهم عنصرچې الفا وړانګې ورڅخه خپرېږي دپلوتونيم (Pu-240) راديو اكتيو عنصر دى چې په ۲۱- شكل كې ښودل شوى دى. نومړئ عنصر 94 پروتونه او 146 نيوترونه لري. دهغه دهستي چارج نمبر94 او دكتلي نمبريې چې دپروتونو اونيوترونود مجموعې څخه عبارت دى او له 240 سره مساوي دى. دپلوتونيم راديواكتيو اتوم هسته ثابت حالت نه لري داځكه چې دنيوترونوشميريې دپروتونو په پرتله ډير لوړدى. دا په دى مانا چې هستوي قواوې (Nuclear forces) نه شي كولاى چې د پروتونو تر منځ د دفاع كونكې قوې (Coulomb force) مخه ونيسي او هغوې ټول سره يوځا ى كلک وساتي.

$$ Po^{210} \rightarrow Pb^{206} \oplus He^{4} $$

دپام وړ: دالفا تجزيه هغه وخت ډير احتمال لري چې په هسته كې دپروتونو او نيوترونو تناسب كچه لكه په درندوهستوكې ډيره لوړه وي . خو كله چې دالفا ذره دهستي څخه دباندې وشړل شي نو نومړئ تناسب كميږي او هسته ديخوا په پرتله يو ثابت نوي حالت ته راځي. دبيلګي په ډول پولونيم P^{210} په هسته كې څلوراتيا پروتونه او يوسلوشپږ ويشت نيوترونه لري چې تناسب يې Z/N = 84/126= 0,667 سره مساوي دى. په نومړې تجزيه كې دسرپ Pb^{206} هسته منځ ته راځي چې د پروتونواو نيوترونوتناسب يې د پخوا په پرتله لږدى ياني Z/N = 82/124= 0,661 د نوكليونو همدغه دومره كوچنۍ توپير بس دى چې دسرپ هسته يو ثابت ياني نه راديو اكتيو حالت ځانته غوره كړي.

همدا سبب(لامل) دى چې دالفا په تجزيه كې داتوم هسته هڅه كوي چې اضافګي انرژي دوړانګو په څير دلاسه وركړي تر څو پخپله وكولاى شي يو ثابت بنستيز حالت ځانته غوره كړي. دبيلګه په ډول د پلوتونيم (Pu-240) اتوم د خپلې هستي څخه د الفا يوه ذره دباندې شړي چې په پايله كې د نومړې هستي د چارج نمبر د د وو په كچه او دكتلي نمبر يې د څلوروپه كچه ښكته رالويږي. په دغه ډول هستوي تجزيه كې د يورانيوم يو بيخي نوئ ايزوتوپ (U-236) لا س ته راځي . نومړې فزيكي كړنلاره ديوې هستوي تعامل معادلې په څير هم ليكلاى شو.

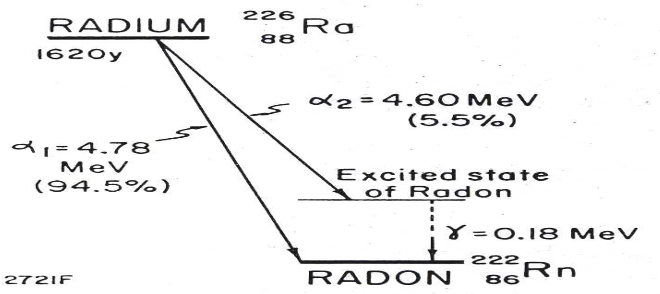
$$Pu^{240}_{94} \rightarrow U^{236}_{92} + He^{4}_{2}$$



۲۱- شکل: دپلوتونيم راديواکتيو هسته دالفا يوه ذره خپروي او پخپله يې ديورانيوم دوه سوه شپږديرش U-236 عنصر په هسته بدليږي(31).

په ۲۲- شکل کې د يوه بل ډېر مهم راديواکتيو عنصرياني راديم Ra-226 د هستي انرژي ليول بنه ښودل شوې ده. د نوموړي عنصرنيمايي عمريوزروشپږسوه شل کاله 1620 y دی او دوه الفا وړانګې اويوه ګاما وړانګه خپروي. د راديم هستي دتجزيې معا دله په لاندې ډول ده.

$$^{226}_{88}Ra_{138} \Rightarrow {}^{222}_{86}Rn_{136} + \alpha + 4{,}78\ MeV$$



۲۲- شکل: د راديم راديواکتيو هستي دانرژي ليول Energy Levels اوتجزيې شيما (Decay scheme) (15)

دراديم Ra-226 راديو اکتيو عنصر ځلورنوي عشاريه پينځه په سل (94,5%) کې درادون عنصر -Rn 222 اساسي ليول او پينځه نيم په سل (5,5%) کې درادون عنصريوي هيجاني ليول(Exited) ته تجزيه کيږي. په دې ترځ کې دهستي څخه دالفا دوه وړانګې خپريږي چې لومړی وړانګه يې لږ څه ځلورعشاريه اته ميګا الکترون ولټه 4,78 MeV اودوهمه وړانګه يې ځلورعشاريه شپږ ميګا الکترون ولټه 4,6 MeV حرکي انرژي لري. دعمرنيمايي وخت يې يوزروشپږسوه شل (1620y) کاله

دی. کله چې د هیجاني حالت څخه د هستي اساسي یاني بنستیز لېول ته را لویږي نو اضافګي انرژي یاني صفر عشاریه اته میګا الکترون ولټه (0,18 MeV) دګاما وړاګي په ډول ورڅخه خپرېږي.

طبیعي یورانیوم U -238 چې نن ورځ د هستوي وسلو برسیره دعادي وسلو په جوړولو کې هم ورڅخه کاراخیستل کیږی رادیواکتیو خاصیت لري اود الفا ، بېتا او ګاما وړانګي ورڅخه خپرېږي . په لاندي هستوي تجزیه کې طبیعي یورانیوم په خپل سر په یوه نوي عنصرتوریم Th-234 اوړي او په د ې ترڅ کې دهستې څخه دالفا وړانګي یاني دهېلیم اتوم یوه هسته خپرېږي.

$$^{238}_{92}U \longrightarrow ^{234}_{90}Th + \alpha(^{4}_{2}He)$$

په نوموړي تجزیه کې اوه اویا په سل کې 77 % د الفا یوه وړانګه خپرېږي او پخپله یورانیم سم سیخ د توریم په بنستیزلیول باندي اوړي . د نوموړي الفا زري حرکي انرژي د لږ څه څلور میګا الکترون ولټه (4 MeV) څخه هم اوړي. خو دیورانیوم هستې څخه په سل کې درویشت 23% دالفا یوه بله وړانګه هم جوفت خپرېږي او دلته یورانیوم په لومړي پړاو کې دتوریم په یوه داسي هسته اوړي چې په یوه هیجاني لیول کې پریوځي (قرارلري) او بیا وروسته په دوهم پړاو کې دیوی ګاما وړانګې په خپرولو سره چې انرژي یې پنځوس کیلو الکترون ولټه ده خپل بنستیز یاني اسا سي لیول ته را لویږي.

لنډ یز:

- دالفا یو بڅرکی ددوو پروټونو اودوونیوټرونو څخه جوړدی او د هلیم هسته جوړوي.
- دالفا ذره یا بڅرکی دوه غبرګ مثبت بریښنایزچارج لري(Double positive charges).
- دالفا یوه بڅرکي سرعت د پینځه لسو نه تر دیرشو زرو کیلومتره په یوه ثانیه او یا د نورسرعت یو په لسمه برخه پوري رسیږي.
- دالفا ذره په یو سانتي مترهوا کي دشپږو زرونه تر لسوزروپوري ایونونه تولیدوي
- دالفا وړانګي دکاغذیوي پاني څخه هم نه شي تیریدلای اوله دې کبله دبهرنی سرچینې څخه که خپرې شي نو د روغتیا په تړاوداند ېښني وړنه دي.
- که دخوراک، تماس اویاد تنفس له لاري بدن ته ننوځي نوخطر یې دروعتیا په تړاو بیخي زیات دی
- دالفا ذره په یوه هستوي چاودنه کې منځ ته راځي او کتله یې مساوي ده له:
- $m_{\alpha} = 6,644\times10^{-27}$ kg

α (alpha particle) = He^{4}_{2}

- د پلوتونیم هستي په چاودنه کې د الفا یوه ذره یاني د هیلیم He هسته ازاده کیږي..

$$Pu^{239}_{94} \xrightarrow[24,000\ yrs]{} U^{235}_{92} + He^{4}_{2}$$

(alpha particle)

بېټاو ړانګې (Beta - rays)

په طبیعت کې ځینې رادیواکتیو عنصرونه شته دي چې داتوم هستې څخه بیټا وړانګې (β-rays) خپروي. نومورې هستوي وړانګې ګړندي الکترونه دي چې سرعت یې دصفر نه تر نږدې نورسرعت پورې رسیږي او په هواکې دهغوی د خپرید لو واټن تر لسو مترو پورې رسیږي. کله چې په یوه هسته کې د نیوترونو شمیر دپروټونوپه پرتله زیات وي نو د منفي بیټا تجزیه تر سره کیږي.

بیټا منفي تجزیه (β^- decay): په دغه هستوي تجزیه کې دبیټا وړانګې هغه وخت منځ ته راځي کله چې دهستې یونیوترون n° په پروتون P^+ ، یو الکترون e^- (بیټا وړانګه) او یوه بله ذره چې د ضد نیوترینو ($\bar{v}$) په نامه سره یادیږي واوړي. دغه ډول تجزي ته بیټا منفي تجزیه ویل کیږي چې عمومي معادله یې په لاندې ډول سره ده.

$$n^0 \to p^+ + e^- + \bar{\nu}_e$$

$${}^{A}_{Z}\mathrm{X} \to {}^{A}_{Z+1}\mathrm{Y} + \beta^- + \bar{\nu}_e$$

د بیلګې په ډول دکوبالټ شپیته Co^{60} هسته د بیټا منفي تجزیه تشکیلوي اوپه پایله کې د لوریوه هسته یانې نیکل Ni اوالکترون وړانګې اود نیوترینو یوه ضد ذره منځ ته راځي.

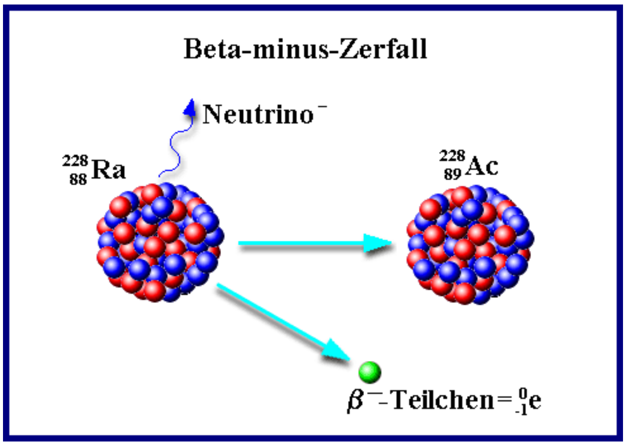
$${}^{60}_{27}\mathrm{Co} \to {}^{60}_{28}\mathrm{Ni}^* + \beta^- + \bar{\nu}_e$$

په ۲٤- شکل کې درادیم (Ra-228) رادیو اکتیو هستې تجزیه ښودل شوې چې په پایله کې یوه بیټا منفي ذره (β^-) یا نې یوالکترون، داکتینیم عنصر(Ac-228) یوه نوې هسته اود نیوترینو ($\bar{v}$) یوه ذره منځ ته راځي. د یادولوړ خبره داده چې په هره یوه هستوي تجزیه کې دچارجونواو دانرژۍ د ساتلوقانون اعتبارلري. د بیټا هستوي تجزيې په معادله کې د ضد نیوترینو ذره (بخرکی) خپریږي تر څودیوې خوا دانرژۍ د ساتلو قانون او د بلې خوا دلیپتونو شمیر (Leptons) دساتلوقانون پر ځای شي. دبیټا منفي تجزيې معادله په لاندې ډول سره لیکلا ی شو.

$$Ra^{228}_{88} \to Ac^{228}_{89} + Antineutrino + \beta^-$$

رادیم ⇦ اکتینیم + انتي نیوترینو + بیټا ذره

په بیټا تجزیه کې دهستې مثبت چارج د پخوا په پرتله د یوه واحد په کچه ډیریږي (Z+1) او یا کمیږي (Z-1) خو د کتلې شمیره یې په خپل حال پاتې کیږي .



۲٤ـ شکل: د منفي بېټا ذرى تجزیه : کله چې درادیم (Ra-228) اتوم هسته تجزیه شي نو دبېټا یوه ذره او په څنګ کې ورسره د ضد نیوترینو یوه ذره خپریږي او پخپله یې د اکتینیم (Actinium) په یوه نوې هسته بدلیږي(31).

په دغه هستوي تجزیه کې دپروتونو شمیر Z= 88 د یوه واحد په کچه لوړیږي Z= 89 خو د نوکلیونو شمیر یاني په هسته کې د پروتونواونیوترونومجموعه یا نې دکتلې شمیره یې A = 228 په خپل حال پاتې کیږي

بېټا مثبت تجزیه (β^+ decay) : ځینې عنصرونه هم شته دي چې دهغوي په هسته کې دنیوترونو شمیرد پروتونوپه پرتله لږدی. په دغه ډول هستوکې یو پروتون په یونیوترون، یو پوزیتون (Positron) او یو نیوترینو(Neutrino = υ_e) بدلیږي.

- پوزیترون دالکترون یوه ضد ذره ده داځکه چې دمنفي چارج پر ځاى مثبت برېښنایزچارج لري خو کتله یې دالکترون سره برابرقیمت لري. نوموړي ذره د بېټا مثبت ورانګې یا (β^+) په نامه سره هم یادیږي.

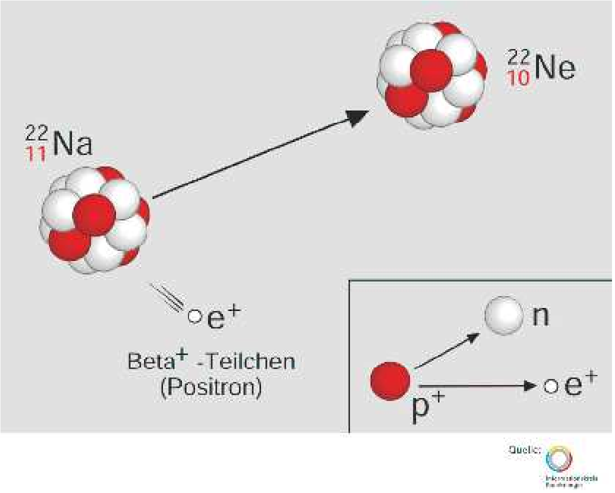
د بیټا مثبت تجزي عمومي معادله په لاندې ډول لیکلای شو:

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + \beta^+ + \nu_e$$

- د بیټا مثبت په هستوي تجزیه کې یو پروتون په یونیوترون ، یوپوزیترون(Positron = e^+) اویو نیوترینو ν_e اوړي.

$$\text{energy} + p^+ \rightarrow n^0 + e^+ + \nu_e$$

د بېلګه په ډول کله چې د رادیواکتیونایتروجن هسته تجزیه شي نو په پا یله کې دکاربون یوه هسته اویو پوزیترون (β^+) او یونیوترینو لاس ته راځي.



۲۵- شکل: دبېټا مثبت (β^+) په تجزيه کې د سوډيم هستې يو پروتون په نيوترون بدليږي او يو پوزيترون (Positron) د هستې څخه راوزي چې مثبت چارج لري او کتله يې د الکترون کتلې سره يو برابر ده.(31).

$$^{13}_{7}N \rightarrow ^{13}_{6}C + \beta^+ + \nu_e$$

راديو اکتيونايتروجن ⇦ کاربون ايزوتوپ + پوزيترون + نيوترينو

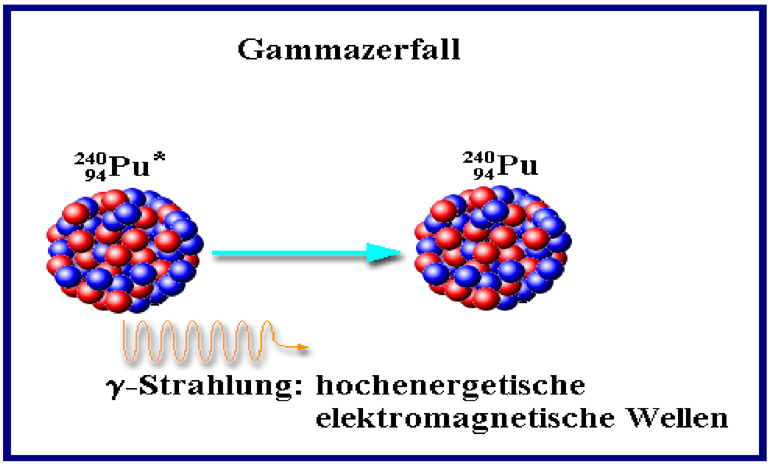
☜ **د پام وړ:** په بېټا تجزيه کې دهستې څخه يو الکترون ($ß^-$) او يا پوزيترون ($ß^+$) خپريږي او په لومړي حالت کې ($ß^-$) د پيدا شوې هستې د اتومي نمبر يوه واحد په اندازه پورته ځي او په دوهم حالت کې $ß^+$ د يوه واحد په اندازه ښکته راځي خو د کتلې نمبر په خپل حال پاتې کيږي.

ګاما تجزيه (Gamma decay) :

کله چې يوه هسته دالفا او يا بېټا وړانګې خپرې کړي نو بيا وروسته کله داسې هم پېښيږي چې دتحريک په حالت کې پاتې شي. ددې لپاره چې دغه هسته دلوړانرژي حالت څخه يوه ټيټ انرژي حالت ته راولويږي نودهستې داړونده مداړونودانرژي توپيرد ګاماوړانګوياني فوتون وړانګو په څير خپروي. داځکه چې ديوه راديواکتيو اتوم هسته هڅه کوي چې دلوړ انرژی مدارڅخه دانرژي يوه ټيټ مدارته راولويږي او په دې ډول سره خپله اضافګي انرژي ديوه ثابت حالت دغوره کولو په موخه دلاسه ورکړي. په نومړي تجزيه کې د تجزيه کيدونکې هستې د پروتونواو نيوترونو شمير تغير نه کوي او د کتلې شميره يې ثابت پاتې کيږي. يوازې د والدين هستې کتله د خپور شوي فوتون کتلې معادل انرژي په کچه سره کمښت مومي. په ۲۶- شکل کې ښودل شوې ده چې د پلوتونيم يوه تحريک شوې (را پارولې) هسته دګاما وړانګې خپروي.

ګاما وړانګې (Gamma - rays)

ګاما وړانګې (γ-rayys) دنور(light) په شان الکترومقناطيسي څپې دي خوانرژي يې دنورڅپو په پرتله ډيره لوړه ده چې دفوتون وړانګو او يا فوتون کوانټ هم ورته ويل کيږي.



۲٦- شکل: دپلوتونيم يوه راديو اکتيو تحريک شوي هسته خپله اضافکي انرژي دګاماوړانګوپه ځيردلاسه ورکوي خو دهستې دپروتونو اونيوترونوشميرپه خپل حال پاتې کيږي(34) .

په لاندنی معادله کې دباريم راديواکتيو هسته په يوه هيجاني حالت کې قرار لري (پريوځي) چې د دغې انرژي ليول دژوند موده لږ څه اوږده ده او له دې کبله د سمبول د پاسه د ام (Metastabile = m) په توري سره ښودل شوئ او دګاما وړانګوپه خپرولو سره خپله اضافکي انرژي دلاسه ورکوي.

$$Ba_{56}^{137\ m} \rightarrow Ba_{56}^{137} + \gamma$$

☜ کله چې يو اتوم ^{A}X د تحريک په حالت کې وي نود پاس په سر يې يوه نښه لکه ستوری * کښل کيږي . دګاما تجزيې عمومي معادله په لاندې ډول ليکلای شو:

$$^{A}_{Z}X^{*} \rightarrow {}^{A}_{Z}X \oplus \gamma$$

دګاما تجزيې يو وتلی بېلګه د کوبالت شپيته راديو اکتيو Co-60 هسته جوړوي چې دوه ګاما وړانګې ورڅخه خپريږي او په اخيرکي دنيکل (Ni-60) په يوه ثابت عنصراوړي. دغه هستوي تعامل په لاندې ډول سره ليکلای شو.

$$Co^{60} \Rightarrow Ni^{60} + \gamma_1 (1{,}1732\ MeV) + \gamma_2 (1{,}33\ MeV)$$

په نوموړي تجزيه کې لومړی کوبا لت شپيته په تحريک شوي نيکل Ni اوړي او بيا وروسته نيکل دګاما دوه وړانګې خپروي چې انرژي په خپل وار سره لږ څه يوعشاريه دوه ميګا الکترون ولټه اويوعشا ريه درئ ميګا الکترون ولټه قيمت لري . دیادولو وړده چې د کوبالت نوموړې وړانګې د سرطان ناروغی په درملنه کې يو ډير اړين او مهم رول لوبوي.

دهستي ترون انرژي (Nuclear binding energy = B = $\Delta m \times c^2$)

په داسي حال کي چي د يوه اتوم په مدارونوکي دالکترونواوپه هسته کي د پروتونوتر منځ بريښنايزياني الکترو ستاتيک قوه (Electrostatic force) اغيزمنه ده او الکترونه په هسته باندي يو ځای کلک ساتي خوداتوم په هسته کي نيوترونه او پروتونه د يوې ډيرې زوروري هستوي قوې (Nuclear force) په واسطه ديوه بل سره کلک تړلي دي. که وغواړو چي د اتوم هستي څخه يونيوترون او يا يو پروتون (نوکليون) دهستوي قوې دجاذبي څخه بيخي ازادکړونوددي اړتيا شته ده چي دنوموړې قوې په مقابل کي کار تر سره شي. دهستي څخه د يونوکليون د بيلولوپه موخه په منځني ډول سره لږ څه اته ميګا الکترون ولټ (8MeV/Nucleon) انرژي په کارده. په داسي حال کي چي داتوم د k مدار څخه د بيلګي په ډول د يو ه الکترون د رايستلولپاره لږ څه سل کيلو الکترون ولټ (100 keV) انرژي په کارده.

✍ تولة هغه انرژي چي ديوه اتوم هستي دټوټوټي کولواود هغي څخه ديو نوکليون لکه پروتون اويا نيوترون دبيلولولپاره په کارده دهستي ترون انرژي په نامه سره ياديږي.

دکتلي تنقيص يا د کتلي نيمګرتيا (Mass defect= ΔM)

نن ورځ ډيرو هستوي څيړنو او دقيقو تجربو په ډاګه کړې ده چي د هر يوه اتوم ځانګړې کتله ددغه اتوم دنوکليونو د مجموعي کتلي په پرتله کوچني ده. د بيلګي په ډول د هيليم هسته ددوه پروتونو او دوه نيوترونوڅخه جوړه ده. نوکله چي دنوموړوځلوروذرو کتله سره جمع کړو او بيا يي دهيليم اتوم هستي کتلي څخه منفي کړو نود کتلي توپير يي د $\Delta M = 0{,}030376$ u سره برابر کيږي. د کتلي نوموړې توپير ته د کتلي تنقيص او يا دکتلي کمښت ويل کيږي. کله چي د کتلي دغه کمښت Δm دنورسرعت c د مربع سره ضرب کړونو نوددغي هستي لپاره د ترون انرژي ($B = \Delta m \times c^2$) قيمت تر لاسه کيږی. په يوه هستوي چاودنه کي د ترون انرژي د توليد شوو هستو او ذروتر منځ د حرکي انرژي په ډول ويشل کيږي.

پوښتنه: په لاندنی هستوي چاودنه کي ديورانيوم دوه سوه اته ديرش ايزوټوپ په توريم اويوه الفا ذره تجزيه کيږي. کله چي ددغو دواړوپيداشوو ذروکتلي سره جمع کړونود يورانيم کتلي څخه ډيره ده. دالبرت اينشټاين دانرژي اوکتلي د معادل اړيکو په پام کي نيولو سره د نيمګړې کتلي انرژي محاسبه کړی؟

حل: ديورانيم کتله مساوي ده له $m = 238{,}0508$ u او دتوريم کتله مساوي ده له:

$m_{Th} = 234{,}0436$ u او د الفا ذرې کتله مساوي ده له : $m_{\alpha} = 4{,}0026$ u

کله چي دالفا اوتوريم ذرو کتلي سره جمع اوبيا يي د يورانيوم کتلي څخه منفي کړونولروچي:

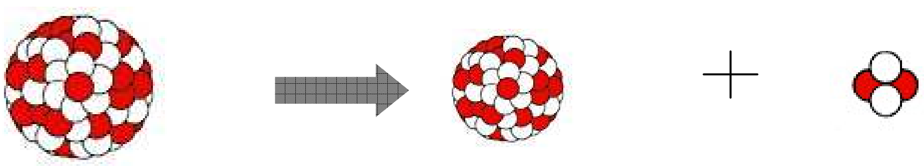
$$(234{,}0436\ u + 4{,}0026\ u) - 238{,}0508\ u = \Delta m = 0{,}0046\ u$$

کله چې دکتلې نوموړئ توپیرد نور سرعت په مربع سره ضرب کړو او په یاد ولرو چې داتوم کتلې واحد $u = 931MeV/c^2$ سره برابر دی نود انرژي E لپاره لیکلای شوچې:

$$E = (0,0046\ u)\times(931\ MeV/u) = 4,3\ MeV$$

ځواب: په نوموړې هستوي چاودنه کې لږ څه ځلور میګاالکترون ولټ انرژي ازاده کیږي چې دکتلې د کمښت (Mass defect) سره معادل قیمت لري.

$^{238}_{92}U$ یورانیم | $^{234}_{90}Th$ توریم | $^{4}_{2}alpha$ الفا ذره



238.0508 u
دپلارمورذرې کتله
Parent mass

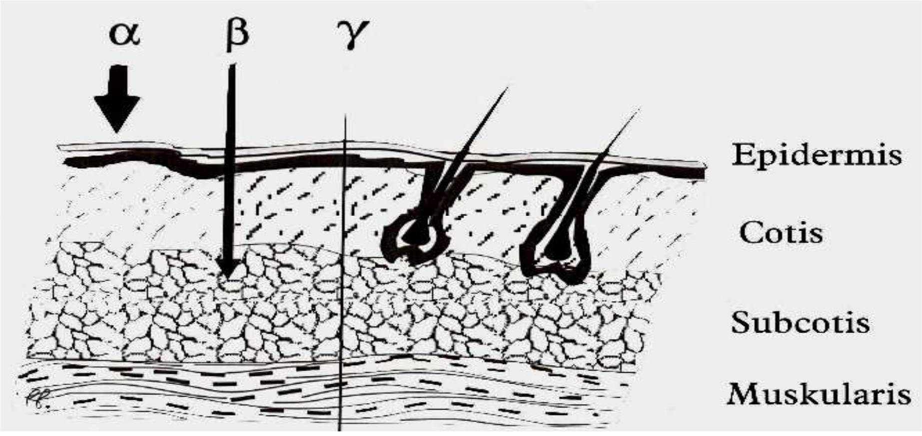
234.0436 u
دلور ذرې کتله
Daughter mass

4.0026 u
دالفا ذرې کتله
Alpha mass

په پوستکي کې دالفا ، بیتا او ګاما وړانګو د ننوتلو کچه

په ۲۷- شکل کې ښودل شوې ده چې دبدن پوستکي ته دالفا (α)، ګاما (γ) او بیتا (β) وړانګې ننوځي او هلته بیا لوژیکی او کیمیاوي اغیزې تر سره کوي. د بېلګه په ډول د الفا وړانګې د بدن په پوستکي کې ترصفرعشاریه یو ملي متره ژورې ننوتلای شي اوبیا هلته خښې پاتې کیږي. نوموړې وړانګې خپله ټوله انرژي د ځوحجرودغبرګون څخه وروسته دلاسه ورکوي.

په پوستکي کې دنوموړو وړانګو د ننوتلوکچه په ۲۷- شکل کې ښودل شوې ده.



۲۷- شکل: د بدن په پوستکی کې دالفا (α)، بیتا (β) او ګاما (γ) وړانګو د ننوتلوکچه د ویکتورونوپه اوږدوالي او ناوړه اغیزې یې د ویکتورونو په پنډوالي ښودل شوې ده. دالفا وړانګې د پوستکي په

پاسنی پټ یاني اپیي درمېس Epidermis اودرې مېګا الکترون ولت بیټا وړانګي لړخه یو نیم سانتي متره په پوستکي کې ژور تر کوتیس (Cotis) پټ پورې رسیږي. دګاما وړانګي دومره زوروري دي چې یوه برخه یي دټول بدن څخه هم تیریدلای شي.

لنډیز: تجربو ښودلې ده چې په حجروکي دالفا وړانګو دزیان کچه د بیټا او ګاما وړانګو په پرتله شل واره زیاته ده. د بیټا وړانګي له ګړندیو الکترونو څخه جوړې دی چې د بدن په نسجونو کې څو سانتي متره ژور نفوذ کولای شي. ګاما وړانګي الکترو مقناطیسي وړانګي دي چې په هره ماده کې ډیر ژور ننوتلای شي. د بیلګه په ډول د ګاما وړانګو یوه برخه د کنکریټ مادې څخه چې پنډوالی یي لږ څه یومتر وي هم تیریدلای شي نو له دې کبله دنومورو وړانګو دخطرڅخه ځان ژغورل او خوندی ساتل ډیر ګران او حتی نا شونی (ناممکن) کار ګڼل کیږي.

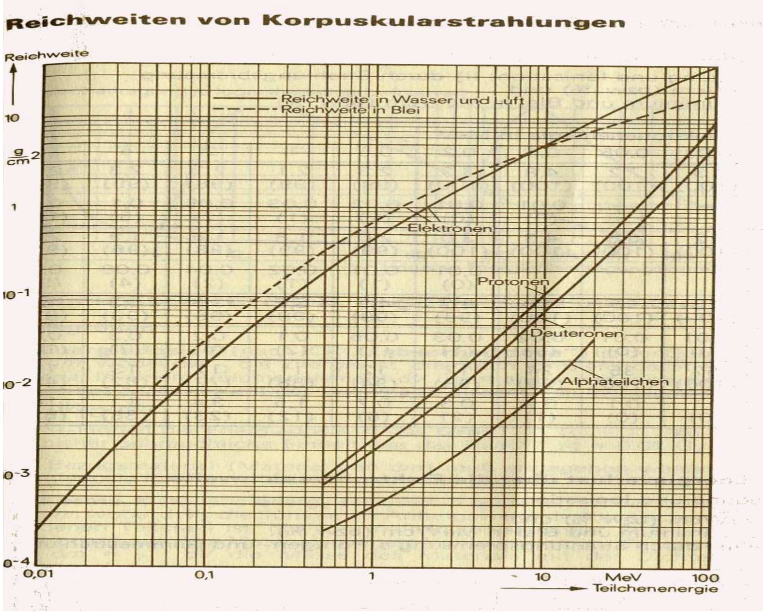
دهستوي ذرو انرژي	په هوا کې دخپریدنې واټن Range in air (mm)			په اوبو کې دخپرېدنې واټن Range in water (mm)		
	الکترون	پروتون	الفا ذره	الکترون	پروتون	الفا ذره
0,1 MeV	12	0,13	0,12	0,14	0,0016	0,0014
0,2 MeV	33	0,25	0,18	0,40	0,0030	0,0022
0,5 MeV	140	0,80	0,32	1,7	0,0098	0,0039
1,0 MeV	330	2,3	0,50	4,0	0,028	0,0061
2,0 MeV	790	7,0	1,0	9,5	0,086	0,012
5,0 MeV	2100	33,0	3,2	25,0	0,40	0,039
10,0 MeV	4150	120,0	9,5	50,0	1,47	0,12
20,0 MeV	8300	400,0	32,0	100,0	4,9	0,39
50,0 MeV		2000,0	160,0	250,0	24,0	1,9
100,0 MeV		6500,0	550,0	400,0	78,0	6,6

۱۵- جدول: په اوبو او هوا کې دالفا، بیټا، پروتون او الکترون د خپریدنې واټن په واحد د ملي متر (mm) ښودل شوئ دی.

دپام وړ: کله چې الکترومقناطیسي وړانګي او هستوي ذرې لکه الفا ،نیوترون، پروتون او پوزیترون اوداسې نور په یوه ماده ولګیږ ي نو هلته یو لړبنسټیز فزیکي، کیمیاوي او بیالوژیکي عملیې (پروسې) تر سره کیږي چې په پایله کې خپله تولنه اویا یوه برخه انرژي دلا سه ورکوي اودمادې اتومونه، مالیکو لونه په چارج شوو منفي او مثبت ایونو او رادیکالو بدلوي. له دې کبله نوموړې وړانګي د ایونایزکوونکو وړانګو په نوم سره یادیږي چې دکتاب په پاتې برخه کې به د لنډیز په موخه د ایونایزکوونکو وړانګو پر ځای دوړانګو نوم وکړو.

که چیرته یوه هسته په کافي اندازه دهیجان په حالت قراروه نه لرې نوددې احتمال شته دی چې خپله د تحریک اضافګي انرژي دفوتون دخپرولو له لارې نه بلکه سم سیخ د کې K او ایل L مدار الکترونو ته انتقال کړي.نوموړې پیښه د نني بدلون یا انټرنال کونورزیون (Internal conversion = IC)

نوموړې کړنلاره په هغو هستوکي ډيره پيښيږي چې دپروتونو شمير يې لوړوي. داځکه چې په نوموړوهستو کې دالکترونواو پروتونوترمنځ دکولومب غبرګون ډير زورروري او له دې کبله دالکترونومدارونه هستې خواته ورځکول کيږي.



۲۸- شکل: د الفا بځرګی (Alpha particle)، دويتورون (Deutoron) ، پروتون (Proton)، او الکترونود خپريدلوواټن (Range) په عمودي محور (واحد يې ګرام پر سانتي متر مربع) او د نوموړو ذروانرژي په افقي محور(واحد ميګا الکترون ولټ) سره ښودل شوئ ده . غزيدلې ليکې دنوموړو ذرود خپريدلو واټن په اوبو او پرې شوې ليکي په سرپو (Lead) کې ښيي(50).

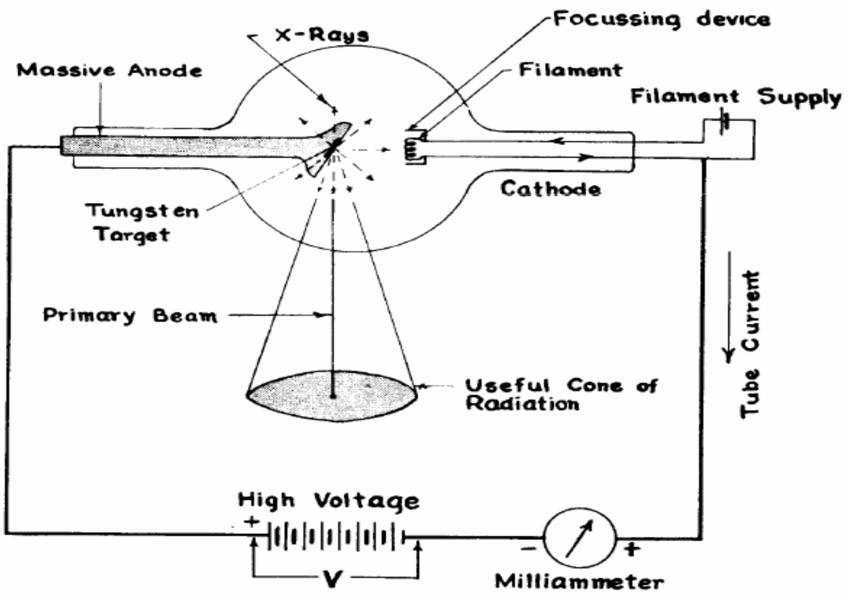
اکسريز يا رونتګن وړانګې (X-Rays or Roentgen Rays)

په ۱۸۹۵ م کال کې اکسريز (X-Ray) ديوه جرمني فزيک پوه کونراد رونتګن (Conrad Roentgen) له خوا رابرسيره (کشف) شوئ چې دهغه له خوا لومړی د اکس ياني ناځرګنده وړانګو په نوم سره يادشوې. په ۲۹- شکل کې د نوموړو وړانګو د منځ ته راتلو ټکنالوژي او آله ښودل شوې د ه. د يوې کتود (Cathode =K) د سرچينې ځخه الکترونه راوزي او د سل کيلو ولټه 100 kV په مرسته سره دهوا نه تش شوي شيشه يي لو ښي کې سم سيخ دانود وخواته تعجيل ورکول کيږي ترځو په اخير کې په يوه فلزي انود (Anode = A) ولګيږي. کله چې نوموړي ګړندي الکترونه د انود اتومونو د هستې په نږدې واټن کې تيريږي نو دهستې د کولومب قوې تر اغيزې لاندې راځي او داتوم هستې ته راځکول کيږي. ځرنګه چې نوموړي ګړندي الکترونه د خپل سم سيخ سمت ځخه دکولومب قوې په واسطه راکاږه کيږي اوهم دريدلو ته اړکيږي نو په دې ترځ کې د ايکس بريمز وړانګې (X – Bremsstrahlen) او يا په بل عبارت دبريک وړانګې (X-Break rays) منځ ته را ځي.

☑ داکسريزځخه دناروغيوپه تشخيص کې ګټه پورته کيږي او انرژي يې (10-150 keV) ده

☑ داکسريز ځخه د ناروغيوپه درملنه کې ګټه پورته کيږي او انرژي يې (1-50 MeV) ده

☑ هغه آلې چې دناروغيوددرملنې لپاره استعماليږي لکه کوبالټ شپيته Co-60 ، بيتاترون Betatron، سم سيخ تعجيل کوونکی Linear Accelerator په نامه سره ياديږي.



۲۹- شکل: داکسریز(X-Ray unit) د تولید کولوآله ښودل شوې ده. کله چې ګرم ندي الکترونه e^- د کتود Cathode څخه راووزي نودتعجیل څخه وروسته په انود Anode باندې لګیږي اوهلته د اتوم هستې مثبت چارج په ساحه کې د خپل سم سیخ سمت څخه کا ږه کیږي او په پایله کې د رونتګن وړانګې یااکسریز(X-Ray) منځ ته راځي. نوموړې وړانګې بیا د یوې کړکې څخه د باندې راوزي primary beam چې د ویکتوریاني غشي په څوکه ښودل شوې دي(Cunningham-15) .

- کله چې داکسریز ګتور استعمال په درملنه او دناروغیو په پیژندنه کې په ثبوت ورسیده نو بیا وروسته دنوموړي فزیک پوه په ویاړ سره درونتګن نوم ورکړشواو برسیره پر دې یو رونتګن Roentgen = R دوړانګو د واحد په صفت هم وټاکل شو.

- **پخوانی تعریف:** یو رونتګن دوړانګو هغه اندا ز ه ده چې په یوه سانتي متر مکعب وچه هواکې دالکتروستاتیک واحد چارج $(3,3362\times10^{-10}$ C) په اندازه یوډول یاني مثبت او یا منفي برېښنایز چارجونه تو لید کړي. نوموړې قیمت په یوه سانتي متر مکعب وچه هوا کې د لږ څه دوه ملیارده جوړه ایونو $(2,082\times10^{9}$ ion pairs/cm^3) سره سمون لري.

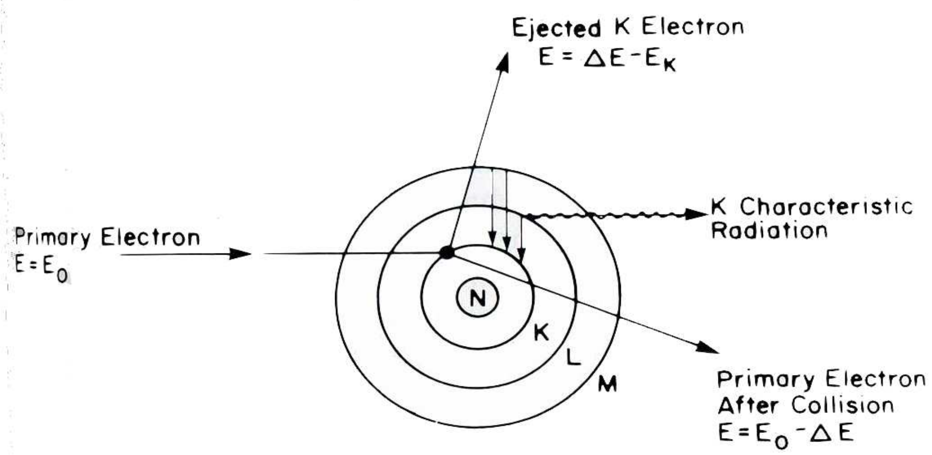
- درونتګن وړانګو اوسنۍ اوداعتبار وړ تعریف په لاندې ډول دی(**SI**) :

* **یو رونتګن** په یو کیلو ګرام وچه هواکې دایونایز کونکو وړانګو په وا سطه پیداشوې برېښنایز چارجونه دي چې قیمت یې لږ څه دوه نیم په لس زرمه برخه د کولومب (1R= $2,58\times10^{-4}$ C/Kg) سره سمون خوري او په هواکې دیو رونتګن وړانګوجذب شوې انرژي اندازه یې لږ څه یو سانتي ګرې سره مساوي ده .

په ۱۹۰۱ م کال کې رونتګن ته ددغه بې ساري او ارزښتنا که کشف له کبله دنوبل جايزه (Nobel Prize) ورکړل شوه. اکسريز يا د رونتګن وړانګې الکترومقناطيسي وړانګي دي چې دناروغيو په پيداکولو او پيژندلو کې يې انرژي تر سلو کيلو الکترون ولټه 100 KeV اوړد پوستکي د درملني لپاره يي انرژي تردوه سوه کيلو الکترون ولټه 200 keV او دبدن ژوري برخود درملني لپاره ترخو مېګا الکترون ولټه MeV پورې رسيږي. درونتګن يااکسريز(X-Ray) ايونايز کوونکي وړانګو په دوه ځايونو کې منځ ته راتلای شي .

- **لومړی:** هغه وړانګې دي چې داتوم په مدارونوکې منځ ته راځي
- **دويم:** هغه وړانګې دي چې داتوم هستې د کولومب په برېښنايزساحه کې منځ ته راځي.

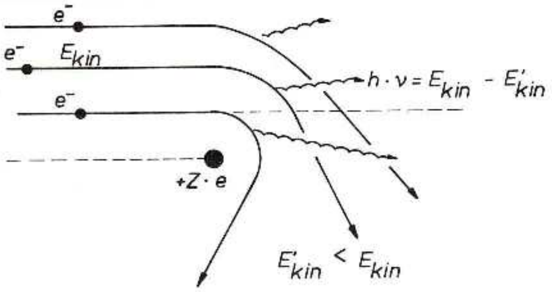
په ۳۰- شکل کې داکسريز هغه وړانګې ښودل شوې دي چې داتوم په مدارونوکې منځ ته راځي او د کرترېستيک يا مشخصه (تاکلي) اکسريز(Characteristic X- Ray Radiation) په نامه سره ياد يږي.

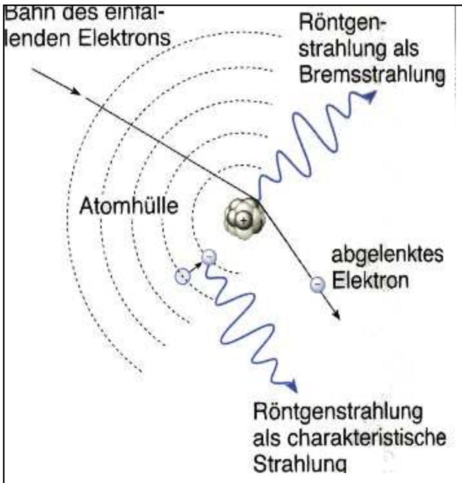


۳۰- شکل: د مشخصه (تاکلي) اکسريز (Characteristic X- Ray) د منځ ته راتلو کړنلاره ښودل شوې ده. په نوموړي شکل کې داتوم هستې ته د ننوتونکي يا لومړی الکترون انرژي په $E = E_0$ او دغبرګون څخه وروسته پاتې انرژي په $E = E_0 - \Delta E$، سره ښودل شوېده. هغه الکترون چې د k کې مدار څخه ايستل شوئ دی د Ejected k Electron په نامه سره يادېږ ي او انرژي E يې مساوي ده له: $E = \Delta E - E_k$ (25). په دغه غبرګون کې د k مدارمشخصه اکسريزليدل کيږي(k Characteristic Radiation).

دتاکلو اکسريزدانرژي شپېکترم دهرعنصرلپاره ځانګړی او خطي ياني دکرښې په شان شکل لري. په ۳۱ - شکل کې داکسريز دويم ډول وړانګې ښودل شوې دی چې داتوم په مدارونو کې نه بلکه دهستې په نږدې ساحه کې پيدا کيږي. دغه ډول وړانګو ته دبريمز وړانګو (Bremsstrahlung) چې د بريک break مانا ورکوي نوم ورکړ شوئ دی. نوموړې وړانګې خطي طيف نه بلکه يو پراخ پلن طيف لري. کله چې ګړندي الکترونه د اتوم هستې ته ورنږدې شي نو هلته دپروتونو د مثبت چارج له خوا را څکول کيږي چې په پايله کې درونتګن بريمز وړانګې منځ ته راځي. نوموړې فزيکي کړنلاره په ۳۱ شکل کې ښودل شوې ده.

هرڅومره چې يو الکترون داتوم هستې په برېښنايز ساحه اودهستې پروتونو (+Z.e) ته ورنږدې تيرېږي په همغه کچه ډيره حرکي انرژي E_{kin} دلاسه ورکوي اودانرژي توپير يې د فوتون بريمزوړانګو ($h\upsilon=E_{kin}-E`_{kin}$) په بڼه خپرېږي





۳۱- شکل: کله چې يوالکترون د هستې په نږدې ساحه کې تيرېږي نود کولومب قوې داغيزې او غبرګون په پايله کې اکسريز نه کرکتريستيک يا بريمز (Bremsstrahlung) وړانګې منځ ته راځي (9)

Figure 1.1. The first radiograph of a living object, taken in January 1896, just a few months after the discovery of x-rays. (Courtesy of Röntgen Museum, Würzburg, Germany)

۳۲- شکل: دفزيک پوه رونتګن ميرمنې دلاس اکسريز عکس ليدل کيږي چې درونتګن وړانګوپه مرسته اخيستل شوی دی. داکسريز نوموړئ عکس د انسان لومړئ عکس دئ چې په ۱۸۹٦ م کال جنوري مياشت کې دنوموړو وړانګو د رابر سيره کيدلوڅه څو مياشووروسته اخيستل شوئ دی .

په ۱۹۰۳ م کال کې دلومړي ځل لپاره دپوستکي سرطان ناروغۍ ددرملنې لپاره د اکسريز څخه ګټه واخيستل شوه. څرنګه چې په لومړئ موده کې دوړانګو اندازه کولولپاره د فزيک کميت يا واحد نه ووټاکل شوئ نود دوړانګو اندازه کول يوازې د بيالوژيکي اوکلينيکي اغيزوپه اساس تر سره کيدلې. دبېلګه په ډول هغه کچه وړانګې چې دپوستکي د سوروالي (Erythem) سبب(لامل) ګرځي د بيالوژيکي ډوزيمتري تر ټولولوړې کچې واحد په صفت وپيژندل شوې او په هغه وخت کې پريکړه وشوه چې بايد ناروغ ته تر دې قيمت نه پورته په يوه وار ور نه کړې شي.

د اکسریز د کشف څخه څو کاله وروسته په ډاګه شوه چې که څه هم دروغتیا په تړ او داکسریزیږه کارول یوه ډیره ګټوره طبي کړنلاره ده خو دبلې خوا اکسریزدګتي په څنګ کي د انسانانوبدن ته زیان هم رسولاي شي او د سرطان ناروغی سبب(لامل) ګرځیدلای شي. د بېلګه په ډول په ۱۹۳٤ م کال کي میرمن کیوري (Curie) یوه فرانسوۍ فزیک پوهه د ویني سرطان په ناروغی مړه شوه . دا ځکه چي مادام کیوري دتجربو په موده کي د ډیر وخت لپاره درادیم عنصر سره نږدې تماس درلود او داکسریزخطر يې د پام څخه غورځولی وه.

بېلګه:
دیوي ځلوینت کیلو ولټ 40 keV اکسریزدستګا ه څخه وړانګې راوزي او دناروغی د پیژندنې په موخه د بدن هډوکو سره غبرګون کوی. په نوموړي کړنلاره کی د کاربن اتوم ایونایز کیږی چي د باندني مدار O-shell لپاره يې د تړون انرژي قیمت لس الکترون ولټ (0,01KeV) دی. دنوموړي مدارڅخه یو الکترون راوځي چي حرکي انرژی يې شل کیلو الکترن ولټه 20 keV سره برا بره ده. دکمپټون خپریدونکي فوتون حرکي انرژي څومره ده؟
حل:

$$40 = X + (0,01 + 20)$$

$$40 = X + 20,01$$

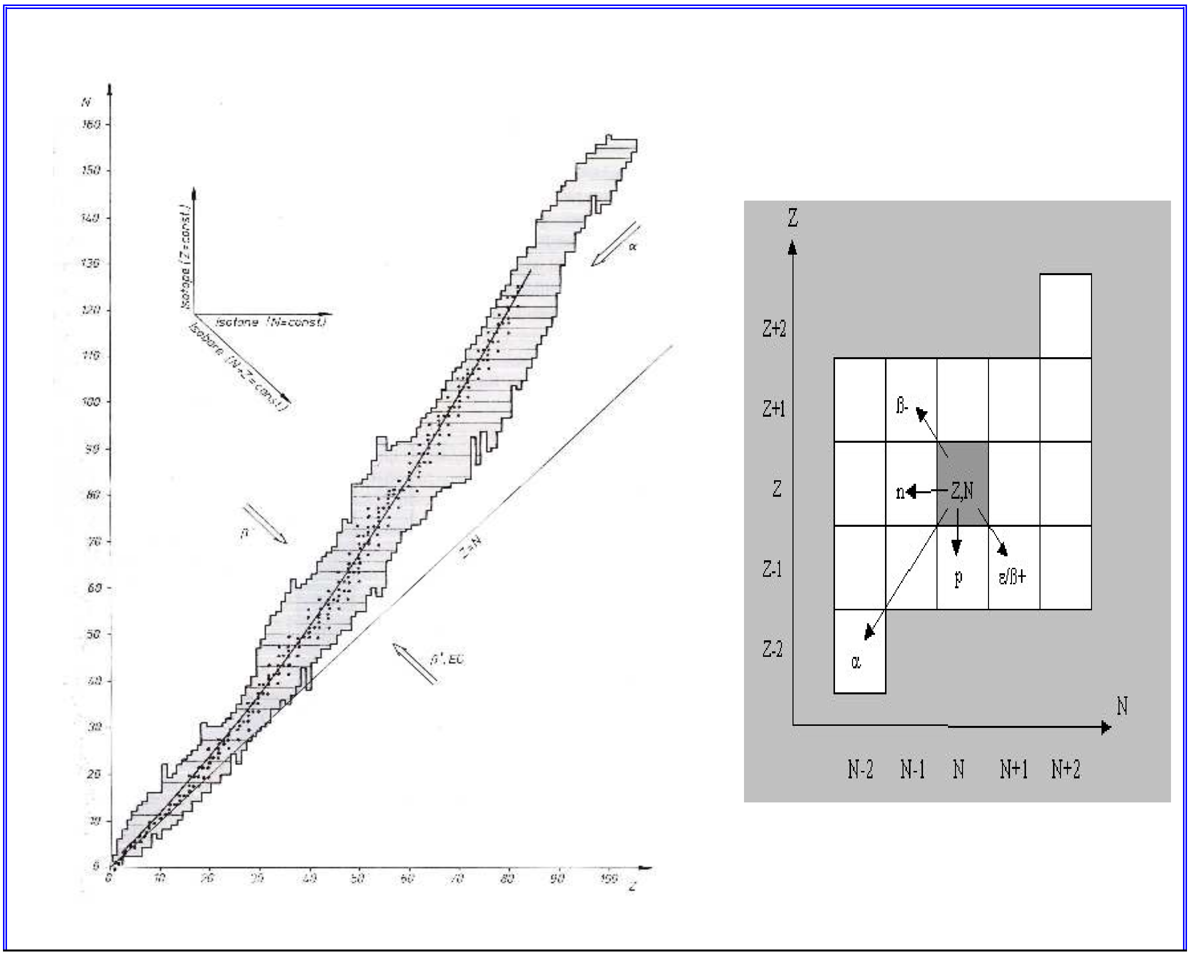
کله چي د پورتنی معادلي شی او کیڼ اړخ څخه 20,01 منفي کړو نو د X نا ملومه قیمت ترلاسه کیږي چي د کمپټون فوتوون انرژي سره برابردی

$X= 19,99\ keV$

نوکلید چارټ (Nuclide chart)

په ۳۲- الف شکل کي دیوسلو پینځه لسو عنصرو لپاره د (Segre nuclide chart) زیګري نوکلید چارټ ښودل شوئ دی. دیوي هستي دپیژندلوپه موخه په دغه کړنلاره کي دپروټونو شمیر او نیوترونوشمیر څخه کار اخیستل کیږي. په یوه نوکلید چارټ کي داتومونوپه هسته کي دنیوترونونوشمیر N او پروټونو شمیر Z تر منځ اړیکي دیوه ګراف په شکل سره ترتیب شوې دي. دیوي هستوي چاودنې په کړنلاره کي یونوکلید چي په لومړي پړاوکي دموروپلارنوکلید (parents nuclide) ورته ویل کیږي اوپه نوکلید چارټ کي ددغه نوکلید دواړومحورونو موقعیت په Z او N با ندې ټاکل شوئ وي نودتجزیې څخه وروسته په یو ه اویا ډیرونورو نوکلید وتجزیه کیږي چي د لور (Daughter) نوکلید په نوم یادیږي اوپه خپل وارسره په محورونوکي دهغوی موقعیت په (Z1,N1) او (Z2,N2) سره ښودل کیږي.د بېلګي په ډول که چیرته موږیو نوکلید په نوموړي ګراف کي تر کتنې لاندې ونیسو چي موقعیت يې په افقي محور کي په Z او عمودي محورکي په N سره ښودل شوئ اود نوکلید چارټ په تور بخونه خړه برخه کي موقعیت ولري نو کله چي په یوه داسی مور پلارعنصرکي هستوي تجزیه

تر سره شي او دالفا وړانگي ، بیتاوړانگي، نیوترون ذرې او پروتون ذرې ورڅخه خپرې شي نو په پایله کې په یوه او یا ډیرولورگانونوکلید واوړي. څرنگه چې دالفا په تجزیه کې دمور پلارنکلید (Z,N) څخه دوه پروتونه او دوه نیوترونه خپریږي او په پایله کې د لورنوکلید دخپل پخواني موقعیت په پرتله ددوه واحدونو په کچه کیڼې خواته او ددوه واحدونو په کچه ښکتې خواته را تیتیږي نو له دې کبله د رادیو نوکلید په چارت کې په (Z-2; N-2) سره ښودل کیږي.



۳۲- الف شکل: دپورتني شکل په کیڼ اړخ او په عمودي محورکې د نیوترونو شمیر N او په افقي محورکې دپروتونو شمیرZ ښودل شوئ دی. په یوه نوکلید چارت کې د والدین نوکلید یانې مور پلار نکلید (Parent nuclide) یوه هسته(Z,N) تجزیه کیږی اوپه لور نوکلید (Daughter nuclide) اوړي. د بیلگې په ډول په پورتني ښي اړخ گراف کې د یوې هستوي تجزیې د ډول سره سم یونوئ نوکلید منځ ته راځي چې دپروتونو (Z+1;Z-1) او نیوترونو(N+1;N-1) شمیره یې د والدین نوکلید سره توپیر لري . د نوکلید چارت په افقي قطار یالیکه کې دیوه همغه نوکلید نور ایزوتوپونه پراته دي چې د پروتونوشمیر یې ثابت دی Z = constant خود نیوترونوشمیر یې دیوه بل نه توپیر لري. په پورتني گراف کې هغه نوکلید چې رادیواکتیو خاصیت نه لري په توروټکوسره ښول شوي دي. هغه هستې چې د پروتونوشمیر یې د نیوترونو شمیر سره یوشان وي (Z=N) په سم سیخ کرښه ښودل شوې ده.

پوښتنې(Questions) :

(ځوابونه یي په نونسم څپرکي کي ورکړشوي دي)

۱-۵ ایونایزکوونکي وړانګي په څوډولوویشل شوي اوپه ماده کي څه غبرګون ښیي ؟

۲-۵ په فزیک کي وړانګي څه ډول تعریف شوي دي اوڅه مانا لري؟

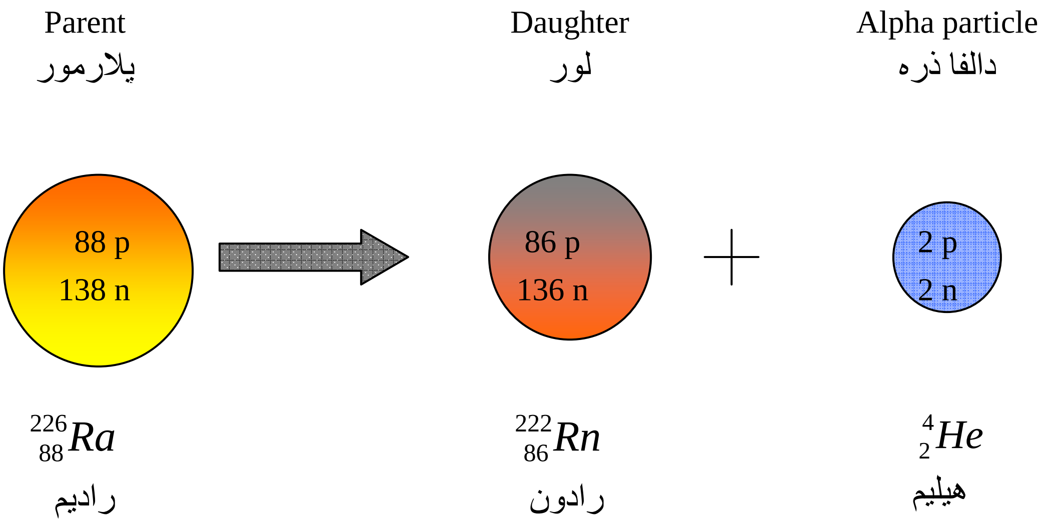
۳-۵ هستوي وړانګي کوموورانګوته ویل کیږي اوڅو ډوله دي نومونه یي واخلی؟

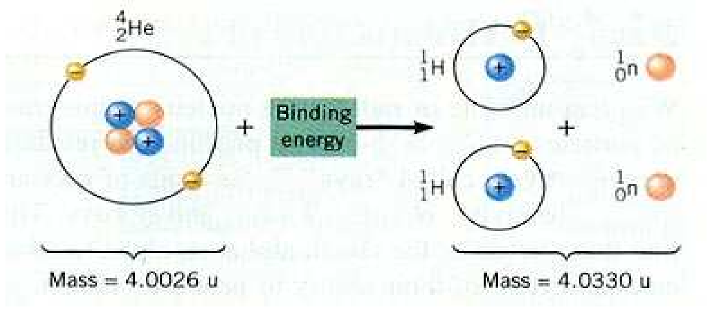
٤-۵ دالفا یوذره چي انرژي یي څلورمیګا الکترون ولټ قیمت لري په هواکي څومره شمیر ایونونه په یوه سانتي متر او دلاري په اخیرنی برخه کی تولیدوي؟

۵-۵ دالفا تجزیه څه شي ته وایي؟

٦-۵ ایونایزکوونکي وړانګي کوموورانګوته ویل کیږي؟

۷-۵ په لاندني شکل کي درادیم هسته تجزیه کیږي. دغه ډول تجزیه څه نومیږي اودنوکلید په چارت کي دپیداشوي لورنوکلید موقعیت چیرې دی؟





(Binding energy of helium) دهیلیم اتوم ترون انرژي

$$\Delta m = 4.0330 - 4.0026$$
$$= 0.0304 \text{ u}$$
$$E = (931 \text{ MeV /u})\ 0.0304 \text{ u}$$
$$= 28.3 \text{ MeV}$$

څرنګه چي دهیلیم اتوم په هسته کي څلورنوکلیونه دي نود ترون انرژي په یو نوکلیون مساوي ده له اوه میګا الکترون ولټه

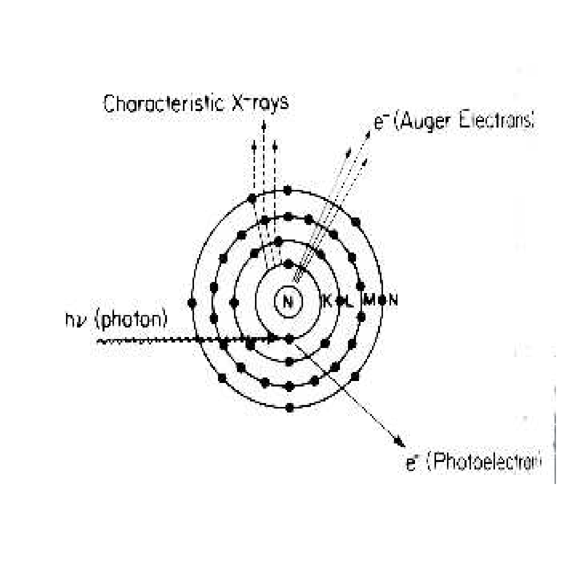
شپږم څپرکی

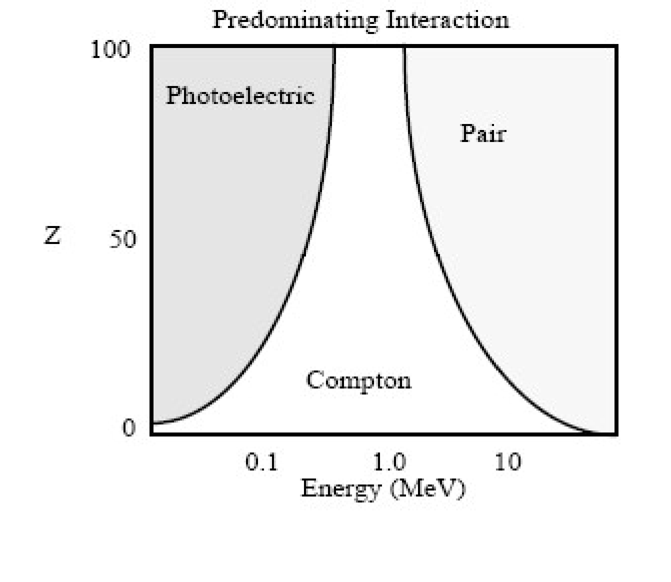
دمادي سره د ایونایزکوونکو وړانګوغبرګون

(Interaction of ionizing radiation with matter)

دفوتواغیزه (Photo Effect)

دفوتو اغیزه هغه وخت منځ ته راځي چې یو فوتون hυ د لسوڅخه تر دوه سوه کیلوالکترون ولټه پورې (10 -200 keV) انرژي ولري او داتوم په ننې مدارکې د یوه کلک تړل شوي الکترون سره ولګیږي او خپله ټوله حرکي انرژي دبیلګه په ډول د K مدار یوالکترون ته انتقال کړي. په پایله کې دغه الکترون داتوم د مدار څخه راوځي.





۳۳- شکل: دفوتو په اعیزه کې د اتوم په یوه مدارکې د یوه کلک تړلې الکترون سره یورالویدونکی فوتون غبرګون کوي چې خپله ټوله انرژي دلاسه ورکوي. نوموړی الکترون داتوم مدارڅخه په یوه ټاکلې حرکې انرژي راوځي او د فوتو الکترون په نامه سره یادیږي (25). دیورتنې شکل په ښي اړخ کې دمادي سره دفوتون وړانګو هراړخیزغبرګون لکه دفوتو اغیزه، کمپتون اغیزه اود جوړه ذروډپیداېینت اغیزه ښودل شوئ ده. په عمودي محورکې ددغې مادې داتوم عدد(شمیره) یاني دپروتونوشمیر Z دفوتون انرژي (MeV) په تابع سره راښیې.

که چېرته په اتوم باندې د رالویدونکې فوتون (Incident photon) انرژي په (hυ) سره وښیو اود بیلګه په ډول د K یوه مدارکې د یوه الکترون تړون انرژي (Binding energy) په E_B سره وښیو نوکله چې

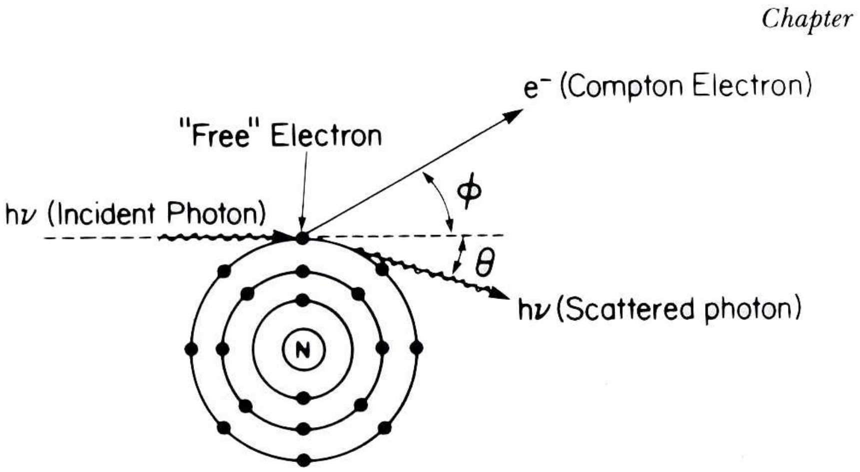
نوموړئ فوتون په يوه الکترون ولګيږي نود K مدار څخه يي راوباسي. دنوموړي مدار د الکترون حرکي انرژي (Kinetic energy = E_k) چې د اتوم څخه راوځي په لاندې ډول لاس ته راځي.

$$E_k = h\upsilon - E_B$$

دغه ډول فزيکي کړنلاره دايونايزيشن (Ionization) په نا مه سره ياديږي. ازادشوئ الکترون يا په بل عبارت د فوتوالکترون (Photoelectron) په لاره کې بيا دنورو اتومونو سره داسې غبرګون کوي چې په خپل وارسره اخيستل شوې انرژي دلاسه ورکوي. په دې کړنلاره کې د اتومونو څخه د ليد لووړوړانګې (Visible light) اود بېنفش نه هغه خواته وړانګې پيدا کيږي. څرنګه چې دفوتواغيزې په کړنلاره کې داکسيريز آلي الکترومقناطيسي وړانګې په يوه ماده کې داسې جزب کيږي، چې دنسجونو دکثافت (ρ) سره سم سيخ او داتوم نمبر(Z^4) سره په طا قت د څلوراړيکي لري، نو له دې کبله په هډوکوکي چې کثافت يي (ρ=1,7g/cm^{-3}) دی ترنولوډيراوپه غوښه اووازده کې چې کثافت يي (ρ=1,0 g/cm^{-3}) دی ، په توپير سره خپله انرژي دلاسه ورکوي. دفوتو اغيزې نوموړي خواص څخه په درملنه کې دناروغيوپه پيژندلو (تشخيص) کې ګټه اخيستل کيږي. دبېلګه په ډول څرنګه چې دهډوکو کثافت اندازه د سږو کثافت (ρ_{Lung}= 0,3g/cm^3) په پرتله لږ څه پينځه واره لوړه ده، نو له دې کبله په هډوکوکې وړانګې د سږو په پرتله په همغه کچه ډيرې جذب کيږي او په پايله کې د اکسريز په فلم کې دنوموړو نسجونو تر منځ ښکاره توپير ليدل کيدای شي .

دکمپټون اِغيزه (Compton Effect)

کله چې دفوتون انرژي د دوه سوه زره الکترون ولټه څخه واوړي (> 200 000 eV) او تر دوه مليونه الکترون ولټه پورې ورسيږي نود کمپټون پيښه منځ ته راځي . په ٣٤ - شکل کې دکمپټون اغيزه ښودل شوېده. دکمپټون اغيزه داتوم دمداربهرنيو مدارونو کې چې هلته الکترونه دومره کلک نه وي تړلي منځ ته راځي(25)

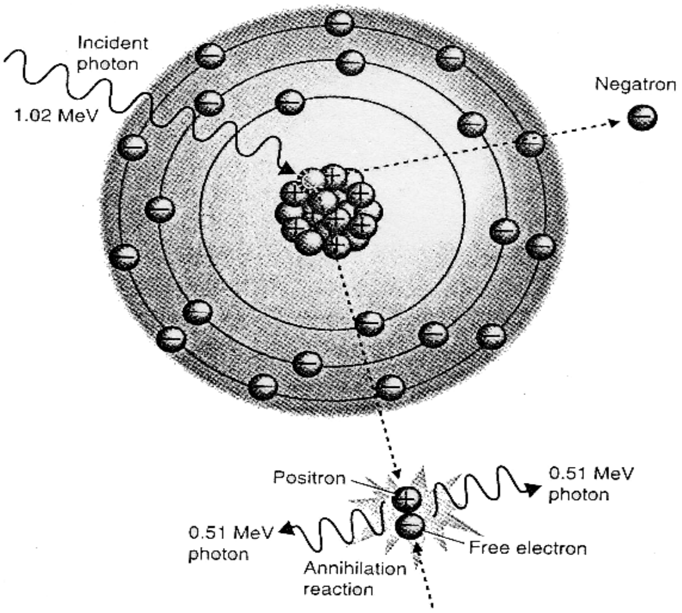


٣٤ـ شکل: دکمپټون اغيزه (Compton effect)

دکمپټون په اغيزه کې په اتوم باندې دفوتون وړانګې لګيږی اوخپله ټوله انرژي نه بلکې يوازې يوه برخه حرکي انرژي مادې ته انتقال کوي اوپه پايله کې د اتوم د مدار څخه يو الکترون راوباسې. دغه الکترون دکمپټون الکترون په نامه سره ياديږي اوپه لاره کې د نورو اتومونوسره غبرګون کوي چې دهغوی دايونايزيشن سبب(لامل) ګرځې. دکومپټن الکترون (compton electron) او رالويدونکی فوتون (Incident photon) دواړه دغبرګون څخه وروسته په خپل وار سره د Φ او θ زاويې لاندې داتوم څخه راوځې. په دې کړنلاره کې لګيدلی فوتون (Scattered photn) خپله لاره کږه کوي او اودګاونډيونورو اتومونو سره لګيږي. په پايله کې دپخوا په شان په خپل وار سره ثاني کمپټون الکترونه داتوم مدارڅخه ازاديږي (25).

د جوړه ذرو پيدايښت (Pair Production)

کله چې دفوتون وړانګو حرکي انرژي ديوملیون الکترون ولټه څخه تر شل مليون الکترون ولټه پورې (20 MeV) ورسيږي نو پنځوس په سل کې کمپټون اغيزه (50%)، نه څلويښت په سل کې د جوړې پيدايښت (49%) اغيزه او يو په سل کې(1%) دهستې چاودنې اغيزه منځ ته راځې.



۳۵- شکل: دپوزيټرون Positron اوالکترون جوړه ذرو پيدايښت (Pair Production) ښودل شوئ دی. نېګاترون Negatron يوې منفي چارج شوې ذرې ته ويل کيږي. دپوزيټرون مثبت ذره په لاره کې ديوه ازاد الکترون سره يوځای کيږي چې د منځه وړونکي تعامل Annihilation reaction په نامه سره ياديږي . په پايله کې د ګاما دوه وړانګې پيداکيږي چې ديوه بل څخه په ۱۸۰ درجې زاويه خپريږي.

دجوړه ذروپيدايښت په اغيزه کې دفوتون وړانګې داتوم هستې ته ور ننوځې Incident photon او هلته خپله ټوله حرکي انرژي دلاسه ورکوي اوپه کتله اوړي. په پايله کې يو الکترون او يو پوزيټرون (Positron)ورڅخه پيداکيږي. دپوزيټرون او الکترون په ګډه سره حرکي انرژي مساوي ده له:

$$(h\upsilon - 2m_e C^2$$

پایله:
دجوړه ذرو پیدایښت په ډاګه کوي چې د وړانګوانرژي په ماده اوبرعکس ماده د وړانګوپه انرژي اووښتلای شي. په دې هکله د کتلې M او انرژي E معادل فرمول داسې لیکو:

$$E = M \times c^2$$

$$M = \frac{m}{\sqrt{(1 - (\frac{v}{c})^2}}$$

نوموړي فزیکي کړنلاره دالبرت اینشتاین (A.Einstein) د کتلې اوانرژي معادل فرمول یو وتلې ثبوت په ډاګه کوي

پوزیټرون Positron یوه داسې ذره ده چې کتله یې دالکترون کتلې سره یوشان خو دمنفي چارج په ځای مثبت چارج لري. له دې کبله نوموړې ذره د مادي ضد ذره (Anitmatter) او دواړو ته په ګډه سره جوړه ذرې ویل کیږي. که چېرته د رالویدونکي فوتون انرژي (Incident photon) د یومېګا الکترون ولټه ($2m_eC^2$>1,02MeV) څخه لوړقیمت ولري، نو دغه اضافکي انرژي د پیدا شوو زرویاني الکترون او پوزیترون تر منځ دحرکي انرژي په ډول ویشل کیږي اوپاتې انرژي یاني 1,02 MeV دهغوی دکتلې د پیدایښت په لاره کې د منځه ځي. هرکله چې نوموړئ پوزیترون په لاره کې د اتومونوسره غبرګون تر سره کړي، نوخپله حرکي انرژي دلاسه ورکوي اوبیا دلاړي په اخیرکې دریږي. نوکه په دې ترځ کې د بېلګه په ډول دنسجونودیوه اتوم سره غبرګون وکړي نو دهغه دباندنیو مداروندو لړ کلک تړلي او یا په بل عبارت د یوه آزا د الکترون سره بیرته یو ځای کیږی(Recombination). په پایله کې د پوزیترون اوددغه ازاد الکترون د سکون کتله په دوه ګاما وړانګو اوړي. ددغو دوه وړانګوحرکي انرژي په ځانګړې توګه سره (0,51 MeV) قیمت لري اونوموړي ذرې د یو بل په پرتله په 180° زاو یه سره داتوم څخه راوځي. نوموړي تعامل د منځه وړونکي تعامل (Annihilation reaction) په نامه سره یادیږي. څرنګه چې دګاما دواړه وړانګې په پوره کچه حرکي انرژي لري، چې قیمت یې لړ څه پینځه سوه کیلوالکترون ولټ دی (0,51 MeV) نو له دې کبله دناروغ د بدن څخه راوتلای شي او د بهر له خواد یوه دېډیکټور(Detector) په مرسته سره اندازه کیدای شي

- نن ورځ په هستوي طب (Nuclear medicine) کې دنوموړي فزیکي کړنلارې په بنسټ دسرطان ناروغی د تشخیص (پیژندنې) په موخه په پراخه کچه دداسورادیو ایزوټوپوڅخه ګټه اخیستل کیږي، چې د پوزیترون ذرې خپروي. د بېلګه په ډول لکه کاربون ^{11}C ، اکسیجن ^{15}O ، فلور ^{18}F اوداسې نور. نوموړي رادیوایزوټوپونه په مصنوعي توګه په یوه سیکلوترون Cyclotron کې تولید کیږي او نیمایي فزیکي وخت یې په خپل وار سره شل

دقيقى ، دوه دقيقې او يو سلولس دقيقې سره مسا وي دي . دبېلګې په ډول کله چې د فلور [18]F ايزوټوپ څلور سوه ميګا بيکاريل (400 MBq) اکټيويټي يوه ناروغ ته د پيچکارى په ورکولوسره او يا د ګولى په بڼه ورکړ شي، نود بدن په ټولو هغوحجرو کې چې د ميټاباليزم په کړنلاره کې ډېر زيات ګلوکوزGlucose ته اړتيا لري نومړئ ايزوټوپ دبدن نوروحجروپه پرتله په لوړه کچه جذب کوي.

په ماده کې دالکترون غبرګون (Electron interaction with matter)

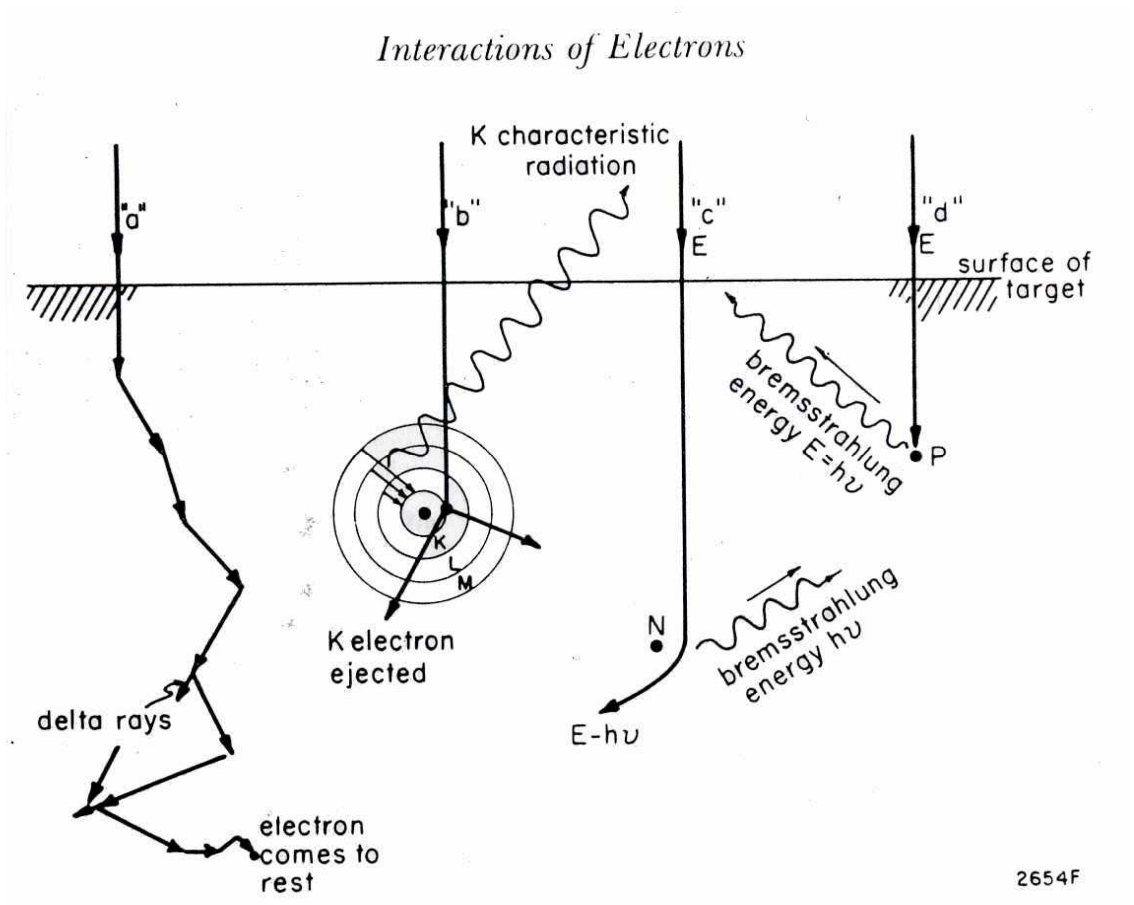
که چيرته يولوړ انرژي الکترون اويا د بيټا ذره د مادې اتومونو سره ولګيږي نو ديوې خوا د اتوم په مدارکي دالکترونوسره او دبلې خوا د اتوم هستې پروټونو سره دکولومب برېښنايزقواوپه بنسټ غبرګون کولاى شي. په ٣٦- شکل کې د مادې سره د الکترون غبرګون فزيکي کړنلاره ښودل شوې ده.

- „a“ : يوالکترون مادې ته ورننوځي اودهغو الکترونو سره چې د اتوم په بهرنيومدارونو کې پراته او دومره کلک تړلي نه دي غبرګون کوي. په دې کړنلاره کې هر وارلږ څه انرژي د لاسه ورکوي او په پايله کې د خپل پخواني سمت څخه کږيږي. ترڅو چې دغه الکترون خپله ټوله انرژي د لا سه ورکوي، لږ څه يوزرتکرونه ورته په کاردي.
- „b“ يو الکترون مادې ته ورننوځي او د اتوم ننې مدارونولکه د K مدار کلک تړ لي الکترون سره غبرګون کوي او دومره انر ژي ورته انتقال کوي چې د K الکترون د اتوم څخه بيخي راووځي (K electron ejected). په دې ترڅ کې د K مدار ځانګړې وړانګې د اتوم څخه خپريږي (K characteristic Radiation) .
- د٣٦ شکل د „ C “ په برخه کې کله چې يو الکترون د هستې (Nuclueus = N) په نږدې واټن کې تيريږي او انرژي يې د بيلګې په ډول په E سره وښيو، نود کولومب مثبت برېښنايز قواوداغيزې له کبله راځکول کيږي او په پايله کې د خپل سم سيخ سمت نه کږيږي. نومړئ الکترون اوس د پخوا په پرتله په لږ حرکي انرژي E-hυ سره مخ په وړاندې خو ځيږي. په دې ترڅ کې داکسريزيو ډول وړانګې لا س ته راځي چې د بريمزوړانګو (bremsstrahlung) په نامه سره يادېږي او انرژي يې په hυ سره ښودل شوې ده. نومړې وړانګې دسرطان ناروغى په تشخيص (پيژندنه) او تېراپي (درملنه) کې مهم رول لوبوي (15).
- ٣٦ شکل „d“ که چيرته يو الکترون دومره ډېره انرژي ولري چې د هستې منځ ته ورننوځي او هلته د يو پروټون سره د غبرګون په پايله کې خپله ټوله حرکي انرژي E_e د لا سه ورکړي نوپه دې صورت کې هم د بريمزوړانګې (bremsstrahlung) منځ ته راځي او انرژي يې مساوي ده له:

$$(E = h\upsilon)$$

په دغه معادله کې اچ h د يوه جرمني فزيک پوه ماکس پلانک (Max Planck) په وياړيوثابت عدد(شميره) دئ چې د پلانک اغيزمن کوانټوم په نامه سره ياديږى او قيمت يې مساوي دئ له:

$$h = 6{,}26 \times 10^{-34}\, J.s$$

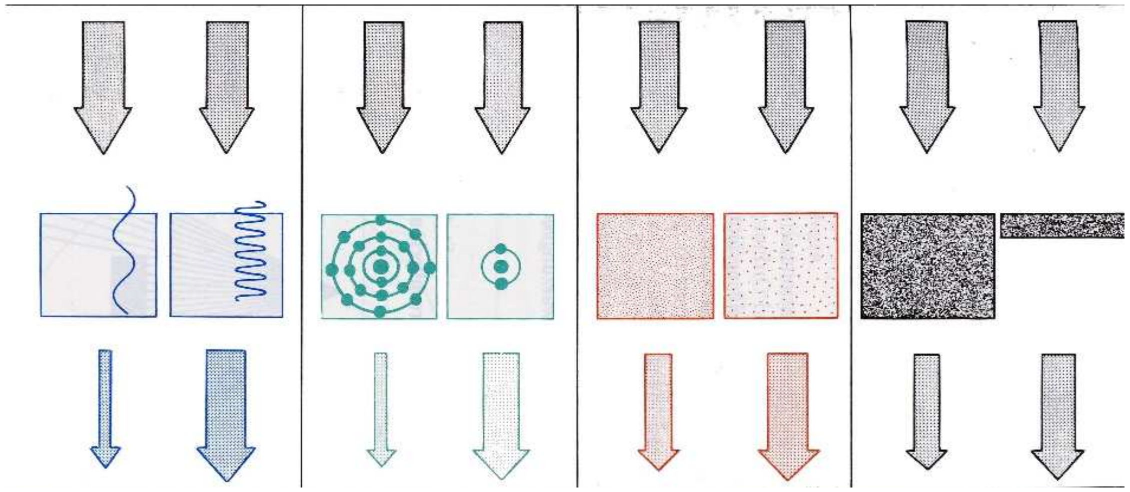


۳٦- شکل: (Interaction of electrons) د یوې مادي داتومونو سره دالکترون وړانګو هراړخیز فزیکي غبرګون ښودل شوئ دی. a : ارتجاعي ضربه (Elastic impact): الکترون داتوم په څنګ کې تیریږي اویوازې خپل سمت ته تغیرورکوي. خو کله چې اتوم ته ډیر ورنږدې شي نو داتوم الکترونو سره غبرګون کوي اویو الکترون چې ددلتا الکترون delta rays = δ او یا دلتا وړانګو په نامه سره یادیږي د مدار څخه راوباسي. نوموړئ الکترون دګڼ شمیر ټکرونو څخه وروسته انرژي د لاسه ورکوي او ځای په ځای دریږي ، b : غیر ارتجاعي ضربه (Inelastic impact) او د اکسریزمنځ ته راتلل : C; دبریک وړانګو یا نې دبریمزوړانګو(Bremsstrhlung) پیدایښت.(15)

په ماده کې دوړانګودکمزورتیا قا نون (Radiation Attenuation law in Matter)

کله چې وړانګې د یوې مادي سره غبرګون وکړي نو یوه برخه یې هلته جذب کیږي او بله برخه یې د مادې څخه تیریږی. په ۳۷- شکل کې پنډ وېکتورونه دا مانا لري چې ډیرې وړانګې او نري وېکتورونه دامانا ورکوي چې د مادې څخه لږ وړانګې تیریږي. په یوه ماده کې دوړانګو جزب کیدل د مادي په پنډوالي، کثافت، اتوم نمبر او دوړانګو په انرژي پورې اړه لري.

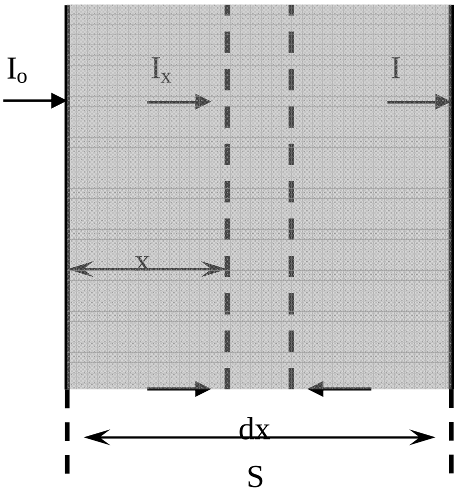
یادونه: په هسته کې پروتونونه او نیوترونونه دهستوي قوې په واسطه (Strong force) یوځای سا تل کیږي. همدارنګه د پروتون اونیوترون تر منځ هم دغه هستوي قوه اغیزه لري اویو بل سره څکوي.

د مادي پنډوالی	دمادي کثافت	د اتوم نمبر	دوړانګودڅپو اوږدوالی
			
دوړانګوجذب کيدل دمادي پنډوالي سره لکه اکسپونېنسيال تابع کمښت مومي	دوړانګوجذب کيدل د مادي کثافت سره سم سيخ تړاو لري	دوړانګوجذب کيدل داتوم نمبر په څلورم طاقت تابع ده.	دوړانګو جذب کيدل د دڅپواوږدوالي په دريم طاقت سره متنا سب ده.

۳۷ - **شکل**: په يوه ماده کي دوړانګودغبرګون په پايله کي هراړخيزجذ بيدل ښودل شوي دي (51)

په ۳۸ شکل کي ښودل شوئ ده چي که الکترومقناطيسي وړانګي ديوې مادي ځخه تيريږي نودهغي لومړنۍ شدت I_0 د پنډوالي S په هره کوچنۍ تفاضلي برخه dx کي ددريو فزيکي کړنلارو په بنسټ لکه د کمپټون اغيزه، د فوتو اغيزه او الاستيکي غبرګون په بنسټ کمښت مومي او يا په بل عبارت شدت يي کمزورۍ کيږي. په نوموړي فزيکي کړنلاره کي د مادي د اتومونو سره الکترو مقناطيسي وړانګي غبرګون کوي اوپه پايله کي ديوه اکسپونينسيال تابع (Exponential function) په بڼه د پنډوالي په تړاو کمښت مومي.

- ☑ دوړانګولومړني شدت I_0 يوه برخه (I_x) په ماده کي جذب کيږي
- ☑ دوړانګولومړني شدت يوه برخه وړانګي خپل سمت ته تغير ورکوي او د مادي ځخه وځي
- ☑ دوړانګولومړني شدت پاتي بله برخه (I) بې له غبرګون ځخه دما دې نه سم سيخ تيريږي.
- ☑ په ماده کي نوري نوي ذرې د غبرګون په پايله کي منځ ته راځي
- ☑ دمادي په يوه تفاضلي پنډ ه برخه او د لارې په اوږدو کي دمنځ خواته انعکاس کوي او موازي نه ځي نو له دې کبله يې شمير ډيريږي.



۳۸- شکل: دوړانګولومړنۍ شدت I_0 دمادي په هريوه کوچني تفاضلي پنډوالي dx کې د تفاضلي شدت dI په اندازه کمښت مومي. کله چې دغه ټول کمښت سره جمعه کړوياني انتګرال يې ونيسو نودپنډالي په اوږدو کې S دلومړنۍ شدت ټول کمښت لاس ته راځي.

د يوې مادې په يوه برخه کې چې د اکس x په توري سره يې ښيو دالکترومقناطيسي وړانګو د شدت I_x تفاضلي معادله دپنډوالي کوچنی برخې dx په تابع سره په لاندې ډول ليکلای شو:

$$dI_x = -\mu \ I_x \ dx$$

د رياضي په پورتنی تفاضلي معادله کې د منفي علامه دا سې ما نا ورکوي چې دالکترو مقنا طيسي وړانګو تفاضلي شدت dI_x کمښت مومي کله چې ديوې مادې ترټولو کوچني پنډوالي dx څخه تيريږي. په نوموړې تفاضلي معادله کې ميو μ د يوناني ژبې يو توری دی او د کمښت يا کمزورتيا خطي ضريب او يا دکمزورتيا فکتور (Attenuation coefficient) په نامه سره ياديږي چې وا حد يې يو تقسيم په سانتی متر cm^{-1} ياني د اوږدوالي معکوس (Reciprocal value) کميت تاکل شوئ دی. په بل عبارت سره ميو μ دفوتون ذروهغه برخه ده چې د يوې مادې د پنډوالي په واحد کې غبرګون کوي. دبيلګې په ډول $\mu = 0{,}01 \ cm^{-1}$ دا مانا لري چې دفوتون وړانګو د سلو څخه يوازې يو فوتون دمادې په هريوه سانتي متر پنډوالي يا پټ (Layer) کې غبرګون کوي.

نوموړئ ضريب د مادې د کثافت رو ρ او دوړانګو دانرژي E تابع ده اوپه رياضي کې نوموړې مطلب داسې ليکل کيږي: $\mu = \mu(E\rho)$

پورتنی معادل په بله بڼه اړوو:

$$\frac{dI_x}{I_x} = -\mu \ dx$$

کله چې دپورتنۍ معادلې ښي اړخ او کيڼ اړخ ياني دوړانګو شدت او پنډوالي انتګرال ونيسو نو لرو:

$$\int_{I_x=I_0}^{I} \frac{dI_x}{I_x} = -\mu \int_{x=0}^{x} dx$$

د طبيعي لوګاريتم ln په کارولوسره چي قاعد ه يې 2,718 = e عدد(شميره) ټا کل شوي ده پا سنۍ معادله لاندنۍ شکل ځانته غوره کوي (X= S) .

$$\ln \frac{I}{I_0} = -\mu \ X$$

کله چي دقاعدې عدد(شميره) لپاره د اويلررياضي پوه دنوم لنډيزپه موخه لومړی ټکي يا نی (e = 2,718) وکاروو نود پورتنۍ معادلي دحل تابع لاندنی بڼه لري:

$$I = I_0 \times e^{-\mu X} = I_0 \times 2{,}718^{-\mu X}$$

په پورتنۍ معادله کي لاندني فزيکي کميتونه تعريف شوي دي:

I_0 دوړانګو لومړنی لويدونکی شدت، I دوړانګو هغه شدت ته وايي چي په ماده کي د پنډوالي X د تيريدلو څخه وروسته لا پاتي دی.

د شدت I او I_0 حاصل تقسيم ته ترانسميسيون وايي او مساوي ده: I/I_0 = Transmission

د شدت جذب کيدل يا نسبي کمښت مساوي دی له: rel. Attenuation = 1- I/I_0

څرنګه چي دالکترو مقناطيسي وړانګو لکه د فوتونو وړانګو شدت د فوتونو د شمير سره سم سيخ متنا سب دی نو که چيرته په يوه ماده باندي د رالويدونکو (Incident) فوتونو شميرپه N_0 او د کمزوروونکي مادې پنډوالی په ايکس x سره وښيو نو دهغو فوتونو شمير N چي دنومړې پنډوالي څخه تيرشوي دي په لاندې ډول تر لاسه کولای شو.

$$N = N_0 \times e^{-\mu x}$$

* **پوښتنه**: ديوې راديواکتيوسرچيني څخه زر فوتونه I_0 = 1000 خپريږي اودلرګي په يوه شپاړس سانتي متره x = 16 cm پنډه دړه (تخته) باندي لګيږي. که دلرګي د کمزورتيا خطي فکتوريې صفر عشاريه يوپه سانتي متر (μ = 0,1 cm^{-1}) قيمت ولري نودهغو فوتونو شميرمالوم کړئ چي دنومړې دړې څخه تيرښوي دي .

* **حل**:

$$\mu\, x = 0{,}10\ cm^{-1} \times 16\ cm = 1{,}6$$

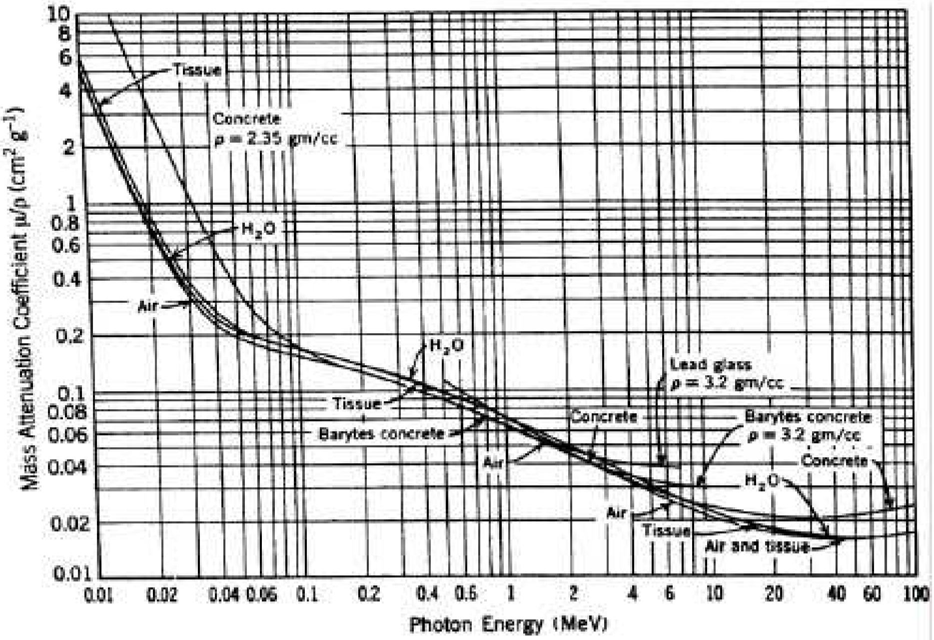
$$N = N_0 e^{-\mu x} = 10^3 \times e^{-1.6} = 202$$

* **ځواب:** د زرو فوتونو ځخه یوازې دوه سوه دوه فوتونه دلرګي ځخه تیریږي.

ځر نګه چي دکمزورتیا فکټور μ دیوې جذب کېدونکي مادي دکثافت ρ سره سم سیخ متنا سب دی نوپه یوه ماده کې دالکترو مقناطیسي وړانګو دکمزورتیا قانون په لاندې ډول هم لیکلای شو.

$$I = I_0 \times e^{-\frac{\mu}{\rho} X \rho}$$

په پاسنی معادله کې دکمزورتیا فکتور μ او کثافت ρ حاصل تقسم ته μ/ρ دکتلي کمزورتیا ضریب (Mass attenuation coefficient) ویل کیږي . دنوموړي ضریب وړتیا په دې کې لیدل کیږي چي د یوې مادې په کثافت پورې اړه نه لري. همدارنګه دکثافت ρ او د جذب کوونکي مادې دپنډوالي حاصل ضرب ته (μ×x) دکتلي سطحي ضریب ویل کیږي. په ۳۹ - شکل کې د اوبو، نسجونو، هوا او نوروموادوکي دوړانګو دکتلي کمزورتیا ضریب μ/ρ په واحد د سانتي مترمربع پرګرام (cm^2g^{-1}) ښودل شوئ دی.



۳۹ - شکل: په نسجونو، هوا، اوبو، کانکریټ او نورو موادو کې د ګاماوړانګودکتلي کمزورتیا ضریب (μ/ρ) په تابع د میګا الکترون ولټ انرژي ښودل شوئ دی (15).

* **پوښتنه**: دیوه رادیو اکتیو عنصر ځخه دفوتون وړانګي خپریږي چي انرژي یې یو میګا الکترون ولټ قیمت لري. نوموړې وړانګي په لاره کي د کاربون په یوه توټه چي پنډوالی یې پنځوس کیلو ګرامه په یوه مترمربع کې دی لګیږي. د فوتونو هغه برخه مالومه کړئ چي دکاربون توټي ځخه تیره شویده؟

* **حل**: دنومورِي عنصر دکتلي کمزورتيا فکتورد ۳۹ شکل څخه رااخلوچي قيمت يي $\mu/\rho = 0{,}00636\ m^2/Kg$ سره مساوي دی. دکتلي دکمزورتيا نومورئ فکتور μ/ρ د کاربون ډيډوالي x سره ضرب کوو نو لرو:

$$(\mu/\rho) \times x = 50\ Kg/m^2 \times 6{,}36 \times 10^{-3}\ m^2/Kg = 0{,}318$$

دفوتونو هغه برخه چې دکاربون توتي څخه تيريږي مساوي دی له : $e^{-0{,}318} = 0{,}728$

* **ځواب**: دوړانګو لږ څه دری او يا په سل 73% دکاربون توتي څخه تيريږي.

* **پوښتنه**: داکسريزيوه سل کيلوالکترون ولټه آلي څخه د سرِي عکس داخيستلو په موخه يوه ناروغ ته اکسريز ورکول کيږي. دناروغ دبدن پاتي برخي د سرپو د Pb په بالاپوښ سره پټي کيږي تر څو دوړانګو دزرر څخه خوندي وساتلي شي. دنومړو وړانګو د کمزورتيا کچه معلومه کړی که چيرته په لاره کې د سرپو د بالا پوښ څخه چې پنډوالی يی يو ملي مترقيمت و لري (0,1cm) تيرې شي؟

* **حل** : دسل کيلو الکترون ولټه انرژي لپاره د کتلي کمزورتيا فکتور قيمت مساوي دی له: $\mu/\rho = 5{,}55\ cm^2/g$ او د سرپو کثافت مساوي ده له $\rho(Pb)=11{,}35 g/cm^3$ نو دوړانګو کمزورتيا قانون لپاره ليکو چې:

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\frac{\mu}{\rho} X\rho} = e^{-5{,}55 \times 0{,}1 g/cm^2 \times 11{,}35\ g/cm^3} = 0{,}0018$$

* **ځواب**: دفوتون وړانګو لږ څه دوه په زرمه برخه دسرپ بالا پوښ څخه د ناروغ بدن ته ننوځي.

د نيمايي ارزښت پنډوالی (Half-value layer = HVL)

نيمايي ارزښت پنډ والی د يوې مادې هغه پنډوالي ته وايي چې دوړانګو شدت I د هغې دتيريدلو څخه وروسته د وړانګو لومړني شدت I_0 په پرتله د جذ ب کولواوانعکاس په پايله کې نيمايي ته را ټيټ شي.

درياضي معادله يي داده:

$$\frac{I_{1/2}}{I_0} = \frac{1}{2} = e^{-\mu S_{1/2}} = \exp(-\mu S_{1/2})$$

او كله چي دمعادلي دواړو خواو طبيعي لوګاريتم ونيسو او په ياد ولورو چي

(ln e = ln2,718 =1) نو لرو: $\ln\frac{1}{2} = -\ln 2 = -\mu\, S\, {}^{1}\!/_{2}$ او يا دخطي جذب كوونكي

ضريب μ لپاره داسي ليكو: $\mu = \frac{\ln 2}{S_{1/2}} = \frac{0,693}{HVL}$

او د نيمايي پنډوالي اندازې لپاره ($HVL = S_{1/2}$) ليكو:

$$HVL = S\, {}^{1}\!/_{2} = \frac{\ln 2}{\mu} = \frac{0,693}{\mu}$$

دوړانګودشدت كمښت I د مادې دنيمايي پنډوالي HVL په تابع سره اوس لاندنى بڼه ځانته اخلي:

$$I = I_0 e^{-\mu S} = I_0 e^{-\frac{0,693\ S}{HVL}}$$

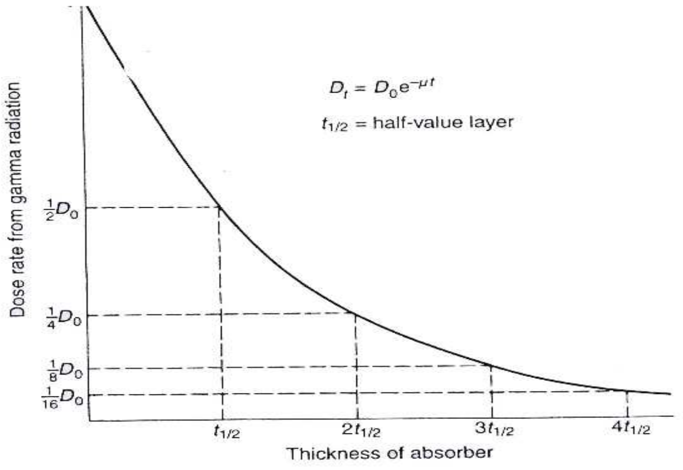
كه چيرته په يوه ماده باند ى د راليدونكو فوتونو لومړى شمير په N_0 او دهغو فوتونو شمير چي دپنډوالي x ځخه تيريږي په N سره وښيونو دالكترو مقناطيسي وړانګو دكمزورتيا قانون دنيمايي پنډوالي په وراچولو سره په لاندې ډول هم ليكلاې شو.

$$N = N_0 \times e^{-\mu x} = N_0 e^{-0,693\ X\ /\ HVL} = N_0 \times 2^{-X\ /\ HVL}$$

څرنګه په يوه ماده كي د جذب شووفوتونو شمير N د انرژي ډوز D سره سم سيخ متناسب دى نو پورتنى معادله په لاندې ډول هم ليكلاى شو:

$$D = D_0 \times e^{-\mu x} = D_0 e^{-0,693\ X\ /\ HVL} = D_0 \times 2^{-X\ /\ HVL}$$

په ٤٠ شكل كي دپورتنى معادلي ګراف رسم شوئ دى. په نوموړي ګراف كي د نيمايي پنډوالي HVL په ځاى د جذب كوونكي مادې نيمايي پنډوالى په ($Thickness = t_{1/2}$) او بيا په خپل وارسره دوه نيمايي پنډوالى ($2\ t_{1/2}$) درى نيمايي پنډوالى ($3\ t_{1/2}$) او څلورنيمايي پنډوالي ($4\ t_{1/2}$) سره ښودل شوئ دى.



۴۰- شکل: په عمودي محورکې د ګاماوړانګودوزقدرت D_t اوپه افقي محورکې د جذب کوونکې مادې پنډوالی په واحد د نیمايي پنډ والي (Thickness = $t_{1/2}$ = HVL) سره شودل شوئ دی. دپورتني ګراف څخه ښکاري چې دیونیمايي پنډوالي $t_{1/2}$ څخه وروسته د تیرې شوووړانګو انرژي دوزقدرت د ګاما وړانګولومړني دوزD_0 په پرتله نیمايي ½ D_0 او د دوو نیمايي پنډوالي څخه وروسته 2 $t_{1/2}$ یو په څلورمې برخې ¼ D_0 او ددریونیمايي پنډوالي 3 $t_{1/2}$ څخه وروسته یو په اتمه 1/8 D_0 برخه کمښت مومي.

* **پوښتنه**: دکوبالټ شپیته Co-60 یوه طبي آله په یوه متر واټن او یوه دقیقه کې اتیا سانتي ګري (80cGy/min) دانرژي دوز قدرت لري. دوړانګو دزررڅخه دځان ساتلو په خاطر نړیوال کمیسیونن ICRP دا سپارښتنه کوي چې په یوه متر واټن کې دنوموړې آلې د دوزقدرت ددوه ملي سانتي ګرې څخه په یوه ساعت کې وانه وړي. په کومه کچه د سرپوفلز یوه پنډ دیوال ته اړتیا لیدل کیږي تر څو دنوموړو وړانګو شدت دومره کمزوری کړي چې طبي کارکوونکو پرسونل ته زیان وه نه رسیږي.

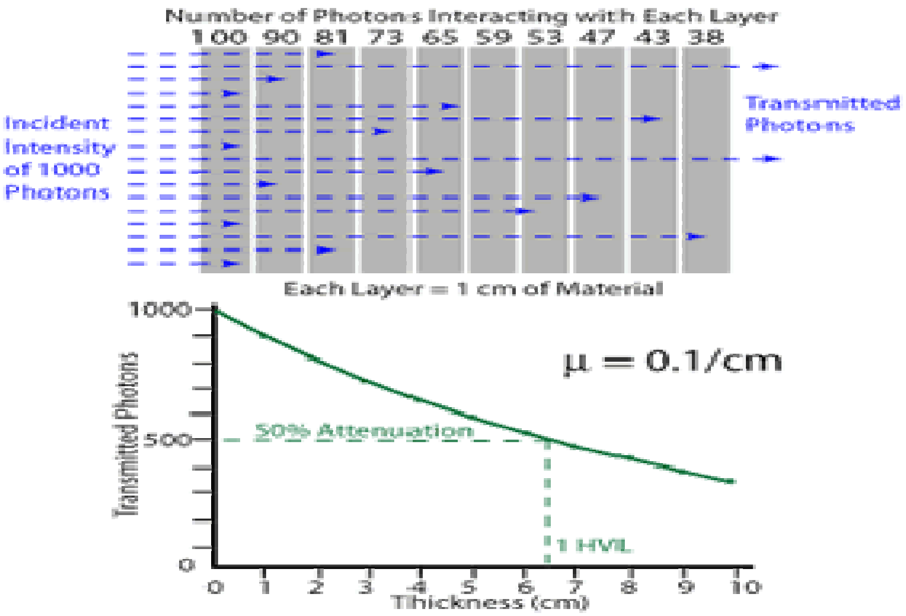
* **حل**: دسرپو فلزد کمزورتیا خطي فکتور مساوي ده: $66\ m^{-1}$ دنیمايي ارزښت پنډوالي لپاره لیکو چې: $HVL = 0{,}693/66\ m^{-1} = 0{,}0105\ m$

دوړانګود کمزورولو اندازه یا کچه مساوي ده له:

$$\frac{80 \times 60\ cGy/h}{2 \times 10^{-3}\ cGy/h} = 2400000 = 2{,}4 \times 10^{3} \times 10^{3}$$

* **ځواب:** په هغه ځای کی چې طبي پرسونل کارکوی دنوموړې آلې دانرژي قدرت باید چې لږڅه دوه نیم ملیونه واره کم شي ترڅود هغوی روغتیا ته کوم زیان وه نه رسیږي. لاندنی شمیرنه راښیي چې دنوموړئ کمښت لپاره لږ څه درویشت سانتي متره (23,1 cm) دسرپوفلز په کارده.

د وړانګو زرځله کمښت ته دسرپوفلز لږ څه لس توټي نيمايي ارزښت پنډوالی په کارډی. داځکه چې که دوه په طاقت دلسوونيسونو قيمت يې لږڅه زرکيږي (2^{10} = 1024)   کله چې نيمايي پنډوالی په لسو کې ضرب کړونولرو: (0,0105 m×10 = 0,105m) . دوړانګوبيا زرځله کمښت ته د سرپ فلز لس توټي نيمايي ارزښت پنډوالی په کارډی چې د 0,105 m متره سره مساوي دی. ددوه عشاريه څلورځله کمښت لپاره لږڅه اضافه له يو نيمايي ارزښت پنډوالی ياني لکه دوه په کاردي چې د 0,021 m متره سرپ فلزسره مساوي دی. کله چې د نومورو تولونيمايي پنډوالو شمير اواندازه سره جمع کړو (0,105m+0,105m+0,21m = 0,231m) نو لږڅه درويشت سانتي متره اويا په بل عبارت دسرپ فلز صفرعشاريه درويشت متره کچه په کارده.



٤٠- الف شکل: په پا سني شکل کې يوه ماده په لسو سانتي مترو ويشل شوې ده او ددغې مادې په هر يوه سانتي متر پنډوالي کې د فوتونووړانګو غبرګون ښودل شوی دی. د بېلګه په ډول د چپ اړخ نه زر فوتونونه په ماده لګيږي او دهغوی څخه يوازې سل فوتونونه په يوسانتي مترپنډوالي کې جذب کيږي اوپاتې نوي په سل کې ور څخه تيريږي. په لاندني شکل کې د هريوه سانتي متر څخه د تيرو شووفوتونو شمير (Transmitted Photons) د مادې د پنډوالي په تابع سره راښيي. دمادې دنيمايي پنډ والي څخه وروسته (HVL) چې دلته لږڅه شپږ نيم سانتي متره دې دتيرو شوو فوتونو شمير پنځوس په سل ياني پينځه سوه دی.

د لسم ارزښت پنډ والي (Tenth-value layer = TVL)

همدارنګه لسم ارزښت پنډوالي (Tenth-value layer = TVL) ديوې مادې هغه پنډالي ته وايي چې د وړانګو لومړني شدت I_0 لسمه برخه ور څخه تيريږي. دلسم ارزښت پنډوالي TVL او د کمزورتيا خطي فکتور μ تر منځ لاندنی اړيکی اعتبار لري.

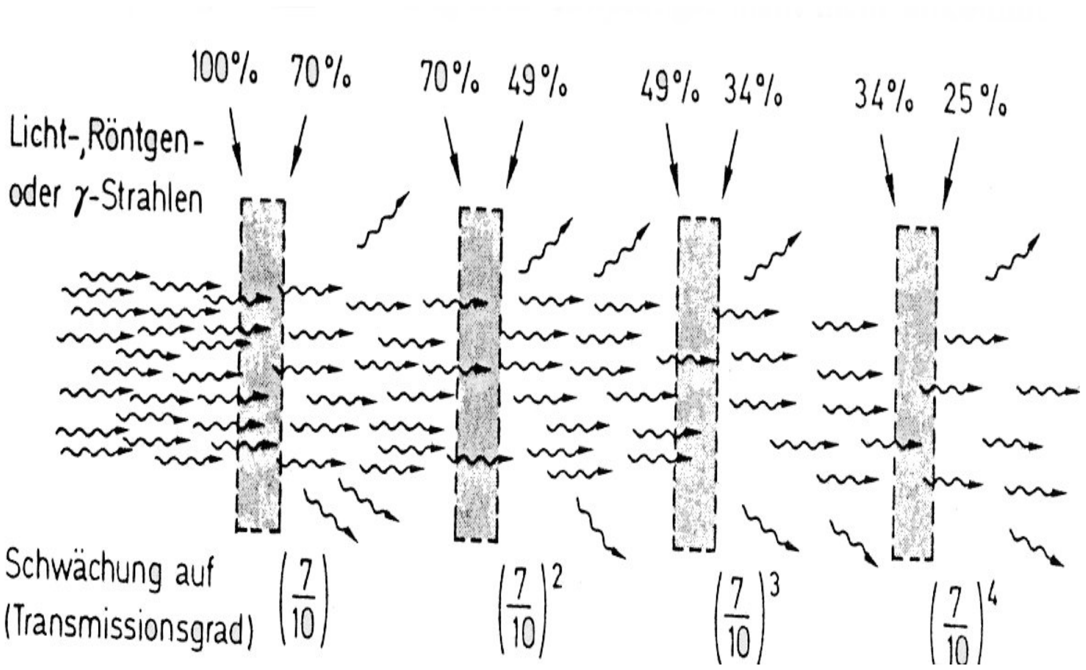
$$TVL = S_{1/10} = \frac{\ln 10}{\mu} = \frac{2,30}{\mu}$$

د لسم ارزښت پنډ والي **($TVL = S_{1/10} = X_{1/10}$)** او **د نيمايي ارزښت پنډوالي** **($HVL = S_{1/2} = X_{1/2}$)** تر منځ لاندنی اړيکي شته دي.

$$X_{1/10} = X_{1/2} \times \ln 10/\ln 2 = 2,3/0,693 \times X_{1/2} = 3,3 \times X_{1/2}$$

TVL = 3,3 HVL

ياني لسم ارزښت پنډوالی د نيما يي ارزښت پنډوالي په پرتله لږ څه دری نيم ځله لوړدی.



۴۱ـ شکل: کله چي الکترو مقناطيسي وړانګي په يوه ماده ولګيږي نو دهغي داتومونو سره دغبرګون په پايله کي د بيلګه په ډول لکه جذب کيدل او انعکاس کيدل خپل لومړنی شدت دلاسه ورکوي. په نوموړي شکل کي د ګاما وړانګي دڅلوروبرخواو يوبرابر پنډي مادي څخه تيريږي. په هره يوه برخه کي دوړانګو نسبي تيريدنه يا ترا نسمېسيون (Transmission = 7/10) اوه پر لس 7/10 قيمت لري. دپام وړخو داده چي دوړانګود لومړني شدت څخه يوازي پينځه وينت په سلوکي 25% پاتي کيږي او پينځه اويا په سلو کي 75% دمادي څخه پخپله جذب او يا انعکاس کيږي.

سرپ کثافت يې 11,3 g/cm^2	اوسپنه کثافت يې 7,8 g/cm^2	کانکريټ کثافت يې 2,4 g/cm^2	پخې خښتې کثافت يې 1,6 g/cm^2	اوبه کثافت يې 1,0 g/cm^2	انرژي په کيلوولټ يا ميګا ولټ
	1	4	5	9	50 kV
	3	11	12	17	100kV
1	10	19	20	24	200kV
4	17	23	24	28	300kV
15	35	35	36	35	Ir-192
16	36	36	37	36	I-131
23	42	40	40	39	Cs-137
44	54	51	51	50	Co-60
53	60	58	58	57	Ra-226
67	75	85	90	90	10 MeV
68	84	100	105	105	20MeV

۱٦- جدول: د ځينومو ادو لپاره دلسم ارزښت پنډوالي $(Z = TVL \times \rho)$ اندازه په واحد ګرام پرسانتي متر مربع g/cm^2 د اکسريزاو راديو اکتيو عنصر ودانرژي په تابع سره ښودل شوې ده.

دلسم ارزښت شميرنه:

دبيلګې په ډول که وغواړو چې د سل کيلو ولټه 100 kV اکسريزيوي طبي آلې وړانګې د پخو خښتو ديوه ديوال په جوړولو سره دومره کمزورې شي چې دنومړې آلې يوازې لسمه برخه وړانګې ورڅخه تيرې شي نو ددې موخې لپاره دپخو خښتو دديوال پنډوالى په لاندې ډول سره محاسبه کولاى شو.

لسم ارزښت پنډوالي په واحد د سانتي متر يا TVL(cm)

لسم ارزښت پنډوالى په واحد د ګرام په سانتي متر مر بع يا $Z\ (g/cm^2)$

دمادې کثافت په واحد ګرام پر متر مکعب يا $\rho\ (g/cm^3)$

لسم ارزښت پنډوالې په واحد سانتي متر = لسم ارزښت پنډوالې په واحد دګرام پر سانتي متر مربع تقسيم په کثافت دهمغې مادې په واحد ګرام پر سانتي مترمکعب $TVL\ (cm) = Z(g/cm^2) / \rho(g/cm^2)$

ديورتني جدول له مخې د سل کيلو ولټه انرژي لپاره د پخې خښتې کثافت $\rho = 1{,}6\ g/cm^2$ او $Z = 12\ g/cm^2$ دی نو د پخې خښتو لسم ارزښت پنډوالي اندازه مساوي ده له:

$$TVL = \frac{12\ g/cm^2}{1{,}6\ g/cm^3} = 7{,}5\,cm$$

* **ځواب:** اوه نيم سانتي متره پخې خښتې او يا ځلورنيم سانتي متره دکانکريټ پنډ ديوال ته اړتيا ده تر څو د نومړې آلې يوازې لسمه برخه وړانګې ورڅخه تيرې شي.

دپام وړ : مایکروڅپې (Microwave) دالکترومقناطیسي وړانګو یوه برخه تشکیلوي اوفریکوینسي یې د یو ګیګا حرڅ 1 GHz څخه تر درې سوه ګیګا حرڅ 300 GHz پورې رسیږي. دمایکروڅپوڅخه په ورځني ژوند کې ګټه پورته کیږي لکه مایکروڅپو بخارۍ Microwave oven . کله چې مایکروڅپې دیوې مادې لکه ډوډۍ، غوښه، اوبواونورو خوراکي شیانو څخه تیریږي نو د نوموړو موادو مالیکولونه انرژي ترلاسه کوي او په پایله کې تو دیږي. څرنګه چې ډیرمواد شته دي چې مالیکولونه یې بریښنایز دوه قطبه لري د بیلګې په ډول لکه داوبومالیکولونه چې مالیکول یې یو مثبت اویو منفي بریښنایز قطب لري نوله دې کبله د مایکروڅپو په متناوب الکترومقناطیسي ساحه کې په څرخیدلو Rotation پیل کوي او دګاونډیو مالیکولوسره میخانیکي ټکر کوي او هغوی هم په حرکت راولي. په پایله کې میخانیکي انرژی په حرارتي انرژي اوړي. د روغتیا په تړاو دمایکروڅپوناوړو اغیزوو په اړوند دمسلکي پوهانوترمنځ توپیر لرونکي نظرونه شته دي. ځیني څیرني په ډاګه کوي چې دموبایل تلیفون هم ناوړه اغیزې لري. خو څرنګه چې مایکروڅپو انرژي دومره لوړه نه ده چې په یوه حجره (ژونکه) کې داتومونو او یا مالیکولونوڅخه الکترونه راوباسي نوداسي اټکل کیږی چې په ډې این اې کې کوم بدلون نه شي راوستلای او له دې کبله د سرطان ناروغی سبب(لامل) کیدلای نه شي. که ومنو چې دټیټ فریکونسي په ساحه کې لکه موبایل تلیفون فریکونسي دیرش هرڅ 3×10^{1} قیمت ولري نود څپو اوږدوالی یې 10^{7} m متره کیږي او انرژي یې مساوي ده له:

$1,24\times10^{-13}$ eV

پوښتنې (Questions):

٦-١ دیوې مادې سره دوړانګوهغه غبرګونونه په ګوته کړی چې دمادې سره دلګیدوپه پایله کې دانرژي جذب کیدلو سبب(لامل) ګرځي.

٦-٢ کله چې وړانګي دلسم ارزښت پنډوالي څه تیرې شي نوڅومره برخه یې تیریږي او څومره برخه یې په ماده کې پاتې کیږي؟

٦-٣ د١٦ جدول له مخي د کوبالټ تیراپی دستګاه لپاره په خپل وار سره لسم ارزښت پنډوالی د اوبو، پخې خښتې اوکنکریټ لپاره تر لاسه کړی.

٦-٤ په یوه ماده کې دوړانګو جذب کیدلو فزیکي کړنلاري ددغې مادې دکوموخواصو سره تړاولري؟

٦-٥ دفوتو اغیزه دناروغیو په تشخیص کې چې داکسریزآلې په مرسته سره تر سره کیږي څومره اوولې اړین رول لري؟

اووم څپرکی

کلینیکي ډ وزیمتري (Clinical Dosimetry)

ډوز (Dose)

ډوز کلمه دلومړي ځل لپاره د ځوارلسمي پیړۍ په اخیره لسیزه کي د د واګا نودیوۍ ټا کلی اندازې یاني کچي د خوړلو په موخه د پاراسپلزیوس (Paracelsius) یوجرمنۍ بیوکیمیاپوه له خوا په کاروا چول شوه. نن ورځ په فارماسي کې د ډوز کمیت ددواګانواندازه په ګرام سره راښیي. نوموړي کارپوه په بدن کې د عنصرواهمیت د میتابالیزم اود روغتیا په ټراودهغوی ټاکلۍ اهمیت وځیرلواوپه اخیرکي یي یوه نامتوپوهنیزه جمله ولیکله چي نن ورځ هم دعام وګړوپه خبروکي کارول کیږي:

➢ (هر یو شئ چي دخپلي اندازي نه زیات شي دبدن لپاره ذهردی) دغه مفهوم د لاتین په ژبه په هغه وخت کي داسي لیکل شوئ وو.

(Fazit Dosis Venenum)

د پارا سپلزیوس علمي ځیرني ځوکاله وروسته د تجربو په اساس په ثبوت ورسیدلي او له دې کبله تر نن ورځي پوري په نړیواله کچه د پوهانو تر منځ منل شوې دي. داپه دې مانا چي که هرڅوک دخپل بدن دارتیا نه ډیر خوراک ، څښاک وکړي اویا دواګاني راونیسي نو د ناروغیو د پیدا کید لو امکانات ورسره سم سیخ زیاتیږي. د بیلګه په ډول که څه هم د روغتیا لپاره د ویتامینو(Vitamines) خوړل ګټور ګڼل کیږي خو که دورځني اړتیا وړ سرحد یا کچي څخه واوړي نو بیاد بدن لپاره د ګټي پر ځاي زیان رسوي. همدې ته ورته بیلګه دایونایز کوونکو وړانګوداندازې خطر دډوز سره سم سیخ دیادوني وړدی. هر څومره چي دوړانګواندازه په چاپیریال کي په طبیعي وړانګوبرسیره نوره هم ډیریږي او که په ډیره لږ اندازه هم وي په همغه کچه دانسان روغتیا ته دزیان پیښیدلو احتما ل هم زیات اټکل کیږي.

ایون ډوز (Exposure = Ion dose = I)

ایون ډوزدساینس پوهني په ځانګه او په تیره بیا په رادیوفزیک کي دالکترومقناطیسي وړانګوهغې اندازې او یا شد ت ته وایي چي د هوا د مالیکولوسره د غبرګون په پایله کي یوډول یاني منفي او یا مثبت بریښنایز چارجونه منځ ته راولي.

ددي لپاره چي دروغتيا په تړاو دايونايز کوونکو وړانګو ناوړه اغيزي وڅيړو نو د نوموړې موخې لپاره دايون ډوزفزيکي کميت تعريف ته اړتيا پيدا شوه.

دايون ډوزتعريف :

ايون ډوز I = په يوه کيلوګرام Δ m هواکې ديوډول ياني مثبت تولو او يامنفي ټولو پيداشووايونو بريښنايزچارج ΔQ اندازې ته ويل کيږی

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta m}$$

I = ايون ډوز يادايونو اندازه
ΔQ = د بريښنايز چارج توپيريا تفاضل
Δm = د کتلې يوه کوچنی برخه يا تفاضل (توپير)

دايون ډوز واحد:

کولومب تقسيم په يو کيلوګرام هوا
Coulomb/Kilogramm =1C/Kg

دکتلې په ځای کولای شو چې دهوا کثافت ρ اوحجم ΔV هم وليکو نودايون ډوز لپاره ليکلای شو چې:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta m} = \frac{\Delta Q}{\rho \Delta V} = I$$

درونتګن واحد (Roentgen unit =R)

دايون ډوز پخوانی واحد رونتګن نوميده. يو رونتګن داکسريزآلې هغه کچه ايون ډوزته وايې چې په يوه سانتي متر مکعب وچه هوا(ρ=1,293mg/cm^3) اوترعادي شرطونو ياني دسا نتي ګراد صفردرجه (0°) اوديوتخنيکي اتموسفير فشار (1013 mbar) لاندې تاکلي شمير جوړه مثبت ايونواوالکترونو(Ionpairs) يوالکتروستاتيک چارج واحد (electrostatic units= esu) منځ ته راوړي. يو الکترو ستاتيک واحدلږ څه دوه مليارده مثبت او منفي جوړه ايونو (2,082×10^9 Ionpairs) سره مساوي دي . درونتګن او دنړيوال واحد SI تر منځ اړيکي په لاندې ډول لاس ته راوړلای شو. دنوموړي موخې لپاره يو الکترو ستاتيک چارج واحد د يوګرام هوا په وزن باندې ويشو.

☑ په بيالوژيکي ډوزيمتري کې پخوا درونتګن واحد څخه کار اخيستلو. د بيلګې په ډول که دبدن پوستکې ته په يوه وارځلورسوه شل رونتګن (Erythem dose = 420 roentgen) ورسيږي نو پوستکی سورکيږي. دوړانګو دغه ډول کلينيکي اغيزه د انرژي ډوزواحد په توګه ټاکل شويوه.

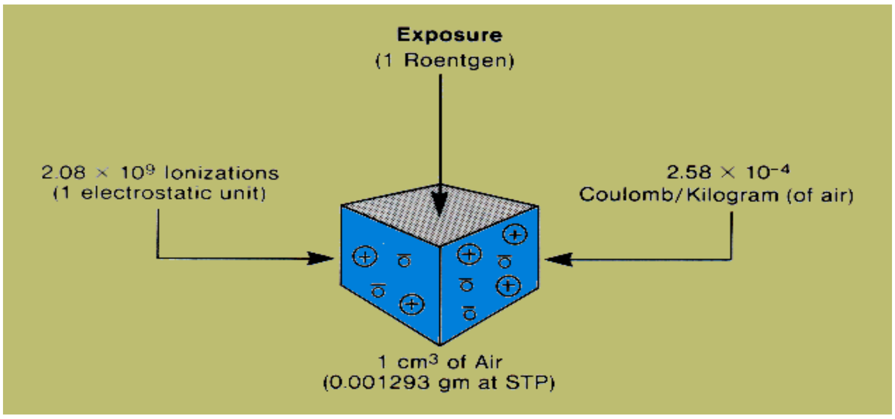
$$1\,R = \frac{1\,esE}{0{,}001293\,g\,(Luft)} = \frac{2{,}082\cdot10^{9}\,(Ionenpaare)}{0{,}001293\,g\,(Luft)}\cdot\frac{1{,}602\cdot10^{-19}\,C}{(Ionenpaar)} = 2{,}58\cdot10^{-4}\,\frac{C}{kg}$$

$$R = 2{,}58 \times 10^{-4}\,\frac{C}{Kg}$$

کله چې دپا سنی معادلي څخه يو کولومب په رونتګن واړووښو يو کولومب پر کيلوګرام له 3876 R رونتګن سره مساوي ده.

$$1\ C/Kg = 3876\ R$$

☜ کله چې د $6{,}24 \times 10^{18}$ ايونو برېښنا يز چارج سره جمع کړو نو يو کولومب C ورڅخه لاس ته راځي.



٤٢ - شکل: کله چې يو رونتګن وړانګې په يو سانتي متر مکعب وچه هوا کې ورننوځي چې کثافت يې په عادي فشار او تودوخي کې (0,001293 gram standard temperature and pressure) ، نو هلته لړڅه دوه مليارده ($2{,}08\times10^{9}$ ionpairs) جوړه ايونونه منځ ته راولي(37).

☜ په يوه کيلوګرام وچه هواکې د پيداشووچارجونوټوله اندازه مساوي ده له: $2{,}58\times10^{-4}$ C/Kg

دبرېښنا جريان قدرت

کله چې په هوا کې دبرېښنا جريان I دهوا په کتله m_{air} او وخت t سره وويشو نو د برېښنا جريان قدرت J لا س ته راځي چې واحد يې کولومب C تقسيم په کيلو ګرام kg اوثانيه (second = s) ټاکل شوئ دی.

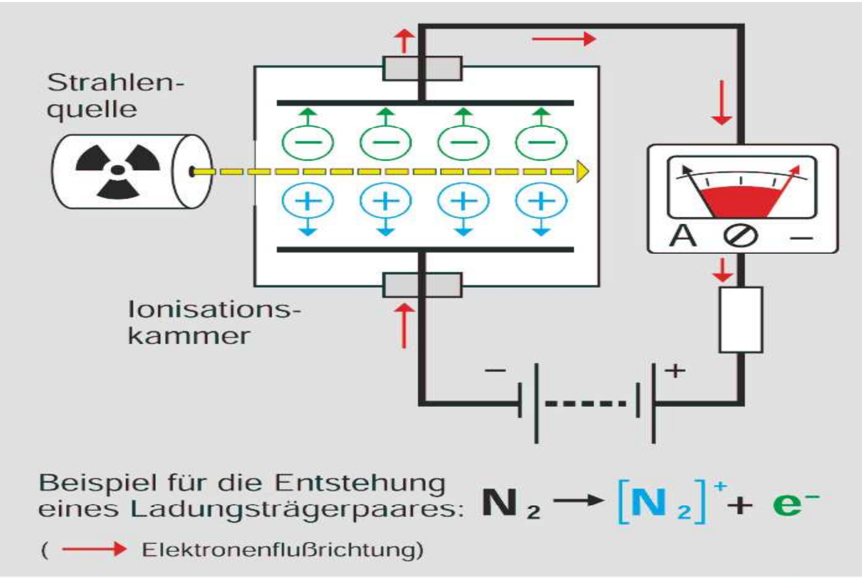
$$J = \frac{dI}{m_{air} \times dt} = \left[\frac{C}{Kg \times s}\right]$$

دایون دوز اندازه کول:

په ٤٣ شکل کې ښودل شوې ده چې د یوې ایونایزیشن چمبر (Ionization chamber) په مرسته سره چې یوه فزیکي آله ده د نوموړو الکترونو بریښنایز چارجونه یا بریښنایز جریان اندازه کولاې شو.

- ایونایزیشن چمبرد یوه لوښي څخه جوړه ده چې دوه الکتروده لري اود خاذن په نامه سره یادیږي. دخاذن یوه الکترودډبټرئ دمثبت او بله یې دمنفي قطب سره تړلې ده. کله چې داکسریزآلې څخه وړانګې راووځي اوبیا چمبر ته ور ننوځي اوهلته هوا یا یو بل غازوي نو دغه وړانګې په دې هوا یا غاز کې ایونایزیشن کړنلاره تر سره کوي. په پایله کې الکترونه مثبت قطب ته او مثبت ایونونه دمنفي قطب خواته خوځیږي. په دې چمبر کې دبریښنا جریان د یوه امپیر میټرپه مرسته سره اندازه کیږي. هر څومره چې د ایونایزیشن درجه یا د بریښنا شدت زیات وي په همغه کچه دوړانګوغبرګون د هوا یاد نسجونو داتومونو سره هم ډیروي .

٤٣ـ شکل: دایونایزیشن چمبر (Ionization Chamber) جوړښت چې دیوې رادیو اکتیوسر چینې، یوخاذن، یوې بټرئ او یوامپیر متر نه جوړه ده راښیي .دهوا نایتروجن یومالیکول N_2 دوړانګوسره غبرګون کوي اوپه پایله کې یو الکترون e^- او د نایتروجن یومثبت ایون N^+ منځ ته راځي چې د چا رج یوې جوړې (Ion pairs) په نامه سره یادیږي (35).

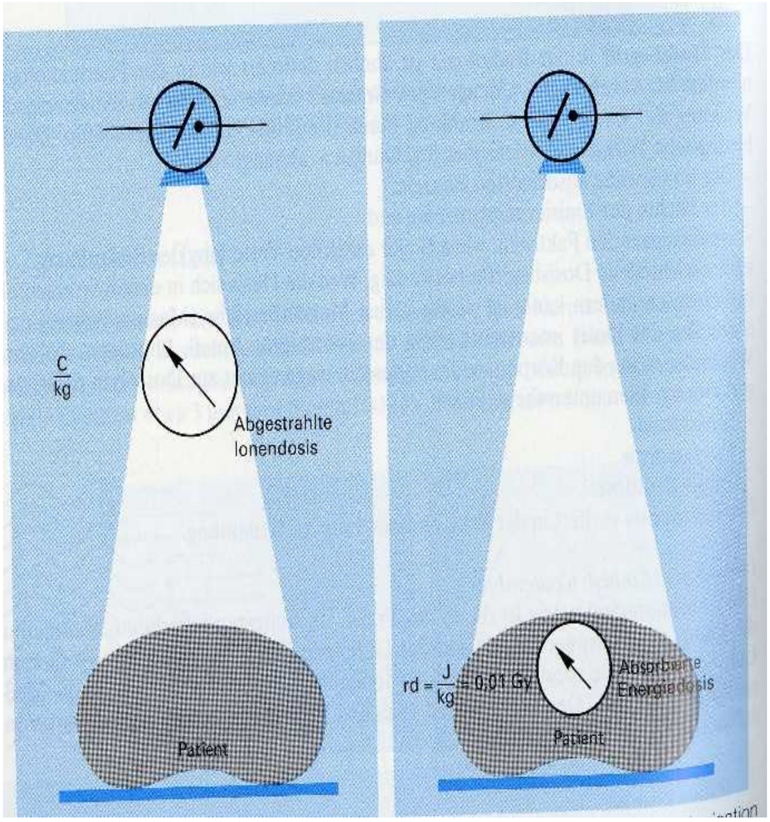


Quelle:

په ٤٣-شکل کې دایون دوزبریښنایز چارجونو اندازه کولولوښی یاآله (Ionization Chamber) سرکټ (Circuit) ښودل شوی دی(34). دیوې رادیو اکتیو سرچینې څخه وړانګې خپریږي او دهوا نایتروجن مالیکولN_2 په یوه مثبت ایون N_2^+ او الکترون e^- ایونایز کوي.نوموړي چارجونه دجوړه چارجونو(Ionpairs) په نامه سره یادیږي.

په ٤٤- شکل کي دايون ډوز داندازه کولوکړنلاره ښودل شوي ده چي په روغتون کي ورڅخه کار اخيستل کيږي. د اکسريز آله (X-ray tube) ، يو امپيرمتر Ampermeter اود ناروغ د بدن په ساره پرې شوې سطحه   (cross section) را ښيي.

کله چي داکسريزآلي څخه وړانګي راووځي نو په لاره کي لومړی دهوا داتومونو سره لګيږي او بيا د ناروغ بدن ته ور ننوځي. نوموړې وړانګي په هوا او هم په نسجونوکي يوه برخه انرژي دلاسه ورکوي چې په پايله کي دهغوی اتومونه ايونايزکوي ياني الکترونه ورڅخه راوباسي.

<table>
<tr><td rowspan="3">
</td><td>داکسريز آلي(X-ray tube) څخه وړانګي راوځي او سم سيخ د ناروغ بدن په رنا کيږي.</td></tr>
<tr><td>Ampermeter
امپيرمترداېون ډوزاندازه کوي. د بېلګه په ډول په يوه کيلوګرام هواکي دېولومثبت او يا منفي چارجونواندازه په واحد د يو کولومب پرکيلوګرامC/kg</td></tr>
<tr><td>Patient
دناروغ په بدن کي جذب شوي انرژي لکه يوراد rd   يا ني يو سا نتي ګري د امپـيرمتر په مرسته سره اندازه کيږی.</td></tr>
</table>

٤٤- شکل: په نوموړي شکل کي د ايون ډوز تعريف د يوې تجربې په بنسټ ښودل شوئ دی. د شکل پورتنی برخه د اکسريزسرچينه اوپه منځ کي امپير مټر اوپه لاندې برخه کي دناروغ دبدن په ساره پرې شوې سطحه رانبيي (cross section) (9).

په هوا کي يو رونتګن اکسريز دلږ څه يو سانتي ګرې انرژي سره برابره ده (1 R = 0,89 cGy)

انرژي ډوز (Energy Dose = D)

ايون ډوزيو داسې فزيکي کميت دئ چې دوړانګوبيالوژيکي اوفزيکي ناوړه اغيزو او غبرګون په اړوند مالومات نه شي تر لا سه کيداى. نوله دي کبله ددې اړتيا پيدا شوه چې يو نوئ فزيکي کميت يا نې انرژي ډوز تعريف تر سره شي ترڅودوړانګونوموړي اغيزې هم په پام کې ونيول شي.

دانرژي ډوز تعريف:

کله چې ايونايز کوونکې وړانګې د يوې مادې سره غبرګون وکړي نو په پايله کې خپله ټوله او يا يوه برخه انرژي دغې مادې ته انتقال کوي (ليږدوي) چې بيا هلته په ماده کې جذب کيږي. دنوموړو وړانګوهغه برخه انرژي چې په واحد دکتله کې جذب شوې وي د انرژي ډوز (Absorbed Dose) په نامه سره ياديږي

که د رڼا شوې مادې کتله په m او حجم يې په V او کثافت يې په ρ سره وښيو نو د انرژي ډوز D تعريف په لاندې ډول سره کولاې شو.
د انرژي ډوز D مساوي ده له : انرژي تفاضل (توپير) dE تقسيم د کتلې په تفاضل (توپير) .dm

$$D = \frac{dE}{dm} = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{dE}{dV}$$

D = انرژي ډوزيا اندازه
dE = يوې مادې ته انتقال شوې يا جذب شوې انرژي برخه يا تفاضل (توپير)
ρ   = د همغې مادې کثافت
dV = د مادې حجم توپيريا تفاضل (توپير) يا دحجم يوه کوچنۍ برخه
dm = د کتلې توپير (تفاضل) يا دکتلې يوه کوچنۍ برخه

* **پوښتنه** : څرنګه چې تجربو ښودلې ده چې په هواکې د يوه ايون دلا س ته راوړلو لپاره لږ څه څلورديرش ولټه انرژي 34 eV او په يوه بيالوژيکي ماده لکه دنسجونويه يوه حجره (ژونکه) کې ديو مالېکول د ايونايزيشن لپا ره لږ څه شپيته الکترون ولټ انرژي (60 eV) په کارده. نو که چيرته يو سړى چې وزن يې اويا کيلو ګرامه 70 Kg وي او ټول جسم ته يې په متجانس ډول دطبيعي وړانګو په کچه ياني لږ څه دوه نيم ملي ګري انرژي ډوز 2,5 mGy ورسيږي نو د توليد شوو ايو نو شمير يې په هوا او په نسجونوکې مالوم کړئ؟.

* **حل** :ځرنګه چي د بریښنا یزانرژي او د میخانیکي انرژي تر منځ لاندنی اړیکي شته دي

$1eV = 1{,}6 \times 10^{-19} J$

نود هواد یوه ایون د تولید لپاره بریښنایز انرژي په میخا نیکي انرژي اړوو.

$34\ eV = 34 \times 1{,}6x10^{-19}\ J = 54{,}4 \times 10^{-19}\ J$

دتعریف سره سم یو ګرې Gray عبارت دئ له: یوجول تقسیم په یو کیلو ګرام کتله
تجربو ښودلي ده چي په یوه کیلو ګرام نسجونو کي ددوه نیم ملي ګرې په واسطه د پیدا شوو ایونوشمیر مساوي ده له:

$$2{,}5\,mGy = \frac{2{,}5 \times 10^{-3}\ J}{Kg} = \frac{\dfrac{2{,}5 \times 10^{-3}\ J}{54{,}4 \times 10^{-19}\ J}}{Kg} = 4{,}5 \times 10^{14}\ ions\ /\ Kg$$

* **ځواب** : په یوه کیلوګرام هوا کي دایونو شمیرلږ څه څلورنیم سوه بلیاردو ته رسیږي. او په یوه کیلو ګرام نسجونو کي د ایونو شمیرمساوي دی له:

$$2{,}5\,mGy = \frac{2{,}5 \times 10^{-3}\ J}{Kg} = \frac{\dfrac{2{,}5 \times 10^{-3}\ J}{60 \times 1{,}6 \times 10^{-19}\ J}}{Kg} = 2{,}6 \times 10^{14}\ ions\ /\ Kg$$

* **ځواب** : لږ څه دوه نیم سوه بلیارده ایونونه په یوه کیلو ګرام نسجونو کي منځ ته راځي.

ځرنګه چي یو نورمال سړی لږ څه اویا 70 kg کیلو ګرام وزن لري نو په یوه کال کي دطبیعي وړانګو دغبرګون په پایله کي چي قیمت یي دوه نیم ملي ګرې 2,5 mGy دی لږ څه یو سلو اتیا ملیارده یاني $70 \times 2{,}6 \times 10^{14} = 182 \times 10^{14}$ ions ایونونه تولید کیږي.

دانرژي ډوز واحد:

که چیرته د ایونایزکوونکو وړانګو یوجولول (Joule = J) انرژي په یوه کیلوګرام (Kg) نسجونواو یا بله ماده کي جذب شي نو دغه فزیکي کمیت او یا جذب شوې انرژي ته دانرژ ي ډوزهم او یا دانرژي اندازه ویل کیږي **(absorbed Dose)**. د تعریف سره سم یوجول تقسیم په یو کیلو ګرام دیو ګرې Gray (= Gy) سره مساوي ده. یو ګرې دانرژي وا حد دئ چي دیوه سویډني رادیولوژ پوه په ویاړ سره چي ګرې Gray نو میده ټاکل شوئ دئ.

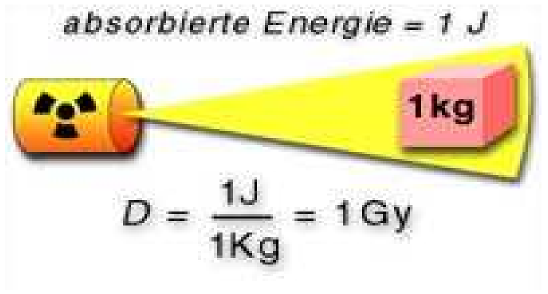
دانرژي ډوز پخوانئ واحد راد (radiation absorbed dose = rad) نومیږي اویوراد دګرې سلمه برخه ده یاني (100 rd = 1Gy) .

ديوګرې Gray فزيکي کميت تعريف :

* په هوا کي ديوه جوړه چارج د پيداکولو لپاره ځلور ديرش الکترون ولټ 34 eV انرژي په کارده.

* څرنګه چي دکولومب او کيلو ګرام حاصل تقسيم 1C/kg دا مانا ورکوي چي څومره جوړه چارجونه په يوه کيلوګرام هواکي پيداشويدي نو نومړي قيمت څخه په هواکي دانرژي ډوز لاس ته راتلای شي

يو ګرې : يوژول انرژي تقسيم پريو کيلوګرام کتلې سره مساوي ده



* ديوې راديو اکتيوسرچينې څخه و ړانګې خپريږي او په يوه کيلو ګرام کتله کې يوژول انرژي جذب کيږي.

يو ګرې = يو جول تقسيم په يو کيلوګرام کتله
يو ګرې = سل راد = سل سانتي ګرې = زر ملي ګرې

اويا :

1Gy = 1Joule/1 Kilogramm = 1J/1Kg = 1As/Kg = 100 rad
1Gy = 100 cGy = 1000 mGy
1 rad =0,01 J/Kg = 0,01 Gy = 10 mGy
1rad = 1 cGy

د ګرې کوچني واحدونه د نړيوال واحد سيستم SI په بنسټ عبارت دي له: سانتي ګرې cGy، ملي ګرې mGy، مايکروګرې µGy او نانو ګرې nGy . سل سانتي ګرې 100cGy = 1Gy ديو ګرې او زر ملي ګرې 100mGy= 1Gy د يو ګرې سره مساوي دي او داسي نور.

☑ که څوک يو کيلوګرام کتله لس سانتي متره دځمکې مخ نه پورته کړي نو يوژول انرژي تر سره کوي.
☑ يوژول هغومره کارډی چي ديونيوټن قوې په واسطه سرته رسيږي اويو شي تر يو متروانتن پورې خوځوي
☑ يوژول هغومره کارډی چي ديوه واټ په اندازه قدرت توليد کړي اويوه ثانيه پايښت ولري.

ایون ډوزپه انرژي ډوزاړول:

څرنګه چې انرژي ډوز سم سیخ نه شي اندازه کېدلاي او دتجربو له مخې یوازې ایون ډوز اندازه کیداي شي خو د یوه بدلو ونکي فکتور (f = conversion factor) په مرسته سره موږ کولای شو چې انرژي ډوز او ایون ډوز یو پر بل واړوو. د نوموړي فکتور قیمت دوړانګو په ډول، دوړانګو په انرژي اود مادي په جوړښت پورې اړه لري نوله دې کبله د نسجونو، هډوکو او عضلاتو لپاره ځانګړئ قیمت لري. د بدلو ونکي فکتور f واحد سانتي ګرې په رونتګن دی (cGy/R) .
د بېلګه په ډول دهوا لپاره دغه ضریب f = 0,87 cGy/R قیمت لري.

انرژي ډوز = بدلوونکئ ضریب × ایون ډوز

$$D(cGy) = f(cGy/R)\times I(R)$$

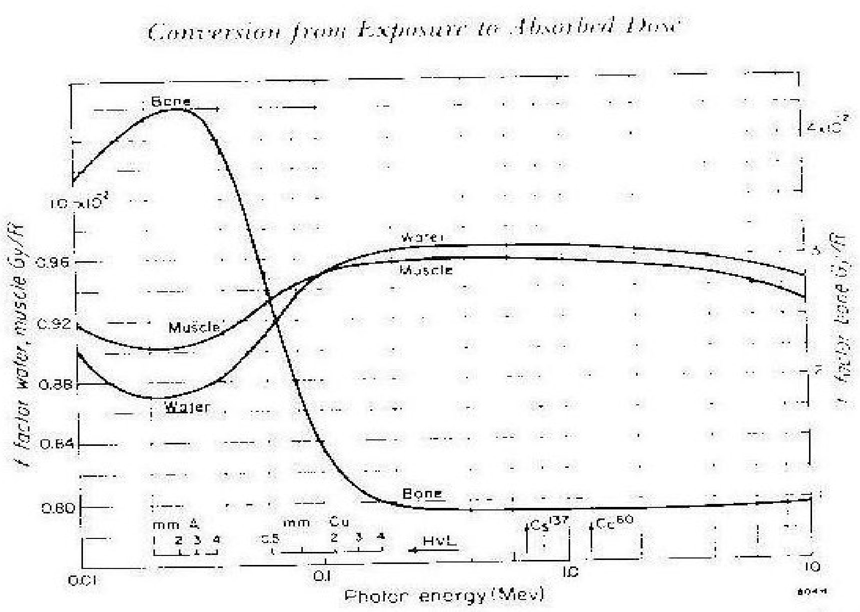
په هوا کې دانرژي ډوزمساوي ده له:

$$\mathbf{D_{air} = 0,87 \times I}$$

دلته انرژي ډوز D په واحد د سانتي ګرې او ایون ډوز I په واحد د رونتګن R ټاکل شوئده.

دوړانګو انرژي په واحد keV	هوا	اوبه	دبدن غړي	هډوکي
50 KeV	0,87	0,88	0,93	4,2
100 KeV	0,87	0,89	0,92	3,6
150 KeV	0,87	0,92	0,94	2,3
Co-60	0,87	0,96	0,96	1.0
Cs-137	0,87	0,96	0,96	0,9

۱۷- جدول کې د اړوونکي فکتور f (cGy/R) قیمتونه چې واحد یې سانتي ګرې په رونتګن ټاکل شوئ دی د هوا، اوبو، دبدن غړو او هډوکو لپاره شودل شویدي . دیورتني جدول او د ٤٥ شکل څخه څرګندیږي چې دټیټې انرژي په ساحه اوپه هډوکوکې لکه پینځوس کیلو الکترون ولټه (50 keV) دجذب شوې انرژي ډوز قیمت دکوبالټ (Co-60) په پرتله لږخه څلورواره ډیردی. همدا لامل دی چې دناروغیوپه تشخیص کې هډوکي ډیره انرژي جذب کوي اودلیدلو وړګرځي. ددوه سوه کیلو الکترون ولټه څخه پورته دجذب شوې انرژي کچه د اوبو(نسجونو) او عظلاتولپاره لږخه یوشان ده، خوپه هډوکوکې ډیره لږجذب کیږي. داپه دې مانا چې دناروغیودتشخیص لپاره لوړ انرژي اکسریزګټه نه لري.



٤٥- شکل: دکتلي انرژي جذب ضریب (μ_{en}/ρ) (Mass energy absorption coefficient= د هواء، هډوکو (Bone) او وازدې (Fat) لپاره د اکسریزانرژي په تابع سره ښودل شوئ دی (15).

پوښتنه: کله چې د سل کیلو الکترون ولټه (100 keV) اکسریز آلي ځخه وړانګې خپرې شي او په هوااو هډوکو کې یو رونتګن جذب شي نود نوموړي جدول له مخې دیو رونتګن انرژي کچه مالومه کړی؟

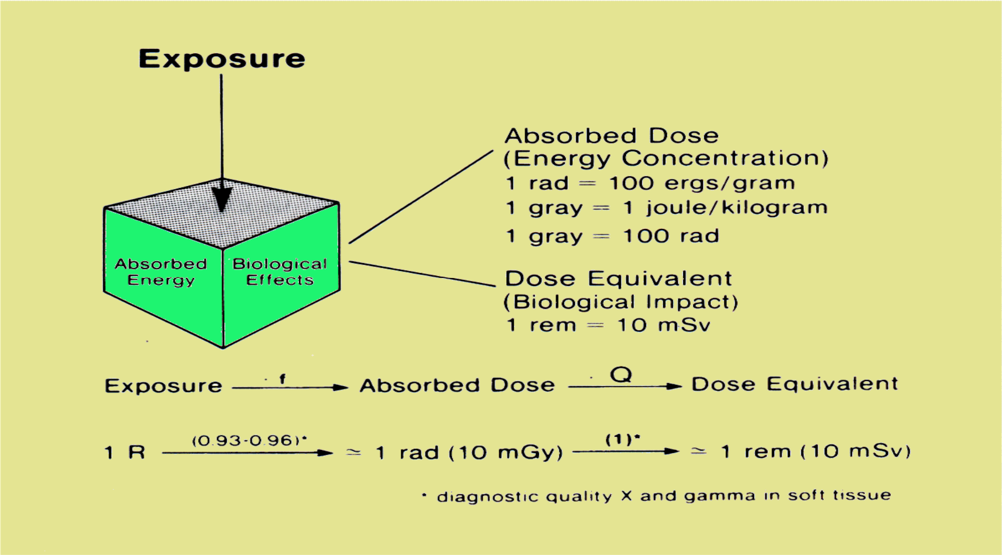
* **حل:** دانرژي ډوز د لاس ته راوړلو لپاره دلاندني فرمول ځخه کار اخلو.

اړوونکی فکتور f (cGy/R) × دایون ډوزپه واحد رونتګن R = انرژي ډوز D په واحد سانتي ګرې

په یوه ګرام هوا کې د یورونتګن انرژي کچه: $D = 0,87 cG/R \times 1R \approx 0,87 cGy$

په یوه ګرام هډوکې د یو رونتګن انرژي کچه : $D = 3,6\ cGy/R \times 1R \approx 3,6\ cGy$

دپورتني جدول له مخې په هډوکو کې دیورونتګن وړانګوانرژي د هوا په پرتله لږ ځه د ری نیم سانتي ګرې لوړقیمت لري.همدا لامل دی چې داکسریزپه عکسونو کې د هډوکواناتومي بڼه سپینه او جوته لیدل کیږي داځکه چې په هډوکې دفوتواغیزه دهوا په پرتله لږځه دری ځله ډیره پیښیږي. نو له دې کبله د هوا برخه توررنګ لري. داپه دې مانا چې دهوا مالیکولوسره داکسریز وړانګې ډیر لږ غبرګون کوي او مخامخ تیریږي.



۴۶ **- شکل:** يوروننتګن ايون ډوز د يوه فکټور په مرسته سره په انرژي ډوز او معادل ډوز سره اړولای شو. دبېلګه په ډول په نسجونوکي د يو رونتګن بيالوژيکي اغيزى په پايله کي لږڅه لس ملي سيورت انرژي او همدارنګه لس ملي سيورت معادل ډوزجذب کيږي(37).

دانرژي ډوزقدرت (Absorbed dose rate = $\dot{D}$)

تعريف :

دوړانګودانرژي ډوز قدرت = د انرژي ډوزتفاضل (توپير) dD تقسيم په تفاضل (توپير) دوخت dt

$$D^{\bullet} = \frac{dD}{dt}$$

Dose rate = absorbed Dose/ radiation time

$D^{\bullet}$ = دوړانګو دانژي ډوز قدرت

dt = دوخت تفاضل (توپير) يا توپير

dD = دانرژي ډوزتفاضل (توپير) يا توپير

د پورتنئ معادلي څخه دوړانګوانرژي ډوز اود وړانګو دخپريدلوموده يا وخت په لاندي ډول تر لا سه کولای شو:

absorbed Dose = (Dose rate) × (radiation time)

دانرژي ډوز = دانرژي ډوز قدرت × وخت

Radiation time = absorbed Dose/ Dose rate

دوړانګودخپريدلوموده = دانرژي ډوز تقسيم په انرژي ډوز قدرت

* **پوښتنه**: دیوي هستوي بټۍ په چاپیریال کې تل رادیواکتیو مواد ازادکیږي اودشاوخوا اوسیدونکو لپاره دخطر احتمال شته دی. دچاپیریال هغه اعظمي (تر ټولو لوړ) ډوز قدرت کچه معلومه کړئ ترڅو دعام وګړو لپاره درادیوکتیف وړانګوډوز نور داندیښنې وړنه وي اوپه کال کې دیوملی سیورت نه وانه وړي؟

* **حل:** د انرژي ډوزقدرت = کلنی لوړډوزتقسیم په وخت

دعام وګړو لپاره دوخت موده چې پرلپسې وړانګې ورته رسیږي د نړیوال کمیسیون (ICRP) ریفرینس یاني د سپارښتنې وړ (Reference) قیمت یوسلواته شپیته ساعته په یوه اونۍ کې (168 h/week) او د اغیزمن ډوزلوړلپمیټ په یوه کال کې یو ملي سیورت 1mSv ټاکل شوئ دی. داسانتیا لپاره دلته یوکال په پنځوس اونۍ باندې شمیرل کیږي.

دډوز قدرت $= \quad \dfrac{1mSv}{168\,h \times 50weeks} = 0{,}12\mu\ Sv/h$

* **ځواب:** دهستوي بټۍ درادیواکتیو غاز ډوز قدرت د صفرعشاریه دولس ما یکروسیورت په ساعت کې وانه وړي.

که چیرته د ګاما وانګو یوه سرچینه تر نظر لاندې ونیسو نو دوړانګودانرژي ډوزقدرت یې درادیواکتیویتي A سره سم سیخ او دواټن r د مربع سره معکوسا اړیکي لري چې په لاندې ډول یې لیکلای شو.

$$D^{\bullet} = \frac{dD}{dt} = \Gamma \times \frac{A}{r^2}$$

☑ A = درادیو اکتیو سر چینې رادیو اکتویټي (واحدیې: بیکاریل Bq).

☑ $D^{\bullet}$ = dD/dt = دوړانګو دانرژي ډوزقدرت فزیکي تعریف دی چې او حد یې : ګرې په دقیقه Gy/min یا ګرې په ساعت Gy/h ټاکل شوئ.

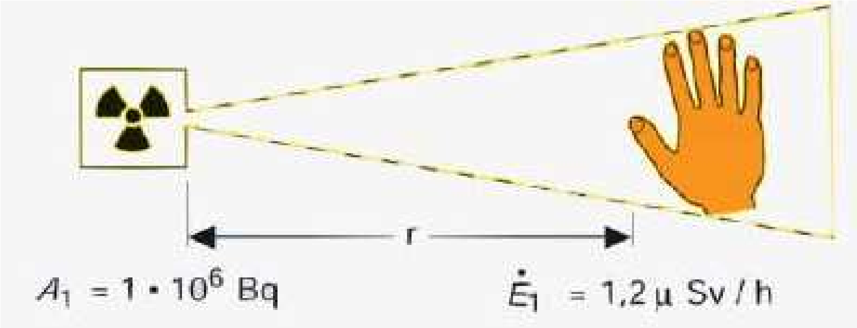
☑ Γ = د ګاما توری دی چې د فوتون وړانګو او دهر یوه رادیواکتیو عنصر لپاره ځانګړی د تناسب ثابت ضریب دی (واحدیې: ګرې ضرب مترمربع تقسیم په بیکارېل ضرب ساعت Hour = h او یا په بل عبارت (Gy. m^2/ h.Bq)

☑ r = هغه واټن دې چې دوړانګو سرچینې څخه تریوه ټاکلي ټکي اویا مطلوب ځای پورې اوږدوالې لري (واحد یې مترټاکل شوئ).

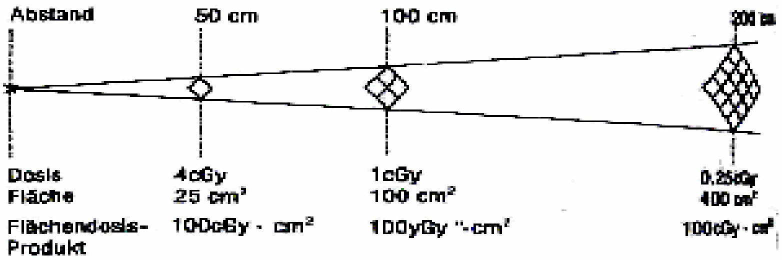
په ۱۸- جدول کې دځینو رادیو اکتیو عنصرو لپاره دګاما ثابت Γ قیمتونه لیکل شوي دي.

راديو اكتيو منبع نوم	دګاما ثابت Γ in $\frac{Gy \cdot m^2}{h \cdot Bq}$	دګاما ثابت په واحد دملي سيورت Γ_H mSv. m²/GBq.h
Co-60	$3,5 \cdot 10^{-13}$	0,35
I-131	$5,9 \cdot 10^{-14}$	0,059
Cs-137	$8,4 \cdot 10^{-14}$	0,088

۱۸- جدول: په يوه متر واټن اويوه ساعت کې ديوګيګا بيکارېل اکتيويتي ځينو راديو اکتيو سرچينو د ګاما ثابت قيمت Γ_H په واحد دملي سيورت او يا د ګاما ثابت قيمت Γ په واحد دګرى



ديوى راديواکتيو سرچينې څخه چې اکتيويتي يې يو مليون بيکارېل دى وړانګې خپرېږي او په لا س کې جذب کيږي. دنوموړي سرچينې ددوز قدرت په يوه ساعت کې لږڅه يو مايکروسيورت نه اوړي(34)

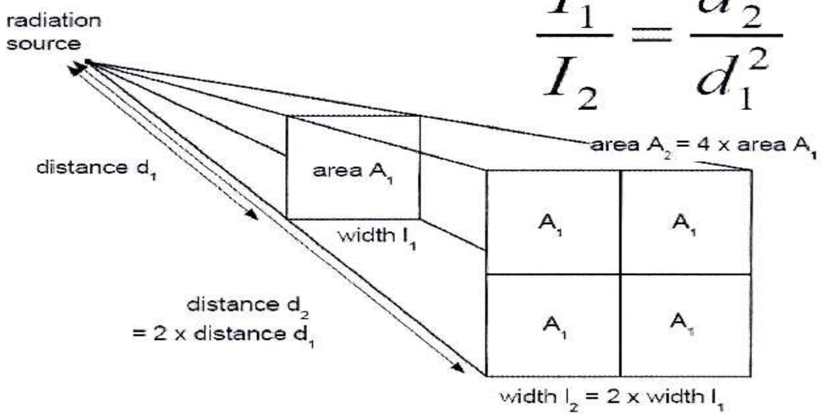


۴۷- شکل: دوړانګود دوزقدرت د واټن د مربع سره معکو سا متناسب دى. د بېلګه په ډول که دراديو اکتيو سرچينې څخه په پنځوس سانتي متر واټن کې ددوز قدرت څلورسانتي ګرې وي نو په سل سانتي متر واټن کې يو سانتي ګرې ته کمښت مومي. دواټن په تابع سره د ددوز کمښت دهندسي سطحې په توګه هم ښودل شوى دى(51).

ډېوزسطحي حاصل ضرب (Dose area product)

په ٤٧ شکل کې ښودل شوې ده چې دسطحي او د انرژي ډېوز حاصل ضرب ثابت پاتې کيږي. دا ځکه چې دواټن د اوږدېدلو سره سم د سطحي قيمت ډېرېږي اودهغي سره سم (جوخت) دډېوزقيمت کميږي. نوموړي فزيکي کميت ته ډېوزسطحي حاصل ضرب وايي

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{d_2^2}{d_1^2} \qquad E_1$$



٤٧ الف شکل: دوړانګود ډېوزشدت I = Intensity د واټن د مربع سره معکو سا متناسب دی

د انرژي ډېوز قدرت واحد:

دانرژي ډېوز قدرت واحد يوګرې پر ثانيه 1Gy/s او يا يوګرې په دقيقه 1Gy/min دی.

* **پوښتنه:** په يوه روغتون کې د کوبالټ يو ې راديو تيراپي سرچينې اکتيويتي $3{,}7 \cdot 10^{15}$ Bq سره مساوی ده. دنوموړې سرچينې دوړانګوډېوز قدرت په پينځه متره واټن کې څومره قيمت لري.

* **حل:** کله چې د ١٨- جدول څخه دکوبا لټ سرچينې لپاره د ګاما ثابت قيمت Γ راو اخلو نود ډېوز قدرت لپاره ليکلا ئ شو چې:

$$\dot{D} = \frac{3.5 \cdot 10^{-13} \cdot 3.7 \cdot 10^{15}}{5^2} \frac{Gy}{h} = 51.8 \ \frac{Gy}{h}$$

* **ځواب:** دکوبالټ طبي د ستګاه قدرت لږ څه دوه پنځوس ګرې په ساعت کې دی.

ديام وړ: نن ورځ دسرطان نارو غيوددرملنې په موخه دکوبالټ وړانګوڅخه کار نه اخيستل کيږي. داځکه چې ديوې خوايې انرژي لږ ده (1,2MeV) اودبلې خوا يې اکتيويتي د هرو پينځوکالونوڅخه نيمايي ته رالويږي. دکوبالټ په ځای د خطي تعجيل کوونکي څخه کار اخيستل کيږي چې انرژي يې تر شلوميګا الترون ولټ پورې رسيږي.

☜ **د پا م وړ:** . دوړانګو نه د ځان ساتنې او دخطر داټکلوپه موخه د نوموړې ګاما Γ په ځاې یوه بل ګاما ثابت ضریب یانې Γ_H څخه کار اخیستل کیږي چې واحد یې ملي سیورت ضرب متر مربع تقسیم په ګیګا بیکارېل په ساعت $mSv.\ m^2/GBq.\ H$ سره اټکل شوئ دی.

* **پوښتنه:** دکوبالټ یوې سرچینې د اکتیویتي قیمت یو مېګا بیکاریل 1MBq او دګاما قیمت یې مساوې ده له : $\Gamma_H = 0{,}35mSV/GBq\ .h$

په یوه متروانټ کې دنوموړې سرچینې دانرژي قدرت څومره دی. ؟

$$\frac{dD}{dt} = \frac{\Gamma_H \times A}{r^2} = \frac{0{,}35mSv \times 0{,}001GBq}{1m^2 \times GBq \times h} = 0{,}35 \times 10^{-6}\,Sv = 0{,}35\mu Sv/h$$

یانې لږڅه صفرعشاریه درې میکرو سیورت ډوز په یوه ساعت او په یوه متروانټ کې دیومیګا کوبالټ منبع څخه خپریږي. په همدې ډول سره د ایوډین رادیو اکتیو منبع J-131 لپا ره چې دګاما قیمت یې دکوبالټ په پر تله لږڅه کم خو اکتیویتي یې سره یوشان دئ انرژي ډوز D = 0,06 µSv په یوه ساعت کې لا س ته راځي. خو که چیرته دتایراید Thyrid درملنې په موخه یوه ناروغ ته یو ګیګا بېکاریل GBq رادیواکتیو فارماکا یانې دوایې ورکړو نو پخپله ناروغ دیوې رادیو اکتیو منبع حیثیت پیداکوي اودګاما رادیو اکتیو وړانګې دځانه څخه خپروي. نو که فرضاً کوم طبي پرسونل نوموړي ناروغ ته په یوه متر واټن کې ور نږدې شي نوبه هغه ته د پورتنۍ محاسبې په کړنلاره سره شپېته میکروسیورت 60 µSv او که نیم متر ورنږدې شي نو به هغه ته دوه سوه څلویښت میکرو سیورت 240 µSv په یوه ساعت کې انرژي ډوز ورسیږي. دا ځکه چې دانرژي ډوز د واټن مربع سره معکوساً متنا سب ده.

د وړانګو ډوزاو دواټن مربع قا نون

دوړانګو انرژي ډوز D دواټن r د مربع سره معکوساً متناسب ده. که چیرته په ټاکلي واټن r_1 کې د وړانګو انرژي ډوز D_1 او په بل واټن r_2 کې دانرژي ډوز په D_2 سره وښیو نودواټن مربع قانون په لاندې ډول سره لیکلای شو:

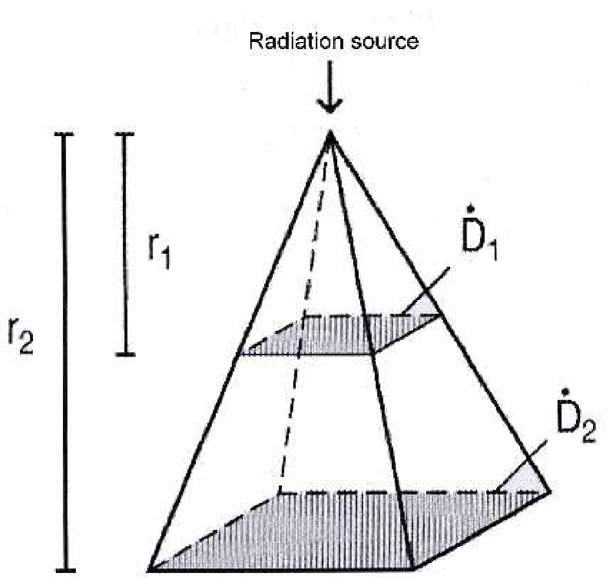
دانرژي ډوز D_1 په واټن r_1 تقسیم په انرژي ډوز D_2 په واټن r_2 مساي ده له واټن r_2 په مربع تقسیم په واټن r_1 په مربع

$$D_1 = D_2 (\frac{r_2}{r_1})^2$$

$$r_1 = \sqrt{\frac{D_2}{D_1} \times r_2^2}$$

$$D_1 \times r_1^2 = D_2 \times r_2^2$$

$$D_1/D_2 = (r_2)^2/(r_1)^2$$



٤٧ **ب شكل:** د وړانګو ډوزاو دواټن مربع قانون

* **پوښتنه**: د ګاما وړانګې يوې راديواکتيو سرچينې ډوزقدرت په دوه متره واټن او يوه ساعت کې پينځه سوه ملي سيورت اندازه شوېدی. په کوم واټن کې ددغې سرچينې قدرت پينځه پنځوس ملي سيورت په ساعت کې کمښت مومي؟

* **حل:** که چيرته دنوموړې سرچينې دډوزقدرت په r_1 واټن کې په D_1 اوپه r_2 واټن کې په D_2 وښيو نولاندنی اړيکې دهغوې ترمنځ موجودې دي.

$$D_1 \times r_1^2 = D_2 \times r_2^2$$

$D_1 = 500$ mSv/h ; $D_2 = 55$ mSv/h ; $r_1 = 2$ m نو د واټن r_2 لپاره لرو چې:

$$r_2 = \sqrt{\frac{500}{55}(4)} = 6,0\,m$$

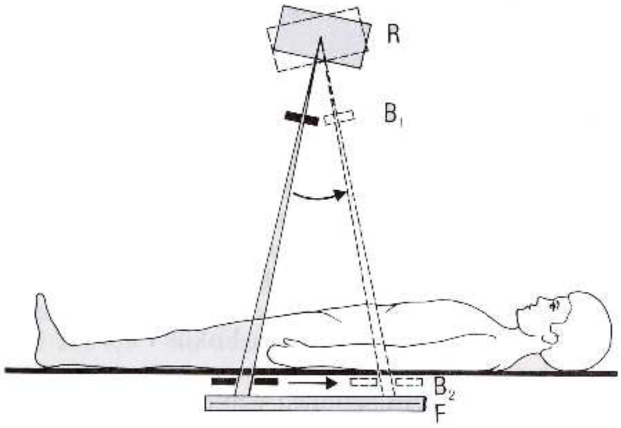
* **ځواب** : دنوموړې راديواکتيو سرچينې قدرت په شپږمترواټن کې پينځه پنځوس ملي سيورت ته رالويږي.

* **پوښتنه** : ډيوستکې سرطان يوه ناروغ ته ددرملنې په موخه ورځنۍ انرژي ډوزاندازه دډاکتر له خوا پنځوس ګرې 50 Gy ټاکل شوې ده. نوموړې ډوزناروغ ته داسې ورکول کيږي چې په يوه ورځ کې دوه سوه سانتي ګرې 200 cGy قيمت ولري. دناروغ ددرملنې

په موخه د يوې څلورسوه کيلو ولټه تېراپي آلې (400 KV) څخه کاراخيستل کيږي چې دانرژي ډوز قدرت يې په يومترواټن او په يوه دقيقه کې يو ګرېږ1 Gy/min قيمت لري. که چيرته ناروغ ديومتر په ځای په يونيم مترواټن کې داکس آلې څخه ليرې دميزپرمخ پروت وي نو مالوم کړئ چې.

۱- څومره وخت په کار دی چې د ناروغ پوستکي ته ددرملني په موخه دوه سوه سانتي ګرې په يوه ورځ کې ورکړشي اود درملني ټوله موده څوورځې پايښت کوي ؟

۲- په يونيم متر واټن کې داکسريز آلې د انرژي ډوز قدرت څومره کمښت مومي ؟



۴۸ـ شکل: داکسريزآلې په مرسته سره ناروغ ته درونتګن وړانګې ورکول کيږي. نوموړې وړانګې د يوې سرچينې څخه چې د R په توري شودل شوې ده راوځي او بيا سم سيخ د ناروغ په بدن باندې لګيږي.

* **حل :** ناروغ ته دوړانګوورکولوموده چې ددرملني په موخه دوه سوه سانتي ګرې (دوه ګرې) په يوه ورځ کې ټاکل شوې ده دلاندني فرمول څخه تر لا سه کوو.

دوړانګوورکولوموده t مساوي ده ددرملني ورځنی ډوزاندازه تقسيم دډوزپه قدرت

time = applied dose /dose rate

د وړانګو د ډوزاو دواټن مربع قا نون په اساس ليکلای شو چې:

$$1 Gy/min \times 1 m^2 = D_{1,5m} \times (1,5\ m)^2$$

په يونيم متر کې دانرژي ډوز قدرت $D_{1,5m}$ مساوي دی له:

$$D_{1,5m} = 1 Gy/min \times 1 m^2 \times 0,444\ m^{-2} = 0,444\ Gy/min$$

څرنګه چې 200 cGy = 2 Gy دی نو د وړانګو ورکولو وخت t لپاره ليکلای شو چې :

$$t = 2\ Gy \div 0,444 Gy/min = 4,5\ min$$

* **ځواب** : ځلورنيمي دقيقي په کاردي چي دوه ګرېِ په يوه ورځ کي نا روغ ته په يونيم متر واټن کي ورکړ شي. څرنګه چي ناروغ ته په يوه ورځ کي دوه ګرېِ ټاکل شوې دي نو پينځه ويښت ورځي په کاردي ترڅوهغه ته ددرملني په موخه بشپړپنځوس ګرېِ ورکړ شي.

معادل ډوز (Equivalent dose = H)

معادل ډوزيو داسي فزيکي کميت دئ چي په نسجونوکي د هرډول ايونايز کوونکو وړانګوبيالوژيکي اغېزی په پام کې نيسي. دا ځکه چي تجربو جوته کړېده چي په بدن باندې دايوانايزکونکو وړانګو ناوړه اغيزې دنوموړو وړانګو په ډول او هم انرژي پوري اړه لري او سره يوشان نه دي.

د بېلګه په ډول که په بدن کي دنيوترونو، پروتونو، الفا، بيټا او ګاما ايونايز کوونکو وړانګو جذب شوې انرژي اندازه سره يوشان هم وټاکل شي خودهغوی بيالوژيکي زيان کچه ديوه بل څخه توپير لري.ددې لپاره چي په نسجونو کي د هر ډول وړانګواو دهغي سره جوخت د انرژي زيان هم په نظر کي ونيول شي نو يو بل فکتورته اړتيا پيدا شوه چي د کوالټي فکټور يا دوړانګو دوزن فکتور يې بولي او په (Quality Factor = Q_R) سره ښوول کيږي. نوموړئ فکټورواحد نه لري اوداپه پام کې نيسي چي که يوه ناروغ ته د ګاما وړانګو په ځای بل ډول وړانګي د بېلګه په ډول لکه الفا وړانګي ورکړشي نودمعادل ډوز په مرسته يې د خطرکچه اټکل کولاې شو. دمعادل ډوز تعريف په لاندې ډول سره دی.

معا دل ډوز (Human equivalent dose = H) په نسجونو کي د انرژي ډوز D_T اود کواليټي فکتور Q_R د حاصل ضرب سره مساوي دی. په دې ځاې کي R يوه علامه ده چي دوړانګو = Radiation اوR Tissue = T لپاره ليکل شوئ دی . نو دمعادل ډوز لپاره لکلا شو چي:

$$H_T = Q_R \times D_T$$

دمعادل ډوز واحد:

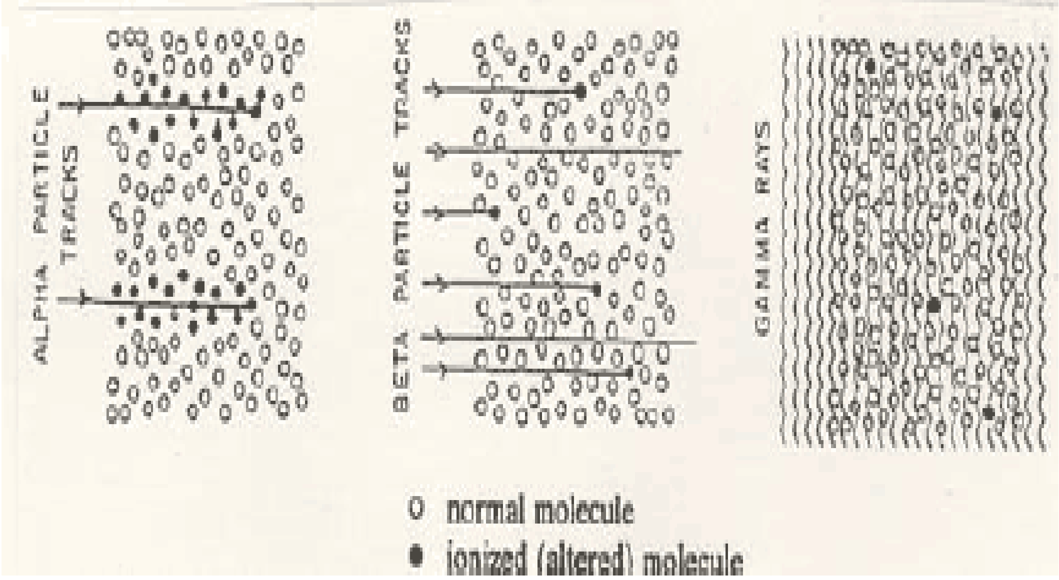
په داسي حال کي چي د انرژي ډوز واحد په ګرېِ Gy سره ښودل کيږي خو دمعادل ډوز واحد د سيورت (Sievert) په نامه سره ياديږي. د نوموړي واحد ګټه په دې کي ده چي دوړانګو په مقابل کي دلويانواو کوچنيانو درڼا شوو غړو هراړخيز حسا سيت ديوې خوا او دهرډول وړانګو توپير لرونکي بيالوژيکي اغيزې دبلي خوا په پام کي نيسي. همدا سبب(لامل) دی چي په ټولو بيالوژيکي موادو او نسجونو کي د وړانګو جذب شوې انرژي د ګرېِ واحد Gy په ځاې د سيورت په واحد Sivert = Sv سره په کار اچول کيږي.

دمعا دل انرژي ډوز يوبل پخوانی واحد هم شته دئ چي د ريم (rem) په نامه سره ياديږي او لنډيز يې په لاندې ډول سره دی: (Roentgen equivalent man = rem) اوسل ريم له يو ګرېِ سره مساوي دی (100 rem = 1Gy).

ديام وړ: که يوچاته داکسريزدوه سوه سانتي ګرېِ (200 cGy) انرژي ډوز ورسيږي، نوبيالوژيکي او کلينيکي اغيزه يې دنيوترون وړانګولس سانتي ګرېِ (10 cGy) انرژي ډوز سره يوشان ده.

په ۴۹- شکل کې ښودل شوي ده چې دالفا وړانګي په لږواټن ياني څو ميکرومترو (µm) کې خپله ټوله انرژي د لاسهورکوي او له دې کبله يې بيالوژيکي زيان هم زيات دی په داسي حال کې چې دبيټا او ګاما وړانګي همدازيان په اوږد واټن کې تر سره کوي. دا په دې مانا چې هر څومره زيات ايونونه دوړانګود اغيزې په اساس دواټن په واحد کې توليد شي په همغه اندازه يې ددې احتمال هم زيات دی چې د سرطان او يا بله ناروغي منځ ته راشي. ايونايز کوونکي وړانګي هغه وخت ناوړه اغيزې لري چې په ړنا شوي جسم کې يې انرژي جذب شي اوبيا ګڼ شمير ايونونه اوازاد راديکال منځ ته راشي.

دګاما وړانګودتګ کرښې Gamma rays	دبيټا ذرو د تګ کرښې Beta particle tracks	دالفا ذرو د تګ کرښې Alpha particle tracks



۴۹- شکل راښيي چې دالفا(Alpha) دوه ذرې دڅو مايکرومترونو په واټن کې يا په بل عبارت دلږ څه لسوحجرود لګيدلوڅخه وروسته، خپله ټوله انرژي دلا سه ورکوي، اوګڼ شميرايونونه توليدوي، چې د نوموړي شکل په کيڼ اړخ کې په تورو ټکو باندې ښودل شوي دي. دنوموړي شکل په منځنۍ برخه کې دبيټا(Beta) شپږو ذروڅخه يواځې څلورذرې دنسجونواتومونو سره غبرګون ښودلئ او څلورايونونه يې توليد کړيدي. په ښي اړخ کې دګاما وړانګواغيزه ښودل شوې ده چې يوازې درې ايونونه توليدوي. دا په دې مانا چې په نسجونوکې د الفا، بيټا او ګاما وړانګوبيالوژيکي او فزيکي اغيزې ديوه بل سره توپير لري. دبيلګه په ډول دالفاوړانګو د ايونايزيشن او د زيان کچه دګاما اوبيټا وړانګودزيان په پرتله شل ځلې زياته ده. داځکه چې ديوې خوا دالفا وړانګې دبيټا وړانګوپه پرتله دوه مثبت غبرګ بريښنايزچارجونه لري او دبلې خوا لږڅه دوه زره ځله درندې دي. نو له دې کبله په کافي اندازه وخت لري چې د اتوم الکترونوسره غبرګون وکړي. په داسي حال کې چې دګاماوړانګې بريښنايزچارج نه لري اوله دې کبله ديوې مادې داتومونوسره دکولومب غبرګون هم نه کوي.

دوړانګو انرژي په واحد دميګا الکترون ولټ	په يوه سانتي مترمکعب هواکي دجوړه ايونو شمير	
	دالفا وړانګوپه واسطه	دبيټا وړانګوپه واسطه
1 MeV	60 000	50
10 MeV	16000	45

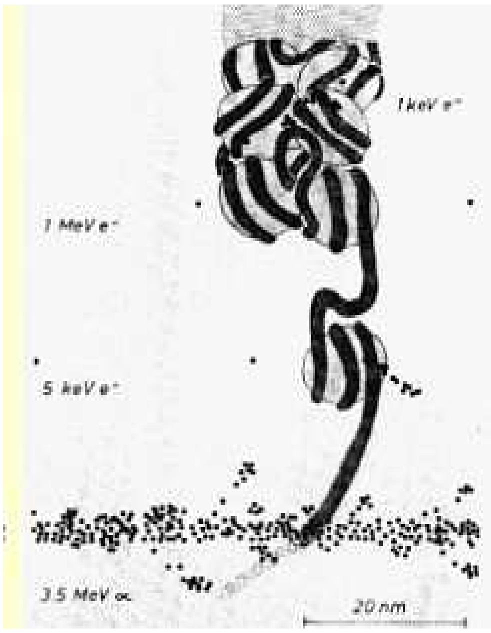
۱۹- جدول: دالفا او بيټا وړانګو په واسطه په يوه سانتي مترمکعب هواکي دپيداشووجوړه ايونو د شميرکچه ديوميګاالکترون ولټ او لس ميګاالکترون ولټ لپاره ښودل شوي ده.

په ډي اين اې DNA کي ديو کيلو الترون ولټ 1KeV الکترونوبيالوژيکي اوفزيکي اغيزي لکه موتيشن او ايونايزيشن دپام وړ نه دي

په ډي اين اې DNA کي ديو ميګا الکترون ولټ 1MeV الکترونواغيزي لکه ايونايزيشن او موتيشن دپام وردي خوبيرته جوړيدلای شي

په ډي اين اې DNA کي ددرى نيم ميګا الکترون ولټ 3,5 MeV الفا وړانګوناوړه اغيزي لکه ايونايزيشن او موتيشن دومره ډيرى دی چي د بيرته جوړيدلو امکانات يي ډير کم دي او له دي کبله دنومورو وړانګودزيان خطر لکه دسرطان ناروغی احتمال هم ډيرلوړاټکل کيږي .

دايونايزيشن غبرګون د شکل په لاندي برخه کي په توروټکوښودل شوي ده.



د ډي اين اې DNA غبرګ تاو شوي ماليکول بنه ښودل شوئ ده چي په توپير لرونکووړانګو رڼاشوئ دی.

۵۰- شکل : دپا س نه ښکته خواته: په ډي اين اې DNA او نوکليوزومو (Ncleosome) کي ديو کيلو الکترون ولټ، د يو ميګا الکترون ولټ الکترونو(1 MeV) پينځه کيلو الکترون ولټ الکترونو (5 KeV) او د شکل په لاندي برخه کي د درى نيم ميګا الکترون ولټ الفا وړانګو (3,5MeV) غبرګون شودل شوي دی . دالفا وړانګي دالکترونو په پرتله ګڼ شمير چارج شوي ايونونه منځ ته راوړي چي په تورو ټکو سره ښودل شوي دي. په پورتني شکل کي دواټن واحد په نانومترnm سره ښودل شوئ دی. دبيلګي په ډول شل نانو مترnm 20 واټن په يوه سم سيخ ليکه سره کښل شوئ دی.

په ۲۰- جدول کې دمختلفوو ړانګو او زرو لکه د پروتونو، الکترونو،نیوترونو، فوتونو اوا لفا وړانګو د کوالیتي فکتورقیمتونه ښودل شوئ دی.

کوالیتي فکتور Q_R	انرژي برخه	دوړانګو ډول
1	دټولي انرژي لپاره	فوتون اوبیتا وړانګې
1	دټولي انرژي لپاره	الکترون او میون
10	دلسونه تر سلوکیلوالکترون ولټ	نیوترونه
20	دسلوکیلوځخه تر دوه میګا الکترون ولټ	نیوترونه
5	شل میګا الکترون ولټ ځخه پورته	نیوترونه
5	دوه میګا الکترون ولټ ځخه پورته	پروتونو نه
20	دټولي انرژي لپاره	دالفا ذره

۲۰- جدول: دنړیوال کمیسیون (ICRP) دخپروني سره سم دهر ډول وړانګو او انرژي لپاره دکوالیتي فکتورقیمتونه ښودل شوي دي.

دبېلګه په ډول کله چې دیوه ناروغ د سږي اکسریز عکس واخیستل شي نو تجربوښودلې ده چې لرځه پینځه دیرش ملي ګرې 35 mGy وړانګې ورته رسیږي. د پا س جدول له مخې نوموړئ قیمت د پینځه دیرش ملي سیورت معادل ډوز 35 mSv سره سمون خوري داځکه چې داکسریزکوالیتي فکتوریودی. خو که چیرته داکسریزپه ځاې د الفا وړانګې په نوموړي کچه یاني 35 mSv ډوزتنفس شي نو په سږو کې د دنوموړووړانګومعادل ډوزقیمت د پینځه دیرش په ځاې اوه سوه ملي سیورت یاني صفر عشاریه اوه سیورت ته پورته ځي. داځکه چې د معادل ډوز قیمت دپاس جدول سره سم دالفا وړانګو دکوالیتي فکتوردیوه پر ځاي شل قیمت لري. دالفاانګووړانګو معادل ډوز په لاندي ډول لاس ته راځي.

معادل ډوزدالفا وړانګو لپاره	$H = Q_R \times D = 20 \times 35\ mSv = 700\ mS$
معادل ډوزداکسریزلپاره	$H = Q_R \times D = 1 \times 35\ mSv = 35\ \ mS$

☑ دپورتني شمیرني ځخه ځرګندیږي چې دالفا وړانګو دزیان کچه داکسریز په پرتله شل ځله لوړه ده. داځکه چې دکوالیتي فکتوریې د اکسریز په پرتله شل واره لوړ دی.

☑ دسلوکیلوالکترون ولټ انرژي نیوترونو دزیان کچه دفوتون او الکترونو په پرتله لس ځله ډیره ده

☑ ددوه میګا الکترون ولټ انرژي پروتونو دزیان کچه دفوتون اوالکترون په پرتله پینځه ځله ډیره ده

څرنګه چي دالفاوړانګو د خپریدلوفاصله (Range) د هغوي دانرژي سره سم دځو مایکرومترو $\mu m = 10^{-6}$ m څخه نه اوړي نو څپله ټوله انرژي د ځوځجرو په قطر کي دلاسه ورکوي. همدا سبب(لامل) دي چي دسږي سرطان ناروغی د پیدا کیدلو یو وتلی اساسي علت (لامل) دالفا وړانګي ګڼل کیږي کوم چي د طبیعي سرچینوڅخه لکه د ځمکي لاندي معدني ډبرو اویا د رادون غازڅخه خپریږي. درادون رادیو اکتیوغاز دکورونو په تکاویوکي راټولیږي او بیا د تنفس له لارې داوسپډونکوسږي ته ورننوځي.

په ۲۱- جدول کي ښودل شوي ده چي دالفا وړانګومعادل ډوز د نورو وړانګو په پرتله ځومره لوړقیمت لري . دبېلګه په ډول کله چي د بدن یوې برخي ته لس ګري انرژي ډوز (10 Gy) ورکړ شي نو دغه کچه د ځومره معادل انرژي ډوز سره سمون لري؟

په نسجونو کي دانرژي ډوز	په نسجونو کي معادل ډوز
د فوتون وړانګو لس ګري	د فوتون وړانګو لس سیورت
د الکترونووړانګو لس ګري	دالکترونو وړانګولس سیورت
دنیوترونووړانګو لس ګري	دنیوترون وړانګوسل سیورت
دالفا وړانګو لس ګري	دالفاوړانګو دوه سوه سیورت

۲۱- جدول: د پورتني جدول څخه دا پایله لاس ته راځي چي که د بدن یوه غړي ته دالفا وړانګي ورسیږي چي انرژي ډوز یې لس ګري وي نومعادل ډوز یې لړ څه دوه سوه سیورت یا په بل عبارت شل ځله دالکترون اوفوتون وړانګو په پرتله لوړ قیمت لري. داځکه چي معادل ډوز د وړانګو دبل یوه فزیکي کمیت یاني انرژي ډوزپه پرتله دفزیکي غبرګون برسیره دوړانګو بیالوژیکي او کیمیاوي زیان هم په پام کي نیسي.

☜ **د پام وړ:** د یو ګري او دسیورت واحد ونو تر منځ لاندني اړیکي شته دی.

$$1Sv = Q_R \times 1\ Gy$$

دغړي ډوز (Organ Dose)

دبدن دیوه غړي ډوز H_T هغه انرژي ده چي د بدن په یوه ټاکلي غړي کي جذب شوي وي او بیا ددغه غړي په کتله وویشل شي . دا په دې مانا چي د یوه غړي ډوز H_T تر لاسه کولای شو کله چي دوړانګوپه ورکولو سره دهمغه غړي په نسجونوکي جذب شوئ انرژي ډوز $D_{T,R}$ د غړي د کوالیټي فکتور (Quality Factor = Q_R) سره ضرب کړو.

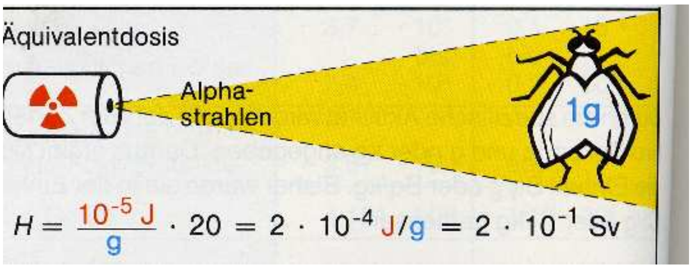
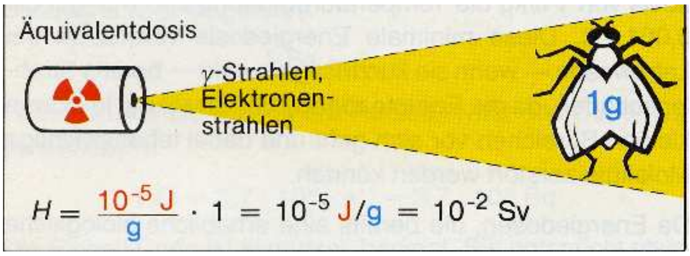
$$\mathbf{H_{T,R} = Q_R \times D_{T,R}}$$

په پور تـنی معادله کي دوړانګو ډول په R= Radiation اوديوه غړي دنسجونو ډول په (Tissue = T) سره ښودل شوئ دی.

که په چاپريال کي داسي راديو اکتيو مواد خواره واره شوي وي چي نه يوازي يوډول بلکه څو ډوله وړانګي د بېلګه په ډول الفا، بېټا ، ګاما اونيوترون وړانګي خپروي نود نوموړو وړانګوهر اړخيزي فزيکی او بيالوژيکي اغيزي دمعادل دوزپه څير سره جمع کيږي. که چيرته دوړانګوډول په اند يکس i او د نسجونو ډول په T وښيو نو د توپير لرونکو وړانګو لپاره چي شمير يي تر k پوري رسيږي د ټولو وړانګو معادل دوز H_T دلاس ته راوستلو لپاره لاندنی معادله ليکلای شو.

$$H_T = \sum_{i}^{k} Q_{i,T} \times D_{i,T}$$

په پورتنی معادله کي $Q_{i,T}$ د يوي ټاکلي ډول وړانګي کواليتي ضريب او $D_{i,T}$ ددغي وړانګي جذب شوي انرژی په يوه غړي کي را ښيي چي په T سره ښودل شوئ دی.

	ديوي راديو اکتيو سرچيني څخه دالفاوړانګي خپريږي اومخامخ په يوه ژوندی ماده چي وزن يي يو ګرام دی لګيږي. څرنګه چي دالفا وړانګو لپاره د کواليتي فکتورشل دی نودنوموړي سرچيني جذ ب شوي انرژي په يوه ګرام کي لس مايکرو ژول او معادل دوز دوه سوه ملی سيورټ قيمت 200 mSv $(2\times10^{-1}$ Sv) لري.
	که چيرته دالفا وړانګو په ځای دګاما وړانګي او يا الکترون وړانګي په يوه ګرام ماده کي جذب شي نو معادل دوزيي يوازي لس ملي سيورټ 10 mSv $(10^{-2}$ Sv) قيمت لري.

۵۱ـ شکل: په يوه ژوندی ماده کي دالفا وړانګو ناوړه بيالوژيکی اغيزي دالکترون او ګاما وړانګو په پرتله شل خله لوړ اټکل کيږی (34).

اغیزمن معادل ډوز (Effective Equivalent Dose)

دوړانګو دخطر احتمال په دې پورې هم اړه لري چې د بدن کومه برخه او کوم غړی رڼا شوې ده. تجربو وښودله چې دبدن هر یو غړی د وړانګو پمقابل کې په توپیر سره حساسیت او غبرګون ښیي. ددې لپاره چې نوموړې بیالوژیکي اغیزه مو هم په پام کې نیولې وي نودبدن هریوه غړي لپاره دوزن فکتور (Tissue weighting factor= ω_T) وټاکل شو.

بر سیره پردې داغیزمن معادل ډوز په مرسته سره دوړانګو دخطرکچه دټول بدن او د بدن یوې برخې تر منځ هم پرتله کولای شو

تعریف:
اغیزمن معادل ډوز (H_{eff})عبارت دی له مجموعه دحاصل ضرب دټولو غړومعادل ډوز (H_T) او د هغوې دنسجونو د وزن فکتور (ω_T) .

داغیزمن معادل ډوز H_{eff} معادله په لاندې ډول ده چې دلته د T ټکی یا انډکس دنسجونو (tissue) او R دوړانګو Radiation د ډول لپاره لیکل شوئ دی.

$$H_{eff} = \sum_T \omega_T \times H_T = \sum_T \omega_T \sum_R \omega_R \times D_{T,R}$$

$D_{T,R}$ = د ټاکلې وړانګې (Radiation = R) اوټاکلې نسج (Tissue = T) لپاره دانرژي ډوزده جې واحد یې سیورټ Sv ټاکل شوئ.

Q_R = ω_R دوړانګو وزن فکتور (Radiation Weighting factor = ω_R) دی چې د ټاکلې وړانګې لپاره ځانګړی قیمت لري اود کوالیټي فکتورسره یوشان دی (واحد نه لري)

ω_T = دټاکلي نسج لپاره دوزن فکتور

Σ = درياضي يوه علامه ده چې د جمعي فرمول لپاره په کارېږي

که فرض کړو چې دبدن هریوه غړي ته په متجانس ډول دطبیعي وړانګوپه کچه یانې لږ څه دوه ملي سیورټ (2,13 mSv) معادل ډوزورسیږي نو دهریوه غړي اغیزمن ډوز H_{eff} د نسجونو دوزن فکتور ω_T اودغړي ډوز د حاصل ضرب څخه ($H_{eff} = H_T \times \omega_T$) لا س ته راځي. په ۲۲ - جدول کې دغه شمیرنه د هر یوه غړي لپاره تر سره شوې ده. همدارنګه په نوموړ ي جدول کې دټول بدن لپاره د طبیعي وړانګواغیزمن ډوز هم محاسبه شوئ دی . دبېلګه په ډول که چیرته وغواړو چې د طبیعي وړانګواغیزمن ډوز تر نظر لاندې ونیسو چې بدن ته دتنفس، خوراک د پوستکي او نورو لارو له خوا په توپیر سره ننوځي اوله دې کبله هر یوه غړي ته یو شان انرژي دوزنه رسیږي نو د پورتني فرمول سره سم په پایله کې دطبیعي وړانګوکلنی اغیزمن دوزپه نړیواله کچه لږ څه دوه ملي سیورټ 2,13 (mSv) اټکل کیږي.

دنسجونودوزن فکتورω_T یوعدد(شمیره) دی چې وا حد نه لري او دځینو غړو لپاره په ۲۲ جدول کې ښودل شوئ دی.
دطبیعي وړانګو خخه تول بدن ته کلنی اغیزمن ډوز لږڅه دوه ملي سیورت د ی $H_T = 2,13$ mSv او دلاندې فرمول په مرسته تر لاسه کیږي.

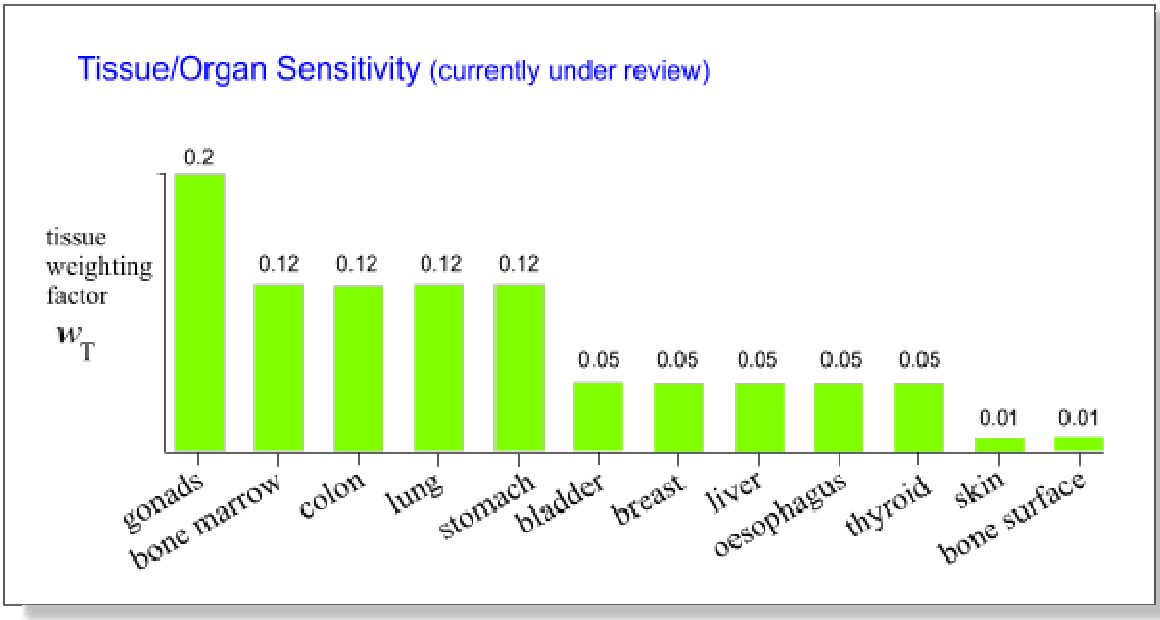
$$H_{eff} = \Sigma H_T \times \omega_T = 2,13 \text{ mSv}$$

د غړي نوم		د نسجونو وزن فکتور ω_T	یوه غړي ته د طبیعي وړانګو اغیزمن ډوز $H_T \times \omega_T = 2,123 \times \omega_T$	
gonads	جنسي غدې	0,20	2,123	0,4
Bone marrow	د هډوکو ماغزه	0,12	2,123	0,25
colon	غتې کلمې	0,12	2,123	0,25
lung	سږې	0,12	2,123	0,25
stomach	معده	0,12	2,123	0,25
bladder	د مسانې کڅوړه	0,05	2,123	0,1065
breast	سینه	0,05	2,123	0,1065
liver	ینه	0,05	2,123	0,1065
oesophagus	مرئ	0,05	2,123	0,1065
thyroid	تایراید	0,05	2,123	0,1065
skin	پوستکئ	0,01	2,123	0,02
Bone surface	دهډوکو سطحه	0,01	2,123	0,02
Rest tissues	پاتې نسجونه	0,05	2,123	0,1065
☞ دټولو غړو مجموعي اغیزمن ډوز		$\Sigma \omega_T = 1$	$H_{eff} = \Sigma H_T \times \omega_T = 2,13$ mSv	

۲۲ـ جدول: داغیزمن معادل ډوز H_{eff} د لاس ته راوستلو لپاره دنسجونودوزن فکتور ونه ω_T ښودل شوي دي. په نوموړي جدول کې دطبیعي وړانګو په کچه د بیلګې په ډول لکه 2,13 mSv وړانګولپاره دټول بدن اغیزمن معادل انرژي ډوز محاسبه شوئ دی.

د بیلګه په ډول که ټول بدن په یوګړي رنا شي اووغاړوچې یوازې دسږي لپاره اغیزمن ډوزمعلوم کړونود پورتني جدول په کارولو سره دسږي لپاره د نسجونووزن فکتورمساوي له ($\omega_T = 0,12$) سره دی. نو د سږي اغیزمن ډوز دنسجونو دوزن فکتور اود یو ګري د حاصل ضرب څخه تر لاسه کیږي او له دوولس ملي سیورت سره مساوي ده :

$$(H_{eff} = 0,12 \times 100 \text{ cGy}) = 1\,2 \text{ mSv})$$



۵۳- شکل: په عمودي محور کې د نسجونو وزن فکتور(ω_T = tissue weighting factor) د بدن دغړوپه تابع سره ښودل شوئ دی. نوموړئ فکتور د جنسي غدو لپاره تر ټولولوړ قیمت لري(27) .

دنسجونودوزن فکتور (ω_T = tissue weighting factor) دبدن هرغړي په تړاو دوړانګود خطراحتمال کچه او حساسیت په پام کې نیسي. دنوموړي فکتورارځونه د هیروشیما او ناګازاکي داتوم بمونو وړانګوخخه ژوندي را پاتې شوئو او دسرطان په ناروغی اخته کسانو داپیدیمولوژي شمیرنو په بنسټ ترلاسه شوي ده. دغه وګړي بیا څو کاله وروسته دوړانګو دناوړه اغیزو په اساس مړه شول.

داغیزمن معادل ډوزواحد یو سیورت تا کل شوی چې کوچنی واحد یې سانتي سیورت یاني دسیورت سلمه او یوملي سیورت د سیورت زرمه برخه ده. لاندنی بیلګې داغیزمن معادل ډوز د لاس ته راوستلوپه تړاو رڼا اچوي.

* **پوښتنه:** دچرنوبیل هستوي بټی په پیښه کې کوم چې په ۱۹۸٦ م کال کې داوکراین Ukrine په هیواد کې دیوه کارپوه دناسمي کرنلاري په پایله کې منځ ته راغله دشاوخوا او سیدونکو سږو، تایراید، هډوکو، او نس ته په خپل وارسره صفرعشاریه شپږ، یو عشاریه دوه، صفرعشاریه صفر نهه اویوعشاریه اته ګري فوتون وړانګې رسیدلي دي. ددغو اوسیدونکو لپاره دوړانګو اغیزمن انرژي ډوزقیمت به څومره وي؟

* **حل:** د ۲۲ – جدول څخه د نسجونو دوزن فکتور په نظرکې نیولوسره لرو چې:

$$H_{eff} = \Sigma\, H_T \times \omega_T$$

$$H_{eff} = 0{,}12\times0{,}6\ Sv + 0{,}05\times1{,}2\ Sv + 0{,}01\times0{,}09\ Sv + 0{,}12\times1{,}8\ Sv = 0{,}35\ Sv$$

* **ځواب:** صفر عشاریه پینځه دیرش سیورت یا ني (0,35 Sv)

* **پوښتنه:** یو مسلکي کارګر په یوه چاپیریال کې چې په رادیواکتیو موادوککړشوئ دی په ځیرنه بوخت دی . نوموړي دکارکولوپه ترځ کې یورادیواکتیو غاز تنفس کوي چې اکتیویتي یې سږي، تایراید اوټول بدن ته انتقال او هلته جذب کیږي. دیوه کال په موده کې دهغه ټول بدن ته لس ملي سیورت 10 mSv او سږو ته یې پنځوس ملي سیورت50 mSv معادل ډوزرسیږي. په نوموړي موده کې دتایراید لپاره دنړیوال کمیسیون دسپارښتني لوړ لېمیټ په پام کې نیولو سره د معادل ډوز تر ټولو لوړه کچه محاسبه کړی .

* **حل:** څرنګه چې دمسلکي کارګرو لپاره دوړانګو نه دځان ساتني نړیوال کمیسیون له خوا ICRP داغېزمن ډوزقیمت دیوه کال او دټول بدن لپاره شل ملي سیورت ټاکل شوئ دی نو لروچي :

دټول بدن معادل ډوز× وزن فکټور + دسږي معادل ډوز× وزن فکټور + دتایرایدمعادل ډوز × دوزن فکټور = شل ملي سیورت اغیزمن ډوز

$$1.0\times 10mSv + 0{,}12\times 50mSv + 0{,}05\times H_T(Thyroid) = 20mSv$$

$$10mSv + 6mSv + 0{,}05H_T(Thyroid) = 20mSv$$

$$H_T(Thyroid) = \frac{20mSv - 16mSv}{0{,}05} = 80mSv$$

* **ځواب:** نوموړي کارګرته ددې اجازه شته چې په همدغه کال کې تراتیا ملي سیورته (80 mSv) پورې اضافه معادل ډوزهم ورسیږي بې له دې چې دنړیوال کمیسیون دټاکلي لېمیټ څخه یې قیمت واوړي.

دانرژي خطیزانتقال (Linear Energy Transfer = LET)

کله چې سم سیخ ایونایز کوونکي وړانګي لکه الکترونه، پروتونه، ایونونه او الفا وړانګې په یوه بیالوژیکي ماده ولګیږي نویوه برخه یې بې له دې چې د مادې سره کوم فزیکي غبرګون وکړي تیریږي او بله برخه یې ددغه جسم داتومونو اومالیکولوسره لګیږي او خپله انرژي ورته انتقال کوي. دنوموړو وړانګو بیالوژیکي اغیزه داده چې په حجروکی مالیکولونه ایونایز کیږي اودهغو ی کیمیاوي مرکبونو اړیکی بیخي دیو بل نه پرې کیږي. خوکله چې نه سم سیخ ایونایز کوونکي وړانګې لکه د فوتون او اکسریزوړانګې په یوه بیا لوژیکي ماده ولګیږي نو هغوی پخپله سم سیخ مالیکولونه نه ایونایزکوي بلکي دهغوی د فزیکي غبرګون په پایله کې پیدا شوې ثانوي چارج شوې ذرې (secondary particle) د بیالوژیکي مالیکولونو دایونایز کولو سبب(لامل) ګرځي.دهستوي ذرودانرژي خطیزانتقال هغه شمیر ایونایزیشن ته ویل کیږي چې دنسجونوڅخه ددغو ذرودتیریدلو اودلاري په اوږدواواحد دواټن کې منځ ته راځي. دچارج شووهستوي ذروانرژي خطیز انتقال دتجربو له مخې تر سره کیږي او د دایونایزکوونکووړانګوبیالوژیکي اغیزې په ژوندی او نه ژوندی ماده کې لکه الکترونیک سرکټونه پر تله کوي. په نیم هادي سرکټونو کې دنوموړي کمیت واحد په $MeV\times cm^2/mg$ ښودل کیږي.

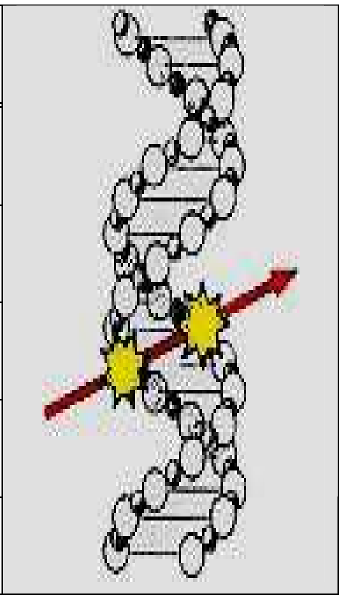
☜ د بېلګه په ډول د سوډيم کلورايد NaCl د انفکاک ياني دنومورړي ماليکول د کيمياوي اړيکوپرې کيدلواو په ايونوتجزيه کيدلو (Dissociation) لپاره لکه Na^+ او Cl^- لړ څه خلور الکترون ولټ انرژي (4,2 eV) په کار ده.

➢ دانرژي خطيز انتقال (LET) يو فزيکي کميت دئ چې چارج لرونکي هستوي ذرې خپله حرکي انرژي د يوې بيالوژيکي مادي سره دغبرګون په ترڅ کې د لاسه ورکوي او په پايله کې داتومونود ايونايزيشن او تحريک سبب ګرځي. دانرژي خطيز انتقال په نسجونو کې د خطيز(کرښيز) طي شوي لارې(ΔS) په اوږدوکي د چارج لرونکوبځرکومنځئ جذب شوي انرژي (ΔE) د حاصل تقسيم سره مساوي ده .

$$\text{Linearer-Energie-Transfer:}\quad LET\left[\frac{keV}{\mu m}\right]=\frac{\Delta E}{\Delta s}$$

د نومورړي فزيکي کميت واحد په کيلو الکترون ولټ تقسيم په يوه مايکرومتر(KeV/µm) ټاکل شوئ دئ. په ۲۳ جدول کې د نومورړي کميت قيمتونه د وړانګودانرژي اوچارچ شوو ذرو لپاره ښودل شويدي. دبېلګه په ډول دالفا و راړانګو دانرژي خطيزانتقال ترټولونورو وړانګو لوړ قيمت لري او لړ څه سل کيلو الکترون ولټ په يوه مايکرو متروالټ کې اندازه شوې دئ. په داسې حال کې چې د بيتا او ګاما وړانګولپاره يواځې درې سوه الکترون ولټ قيمت لري.

وړانګي	LET [KeV/µm]
Co-γ دکوبالټ ګاما وړانګي	0,3
2 MeV Protonen دوه ميګا الکترون ولټ پروتون	17
3 MeV α درې ميګا الکترون ولټ الفا وړانګي	140
100 MeV Carbon سل ميګا الکترون ولټه کاربون ايون	160
330 MeV Argon درې سوه ديرش ميګا الکترون ولټه ارګون ايون	1300



۲۳- جدول: دانرژی خطيز انتقال (LET = Linear Energy Transfer) قيمتونه په واحد د کيلوالکترون ولټ تقسيم په مايکرو متر (KeV/µm) د ګاما، الفا اوځينو ايونولپاره ښودل شوې دي. په ښي اړخ کې دکروموزومودي اين اې غبرګ تاربنودل شوی چې ديوې هستوي ذرې په لګيدلو سره پرې کيږي. هغه وړانګي يا ذرې چې دانرژی خطيز انتقال شميره يې لوړقيمت ولري لکه الفا ذره، پروتون، ارګون ايون اونور دغه غبرګ تار پرې کوي.

* **پوښتنه**: دچرنوبیل په هستوي پیښه کې چاپېریال په رادیو اکتیوموادو ککړشو او دشاوخوا اوسیدونکو دایودین ایزوټوپ په تایراید کې جذب کړ. که ومنو چې د ایودین I-131 بېټا وړانګې د تایراید نسجونو سره غبرګون وکړي اوپه دی ترڅ کې یوالکترون دیوې حجرې په کروموزوم کې چې قطر یې لړ څه یو مایکرومتر (1µm) دی یوه برخه انرژي لګه پېنځه سوه الکترون ولټ د لاسه ورکړي نوپه یوه مکعب مایکرومتر ($1\mu m^3$) نسجونوکې به دانرژي ډوز D_μ کچه څومره وي؟

* **حل**: د ۲۳ جدول له مخې د الکترونولپاره د انرژي خطیزانتقال LET مسا وي دی له:

LET= ΔE/ΔS = 0,5keV/µm) خرنګه چې د نسجونو کثافت $\rho = 1\ g/cm^3$ یوګرام په یوه مکعب سانتي متر قیمت لري نو په یوه مایکرومترواتن نسجونو کې جذب شوي انرژی D_μ په لاندې ډول لاس ته راځي.

$$D_\mu = \frac{\Delta E}{\rho \times V_\mu} = \frac{0{,}5\ keV / \mu\ m}{1g \times cm^{-3} \times (10^{-4}) \times (10^{-4}) \times (10^{-4}) \times cm^3} = 0{,}08Gy$$

* **ځواب**: په یوه مایکرومترمکعب μm^3 نسجونوکې د ایودین یوې بېټا ذرې یاني یوه الکترون لړ څه اتیا ملي ګرې (80 mGy) انرژي جذب کیږی.

دنوموړي فرمول په اساس په ۲٤- جدول کې د پروټونو (P) ، الکترونو Electrons او الفا ذرو (α) لپاره د نسجونوپه یوه مایکرو متر حجم کې جذب شوې انرژي ښودل شوې ده.

په یوه مایکرومتر مکعب نسجونو کې جذب شوې انرژي ډوزکچه په واحد دګرې Gy	په یوه مایکرو مترنسجونو کې جذب شوې انرژي ΔE/ΔS	د هستوي ذ ر ې نوم
0,02- 1.6 Gy	0,1 – 10 keV/µm	الکترون (Electron)
0,2 – 16 Gy	1- 100 keV/µm	پروټون (Proton)
0,8 – 50 Gy	5 – 300 keV/µm	الفا ذره (Alpha particle)

۲٤- جدول: په یوه مایکرومترمکعب (µm×µm×µm) نسجونوکې د الکترون، پروټون او الفا ذرو جذب شوې انرژي کچه په واحد د ګرې (Gy) ښودل شوې ده. کثافت = کتله تقسیم په حجم (ρ = dm/dV) په نوموړي جدول کې دیوې حجرې حجم په واحد مایکرومتر$(\mu m)^3$ په طاقت ددریو اوکثافت یې یوګرام پرسانتي متر مکعب ټاکل شوی. ځینې ځیرنې په ډاګه کوي چې (Radioimmuntherapy) رادیو ایمون تیراپي په موخه، د الفا خیروونکو رادیو ایزوټوپولکه Po^{213} ، د بېټا وړانګوخیروونکو ایزوټوپو په پرتله لکه Y^{90} ګټورې نتیجې ورکړې دي. داځکه چې دالفا وړانګو LET دبېټا وړانګو په پرتله لوړ قیمت لري.

مخصوصه ایونایزیشن (Specific ionization)

نوموړئ فزیکی کمیت دمثبت او منفي ایونو(جوړه ایونو) هغه شمیر ته ویل کیږي چې دیو سانتي مترپه واټن کي دچارج لرونکوذرولکه پروتون اونیوترون په واسطه په نسجونوکي تولید کیږي .(ion pairs = i.p/cm)

مخصوصه ایونایزیشن = دتولید شوو جوړه ایونوشمیر تقسیم په واحد دواټن

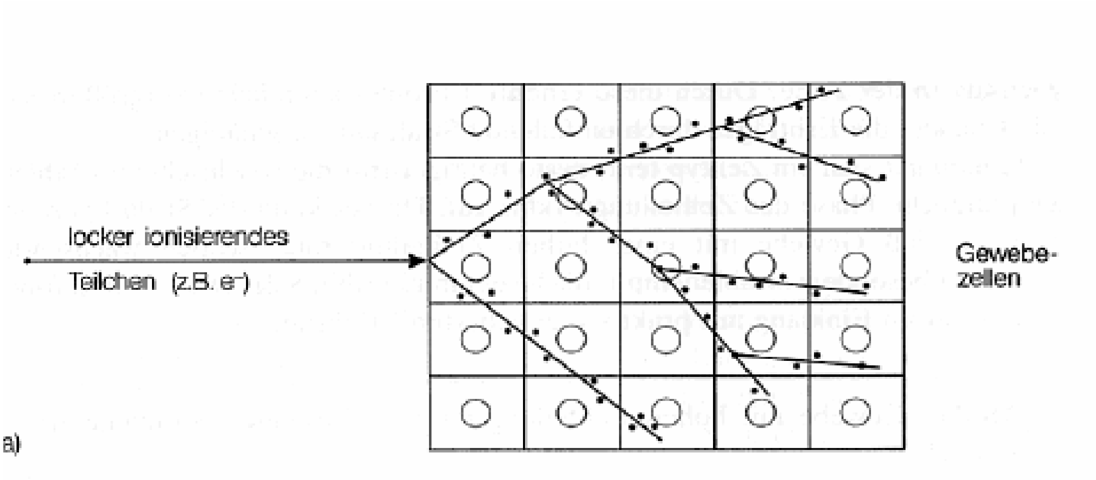
$$specific \quad ionization = \frac{dE/dx}{\omega}$$

په پورتنی معادله کې ω هغه انرژي ده چې د یوجوړه ایونو د تولید کولولپاره په کار ده. د بېلګه په ډول د هوا د پاره نوموړي انرژي لږ څه ځلور دیرش الکترون ولټ (34 eV) ، د اکسیجن لپاره (13,6 eV) او دنایتروجن لپاره (14,5 eV) قیمت لري.

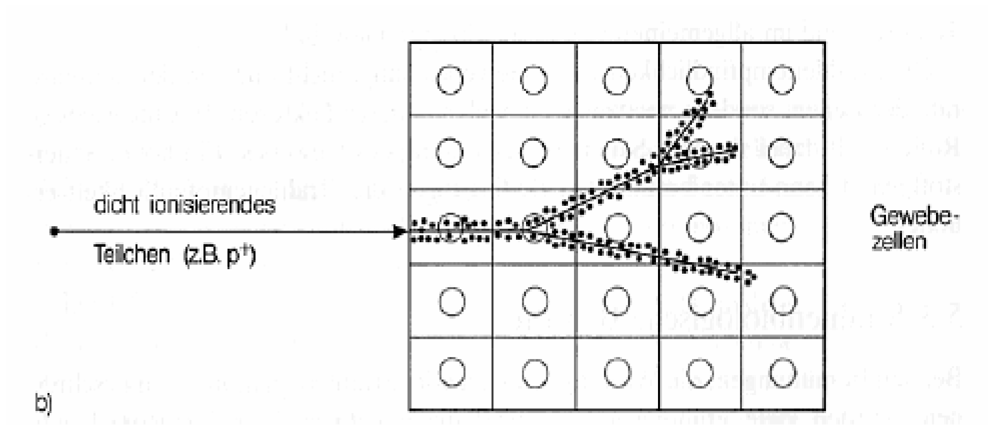
واحد: الکترون ولټ په سانتي متر (eV/cm) تقسیم په الکترون ولټ په جوړه ایونو(eV/i.p)

$$\left[\frac{eV/cm}{eV/i.p.}\right]$$

د بدن په نسجونو کې د سپکوذرو لکه الکترونو او درندوذرو لکه پروتونوپه وا سطه د واټن په اوږد و کې پیداشوو ایونونو شمیره په خپل وار سره په ۵۵- شکل او ۵٦- شکل کې ښودل شوې ده. دنوموړو شکلو څخه په ډاګه کیږي چې د پروتونو مخصوصه ایونایزیشن د الکترونو په پرتله په لس ګونو ځله لوړ دی.



۵۵- شکل: د نسجونوپه حجروکې (ګردي دایرې) دیوه الکترون (e^-) د غبرګون په پایله کې د پیدا شوو ایونو شمیر په تورو ټکو سره ښودل شوئ دی.



٥٦ـ شکل: د نسجونوپه حجروکي (ګردي دايري) د پوپروتون (P^+) د غبرګون په پايله کي د پيدا شوو ايونوګڼ شمير په تورو ټکو سره ښودل شوئ دی.

دوړانګو بيالوژيکي خطر په همغه کچه ډير دی څومره چي دوړانګو په طی شوي لاره کي د پيداشوو ايونو شمير په واحد د سانتي متري لوړقيمت ولري. د وړانګو دانرژي سم سيخ انتقال يو مهم فزيکي کميت دی دا ځکه چي په بيالوژيکي ماده کي دوړانګودزيان کچه اټکل کوي.

دکتلي دروونکي قدرت (Mass stopping power = S)

دکتلي دروونکي قدرت S دچارج لرونکو ذروتوله هغه ضايع شوي انرژي ده (-dE/dx) چي په يو ګرام نسجونو او يو سانتي متر طی شوي لاره کي يي دلا سه ورکوي.

$$S = \frac{-dE / dx}{\rho}$$

په پورتنی معادله کي ρ دنسجونو کثافت دی. دنوموړي فزيکي کميت ګټه په دي کي ده چي په يوه ګرام او يو سانتي متر پنډه ماده کي د چارج لرونکو ذروضايع شوي انرژي په ګوته کوي. کله چي لوړانرژي ذري د يوي مادي څخه تيريږي د بيلګه په دول لکه يوپروتون چي انرژي يي لړ څه سل ميګاالکترون ولټه په يو نوکليون قيمت ولري (100 MeV/nucleon) نودلاري په اوږدو کي خپله حرکي انرژي دبريک (Bremsstrahlung) وړانګو اودشيرينکووړانګو(Cherenkov radiation) په بڼه تر هغه مودي پور ي دلاسه ورکوي ترڅوچي په ماده کي ودريږي.

واحد: يو ميګا الکترون ولټ په ګرام په سانتي متر مربع [$MeV/g/cm^2$]

دالفا ذرو دانتشارفاصله (خپريدلوواټن) (Alpha particle range)

په يوه ماده کي دالفا وړانګود خپريدلو واټن ($Range = R_\alpha$) هغه فاصله ده چي نوموړي وړانګي خپله ټوله انرژي دلاسه ورکړي اوهلته ځای په ځای و دريږي. په هوا کي دالفا ذرو د خپريدلوواټن R_{air} او د نوموړو ذرو د انرژۍ E_α تر منځ لاندنی اړيکي شته دي (51) .

$E_\alpha < 4$ MeV	کله چي دالفا انرژی دځلورمېګا الکترون ولټه څخه کوچنی وي	R_{air} [cm] = 0,56 E_α
$4 < E_\alpha < 8$ MeV	کله چي دالفا انرژی د ځلورمېګا الکترون ولټه څخه کوچنی وي	R_{air} [cm] = 1,24 E_α - 2,62

څرنګه چي د الفا ذرې کتله د فوتون او الکترون په پرتله ډېره غټه ده نو په نسجونوکه سم سيخ مخ په وړاندې ځي او د دطی شوی لارې په اخيره برخه کي خپله ټوله انرژي د لاسه ورکوي. که چيرته دالفا ذرو د خپريدلوواټن په هوا کي مالوم وي نو کولای شو چي په نسجونوکي دنوموړوذرودخپريدلوواټن (R_{tiss}) د لاندنی اړيکی له مخي تر لاسه کړو چي د براګ کلېمن قانون (Bragg-Kleeman rule) په نامه سره ياديږي (51).

$$R_{tiss} = R_{air} \frac{\rho_{air}}{\rho_{tiss}} \approx 1{,}293 \times 10^{-3} R_{air}$$

په پورتنی معادله کي دهوا کثافت R_{air} تر عادي فشار او تودوخي لاندې مساوي ده له :

($R_{air} = 1{,}293 \times 10^{-3}$ g/cm^3) او د نسجونو کثافت يو ګرام په سانتي مکعب ($1 g/cm^3$) منل شوی دی.

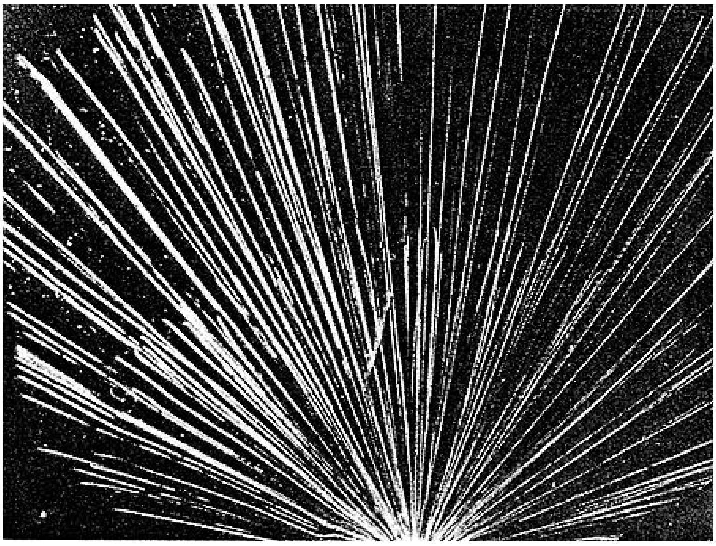
* **پوښتنه:** دغريب شوئ يورانيوم ايزوتوپ څخه دالفا ذرې خپرېږي چي حرکي انرژي يي ځلور مېګا الکترون ولټ قيمت لري (E_α= 4 MeV) . په نسجونو او په هوا کي دالفا ذرود خپريدلوواټن څومره دی ؟
* **حل:** په هواکي د الفا ذرو د خپريدلو واټن لپاره ليکلای شو چي:

$$R_{air} \text{ [cm]} = 0{,}56\, E_\alpha = (0{,}56 \text{ cm/MeV})\,(4 \text{ MeV}) = 2{,}24 \text{ cm}$$

همدارنګه په نسجونوکي د الفا وړانګو د خپريدني واټن لپاره ليکلای شو چی:

$$R_{tiss} = 1{,}293 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3)\,(2{,}24 \text{ cm}) = 0{,}003 \text{ cm} = 30 \text{ µm (microns)}$$

دغريب شوي يورانيوم دالفا وړانګي چي انرژي يي ځلور مېګا الکترون ولټ قيمت لري لږ څه ديرش مايکرو مترپه نسجونو کي ژور ننوځي. دغه نسجونه د خپل وزن په ترکيب کي په سلو کي 73% اکسيجن، 4% نايتروجن، 12% کاربون او 10% هايدروجن لري.



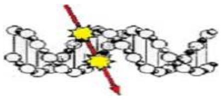
۵۷- شکل: د راديم راديو اکتيف سرچيني څخه د الفا ذرې په هوا کې خپرېږي چې د پلي شوې لاره يې په سپينو کرښو ښودل شوې ده. د ښېلګه په ډول د يورانيم په معدني ډبرو کې چې د پيښلبلېښدي (Pechblende) په نامه سره يادېږي همدا سبب(لامل) دی چې دشپې له خوا او يا په توره تياره کې د شين رنګ په ډول ځليږی. دا ځکه چې د الفا وړانګې د هوا ماليکولونه ايونايزکوي اوپه پايله کې د رڼا وړانګې ورڅخه خپرېږي چې په سترګو ليدل کيدا ی شي (52).

نسبي بيالوژ يکي اغيز منتيا (Ralative biological effectiveness = RBE)

تجربو وښودله چې دوړانګو بيالوژيکي اغيزې د پا س يادښوي فزيکي کميت ياني دانرژي سم سيخ انتقال په کارولو سره ښېړ نه تر لاسه کيږي بلکه يو بل بيالوژيکي او فزيکي کميت ته اړتيا ليدل کيږي چې د نسبي بيالوژيکي اغيزمنتيا (RBE) کميت نوم ور کړشو. داځکه چې دوړانګو بيالوژيکي اغيزې ديولړکړ شمير راديو بيو لوژيکي ارقامو(Data) لکه دنسجونو په ډول، دوړانګوپه قدرت، د وړانګو په انرژي، دنسجونوپه فزيولوژيکي حالت، بيالوژيکي نوښت، په نسجونوکې دوړانګودخپريدلو په موده اود نسجونو په شاوخواکې دجذب شوې انرژي د خپريدلو په کړنلاره پورې اړه لري. دبېلګه په ډول که څه هم دتوپير لرونکو وړانګو انرژي اندازه په يوه جسم کې سره يوشان وي خوبيا هم د وړانګو بيالوژيکي اغيزې د انرژي په تا بع سره توپير لري.

ديادشوې موخې لپا ره نسبي بيالوژيکي اغيزمنتوب يو بل کميت تعريف شو ترڅودهر ډول وړانګودبيالوژيکي اغيزو تر منځ يوه مقايسه وکولای شو. په دې اړوند د اکسريز دوه سوه پنځوس کيلوالکترون(250 keV) ولټ او يا د کوبالټ شپيته (Co-60) راديو اکتيو عنصرګاما وړانګې دمقايسې په موخه د ستاندارد وړانګوپه ډول ټاکل شوېدي. د بېلګه په ډول که چيرته موږ اکسريزد ستانډار د وړانګو په صفت ومنواو دوه سوه سانتي ګرې په همغه کچه بيالوژيکي اغيزه رامنځ ته کړي لکه چې شل سانتي ګرې نيوترون يې رامنځ ته کوي، نو نسبي بيالوژيکي اغيزمنتيا مساوي ده له: 200/20 = 10

RBE = Cobalt-60 Energy dose (Gy)/unknown Energy dose (Gy)



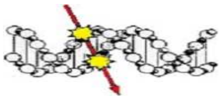
نسبي بیالوژ یکي اغیزمنتیا = RBE دکوبا لټ شپیته (Co-60) وړانګو انرژي ډوز اندازه په واحد دګرېږ (Gy) تقسیم په ځیرونکو وړانګو انرژي ډوزپه واحد د ګرېږ(Gy)

☜ نسبي بیالوژیکي اغیزمنتیا په نسجونوکي دکوبا لټ شپیته رادیواکتیو عنصر د مقایسه کوونکو وړانګو یا د ستاندارد (Standard) وړانګو اودځیرونکو وړانګوانرژي اندازې د حاصل تقسیم سره مساوي دئ کوم چې په همغه کچه بیالوژیکي اغیزي منځ ته راوړي لکه چې د کوبالت شپیته مقایسوي وړانګې یې را منځ ته کوي .

نسبي بیالوژ یکي اغیزمنتیا په مرسته سره د دتوپیرلرونکووړانګونا ځرګنده انرژي ډوز پیداکولاې شو کوم چې په همغه کچه بیالوژیکی ناوړه اغیزې منځ ته راوړي لکه چې دکوبالټ سرچینې یو ګرې Gy انرژي ډوز یې را منځ ته کوي. دبېلګه په ډول دنوموړي کمیت په مرسته سره د ځیرونکو وړانګو هغه کچه انرژي ډوز مخ وینه کولاې شوچې پنځوس په سل کې وګړي د مرګ سره مخامخ کوي او د وړانګو دغه اندازه په (LD_{50}=Letal Dose) سره بنودل کیږي.

Organs دبدن غړي	Equivalent dose ضرب معادل ډوز	×	Weighting factor دوزن فکتو	=	effictive Dose اغیزمن ډو ز
Gonads جنسي غده	50 mSv	×	0,25		= 12,5 mSv
Mamma تی یا ماما	50 mSv	×	0,15		= 7,5 mSv
red bone marrow دهډوکوسره ماغزه	50 mSv	×	0,12		= 6 mSv
Lung سږی	50 mSv	×	0,12		= 6 mSv
Thyride تایراید	50 mSv	×	0,03		= 1,5 mSv
Bone surface دهډوکومخ سطحه	50 mSv	×	0,03		= 1,5 mSv
other five organs دبدن پاتي پینځه غړي	50 mSv	×	0,06 × 5		= 15 mSv **= 50 mSv**

۲٤ـ الف جدول: په پورتني جدول کې د بدن هر یوه غړي لپاره د اغیزمن ډوزبرخه محاسبه شوېده کله چې په یوه وارسره ټول بدن په پنځوس ملي سیورت 50 mSv وړانګې رنا شي.



☜ **دپام وړ**: د بدن په حجرو کې دایونایز کونکو وړانکو ناوړه اغیزې هغه وخت پوره اټکل کولاې شو چې دنوموړو وړانکو لاندني فزیکي او بیالوژیکي خواصو او پارامترو parameters په هکله پوره مالومات په لاس کې ولرو:

☑ دوړانګو جزب شوې انرژي په واحد دګرې

☑ دوړانګوډول چې په نسجونوکې توپیر لرونکې اغیزې لري اوواحد یې سیورت دی

☑ د وړانګو پمقابل کې دبدن دهر یوه غړي توپیر لرونکې حساسیت چې داغیزمن ډوز په مرسته سره په نظر کې نیول کیږي او له دې کبله دوړانګود رښتوني خطر په اټکلو کې دیوه مهم فزیکي کمیت په توګه ورځخه کار اخیستل کیږي

پوښتنې (Questions):

۷-۱ دوړانګوهغه ډوزچې داندازې وړدې څه نومیږي اوواحد یې څه دی؟

۷-۲ یو ګرې په څومره کچه وړانګې دي؟

۷-۳ یومسلکي کارپوه ته دیوې بهرنۍ رادیواکتیوسرچینې څخه یوملي ګرې 1mGy الفا وړانګې، بیټاوړانګې اوګاماوړانګې رسیدلې دي. دنوموړوړانګوټول معادل ډوزدهغه بدن ته څومره دی؟

۷-٤ داحمدوزن یوسلودوولس کیلوګرام اودمحمودوزن شیږپنځوس کیلوګرام دی. دواړوته دیوې سرچینې څخه پینځه ملي ګرې 5mGy وړانګې رسیږي. دهغوی دواړومعادل ډوزسره یوشان دی؟

۷-٥ یومسلکي کارګر ته چې وزن یې سل کیلوګرام دی لس ژول انرژ ي ورسیده. دوړانګوانرژي ډوزيې څومره ده؟

۷-٦ یوچا ته لس ګرې بیټا وړانګې اولس ګرې الفا وړانګې رسیدلې دي. ددواړووړانګومعادل ډوز سره یوشان ده؟

دريمه برخه

اتم ځپرکی

د بدن په حجروباندي د ايونايزکوونکو وړانګو
فزيکي، کيمياوي او بيالوژيکي اغيزې

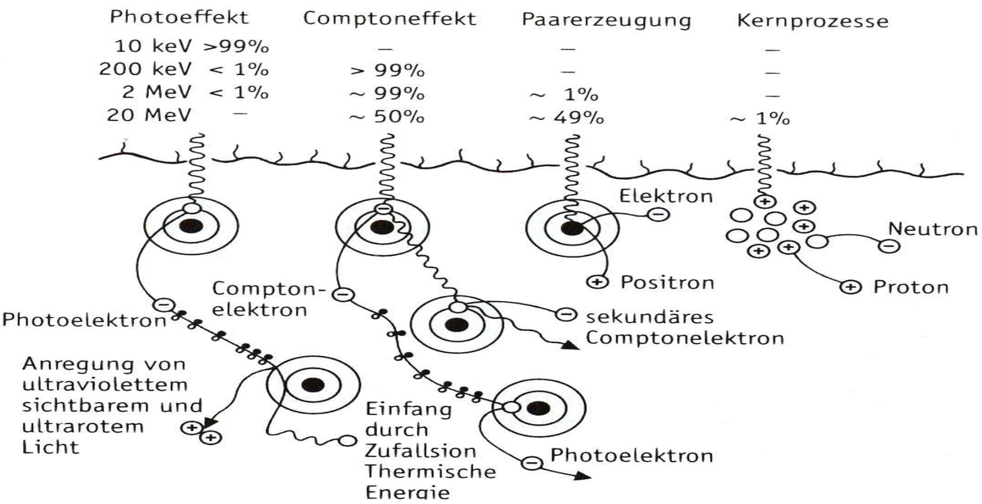
(Physical, biological and chemical effects of ionizing radiation on body cells)

لومړئ: فزيکي اغيزې (Physical effects)

دانسانانوعصبي حجرې نه شي کولای چې د ايونايز کونکو وړانګوناوړه اوخطر لرونکي اغيزې حس کړي بلکه يوازې دتخنيکي آلو، فزيکي، کيمياوي اوپه تيره بيا د بيالوژيکي کړنلارو او تګلارو په مرسته سره دوړانګوشته والی څر ګند کيدای شي. دوړانګو اندازه کول هغه وخت امکان لري چې دوړانګو اغيزې په بد ن کې پاتې شي او موږ بيا ددې اغيزو له مخې دوړانګو انرژي ډوزتر لاسه کړو اوبيا په روغتيا باندې دهغوی د زيان يا خطر کچې اټکل وکړو.

کله چې ايونايز کوونکي وړانګې پر يوه بيالوژيکي ژوندی ماده ولګيږي نولکه د يوې نه ژوندی مادې په څيرپه لومړي پړاو کې يوه فزيکي پر وسه پيل کيږي يانې د ژوندي مادې د ماليکولونو او اتومونوسره هر اړخيز غبرګون کوي. په پايله کې د ژوندی مادې ماليکولونه او اتومونه الکترونه دلاسه ورکوي اود ايونايزيشن او هيجان کولوپروسه صورت نيسي.

په ۵۸- شکل کې د يوې مادې د اتومونو سره د ايونايزکوونکو وړانکوهر اړخيزغبرګونونه لکه کمپټون اغيزه compton effect، فوتو اغيزه photo effect، دجوړه ذروپيدايشت pair production اوهستوي تعاملونه ښودل شوي دي. نوموړی اغيزې درنا شوو وړانګو دانرژي تابع دي. د بيلګه په ډول که دفوتون وړانګوانرژي لس کيلو الکترون ولټ (10 keV) ومنو، نو دفوتواغيزه نهه نوي په سل(99%) اوکه شل ميګا الکترونولټ(20 keV) ومنو، نويو په سل (1%) هستوي تعاملونه منځ ته راځي.



۵۸ـ شکل: په ماده کي دفوتون وړانګودانرژی انتقال هراړخيزي فزيکي کړنلاري ښودل شوي دي. په دي شکل کي مثبت چارج دجمعي او منفي چارج دمنفي په علامه سره ښودل شوئ دی. د کيڼ خوانه شي خواته (فوتواغيزه، کمپتون اغيزه، د جوړه ذرو پيدايښت،دهستي چاودنه) (7)

Radiation
وړانګي

↓

Energy deposition in tissues
په نسجونوکي دوړانګوانرژي جذ ب

↓

Reactive free radicals formed
دازادوراديکالو منځ ته راتلل

↓

Chemical changes
کيمياوي بدلونونه

↓

Biological Effects
بيالوژيکي اغيزي

۵۸ـ شکل: په يوه بيالوژيکي ماده کي دوړانګوفزيکي ، کيمياوي اوبيالوژيکي غبرګون

دويم: دوړانګوکيمياوي او بيالوژيکي اغيزې

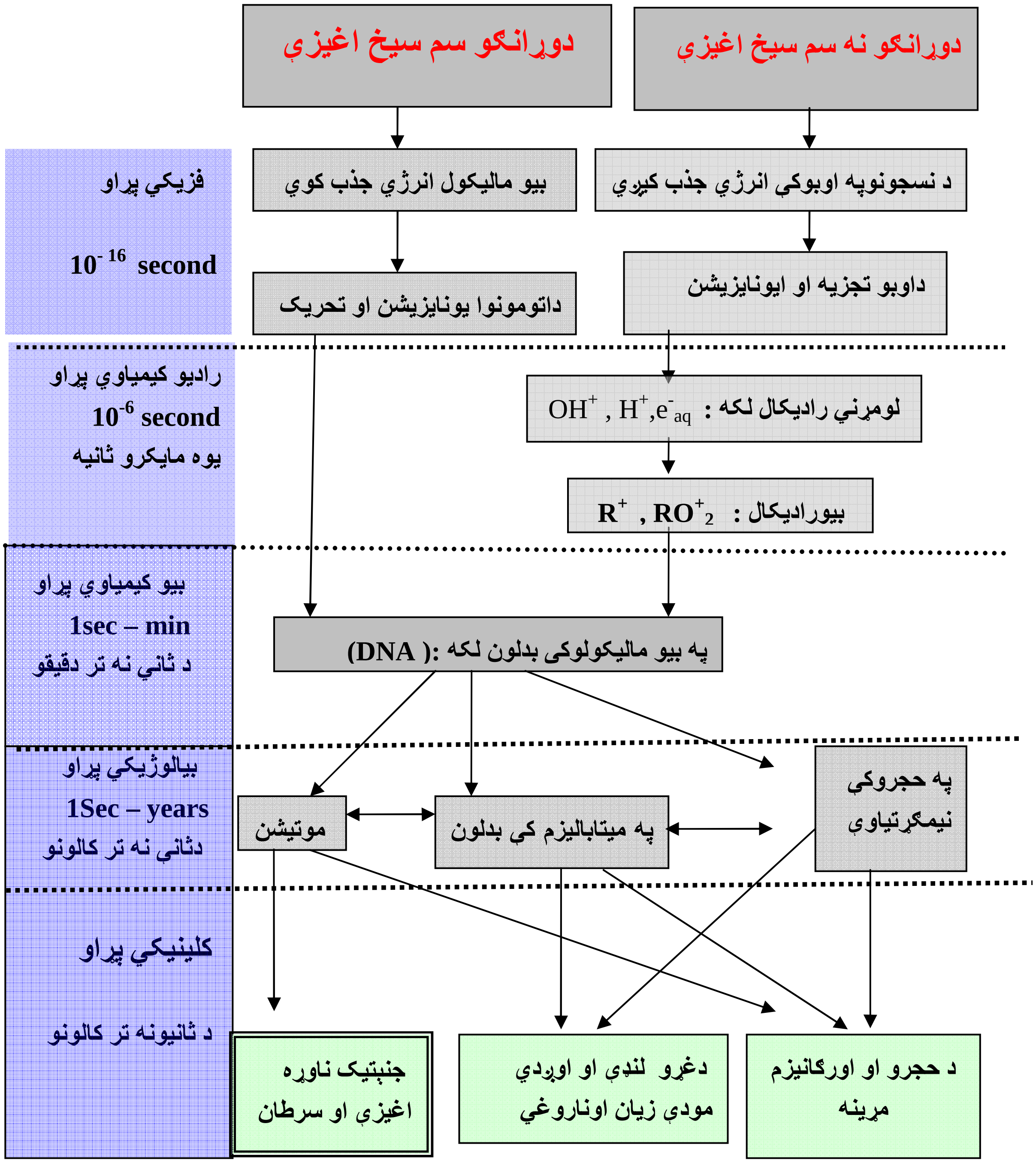
(Chemical and Biological effcts of ionizing radiation)

کله چې الکترومقناطيسي وړانګې دحجرې ماليکولوسره فزيکي غبرګون تر سره کړي نود يوې ثانيې زرمي برخې څخه پـه کمه موده کې (10^{-18} – 10^{-3} seconds) فزيکي ، کيميا وي او بيالوژيکي تعاملونه پيل کيږی چې په پايله کې دفوتون انرژي په نسجونو کې جذب کيږي او دبيو ماليکولونو اړيکي پرې کيږي. دبيلګه په ډول لکه زهرجن او مغلق کمپلکس کيميا وي مرکبونه(R^+;Ro^+_2) ، داوبوتجزيه (Radiolyse) ، ازاد ډير فعال راديکال (Free active radicals)، مثبت او منفي چارج شوي ايونونه منځ ته را ځی(OH^+). برسيره په دې ،دنسجونوپه الکترولايت (Electrolyt) کې د تيزابي، الکالي او خنثي ليول ($pH = - \log[H^+]$) کچه دنورمال حالت څخه بدليږي. توليد شوي ايونونه په خپل وار سره دحجرواودچاپيريال ماليکولوسره داسې ډول کيمياوي تعامل کوي چې په پايله کې د هغوی د پروتوينو (Protoeins)اړيکو پرې کولو سبب(لامل) ګرځي. د بيلګه په ډول د يو الکترون ولېږ څخه تر پينځه ديرش الکترون ولټه پورې انرژي (1eV-35eV) په کارده ترڅود يوه بيوماليکول د ايونايزيشن کړنلاره منځ ته راشي.

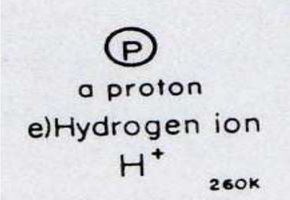
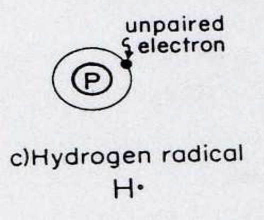
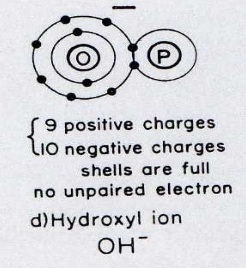
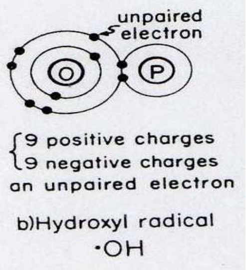
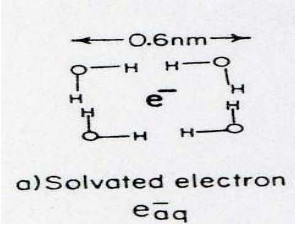
ديام وړ: (تيزابي $pH<7$ ، خنثي $pH=7$ ، الکالي $pH>7$)

داوبوراديولا يزيا دتجزيې کړنلاره (Radiolyse)

کله چې ايونايز کوونکي وړانګې د حجرې په سيتوپلازما (Cytoplasma) ولګيږي اوهلته داوبو يوه ماليکول لکه H_2O سره غبرګون وکړي نوديوړفزيکي اوکيمياوي تعاملاتو په پايله کې داوبو دغه ماليکول کيمياوي اړيکي پرې کيږي اوپه کوچنيو برخو تجزيه کيږي. په دې ترڅ کې ازاد الکترونه لکه اوبه زن الکترو ن (e^-_{aq} = Aqueous) ، پروتونه H^+ , اوځينې نور مثبت او منفي چارج شوي کمپلکس بيوماليکولونه لکه داوبو يوايونايز شوې مثبت ماليکول (H_2O^+) ، هايدروجن پر اکسايد (Hydrogen peroxide = H_2O_2) ، د ازاد هايد روکسيل راديکال (OH^*) ګروپ چې ديوه هايدروجن او يواکسيجن اتوم څخه جوړدی او دهايدروجن راديکال (H^*) منځ ته راځي. نوموړي راديکال چې ځينې يې د ازاد راديکال ياني خپلواک راديکال (free radical) په نامه سره هم ياديږي د سمبول دپاسه د يوه ستوري په علامه سره (*) په نښه کوو. تول ازاد راديکال په لوړه کچه کيميا وي فعاليت لري دا ځکه چې په بهرني مدار کې طاق (odd) شمير الکترونه لري او له دې کبله د شاوخوا غړو بيوماليکولوسره يوالکترون شريک کوي اوپه اخيرکي کيمياوي اړيکي منځ ته راځي. په پايله کې همدغه عضوي مرکب د ترون يو الکترون دلاسه ورکوي او سمدلاسه تجزيه کيږي او په دې ډول خپل بيولوژيکي اغيزمنتوب اواهميت بايلي. په ۲۵– جدول کې نوموړي راديکال په مفصل ډول سره تشريح شوي دي.



۵۹- شکل: په بدن کې دالکترومقنا طيسي وړانګو فزيکي ، بيوکيمياوي او بيولوژيکي هراړخيزې اغيزې ښودل شوې دي. دپام وړ ده چې دوړانګو کلينيکي اغيزې د ثانيو څخه ترکالونو پورې وخت نيسي اوله دې کبله دطبيعي نورو نا وړه اغيزوسره دهغوې توپير ثبوت کول ډيرسخت تاميرېږي.

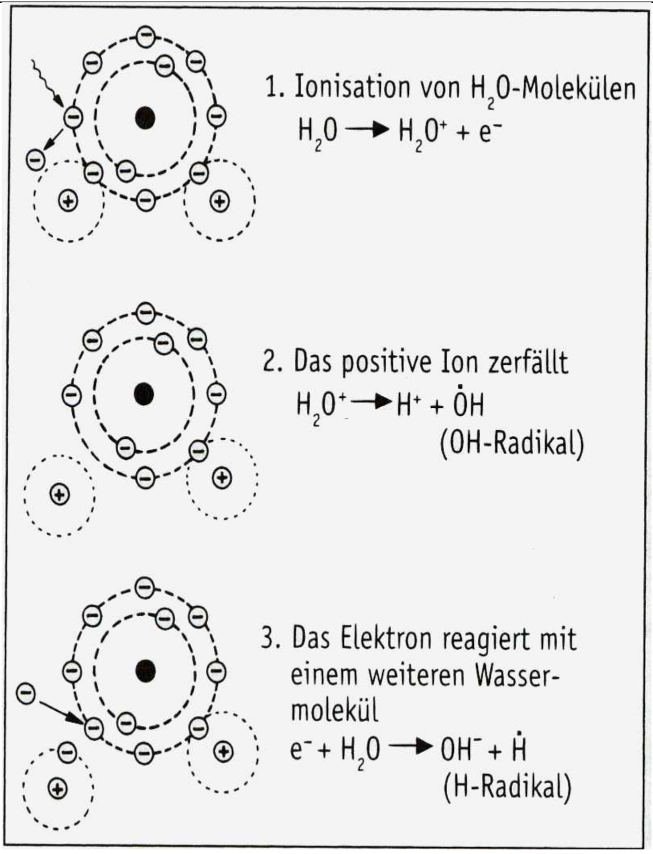
	د هايدروجن اتوم مثبت ا يون يا ني يو پروتون
	د هايدروجن اتوم يوراديكال چي په باندني مدار كې يو نا جوت الكترون لري
	دهايدروكسيل منفي ايون چي مداړونه يي په نهو مثبت چارجونو او لسو منفي چارجونوباندې ډک شوي دي او له دې كبله يو ناجوت الكترون نه لري.
	دهايدروكسيل راديكال چي په مداړونو كې نهه مثبت چارجونه او نهه منفي چارجونه لري او په با ندني مداركې يو ناجوت الكترون لري
	داوبو سره دوړانګودغبرګون په ترځ كې لومړی يوازاد الكترون منځ ته راځي چي بيا ډير زرد اوبوغلورومالیکولوڅخه احاطه (ايسار) كيږي او له دې كبله ورته اوبه زن الكترون (Solvated) هم ويل كيږي.

۲۵- جدول: كله چي وړانګي داوبو سره غبرګون وكړي نو په پايله كې ازاد راديكال، مثبت او منفي چارج شوي ماليكولونه منځ ته راځي چي په پورتنيو شكلونو كې ښودل شوي دي (15) .

په ٦٠– شكل كې داوبوسره دوړانګو دغبرګون او تجزيي په پايله كې هر اړخيز كيمياوي كړنلارې ښودل شوئ دي چي په پايله كې تعامل كوونكي مركبونه ورڅخه پيدا كيږي. نوموړي كړنلاره د راديو لايز (Radiolyse) په نامه سره ياديږي په نوموړي تجزيه كې د سولوبټيډ الكترون (Solvated electron) او يا په بل عبارت د اوبه زن الكترون e^-_{aq} اهميت د يادولوړدې چي داوبو څلورومالیكولوڅخه احاطه شوئ دی. نوموړئ يو ازاد الكترون دی چي د اوبومالیكول ډيرمثبت چارج شوي هايدروجن اتوم ته ډير ور نږدې دی او دډير منفي چارج شوي نايتروجن اتوم څخه لرڅه په ليرې

واتن کي پروت دی. همدا سبب(لامل) دی چي داسي يو اوبه زن الکترون بريښنايز ډيپول ياني دوه قطبه (Dipole) خا صيت ځانته غوره کوي او دکيمياوي هر اړخيزوفعال تعاملونومسئول ګڼل کيږي. څرنګه چي خپلواک راديکال په ځانګړي توګه داسي خواص لري چي په لوړه کچه دنوروبيو ماليکولوسره ديوه پايښت لرونکي کيمياوي تعامل سبب(لامل) ګرځي نوله دی کبله کولای شي چي په يوه حجره (ژونکه) کي مهمو ماليکولونو لکه ډي اين ايDNA په ماليکول کي بنسټيز بدلون راولي. داوبو راديولايزکړنلاره په ۳۸- شکل کي ښودل شوې ده.

☜ دحجرې ډي اين ايDNA ته د زهرجنوخپلواکوراديکالوبيالوژيکي زيان دوړانګوانرژي ډوز سره سم سيخ متنـا سب ده. هر څومره چي ډير خپلواک راديکال دوړانګوپه واسطه منځ ته راځي په همغه کچه د سرطان يوې حجرې د پيدا کيدلو احتمال هم زياتيږي. د بېلګه په ډول لکه د OH^* راديکال چي يو ډيرپياوړی او زورورا کسايد کوونکی خاصيت لري او له دی کبله په آسانی سره د هايدروجن يو اتوم د ډي اين ايDNA ماليکول څخه را وباسي او په پايله کي د نوموړي ماليکول د شکرواوفوسفاټ (Sugar phosphate) تر منځ اړيکی پرې کيږي.



دوړانګو په لګيدلو سره داوبويو ما ليکول ايونايز کيږي اوپه پايله کي داوبوماليکول يومثبت ايون او يوخپلواک الکترون منځ ته راځي. دغه خپلواک الکترون بيا ورروسته د اوبو ځلورو ماليکولوڅخه احاطه کيږي اويوبريښنايز ډيـپول (Dipole) ورڅخه جوړيږي. نوموړی الکترون ته له دی کبله اوبه زن الکترون هم ويل کيږي (e^-_{aq}) .

داوبوماليکول يو مثبت يون ا يون تجزيه کيږي اود هايدروکسيل راديکال OH^* او هايدروجن مثبت يون H^* منځ ته راځي.

يوخپلواکالکترون داوبويوماليکول سره کيمياوي تعامل کوي اودهايدروکسيل منفي ايون OH^- اودهايدروجن يوراديکال H^* منځ ته راځي

۶۰- شکل: په دغه شکل کي داوبويوه ماليکول سره دالکترو مقناطيسي وړانګود نه سم سيخ اغيز ي کړنلاره ښودل شوې ده چي په پايله کي داوبويو ماليکول په چارج شوو ايونو اوخپلواکو راديکالو تجزيه کيږي. په يوه بيالوژيکي ماده کي دوړانګو نوموړې اغيزه د راديو لايزيه نا مه سره ياديږي (Radiolyse) چي په لاندي پړاونويي ويشلای شو (7).

- **په لومړي پړاوکي** یو فوتون داوبوپه یوه خنثی مالیکول باندې لګیږي کوم چې د ۶۰- شکل په پاسنی برخه کی ښودل شوئ دی. د ایونیزیشن څخه وروسته یو الکترون او داوبومثبت چارج شوی مالیکول (H_2O^+) لا س ته راځي.
- **په دوهم پړاو کې** داوبو مثبت چارج شوی مالیکول یا ایون په خپل وار سره تجزیه کیږي او دهایدروجن اتوم مثبت ایون اویو اکساید کونکی هیدرواکسیل رادیکال مالیکول (HO) منځ ته راځي.
- **په اخرني پړاو کې** همغه خپلواک شوي الکترون د اوبو یوه بل خنثي مالیکول سره یوځاي کیږي او دهایدروجن یو رادیکال او هایدرواکسیل منفي چارج شوی ایون ورڅخه لا س ته راځي.

برسیره پردې دهایدروجن یو مالیکول H_2 هم منځ ته راتلاې شي چې بیا نوموړئ په خپل وارسره دیوه اکسیجن O_2 مالیکول سره هایدروجن پراکسید H_2O_2 جوړوي چې دوړانګو دزیان کچه نوره هم پیاوړې کوي. داوبو رادیولایزکیمیاوي معادله په لاندې ډول لیکلای شو.

داوبو مالیکول چاودنه	$H_2O \longrightarrow OH^* + H^*$
دهایدروجن پر اکساید جوړښت	$OH^* + OH^* \longrightarrow H_2O_2$
د اوبومالیکول اویور ادیکال جوړښت	$H_2O_2 + OH^* \longrightarrow HO^*_2 + H_2O$
د اکسیجن او دهایدروجن پر اکساید جوړښت	$HO^*_2 + HO^*_2 \longrightarrow O_2 + H_2O_2$
د اکسیجن او د اوبویو مالیکول جوړښت	$HO^*_2 + OH^* \longrightarrow O_2 + H_2O$

په نه عضوي مرکباتوکي دوړانګوکیمیاوي اغیزې

دبدن ډیرنه عضوي مرکبات دوړانګودغبرګون په پایله کې په اکساید بدلیږي. د بېلګه په ډول په وینه کې دوه قیمته اوسپنه Fe^{++} په درې قیمته اوسپنه Fe^{+++} اوړي. نوموړې کړنلارې ته کیمیاوي ډوزیمیټري Chemical Dosimetry هم ویل کیږي چې د لومړي ځل لپاره د یوه جرمني کیمیا پوه Fricke له خوا رابرسیره او کشف شوه.

$$Fe^{++} + OH \rightarrow Fe^{+++} + OH^{-}$$

(Fricke Dosimetry)

نوموړې کیمیاوی ډوزیمیټري په درملنه کې دوړانګودناوړه اغیزو په پیژندنه کې خورا اړین رول لري. د بېلګې په ډول نوموړې تګلاره د بدن په وینه کې داوسپنې داکساید کولوپه کړنلاره کې خورا ډیر کارول کیږي.کله چې وړانګې په یوه مایع کیمیاوي مرکب ولګیږي نوخنثی اتومونه په الکترونو اوایونو تجزیه کوي. یوه داسې ازادشوی الکترون ته ثانوي الکترون هم وایي اوپه مایع چاپیریال کې دګڼ شمیرغبرګونوپه پایله کې هر ځل لړبرخه حرکي انرژي دلاسه ورکوي. دبیلګه په ډول داوبومالیکول دایونایزیشن لپاره لږ څه 13 eV اود تحریک لپاره لږ څه 7 eV انرژۍ ته اړتیا شته.

په عضوي مرکباتوکې دوړانګوکیمیاوي اغیزې

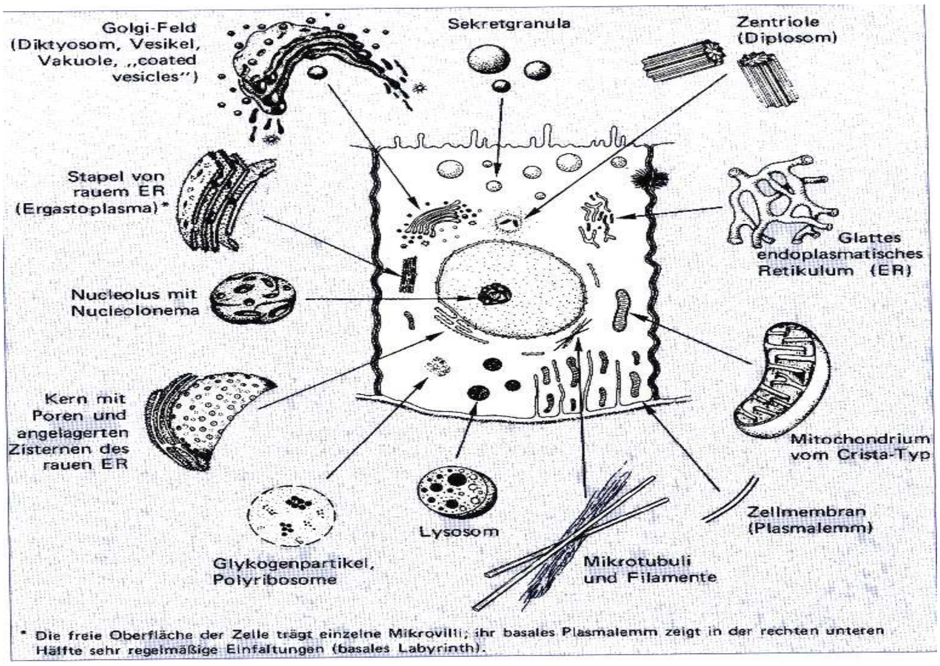
ډیرعضوي مرکبات شته دي چې دوړانګودغبرګون په پایله کې په اکساید بدلیږي او دهایروجن اتومونه دلاسه ورکوي. هغه رادیکال چې په نوموړې کړنلاره کې منځ ته راځي کولای شي چې د ګڼ شمیرنورو کیمیاوي تعاملاتو د پیل سبب(لامل) وګرزي. دبېلګه په ډول دالکولوکړنلاره Dehydration، دامینواسید کړنلاره Desamination اوپه تیره بیا هغه امینو اسید چې د SH-Group ګروپ ورسره ترلی وي لکه Cystein او Cystamin ا و نورچې دهواد اکسیجن سره کیمیاوي تعامل کوي او له دې کبله دوړانګو اغیزې په ثبوت رسېدلای شي . داځکه چې نوموړي اسید دلاندني کیمیا ی تعامل سره سم په ډیره اسانی سره په اکسا ید بدلیږي.

$$2R - SH + 2OH^{-} \rightarrow RS - SR + 2H_2O$$

په نوموړي کیمیاوي تعامل کی ډیسلفا ید او اوبه منځ ته راځي. د دغه رنګه کیمیاوي تعامل څخه په درملنه کې د وړانګو څخه دځان ساتنې په موخه ګټه اخیستل کیږي. د بېلګه په ډول دغه او ځینې نور مواد شته دي چې د وړانګو دخطردمخ نیوي اودځان ساتنې په موخه خلکو ته د پروفېلا کس Profelax په ډول ورکول کیږي. داځکه چې نوموړي مواد هغه ناوړه رادیکال چې دوړانګو په واسطه منځ ته راغلي وي لکه OH^{-} ګروپ ځان ته رانیسي او نه پریږدي چې نورې بیالوژیکي ناوړه اغیزې ترسره کړي اویا بیوکیمیاوي تعاملونه دعضوي مرکبونوسره جوړکړي.

د حجرې جوړښت (Cell structure)

دبدن اود هرې بیالوژیکي مادي بنسټیز واحد حجره (ژونکه) جوړوي. په ٦٠- الف شکل کې د بدن یوې نورما ل او روغې حجرې جوړښت ښودل شوئدی. یوه حجره (ژونکه) د یوه میمبران یا غشا، یوې هسته اوسیتو پلازما څخه جوړه ده. په هسته کې یو کنترول کوونکی سیستم شته دی چې دهستې (nucleus) په نامه سره یادیږي.



٦٠- الف شکل: د بدن یوې نورمال حجرې (ژونکې) جوړښت (9)

☜ يوه حجره (ژونكه) لږ څه اتيا په سل 80% كې داوبوڅخه جوړه شوې ده او پاتې شل په سل 20% كې بيالوژيكي كمپلكس مركبونه لكه پروتيين او ازاد كاربوها يدرات تشكيلوي.

☜ ديوه ستر سړي په بدن كې دبيلكه په ډول لږ څه پنځوس ترېليونه (10^{18}) حجرې اټكل كيږي

دحجرې په هسته كې يو ډيرمهم ماليكول شته دى چې د ډي اوكسي ريبونوكلېک اسيد (Deoxyribonucleic acid) په نا مه سره ياديږي او لنډيز يې په ډي اين اې (DNA) سره كيږي. نوموړى نامتو ماليكول د حجرې جوړښت، دحجرې د ميتوزيس(Mitosis) يا نې د ويشتوب كړنلاره اودحجرې د ژوند هر اړخيزې نورې دندې كنټرول كوي. د نوموړي ماليكول ډيره اړينه (مهه) دنده د بېلګه په ډول د خپل ځان كټ مټ يو شان يوه كاپي كول د يا دوني وړ ده. په ٦١- شكل كې د ډي .ان.اې. ماليكول شودل شوې دى چې د كروموزوموپه منځ كې دځوغزول شوو برخو په بڼه پروت دى.

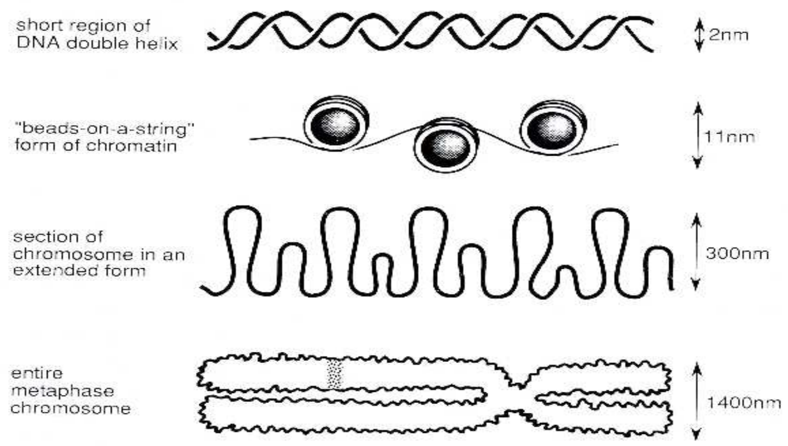


Figure 2.5. Illustration of the relative sizes of the DNA helix, the various stages of folding and packing of the DNA, and an entire chromosome condensed at metaphase.

٦١- شكل: دحجرې يوكروموزوم اود ډي.اين.اې.هيليكس(DNA helix) نسبي غټوالي كچه او همدارنګه دډي اين اې توپير لرونكي تاوشوي او غونډ شوي پراونه ښودل شوي دي. دبيلګي په ډول د پاس نه ښكته خواته: دوه نانومتر($2nm = 2\times10^{-9}$ m)، يوولس نانو متر، درى سوه نانومتراو لاندنى كروموزوم پخپله يوزرو څلورسوه نانومترغټوالى لري (26)..

☜ **د پا س نه ښكته خواته:**

١- د ډي اين اې غبرګ تاوشوي مزي يوه كوچنۍ برخه ٢- كروماتين ٣- دكروموزوم يوه غوړيدلي برخه ٤- په لاندنى برخه كې د ميټا فازيوښپړ كروموزوم ښودل شوې دى. دنوموړي شكل په شى خوا كې دويكتورونو(غشى) په مرسته د كروموزوم او د ډي اين اې DNAغټوالي په واحد دنانو متر ($nm=10^{-9}m$) سره ښودل شوې دى (28) .

دانسان په بدن کي دوه ډوله حجرې شته دي چي د ويشتوب او ډير ښت په اړوند ديوه بل څخه توپير لري.

- لومړى: بدني يا سوماتيک حجرې (Somatic cells)
- دويم : جنسي يا جنېټيک حجرې (Genetic or germ cells)

د بدني حجرو ويشتو ب ته ميتوزيس (Mitosis) او د جنسي حجرووېشتو ب ته مايوزېس (Meiosis) ويل کيږي. کله چي يوه بدني حجره(ژونکه) په دوه برخو وويشل شي نودوه نوې حجرې منځ ته راځي چي هره يوه حجره(ژونکه) د اصلي حجرې په شان کټ مټ يوشان کروموزوم لري. دانوې پيداشوې حجرې بيا په خپل وار او داړتيا سره سم نورهم خپل ويشتوب ته پايښت ورکوي. بدني حجرې په لاندې ډول سره ويشل شوئ دى.

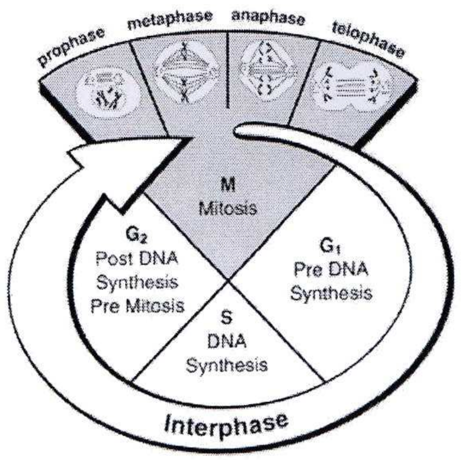
- **لومړى : د سټم حجرې (Stem cells)** . نوموړې داسي بدني حجرې دي چي د ستي حجرې په بڼه يي تعبير کولاې شواو په لومړي سر کي په خپل منځ کي سره يو شان اوديوه او بل څخه توپير نه لري او برسيره په دې د لا يتنا هي ويشتوب وړ تيا لري. هغوې کولاې شي چي نورې نوې سټم حجر ې منځ ته راوړي او بيا د هغوې څخه د ويشتو ب وړ نورې تو پير لرونکي حجرې او نسجونه چي ځانګړې دنده په غاړه اخلي تو ليد کړي. د بېلګه په ډول لکه د وينې جوړونکي سټم نسجونو حجرې چي د هډوکوپه ماغزو کي پرتې دي(Bone marrow hematopoetic stem cells)، د پوستکي سټم نسجونوحجرې، دمعدې موکوزپوستکى سټم نسجونو حجرې)

- **دويم: تيرېدونکي حجرې (Transit cells)** : نوموړې داسي حجرې دي چي دويشتوب په کړنلاره کي ديوه ډول حجرې ډلې څخه په بل ډول حجرو باندې اوړي. د بېلګه په ډول لکه يو رېتيکولوڅيټ (Reticulocyte) چي د وينې يوه اومه (Immature) حجره(ژونکه) تشکيلوي په اخيرکي د سروکروياتو په يوه پخه حجره(ژونکه) (erythrecyte) باندې اوړي.

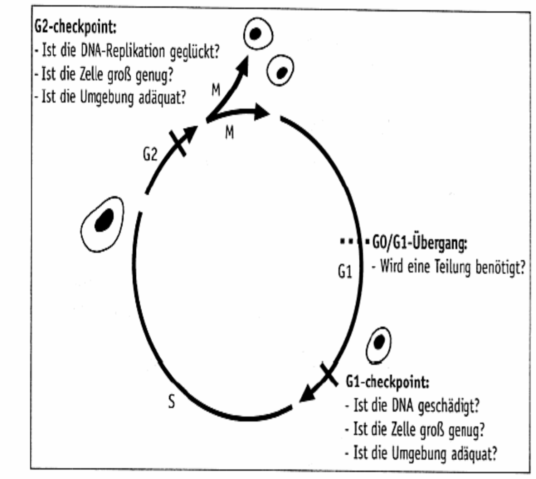
- **دريم: پخې شوې حجرې (Mature cells)** : نوموړې هغه ډله حجرې دي چي پوره پخې شوې دي او اضافه نورنه ويشل کيږي او نه په نوروتو پيرلرونکو حجرو اوړي (Fully differentiated) . د بېلګه په ډول لکه د عظلاتو حجرې او د عصبي سيستم حجرې.

په بدن کي څلور ډوله مهم نسجونه دپادولو وړدي:

د بېلګه په ډول لکه داعصابو نسجونه، دعظلا تونسجونه، اپيتيل نسجونه(Epithel tissue) او پاسته نښلوونکي نسجونه شته دي. نوموړي نسجونه په خپل وار سره ځانګړې غړې جوړوي چي خپله ټاکلې دنده تر سره کوي. دنومړو غړود حجرو دويشلو اوډيرښت موده او کړنلاره ديوه او بل سره توپير لري. د بېلګي په ډول داعصابو حجرې د سړي د زيږيدلو څخه وروسته بيا ګرد سره نه ويشل کيږي اود بلې خوا په بدن کي داسي حجرې هم شته چي د څو ساعتونو څخه وروسته ويشل کيږي او د اړتيا سره سم نوې حجرې منځ ته راوړي.



c.f. Bushberg, et al. The Essential Physics of Medical Imaging, 2nd ed., p. 827. 3



دحجرې ګرزیدونکي پړاونه (Cell cycles)

۶۲- شکل: دوخت په تړاود یوې حجرې را ګرزیدونکی پړاونه یا دوره (Cell cycles) په لاندنیو تورو لکه (G ;S; M) باندې ښودل شوي دي. د G_1 پړاوپه پیل کې دویشتوب یاني ډیربښت اړتیا تر غورلاندي نیول کیږی اوبیا ور باندې پریکړه کیږي. دنوموړي پړاو په اخیر کې یوه بله برخه شته ده چې دازموینې تکی ورته ویلای شو (G_1-Checkpoint) او دلته یوځل بیا داپوښتنې ازمویل کیږي چې(7):

- دې. این. اې. (DNA) خو به زیانمن یا نیمګړی نه وي؟
- حجره(ژونکه) پخپله په کافي اندازه سره غټه ده ؟
- دحجرې چاپیریال دژوند په تړاو پوره مسا عد خواص لري؟

د G_0 څخه د G_1 پړاو په تیریدلو کې دا پوښتنه را پورته کیږي چې :

- دحجرې وېشتو ب ته اړتیا شته ده او که نه؟

کله چې د G_2 پړاوپیل کیږي نولاندې پوښتنې تر سره کیږي:

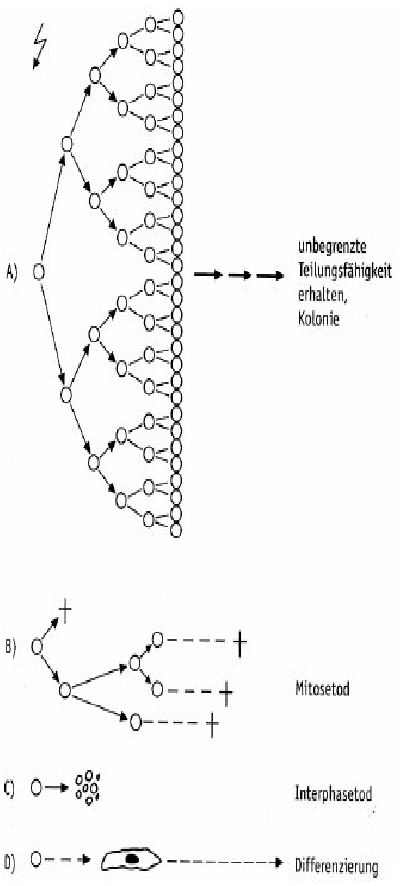
- په اصلي توګه د دي این اې کټ مټ کاپي کیدل Replication په بریالیتوب سره تر سره شوه؟
- حجره(ژونکه) پخپله په کافي اندازه سره غټه ده ؟
- دحجرې چاپیریال دژوند په تړاو پوره مسا عد خواص لري؟

د پام وړ:

یوه حجره(ژونکه) د میتوز M او د G_1 په پړاو کې دوړانګو، دواګانواو کیمیاوي ذهرجنوموادو په مقابل کې ډیر حساسیت لري خو د S په پړاو کې دوړانګو سره بیا دومره زیات حساسیت نه لري اوله دې کبله مقاومت (Resistant) هم نه ښيي .

کله چي ایونایزکوونکي وړانګي دبدن په یوه حجره(ژونکه) ولګیږی نو لاند نی بیالوژیکي هر اړخیزې اغیزې منځ ته راتلای شي.

- په بیالوژیکي ماده کې وړانګي هيڅ ناوړه اغیزې منځ ته نه راولي
- د وړانګو اوبیالوژیکي مادي ترمنځ یوفزیکي غبرګون تر سره کیږي چي په پایله کې مالیکولونه ایونایزکیږي او یا دکولومب قواوپه اساس اتومونه په تحریک (پا رولو) راځي. دنوموړی فزیکي کړنلاري څخه بیا وروسته بیالوژیکي اغیزې پیل کیږي. د بیلګه په ډول کله چي دیورانیوم الفا یوه ذره دیو چا بدن ته ننوځي او هلته د نسجونو سره غبرګون وکړي او خپله ټوله انرژي د لاسه ورکړي نو په دې ترځ کې دحجرومالیکوسره لږڅه سل ذره تکرونه تر سره کوي.
- د حجرې په منځ کې هر اړخیز زهرجن مواد منځ ته راځي او له دې کبله مهم انزایمونه خپله دنده پوره نه شي تر سره کولای او حجره(ژونکه) د منځه ځي
- حجره(ژونکه) خپل ژوند دلاسه ورکوي دا ځکه چي دوړانګو دناوړه اغیزی په پایله کې په کروموزومو کې نه جوړېدونکی موتیشن صورت نیسي او له دې کبله د حجرې دتنفس کولوپروسه په ټپه دریږي کوم چي دکروموزوم په واسطه کنترول کیږی (Apoptosis) .
- حجره ژوندی پاتي کیږي خو په کروموزومو کې د موتیشن(Mutation) نیمګړتیا د ټاکلو انزایمو په مرسته پوره نه جوړیږي او په خپل حال پا تي کیږي اوله دې کبله نوموړی نیمګړتیا دمیتوز په کړنلاره کې دبدن د اړتیا وړحجروپه پوره کولوکي منځ ته راځي.
- که وړانګي په جنسي حجروکي موتیشن راولي نو راتلونکو نسلونو ته نوموړې نیمګړتیا انتقال کیږي چي د هر اړخیزو ناروغیواو عیبناکو اولادونود زیږیدلوسبب(لامل) ګرځیدلای شي.
- دمیتوز کړنلاره دوړانګو دغبرګون په اساس خپل نورمال سرعت د لاسه ورکوي او په ټپه دریږي نو له دي کبله دارتیا وړ نوی حجری منځ ته نه شي راتلای (No Regeneration) .
- بای ستندر اغیزی: (Bystander effects) دوړانګو یوه داسي اغیزه ده چي ړنا شوی حجری کولای شي چي ګاونډیو هغو حجرو ته هم زیګنا لونه واستوي کوم چي هيڅ ړنا شوی نه وي. په پا یله کې په همدغو نه ړنا شووحجرو کې هم مو تیشن منځ ته راتلای شي .
- دوړانګو په مقابل (مخامخ) کې د وینې حجروجوړونکي سیستم لکه د پلنوهډوکو سره مازغه ، جنسي حجرې ، د لومفا تیک غدو حجر ی (lymphatic glands cells) د بدن نوروحجرو په پرتله زیات حساسیت ښیي.
- ایو نایزکوونکي وړانګي داسي څپې لري چي د بیالوژیکي مادې اتومونه په اهتزاز(لړزیدنه) (Vibration) نه شي راوستلای او له دې کبله په حجره(ژونکه) کې د تودوخې درجه په ډیره لږ کچه پورته ځي. د بیلګه په ډول دکوبالټ سرچینې یو ګری وړانګي لږ څه یو په زرمه برخه د سانتي ګراد تودوخی لوړوي. دغه فزیکي اغیزه دوړانګودانداز ه کولولپاره مساعده نه ده.
- په یوه بیالوژیکي ماده کې دوړانګو ناوړه اغیزې په لاندنیوفزیکي او بیالوژیکي کمیتونوپوری هم اړه لري. د بیلګه په ډول لکه دوړانګوډول، د چاپېریال جوړښت، دوړانګو انرژي کچه، دحجرو په حساسیت، دحجرې راګرزېدونکي پړاونه (Cell cycles) اونور.

	**A** : حجره(ژونکه) ژوندۍ پاتې کیږي خودسرطان په یوه حجره(ژونکه) اوړي. ادا په دي مانا چې د ویشتوب کړ نلاره په تېپه نه دریږي اوبې شمیره لورګانې حجرې(Daughter cells) منځ ته راځي چې په پایله کې یوه غټه کولونې (colony) ورځخه جوړیږي. د میتوز په کړنلاره کې هره یوه حجره(ژونکه) ویشل کیږي او د خپل ځان کټ مټ یو شان اوکاپي شوې دوه نوې حجرې منځ ته راځي.
	B : حجره(ژونکه) په لومړي پړاو کې د میتوز کړنلاره تر سره کوي خو د نوو پیدا شوو دوو حجرو ځخه یوه مړه کیږي (†) او بله یې دوه ځله نور هم د میتوز وړتیا تر لا سه کوي اوپه پای کې ټولې لورګانې حجرې د منځه ځي
	C : د میتوزکړنلارې په تر ځ کې حجرې دمنځه ځي
	D: حجره(ژونکه) خپل رښتونی جوړښت د لاسه ورکوي او بڼه یې ادا سې اوړي چې خپله اصلي د نده نه شي تر سره کولای. نو له دې کبله دځان وژنې لاره غوره کوي

په ۶۳- **شکل** کې د بدن یوې حجرې هر اړخیز برخلیک (سرنوشت) ښودل شوئ دی کله چې د ایونایزکوونکو وړانګوتر تشعشع یانې رښا (Irradiation) لاندې راشي (7) .

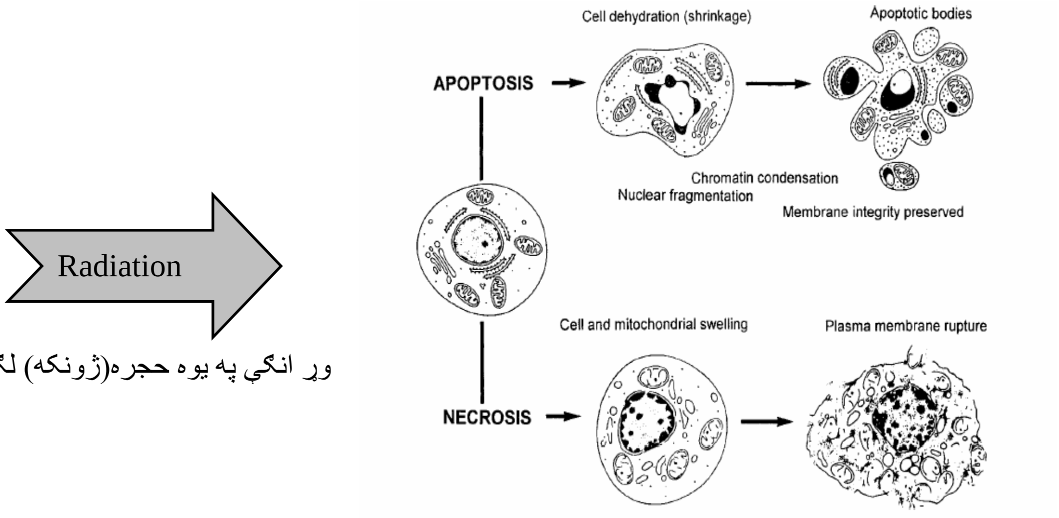
دوړانګوپه واسطه د یوې حجرې دمنځه تللو دولونه

کله چې وړانګې په یوه حجره(ژونکه) ولګیږي نود هغوې ځخه ډیرې حجرې سمدلاسه نه مري بلکه همداسې فعال پاتې کیږي اویو ځو ځله نور هم دخپل و یشتوب کړنلاره تر سره کوي. یوه حجره(ژونکه) په درې ډوله سره خپل ژوند دلاسه ورکوي چې په ۶٤- شکل کې ښودل شوي ده.

➢ **نېکروزیس (Necrosis)** : حجره(ژونکه) خپله دنده نه شي تر سره کولاې اوله دې کبله پروټین او انزایم هم نه جوړیږي. په پایله کې د حجرې پوښ مېمبران (Cell membrane) دمنځه ځي او ټول مواد ورځخه دباندې راوځي.

- **اپوپټوزيس (Apoptosis) :** نومورې کړنلاره دحجرې پروګرام شوې ځان وژنې په نوم سره ياديږي. داپوپټوزډوله ځان وژنه د يوه ټاکلي جين په پريکړه سره چې په کروموزومو کې ځاې لري تر سره کيږي او له دې کبله دحجرې ميمبران په پيل کې دمنځه نه ځي.

- **کلونوګېنيک مرينه (Clonogenic death):** د سرطان په حجروکې يو په سل برخه داسې حجرې شته دې چې هغوی ترمخه ديوې ځانګړې حجرې ځخه دويشتوب په کړنلاره سره منځ ته راغلي دي اوديوی بلې سره په جنېټيک ډول بيخي يوشان دي. نومورې حجرې داسې خاصيت لري چې دويشتوب کړنلاره يې لايتناهي (بې کچې) دوام لري. خو کله چې د ويشتوب لايتناهي ورتيا د لاسهورکړي نوپه کلينيکي تراو ورته کلونوګېنيک مرينه ويل کيږي.

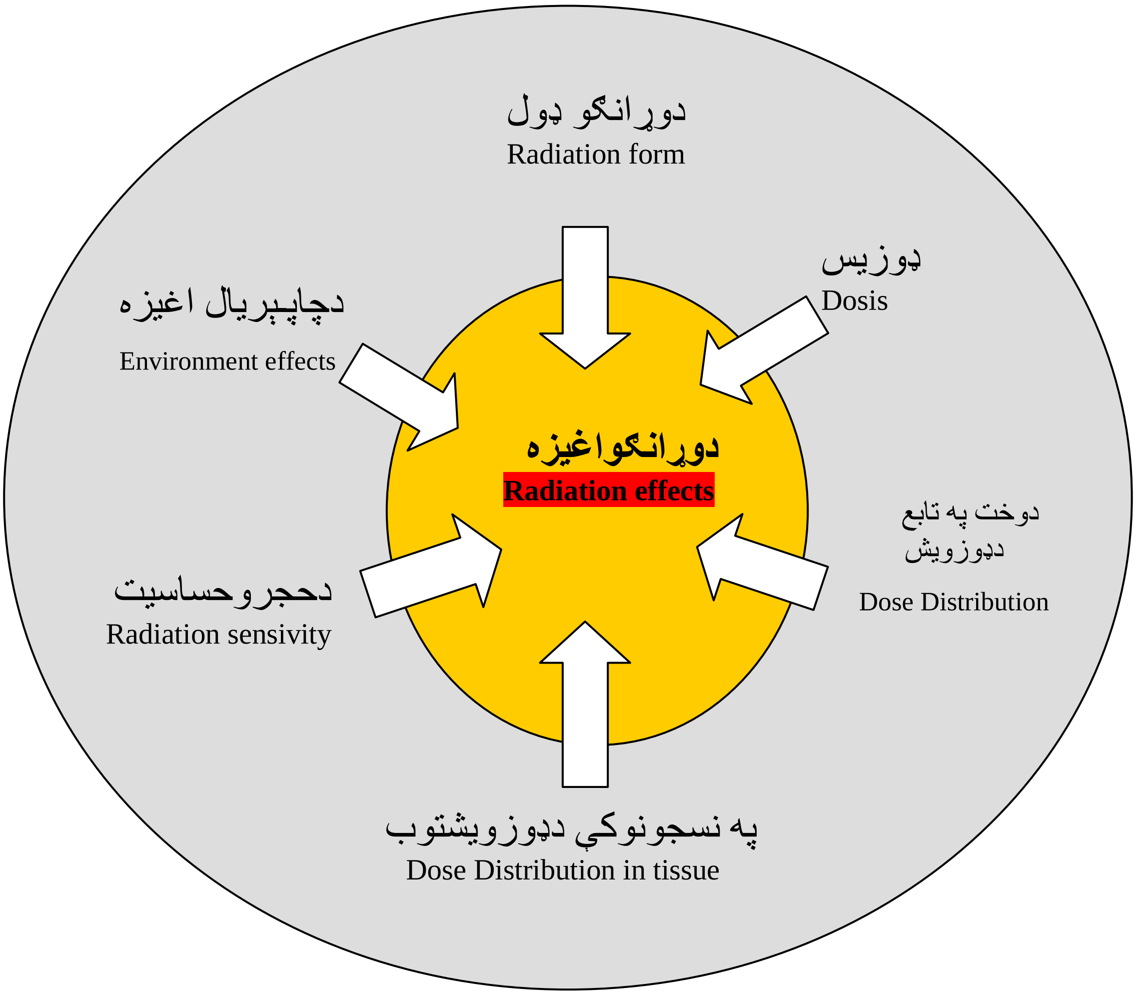


٤٦ـ شکل: په پورتني شکل کې دوړانګودغبرګون په پايله کې ديوې حجرې د منځه تللو دوه کړنلارې ښودل شوې دی چې يوه يې د ځان وژنې ياني اپوپټوز يس (Apoptosis) اوبله يې د نيکروزيس (Necrosis) په نامه سره ياديږي.

☑ د ځان وژنې په کړنلاره کې د حجرې د منځ ځخه اوبه دباندې راوزي (Dehydration) او بيا حجره(ژونکه) پخپل ځان کې سره ننوځي. په پايله کې په کوچنيو ټوټو (Fragments) تجزيه کيږي.

☑ د نيکروزيس په کړنلاره کې پخپله حجره(ژونکه) او ميتوخوندريوم (Mitochondrium) پړسيږي او بيا وريسي د پلازما ميمبران ياني غشا پرې کيږي.

يادونه: د بدن يوه نورمال حجره کولای شي چې دټول عمر په موده کې په اعظمي توګه تر اويا 70 ځلو پورې خپل ځان وويشي. د سرطان حجره دهغوزيکنالونوڅخه سرغړونه کوي چې د حجرې په جينوکې دويشلو شمير کنترول کوي. دا په دې مانا چې دسرطان حجره په خپل سراو بې شميره ځان ويشي.

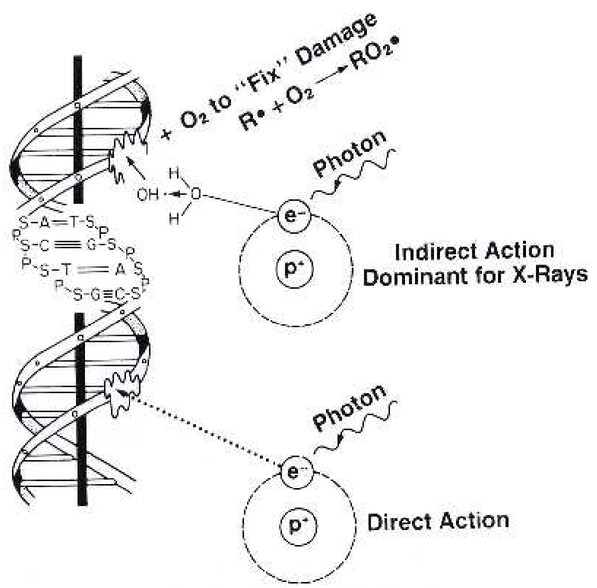


٦٥- شکل: په يوه بيالوژيکي ماده کي دوړانګواغيزه (Radiation effects) ډيورتنيويادشوويبيوفزيکي کميتونو سره سم سيخ تړاولري.

- دوړانګوډول: لکه الفا، بيتا، ګاما، نيوترون،پروتون او کازميکي وړانګي
- دانرژي دوز: لکه دلوړي کچي انرژي چي د يو سيورت (> 1Gy) نه پورته قيمت ولري او د ټيټي کچي دوزچي د دوه نيم سوه ملي سيورته (<250 mSv) څخه شکته وي.
- دچاپېريال اغيزه: لکه راديواکتيومواد ، کيمياوي او بيالوژيکي زهرجن مواد ،تودوخې، فشار
- دحجرو حساسيت : لکه دميتوزيه پړاو کي دوړانګو او کيمياوي دواګانو پمقابل کي د حجرې حساسيت او غبرګون دنورو پړاونوپه پرتله ډير لوړ وي
- دوخت په اوږدو په نسجونوکي دوړانګوويش اوپه نسجونوکي دانرژي دوزوځايزويشتوب.

دوړانګو سم سيخ او نه سم سيخ غبرګون

کله چې ايونايز کوونکي وړانګې د بدن په حجروولګيږي نو د دوه ډوله بيوفزيکی کړنلارو په بنسټ هغوئ ته زيان رسولای شي چې يو يې د سم سيخ (direct action) اوبل يې د نه سم سيخ (indirect action غبرګون په نا مه سره ياديږي او په ٦٦- شکل کې شودل شوئ دی.



٦٦- **شکل:** د کروموزومو **دي اين اې**(DNA = Deoxyribonucleic acid) په برخه کې د ايونايزکوونکو وړانګو سم سيخ (direct action) او نه سم سيخ (indirect action) غبرګون ښودل شوئ دی (26) .

لومړی: دوړانګو سم سيخ يا مستقيم غبرګون (Direct action)

په نومړي فزيکي کړنلاره کې يوفوتون سم سيخ د دي اين اې**DNA** په ماليکول باندي لګيږي اوسمدلاسه د ايونايزيشن پروسه صورت نيسي او وريسي يو کيمياوي بدلون منځ ته راځي. دغه ډول فزيکي کړنلارې ته دوړانګو سم سيخ غبرګون يا اغيزه ويل کيږي.

د فوتون وړانګې د کروموزومو خنثی اتومونواوماليکولوته سم سيخ دومره ډيره انژي انتقال کوي چې دخپل مدار څخه بيخي راوځي او په دې توګه يو يا څو الکترو نه ورڅخه جلا او يايي ور با ندی ډير و لای شي او په پايله کې اتوم په مثبت او يا منفي چارج شوي ايون بدليږي. په يوه داسې فزيکي کړنلار ه کې چې د ايونايزيشن په نا مه سره يا ديري ايونايزکوونکې وړانګې خپله يوه برخه انر ژي د لا سه ورکوي. که چيرته دفوتون وړانګې داتوم ا لکترونوته يوازې دومره انرژي انتقال کړي چې دنني مدار څخه باندني لوړپوړي مدار ته وخيږي نو دغه رنګه عمليې ته لمسون (Exitation) ويل کيږي.

☜ **دپام وړ:** دانرژي جذب کيدل او بيالوژيکي وروستی اغيزې دواړه په همغه بيو ماليکول کې صورت نيسي چې په پايله کې دبيو ماليکول دايونايزيشن اوتحريک کيد لو سبب(لامل) ګرزي.

دویم: دوړانګو نه سم سيخ یاغير مستقم غبرګون (Indirect action)

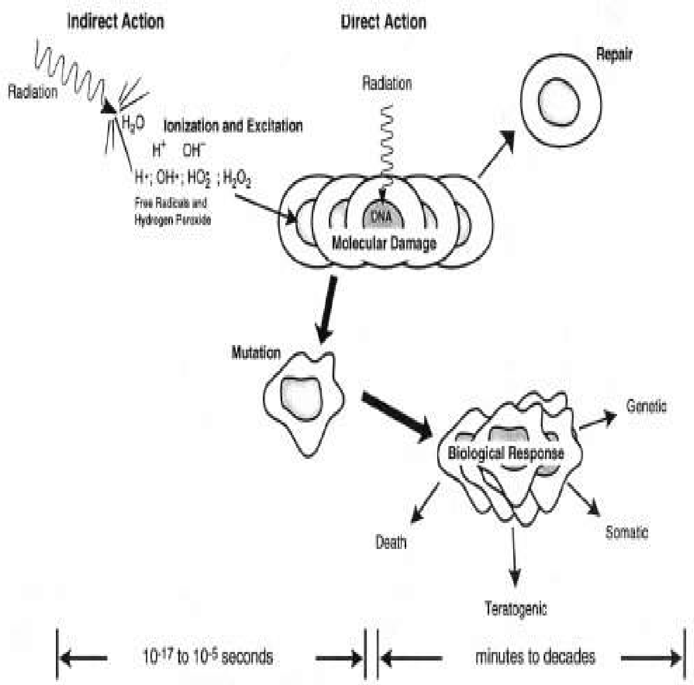
په نوموړې فزيکي کړنلاره کې لومړی يو فوتون دحجرې د اوبو يومالیکول سره غبرګون کوي او یوازی هايدروکسيل (HO) ماليکول منځ ته راځي. نوموړئ ماليکول بيا په خپل وار سره د ډې این اې ماليکول DNA سره کیمیاوي تعامل تر سره کوي. دغه ډول فزيکي کړنلارې ته دوړانګو نه سم سيخ اغيزه ويل کيږي.
دفوتون وړانګې خپله انرژي سم سيخ نه بلکه غيرمستقيم دنورو راديکالوپه مر سته ګاونډيو بيالوژيکي ماليکولو ته انتقال کوي. په دې اړوند په بدن کې داوبو دتجزيې کړنلاره دنوموړو وړانګو د نه سم سيخ اغيزې يو وتلې بېلګه کيداې شي چې په ٦٠ شکل کې ښودل شوئ ده.

دوړانګوسم سيخ او نه سم سيخ اغيزوکلينيکي پايله

دوړانګو نوموړې سم سيخ او نه سم سيخ فزيکي، کيمياوي او بيالوژيکي اغيزې د بدن په ميتا با ليزم کې دومره ناوړی بدلون راو ستلای شي چې د ځينو غړوګڼ شمير حجرې هغوی ته د وررسيدلي زيان له مخې يا داچې خپله دنده په بشپړ تو ګه سرته نه شي رسولای او يا داچې بيخي د منځه ځي. د ايونايزکونکو وړانګو دغه ناوړه ا غيزې په تيره بيا په هغو حجروباندې ډيرې دي څومره چې په هغوې کی د ميتوز(Mitosis) یانې ويشنې کړنلاره ډيره وي. دبېلګه په ډول دوينې سپين کرويات، جنسي حجرى او نور. خو دنوموړو حجرو په پرتله دزړه عضلاتو حجرې، داعصابود سيستم حجرې دټول عمر په اوږدوکې نه ويشل کيږي يانې د ميتوز پرو سه صورت نه نيسي او له دې کبله نه نوې کيږي. د بدن دنوروغړو ټولې حجرې دپينځه کالو څخه وروسته بيخي نوې کاپي کيږي. دا په دې مانا چې پينځه کاله وروسته د هر سړي څخه يو نوی سړی جوړيږي.

کله چې د يوې حجرې يوه مهمه برخه د بېلګه په ډول لکه ډې این اې پخپله د چاپيريال دزهرجنو او خطرناکو موادو لکه د کيمياوي زهرجنو موادو، د چاپيريال وړا نګو، دچاپير يال تودوخي اونورو تر ناوړو اغېزو لاندې راشي نودهمغې حجرې په دنده کې يو ژور بدلون راوستلای شي. که څه هم دغه زيان په لومړي وخت کې یوازې په همغه يوه حجره(ژونکه) کې پروت وي خو دو خت په تيريدلو سره همدغه زيان بيا لومړی همغه غړی ته او بيا وروسته دبدن نورو غړو او برخوته مخ په وړاندې ځي. دا ځکه چې زيانمن شوې حجرې ديوې خوا دبدن اړتيا نه شي پوره کولاې او دبلې خوا دويشلو دکنترول ډنده د لا سه ورکوي. دچاپيريال د نوموړو موادو ناوړه اغيزې ددې سبب(لامل) ګرزيدلاې شي چې په همغه يوه حجره(ژونکه) کې دومره فيزيولوژيکي اومورفولوژيکی بدلون منځ ته راولي چې په پايله کې هر اړخيزې نا روغی لکه د سرطان ناروغی، دزړه ناروغی ، د بدن ددفاع سيستم کمزورتيا اونور منځ ته راتلای شي.

په ٦٧- جدول کې دايونايزکوونکو وړانګوسم سيخ غبرګون Direct action او دوړانګو نه سم سيخ غبرګون Indirect action ښودل شوئ دی. دلويدونکووړانګوبڼه په کړواوتاشووکرښوشودل شوې. هايدروجن ايون H^+ ، هايدروکسيل ګروپ OH^- او هايدروجن پر اکسايد ،دوړانګونه سم سيخ اغيزو په پايله کې منځ ته راځي.

<table>
<tr>
<td>دوړانګو نه سم سيخ غبرګون
Indirect action</td>
<td>دوړانګو سم سيخ غبرګون
Direct action</td>
<td>په يوه بيالوژيکي ماده کي دوړانګو د سم سيخ او ناسم سيخ غبرګون په پايله کي يا داچې زيانمن شوئ بيوماليکول بيرته جوړيږي او يا داچې په دي.ان.اي.کي Mutation منځ ته راځي.</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2" rowspan="3">
</td>
</tr>
<tr>
<td>د موتيشن دولونه لکه: دجينين په حجروکي بدلون، د بدن په حجرو کي بدلون او يا داچې حجره(ژونکه) مره کيږي.</td>
</tr>
<tr>
<td>لاندنی افقي محوردوخت تيريدلوموده راښيي چې د نانوثانيو څخه پيل او تر پيريو پورې رسيږي</td>
</tr>
</table>

٦٧- شکل: د ايونايز کوونکو وړانګو سم سيخ اغيزی (Direct action) اونه سم سيخ اغيزي (Indirect action) ښودل شوي دي چې په پايله کي دبدن يوه حجره(ژونکه) خپله نيمګړتيا بيرته سمولای شي او يا داچې دسرطان په يو ه حجره(ژونکه) اوړي(70).

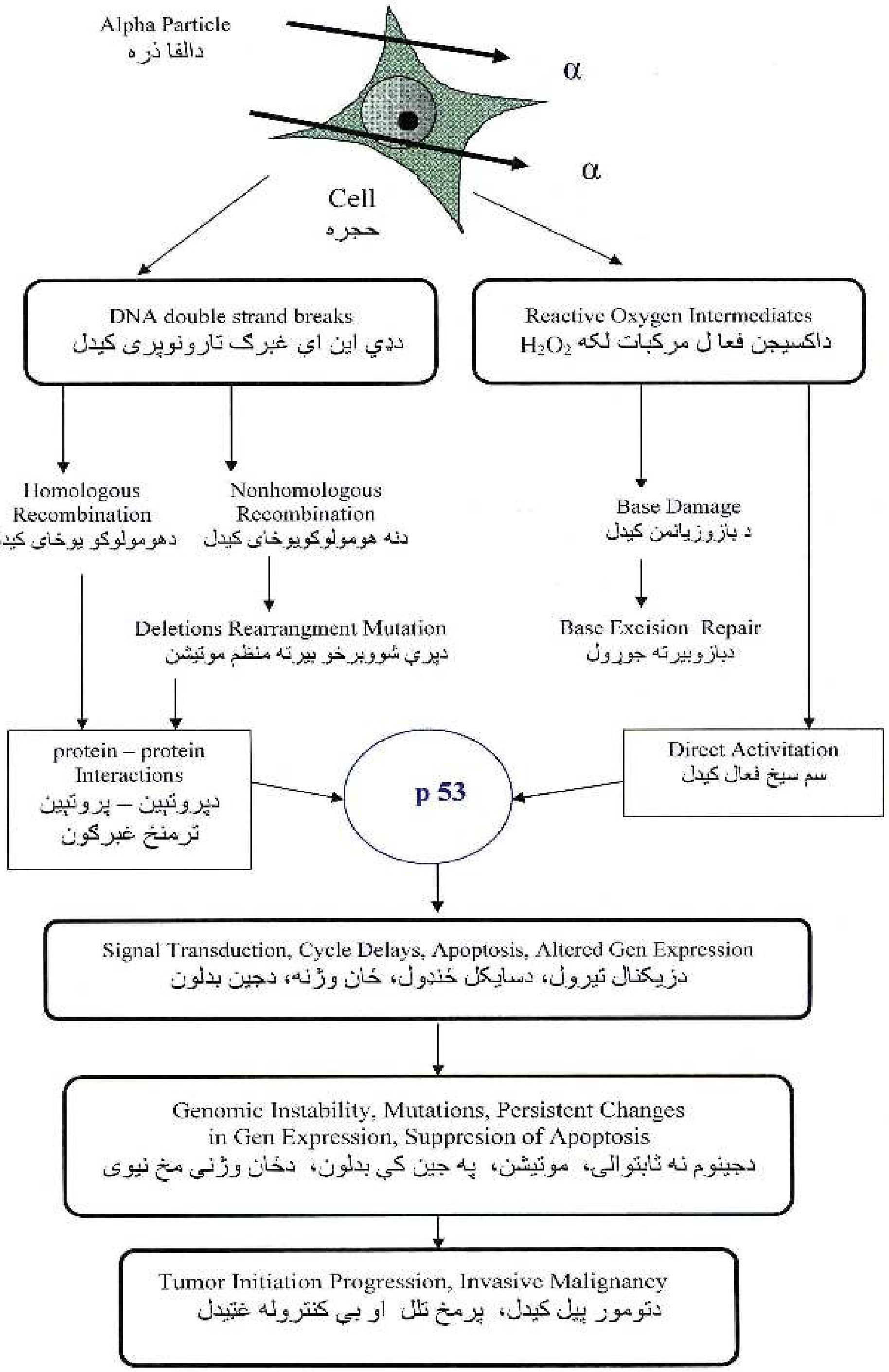
تومور (Tumor) :
دبدن نسجونو هرډول پړسوب (Swelling) اود حجم غټوالي ته تومور ويل کيږي. دبيلګه په دول لکه التهاب (inflammation) ، اويا ځويست cyst چې د حجرونماسو کنترول ميکانيزم په پايله کي منځ ته راځي.

دوخت موده	فزيکي، بيالوژيکي او کيمياوي تعاملونه
دغبرګون موده يي د اتو (Atto $=10^{-18}$ s) ثانيو څخه تر لس مايکرو ثانيي پورې وخت نيسي .	**دوړانګوسم سيخ اغيزې :** دفوتون وړانګې د يوه ماليکول سره غبرګون کوي اودايونايزيشن او هيجان فزيکي کړنلارې په پايله کې مثبت اومنفي ايونونه او خپلواک راديکال منځ ته راځي . **دوړانګونه سم سيخ اغيزې:** د فوتون وړانګې د ډي اين ايDNA سره سم سيخ غبرګون کوي او د کروموزوموموتيشن سبب(لامل) ګرزي.
ديوې دقيقې نه تر پيريو پورې وخت نيسي	د سم سيخ او نه سم سيخ غبرګون په پايله کې پيداشوي راديکال او ايونونه دحجرې د ماليکولوسره کيمياوي تعامل کوي اوله دې لارې يوې حجرې ته زيان رسوي. دحجرې په هسته کې داسي انزايم اونورميکانيزم شته دي چې نومورې نيمګړتيا بيرته د منځه وړي. که چيرته دغه نيمګړتيا پوره نه شي نودموتيشن په پايله کې لاندني پيښې منځ ته راتلاې شي. **الف :** حجره(ژونکه) خپل ژوند دلاسه ورکوي. **ب :** دبدن يوه حجره(ژونکه) زيانمنه کيږي اوکيداى شي چې په راتلونکي وخت کې ديوې نا ځرګندې ناروغی او يا د سرطان ناروغی سبب(لامل) وګرزي. **ج :** هغه چاته چې وړانګې رسيدلې وي دهغه په اولادونوکې يوه ناروغی منځ ته راتلاې شي.

۲٦- جدول: په بدن کې د ايونايزکوونکووړانګوهراړخيزې فزيکي، بيوکيمياوي او راديوبيولوژيکي اغيزې دوخت په تيريدلو سره ښودل شوي دي.

په ٦٨ شکل کې ښودل شوې ده چې که د الفا يوه ذره دبيلګه په ډول لکه د رادون Radon غاز الفاذره د سږي يوې حجرې د ډي اين اي **DNA** غبرګ تاوشوی تار پرې کړی نو دوړانګود يوې داسې ناوړه اغيزې په پايله کې د سرطان ناروغی د منځ ته راتلو احتمال ډير لوړ اټکل کيږي. په نومورې شکل کې د سرطان يوې حجرې دپيل کيدلو هراړخيز پراونه ښودل شوي دي.

داکسيجن مرکباتو لکه هايدروجن پر اکسايد H_2O_2 بيرته فعال کيدل او د ډي اين اي DNA غبرګ هيليکس پرې کيدل ددې سبب(لامل) ګرځي چې دتومور مخه نيوونونکی جين P53 غير فعال شي او په پايله کې يو تومور(Tumor) منځ ته راشي. نومورې پروتيين په 1979 م کال کې David Lane et alد له خوارابرسيره شواوکله چې د ډي اين اې يوه برخه زيانمنه شي نودهغه ځای جينونده کنټرول کوي.



٦٨- شکل: کله چې د الفا دوه ذرې په یوه حجره ولګیږي او هلته یوه ذره ددي این اې غبرګ تارپرې کړي او بله ذره په سیتو پلازما کې غبرګون وکړي نو په پایله کې دتومورمخه نیوونکی جین **p53** **غیر فعال کیږي او له دې کبله** یو تومور(Tumor) منځ ته راځي .

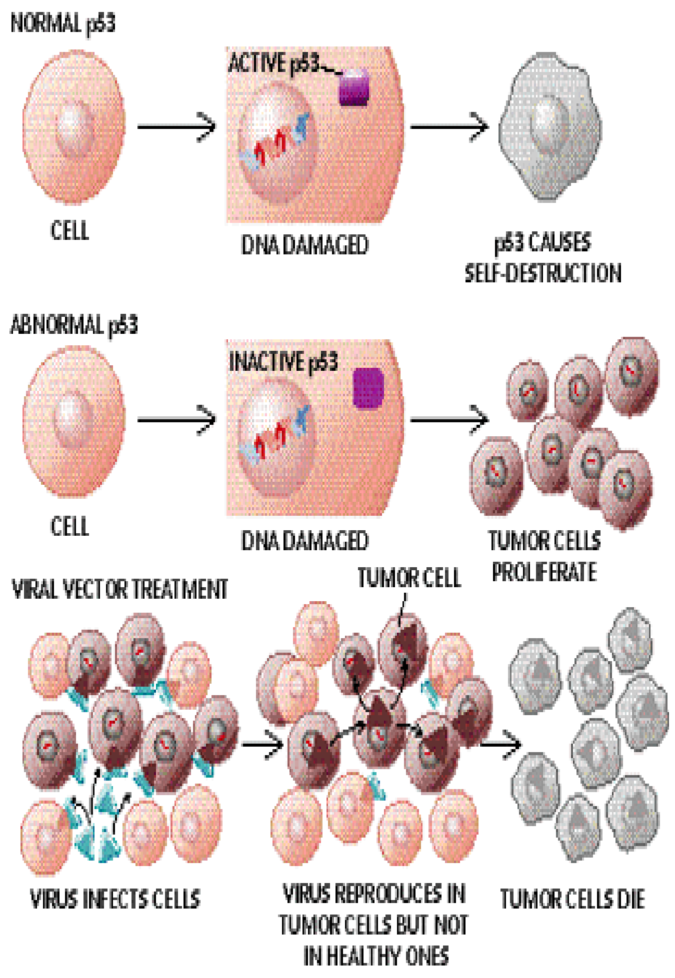
په نومورې موتيشن کې (P53) دحجرې په کروموزومو کې دجين يوداسې پروتين دی چې د Tumorsuppressorprotein p53 په نامه سره ياديږي. د نومورې پروتين ماليکولي وزن دری پنځوس کيلو ډالتن (53kD) اود اولسم کروموزوم Chromosom 17 يوجين تشکيلوي. په ۱۹۷۹ م کال کې څيړنو په ډاګه کړه چې د نوموړۍ پروتين دتومور د منځ ته راتللو مخ نيوی کوي. د بېلګه په ډول:

☜ ۱- دحجرې دويشلوياني ميتوز کنټرول ۲- : کله چې ډي اين ایDNA کومې برخې ته زيان ورسيږي دهغې برخې بيرته جوړول ۳- : داړتيا په وخت کې حجرې ته د ځان وژنې زيګنال استول اونور.

تجربو وښودله چې نوموړۍ پروتين په هغو ناروغانو کې چې دسرطان په ناروغي اخته شوي وي پنځوس په سل کې نيمګړی شوی او زيانمن شوئوي نو له دې کبله په لابراتواري تګلاره کې د (P53) پروتين اندازه کول دناروغيوپه پيژندنه کې تر ټولوغوره ځای نيولې دی.

د پام وړ:

- يو جرمني بيالوژي پوه تيودور باوري Theodor Baveri 1862-1915 د نونسمی پيړی په پيل کې رابرسيره کړه چې که ددووکروموزومو تر منځ د جينو راکړه ورکړه وشي او بيا سره ويلې شي Translocation نوپه پايله کې دهمدغې يوې حجرې څخه دسرطان ناروغي پيل کيږي. داځکه چې نوموړۍ موتيشن ددې لامل (سبب(لامل)) ګرزي چې همدغه حجره کې دويشلوياني ميتوزکړنلاره د کنټرول څخه وزي اود اړتيا نه ډيرې نورې حجرې منځ ته راځي.
- دبيلګې په ډول هغه څوک چې د وينې سرطان په يوډول ناروغی اخته وي لکه (Chronic myel. Leucamia) نوتر نوي په سل ناروغانو کې دنهم کروموزوم يوه برخه د دوه ويشتم کروموزوم سره اوبرعکس ددوه ويشتم کروموزوم دجين يوه برخه (Gen-Bcr) د نهم کروموزوم جين (Gen-Abl) سره ويلې شوې وي. دغه ډول نوی جين چې منځ ته راځي (Bcr-Abl) يو پروتيين دی چې د فيلادلفيا کروموزوم (Philadelphia chromosome) په نامه سره ياديږي. په نوموړي کروموزوم کې(Bcr-Abl) يو پروتيين ياني يوغيرعادی جين تشکيلوي چې د هډوکوپه ماغزوکې د وينې جوړونکې پياوړي ستم حجروStem cells ته دا بلنه ورکوي چې خپل ځان وويشي اود اړتيا نه ډيرې حجرې توليد کړي.

	کله چي په يوه حجره(ژونکه) کي د تومور Tumor مخه نيوونکي پروتين P53 نيمگړى نه وي نو کله چي دي .اين.اي.DNA ته زيان ورسيږي بيا نومړئ پروتين فعال کيږي اوکولاى شي چي دغي ناروغي حجري ته دځانمرگی زيگنال ورسوي
	کله چي په يوه حجره(ژونکه) کي د يوه تومور Tumor مخه نيوونکي پروتين P53 نيمگړى وي نو کله چي دي .اين.اي.DNA ته زيان ورسيږي بيا نومړئ پروتين نه فعال کيږي اوله دي کبله دتومورحجرې منځ ته راځي.
	خيني وايرسونه Virus هم پيژندل شوي دي چي په روغو حجروکی نه بلکي يوازي په تومورحجرو کي ډيربښت مومي اوپه پايله کي هغوی دمنځه وړي. دنومړئ کړنلاري څخه ددرملني په موخه کار اخيستل کيږي.

٦٩ ـ شکل: په پورتنى برخه کي ښودل شوي ده چي د p53 Tumorsuppressorprotein پروتين دسم کارکولو په حالت کي يوه ناروغه حجره(ژونکه) دمنځه وړي. دا ځکه چي نومړئ پروتين نه پريږدي چي دغه ناروغه حجره(ژونکه) خپل ځان وويشي او ډيربښت ومومي. په منځنى برخه کي ښودل شوي ده چي که نومړئ پروتين نيمگړى وي (Abnormal P53) نو د سرطان يوه ناروغه حجره(ژونکه) دمنځه نه ځي اوبې شميره خپل ځان ډيرولاى شي. دا په دي مانا چي د p53 پروتين د نيمگړتيا په پايله کي يوتومورTumor پيدا کيږي. داځکه چي دنومړي پروتين په واسطه دميتوز کنترول کوونکي دنده دمنځه ځي. دنومړي شکل په لاندنى برخه کي ښودل شوي ده چي څرنگه يووايرس (Virus) د روغي حجرې په ځاى دسرطان يوې ناروغي حجرې ډي .اين.اې. ته ورننوځي او هلته ګڼ شمير نوروايرسونه توليدوي چي هغوي په خپل وار سره د سرطان پاتي حجرې د منځه وړي(38) .

د پام وړ:

- په ۱۹۵۳ کال کې دوو برتانوي کارپوهانوهر یوه F.Crick او J.Watson د دي این اې DNA غبرګ تاوشوو تارونو اونومورې ماليکول جوړښت د يوې فزيکي کړنلارې په مرسته سره چې داکسريزډيفراکشن (X-Ray diffraction) په نامه سره ياديږي را برسيره کړ.

- نوموړوپوهانووښودله چې ديوې حجرې د ژوند ټول مالومات د دي این اې ماليکول په ټاکلوبرخو کې خوندي اوپټ پروت دی چې د جين (Gene) په نامه سره ياديږي

- داهم په ډاګه شوه چې په دي این اې کې دوه ډوله جين ځای په ځای شوي دي چې يو يې اونکوجين (Oncogene) او بل يې تومورسپرېسرجين (Tumor suppressor gene) په نامه سره ياديږي. نوموړي دواړه داسې دندې تر سره کوي چې اونکو جين د حجرې دويشتوب کړنلاره پر مخ بيايي او تومور سپريسر جين د ويشتوب کړنلاره په هغه وخت کې په ټپه دروي چې نور اړتيا ورته نه ليدل کيږي. دا په دې مانا چې دواړه جينونه د يوه او بل په ضد کارکوي او د يوې حجرې دنورمال کارکولپاره ددواړوجينو د ګډ او سم کارډيرارين دی ترڅو په دې ډول دحجرې دبې ځايه ډيرښت مخه ونيول شي.

- که چيرته دنوموړودواړوجينونوترمنځ د موتيشن له کبله دغه تعادل دمنځه لاړشي نو داونکوجين له خواهڅه کيږي چې دحجرې ويشتوب کړنلاره بې کنترولة مخ په وړاندې ولاړه شي اوپه پايله کې دسرطان نا روغی منځ ته راځي.

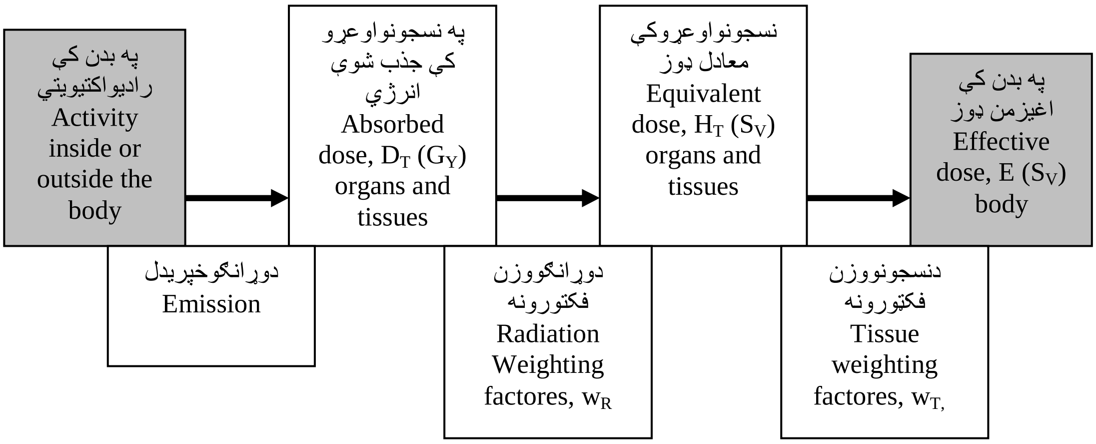
- که فرض کړو چې يوه حجره(ژونکه) د يوه موټر سره ورته ده نوداونکوجين دنده دغاز پيډال او دتومورسپريسر جين دنده لکه دموټر بريک په ډول کارکوي. کله چې دموټر سرعت د خپل ټاکلي بريد څخه واوړي(اونکوګين ناسم کارکوي نود بريک (تومور سپريسرجين) په مرسته سره مو ټر سوکه کيږي تر خودسرک څخه د باندې وه نه وزي. خو کله چې په نوموړو جينونکي موتيشن منځ ته راغلی وي نودغه تعادل د منځه ځي.

- دسرطان ناروغی د پيژندلوپه موخه د تومورسيريسرجين لکه P53 ټاکل نن ورځ يوه ډيره مهمه کړنلاره تشکيلوي. دا ځکه چې د بدن يوه غړي هغه نسجونه چې د سرطان په ناروغی اخته وي د نوموړي جين اندازه د پخوا په پرتله تغير کوي.

په ۲۲ الف جدول کې یو لړ تومورمخنیوونکي جینونه، دهغوې دندې او همدارنګه په ټاکلو کروموزومو کې دهغوی موقعیت ښودل شوئ دی. نوکله چې په یوه تومور سپریسرجین کې موتیشن اویا نیمګړتیا پیدا شي نوپه پایله کې دیوه ټاکلي غړي ناروغي د منځ ته راتلو سبب(لامل) کرځي. په لاندني جدول کې دتومورمخنیوونکوجینونومونه په لنډ ډول سره لیکل شوي دي. دیبلګه په ډول هغه ښځې چې د تیو سرطان په ناروغۍ اخته وي نودهغوی په حجروکي د تومورسپریسر جین نوم لنډیز داسي لیکل شوئ دی: Breast cancer 1= BRCA1 اویا دسترګودشبکي سرطان دتومورمخنیوونکي جین نوم لنډیزداسي دی: (Retinoblastoma gen = Rb)

Tumor suppressor gene دتومورمخنیوونکي جین نوم	Function دنده	Chromosomal location په کروموزوم کې موقعیت	Tumor types observed دتومورډول
P53	دحجرې سایکل یاني ګرزیدنې کنټرول او ځان وژنه	17p13.1 اوولسم کروموزوم	دماغزوسرطان، دویني سرطان، دتیو سرطان
RB1	دحجرې سایکل کنټرول	13q14.1-q14.2 دیارلسم کروموزوم	دسترګوریټینا سرطان
BRCA1	دحجرې سایکل کنټرول، د ډي این اې نیمګړتیا رغول، دپروټین کنټرول	17 q21 اوولسم کروموزوم	دتیوسرطان او د تخمدان سرطان
PTCH	دپوستکي ریسیپټورونوکنټرول	9q22.3 نهم کروموزوم	دپوستکي سرطان
PTEN	پروټین تیروزین فوسفاتاز	10q23.3 لسم کروموزوم	دماغزو سرطان، دتیو سرطان، د غاړې او تایراید سرطان
CDH1	دحجروترمنځ د نښلولوپروټین	16q 22.1 شپاړسم کروموزوم	دمعدې سرطان

۲۲-الف جدول: دیولړنامتوپیژندل شووسرطان ناروغی مخنیوونکوجینونو Genes دنده اوکلینیکي سینډروم Syndroms ښودل شوي دي



۲۲ - ب جدول: ديوې راديو اکتيوسرچينې څخه لکه تيجنيسيم Tc-99 دګاما وړانګې خپرېږي اودبدن په غړو اونسجونوکې جذب کيږي. کله چې دغه جذب شوې انرژي دوړانګووزن فکتورسره ضرب کړونودغړو او نسجونومعادل دوز لاس ته راځي. دوړانګو کلينيکي او بيالوژيکي خطرد ارځولواوتاکلو په موخه داغيزمن دوز پيژندل اړين دی. نوموړئ فزيکي کميت دنسجونو وزن فکتوراومعادل دوز د حاصل ضرب څخه تر لاسه کيږي.

پوښتنې (Questions):

۸-۱ دوړانګو سم سيخ او نه سم سيخ اغيزې ديوه بل سره څه توپير لري؟

۸-۲ خپلواکراديکال څه ته وايي؟

۸-۳ په ډي اين اې DNA باندې دوړانګو ناوړه اغيزې په ګوته کړی؟

۸-٤ دوړانګوانرژی دوز اود ډي اين اې غبرګ تاو شووتارونود پرې کيدلو په تړاوڅه دول اړيکې شته دي؟

۸-٥ که چيرته په ډي اين اې DNA کې دوړانګودغبرګون په پايله کې نيمګړتيا راشي اوبيرته د تاکلوانزايمو په مرسته دغه نيمګړتيا دمنځه لاړه نه شي نو کومې ناوړه اغيزې به منځ ته راشي ؟

۸- ٦ کله چې يوه بيالوژيکي ماده کې وړانګې جذب شي نوپه څپل وارسره کومې پيښې پرلپسې پيل کيږي؟

۸-۷ دوړانګوسم سيخ او نه سم سيخ غبرګون دبدن په حجروکې څه دول ناوړه اغيزې منځ ته راولي؟

۸-۸ کله چې ايونايزکوونکي وړانګې د يوې بيالوژيکي مادې سره غبرګون وکړي نوپه پايله کې پرلپسې کومې فزيکي،کيمياوي او بيالوژيکي پيښې منځ ته راځي؟

۸-۹ دوړانګو تصادفي اغيزو (ستوخاسيک) او نه ستوخاستيک (Deterministic) اغيزو ترمنځ توپير څه دی؟

ځلورمه برخه

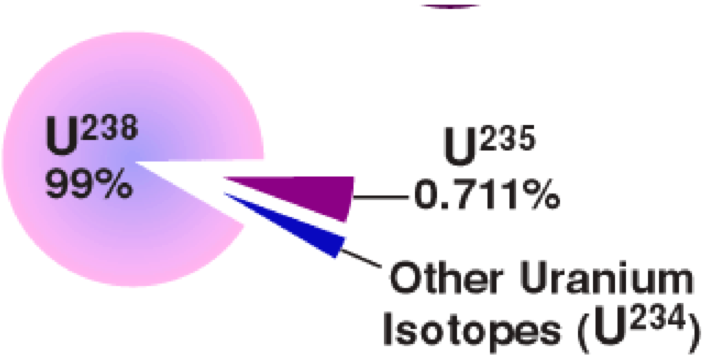
نهم څپرکی

د يورانيم لاس ته راوړل او راايستلو ټکنالوژي

(Uranium mining and production)

طبيعي يورانيوم (Natural Uranium)

په 1789 م کال کې طبيعي يورانيوم د لومړۍ ځل لپاره د يوه جرمني کيميا پوه مارتين هاينريش کلاپروت (Martin Heinrich Klaproth) له خوا رابر سيره شواو داورانوس سيارې نوم ورکړ شو . ديورانيوم عنصر نوم د سياره اورانوس (Planet Uranus) څخه اخيستل شوی چې په يوناني ژبه کې د اسمان (Sky) مانا ورکوي.
طبيعي يورانيوم ددوه ايزوټوپو څخه جوړدئ چي يويې د يورانيوم دوه سوه اته ديرش (U-238) او بل يي ديورانيوم دوه سوه پينځه ديرش (U-235) په نامه سره ياديږي. لومړی ايزوټوپ ياني (U-238) دطبيعي يورانيوم لږڅه نهه نوي عشاريه دری په سلوکی (99,3%) او يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش (U-235) دطبيعي يورانيوم لږ څه صفر عشاريه اوه په سل کې (0,7%) تشکيلوي. وروستی ايزوټوپ د يوې خوا د (U-238) ايزوټوپ په پرتله په لوړه کچه راديو اکتيو خواص لري اودحرارتي نيوترون په جذب کولو سره چوي او دبلې خوا دنومړي اتومونه بې له باندنيو فزيکي، بيالوژيکي او يا کيمياوي اغيزو څخه په خپل سراوپه طبيعي حالت کې هم چوي (Fission) نو له دې کبله په هستوي بټيو کې دسونګ موادو په صفت دبريښنا د توليد په موخه او همدارنګه دهستوي وسلو د جوړولو لپاره په کار اچول کيږي. نن ورځ يورانيم دوه سوه اته ديرش په ملکي اوهم په پوځي برخوکي کارول کيږي. د يورانيوم يوډير ګټور استعمال په بريډربټی (Breeder reactors) کې ديادولووړدی. په نومړي بټی کې U-238 اتوم يو ګړندی نيوترون جذب کوي او په پايله کې دخپلې اندازې په پرتله نوي اوډيرسونګ مواد ياني پلوټونيم P-239 توليد کيږي نسبت ودې ته چې د هستوي ځنځيري تعامل لپاره په کاروي.
داسې اټکل کيږي چې په نړی کې ديورانيوم زيرمې د اتيا کالونوڅخه وروسته خلاصې شي. ديورانيم عنصر لږ څه شپږنيم بيليونه کاله (6,6 billions) پخوا په سوپر نووا (Super novae) کې منځ ته راغی. سوپر نووا په کايناتو کې په ډيره لوړه کچه يوه ځليدونکي او درنا څخه ډکه چاودنه ده چې هر پينځوس کاله وروسته يو ځل منځ ته راځي. دسوپر نووا ماده دايونايز شوو اتومونو څخه جوړه ده او دپلازما په نامه سره ياديږي. دنومړې هستوي پيښې عمرلنډ دی اولږڅه يوه مياشت وخت نيسي او بيا يې رڼا وروروکميږي اوخړ پر رنګ ځان ته غوره کوي. په نومړي وخت کې سوپرنووا دومره انرژي د رڼا په بڼه خپروي لکه چې لمر يې د لسو بيليونو په موده کې خپروي.



دطبيعي يورانيم فزيکي خواص:

☑ سوچه طبيعي يورانيم (Natural Uranium) دسپينو زرو په شان يوسپين رنګه ځليدونکی راديو اکتيو عنصر دی چې دالفا وړانګي ورڅخه خپريږي اود ډيرو درندو فلزاتو په ډله کې شميرل کيږي. دنومړي عنصر کيمياوي سمبول په يو (U) سره ښودل کيږي.

☑ طبيعي يورانيم نهه نوي په سلو کې ديورانيوم دوه سوه اته ديرش U^{238} 99% , لږڅه صفرعشاريه اووه په سلوکې U^{235} 0,711% ديورانيم دوه سوه پينځه ديرش اوپاتي برخه يې د يورانيم دوه سوه څلورديرش U^{234} ايزوتوپونه تشکيلوي.

☑ نومړي عنصر ديرودرندوعنصرونولکه سرپ (lead)، کادميم (Cadmium) او تنګستن (Tungsten) د ډلي څخه شميرل کيږي چې کثافت يې نونس ګرام په يوه سانتي متر مکعب (19,1 g/cm^3) ياني داو سپني کثافت څخه درى واره لوړ دى.

☑ دطبيعي يورانيم فزيکي نيمايي وخت لږ څه څلورنيم مليارده (4500000000) کاله دى اود ځمکي دپيدا ينيت سره يوشان ده. نومړئ عنصرلږڅه شپږنيم بليونه کاله (6,6 billions year) دمخه ياني د سوپرنووا (Supper Novae) دجوړيدو سره يوځاى منځ ته راغلی دی.

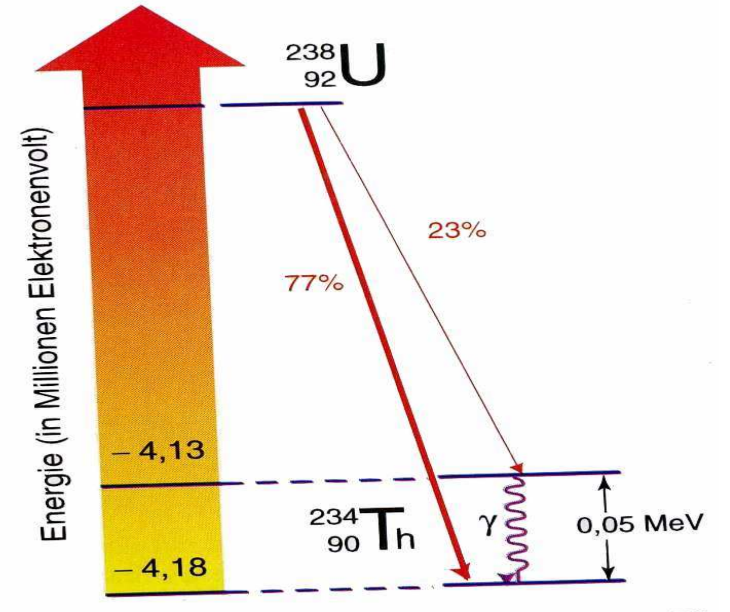
☑ دطبيعي يورانيم يوايزوتوپ دوه نوي 92 پروتونه او يوسلوشپږ څلويښت 146 نيوترونه لري اود کتلې شميره يې دوه سوه اته ديرش A= 238 ته رسيږي. دنومړي يورانيم کيمياوي سمبول په U^{238} ښودل کيږي.

☑ دويلي کيدلو ټکی يې يولس زره دوه ديرش ګراد سيلسيوس (1132 °C) اودغليان نقطه يې درى زره پينځه سوه ګراد سلسيوس 3500 °C ده

☑ مخصوصه راديو اکتيويتي يې مساوي دی له: 12450 Bq/gram

☑ په نرى کې لږڅه 440 هستوي بټی ککارکوي اوديورانيم 86000 ټنوته اړتيا شته

طبيعي يورانيوم راديو اکتيو خاصيت لري دا په دې مانا چې په خپل سر بې له باندنۍ کيمياوي او فزيکي اغيزې څخه چوي او دراديواکتيو تجزيې په ترڅ کې په نوروعنصرونو لکه توريم Th^{23} ، پروتاکتينم Pa^{234} اويورانيوم U^{234} ايزوټوپوباندې بدليږي. په ۷۰ شکل کی ديورانيوم دوه سوه اته ديرش دتجزيې انرژي شپيکترم ښودل شوئ دی.



۷۰- شکل: په پورتني شکل کې ديورانيوم U^{238} تجزيې شپېکترم ښودل شوئ دی چې دالفا دوه زرې خپروي. نوموړئ عنصر اوه اويا په سل 77% کې دالفا يوه ذره α_1 او درويشت په سل کې 23% دويمه الفا ذره α_2 خپروي چې دهغوې حرکي انرژي په خپل وار سره لږڅه ځلورميګا الکترون ولته $\alpha_1 = 4{,}18$ MeV او $\alpha_2 = 4{,}13$ MeV قيمت لري. په دغه تجزيه کې يورانيوم دتوريم Th^{234} راديواکتيو يوه نوي عنصر بنسټيز انرژي ليول ته رالويږي. درويښت په سلوکې يورانيوم په يوه هيجاني توريم عنصر تجزيه کيږي. په نوموړي صورت کې يورانيوم يوه بله الفا وړانګه خپروي چې انرژي يې ځلورعشاريه دوه 4,23 MeV ده او د توريم يوې هيجانې انرژي ليول ته رالويږي . دهيجاني ليول او د بنسټيزليول (Ground state) توپير 0,05 MeV قيمت لري چې دغه اضافګي انرژي دګاما وړانګې په څير دلاسه ورکوي. (17)

$$U^{238} \Rightarrow Th^{234} + \alpha^{4}$$

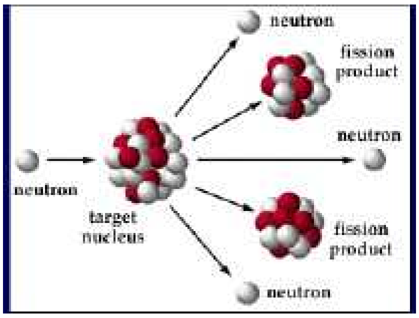
دطبيعي يورانيوم ايزوټوپ U^{235} په بر U^{238} هسته د چاودېدونکي يورانيوم دوه سوه پينځه ايزوټوپ خلاف د حرارتي نيوترونوپه ويشتلوياني جذب کولوسره نه چوي او له دې کبله د هستوي بټۍ لپاره د سونګ موادو په ډول نه شي په کاريدلای. خو د ګړنديونيوترونو په ويشتلو سره چې انرژي يې د يو ميګا لاکترون 1MeV ولته څخه پورته وي ددې امکان شته دی چې نوموړي نيوترونه د يورانيوم دوه سوه اته ديرش ايزوټوپ U^{238} هستې ته ورننوځي او بيا دنوموړې هستې څخه جذب شي. په هستوي بټۍ کې نوموړې کړنلاره تر سره کيږي اوپه مصنوعي ډول سره راديو اکتيو پلوټونيم Pu^{239} لاس ته راځي.

يادونه: يومترمکعب يورانيم اکسايد (O_3O_8) لږ څه 700 000 kWh انرژي توليدوي.

دا ځکه چې د يورانيوم دوه سوه پينځه هستې په چاودنه کې دوه تر درې ګړندي نيوترونه ازادکيږي او

دشاوخوا یورانیوم دوه سوه اته دیرش هستو سره غبرګون کوي. کله چې یو ګړندی نیوترون n د یورانیوم په هسته ولګیږي نوپه پایله کې په خپل وارسره د یورانیوم دوه سوه نهه دیرش U^{239} نپتون دوه سوه نهه دیرش Np^{239} او په اخیر کې پلوتونیم دوه سوه نهه دیرشPu^{239} نوي هستی لا س ته راځي. د نوموړي هستوي تعامل په ترځ کې د بیتا وړانګې β خپریږي چې معادله یې په لا ندې ډول لیکلای شو.

$$U^{238} + n \rightarrow U^{239} \rightarrow \beta - decay \rightarrow Np^{239} \rightarrow \beta - decay \rightarrow Pu^{239}$$



☜ پلوتونیم د یورانیوم دوه سوه پینځه دیرش په خیردحرارتي نیوترونو په جذب کولو سره سمدلاسه چوي او له دې کبله دچاودېدونکي موادو په صفت په هستوي بټیو کې دسونګ موادو اوپه تېره بیا دهستوي وسلوپه جوړولو کې لکه اتوم بم خورا اهمیت لري. په پورتني شکل کې یونیوترون په یوه هسته لګیږي اوپه پایله کې دوه سپکې هستې او درې نیوترونه منځ ته راځي

د طبیعي یورانیوم دویم ایزوتوپ یورانیوم دوه سوه پینځه دیرش تشکیلوي او د پلوتونیم په ډول په هستوي بټۍ کې د سونګ موادو په توګه کارول کیږي .کله چې دیورانیوم دوه سوه پینځه دیرش هسته وچوي نو په منځني ډول دوه او یا درې ګړندي نیوترونونه ور څخه ازادیږي چې هغوې بیا په خپل وار سره خپل ګاونډي یورانیوم دوه سوه اته دیرشU^{238} هستو باندي لګیږي اوپه پایله کې ورڅخه پلوتونیم دوه سوه نهه دیرش Pu^{239} لاس ته راځي. دنوموړي چاودني څخه په کټه پورته کولو سره کیداې شي چې د سپکواوبوهستوي بټۍ کې او یا په بریډرهستوي بټۍ (Breeding Reactor) کې دپلوتونیم چاودیدونکی سونګ مواد ترلاسه شي.

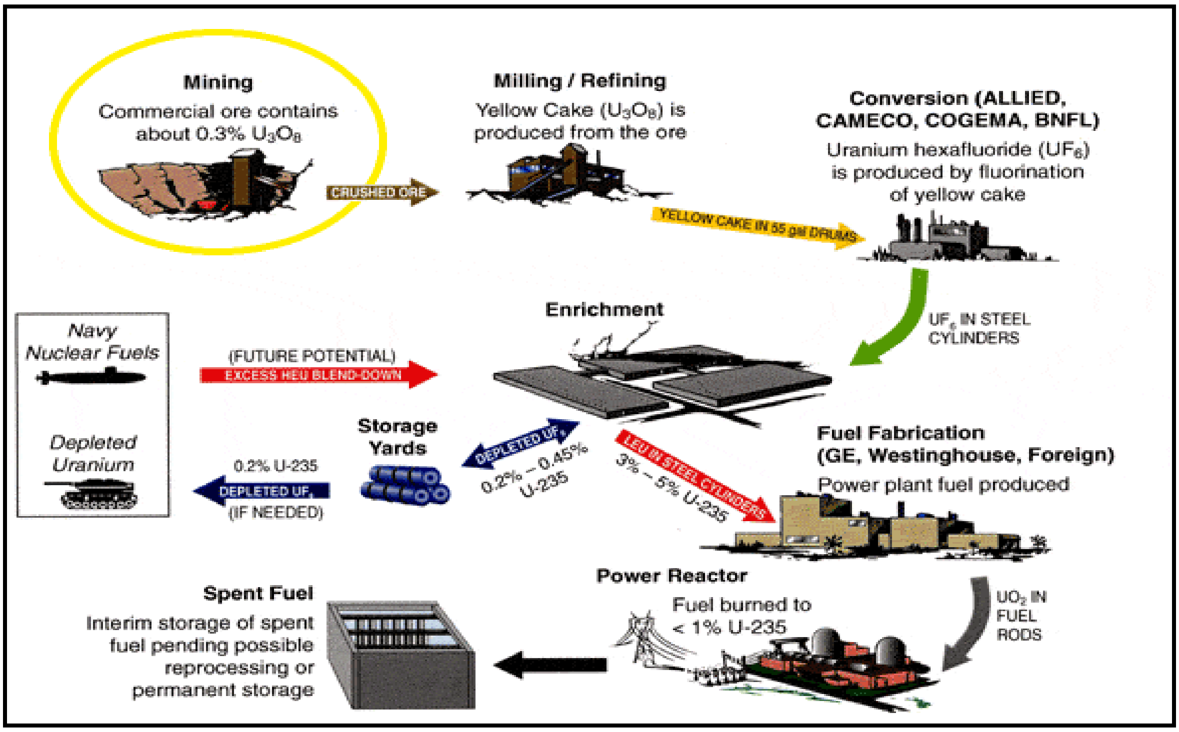
☜ هستوي بټۍ یوې داسي هستوي دستګاه ته ویل کیږي چې هلته د اتومي انرژۍ په مرسته سره بریښنا لاس ته راځي. دنوموړې موخې لپاره د هستوي بټۍ په زړه کې لږ څه دوه سوه ټنه یورانیوم اکساید (UO_2) ځاې په ځاې شوئ وي چې د سونګ موادو په ډول ورڅخه کار اخیستل کیږي. نوموړئ یورانیوم د وه په سل کې په یورانیوم دوه سوه پینځه دیرش U-235 باندي بډاې شوئ وي. په یوه هستوي بټۍ کې د یورانیوم دوه سوه اته دیرش U^{238} هسته کولاې شي چې چټک نیوترونه جذب کړي چې په پایله کې پلوتونیم دوه سوه نهه دیرش Pu^{239} منځ ته راځي.

دیورانیوم U^{238} د مول کتله مساوی ده له دوه سوه اته دیرش ګرام. دا په دې مانا چې په دوه سوه اته دیرش ګرام یورانیوم کې $6{,}02\times10^{23}$ اتومونه موجوددي. په دې اساس په یوه ګرام کې $2{,}53\times10^{21}$ اتومونه او په یوه مایکرو ګرام کې $2{,}53\times10^{15}$ اتومونه شته دي. څرنګه چې د یورانیوم نیمایي عمر څلورنیم ملیارده کاله دی نو دا په دې مانا چې د نوموړي مودې څخه وروسته په یوه کال کې یوه هسته چوي. نوپه یو مایکرو ګرام یورانیوم کې لږ څه نیم ملیون چاودنې په یوه کال کې تر سره کیږي او په یوه ورځ کې یوزرو پینځه سوه څلویښت هستې چوي او په همدغه کچه الفا وړانګې خپروي.

د طبيعي يورانيوم داستخراج کړنلاره

د يورانيوم زيرمي او کانونه په طبيعي ډول دځمکي کورې(globus) په ډ يروبرخو او په غير متجانس ډول سره پيداکيږي. په لومړي پړاوکي د طبيعي يورانيوم معدني مينرالونه لکه (Uraninit = Pechblende) ديو لړفزيکي او کيمياوي کړنلاروپه مرسته سره دنوروډبرو څخه بيل کيږي.

په ۷۱- شکل کې دطبيعي يورانيوم د لا س ته راوستلو کړنلاره ښودل شوې ده.



۷۱- **شکل:** دطبيعي يورانيوم د استخراج ټکنالوژي او ديورانيوم دوه سوه پينځه ديرش (U^{235}) د بډاي کولو (Enrichment) کړنلاره چي په هستوي بټيو (Nuclear Power Plants) کې د سونګ موادو په موخه ور څخه کار اخيستل کيږي(43)

د يورانيوم د استخراج او بډای کولوکړنلاره په لاندې پړاوونو کې تر سره کيږي

لومړی: د يورانيوم دراايستلو کړنلاره (Mining)

دطبيعي يورانيوم فلز په سوچه توګه په طبيعت کې نه پيدا کيږي بلکه په معدني ډبروکې د يورانيوم اکسايد (U_3O_8) مرکب په شکل سره موجود وي. کله چې نوموړئ عنصرديورانيوم يوه معدن (کان) څخه استخراج کيږي نو په مرکب کې دسوچه يورانيوم برخه لږ څه صفر عشاريه دري په سل (0,3%) کې ده. دطبيعی يورانيوم مرکبات داکسايد په بڼه ډير ډولونه لري. د بېلګه په ډول لکه ناتريم يورانات، يورانيوم اکسايد، ماګنېزيم يورانات او امونيم ډي يورانات. په ۷۲- شکل کې د طبيعي يورانيوم يوه معدني ډبره (Pechblende) ښودل شوې ده(71) .

۷۲- شکل دطبيعي يورانيوم معدني ډبره (Pechblende)

دويم : ديورانيوم اکسايد اوړه کول (Milling/Refining)

ديورانيوم اکسايد معدن نې د برې ديوې ژرندې په مرسته سره دومره کوچنۍ او ميده کيږي تر څو لکه د اوړو په شان په يو ډرو باندې واوړي. دغه ډول اوړه شوي يورانيوم ته د زير کيک (Yellow Cake) نوم ورکړشوې دی.

دريم : يورانيوم هېکسا فلورايد (UF6) (Uranium hexafluoride)

يورانيوم هېکسا فلورايد په عادې تودوخی او فشار کې يو پودر شکله جامد شکل لري چې کثافت يې لږ څه پينځه ګرام په يوه سانتي متر مکعب دی. خودتودوخي په لږځه شيږ پنځوس درجه د سانتي ګراد 56, 4 °C د جامد حالت څخه سم سيخ په غازشکله حالت باندې اوړي. نوموړئ غازديوی خوا يوډير سخت راديو اکتيو اودبلې خوا کيمياوي ډير زهرجن خاصيت لري نو کله چې تنفس شی د سږو او پښتورګو لپاره ډير زيان رسوي.

يورانيوم هېکسا فلورايد د هستوي بټی لکه دسپکو اوبو بټی (Light Water Reactor) ، د خوټېدونکي اوبوبټی (Boiling water Reactors) اويا د لوړ فشاراوبوبټی لپاره (High Pressurized Water Reacors) دچاودېدونکي سونګ مواد و په موخه ورڅخه ګټه اخيستل کيږي. ديورانيوم دبدای کولو لپاره ضرور ده چې لومړی جامد يورانيوم اکسايد ياني زير کيک (U_3O_8) د يو لړ کيمياوي پړاوونوپه اخير کې ديورانيوم هېکسا فلورايد په غاز باندې و اړول شي. دغه کړنلاره په لا ندې ډول تر سره کيږي.

نوموړئ زير کيک په نيتريک اسيد کې حل کيږي HNO_3 او د يورانيول نيترات مرکب = Uranyl Nitrate $UO_2(NO_3)_2$ ورڅخه لاس ته راځي. وروسته له هغه څخه دامونيم هايدرواکسايد NH_4OH سره ګډيږي تر څو امونيم ډي اورانات =Ammonium Diuranate $(NH_4)_2U_2O_7$ باندې واوړي. په اخېر کې نوموړئ مرکب د هايدروجن ماليکول په مرسته سره د ريډکشن کيمياوي پروسي لاندې نيول کيږي ترڅوچې يو نسواري رنګه يورانيوم ډي اکساي (UO_2) ورڅخه جوړشي. په خپل وار سره بيا د هايدروفلوريک اسيد(HF= hydrofluoric acid) او د فلورين (F_2 = fluorine) په اکسا يډيشن سره لومړی (UF_4) اووريپسي يورانيوم هېکسا ڤلورايد (Uranium hexafluoride) لا س ته راځي.

د يورانيوم هېکسا فلورايدغاز مرکب چې صفرعشاريه اوه په سلو کې 0,7 % د يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش U^{235} او يا تې برخه يی U^{238} جوړوي بيا په خپل وار سره د يوه ځانګړی ټکنالوژي په مر سته سره چې ديورانيوم غاز سنتريفوګ په نامه سره ياديږي تر لږ څه دري په سل (3 %) کې دچاودېدونکې

يورانيوم دوه سوه پـينځه ديرش U^{235} برخه بډاى كيږي. په دغه كړنلاره كې يورانيوم دوه سوه اته ديرش ايزوټوپ U^{238} لږ څه پـينځه اتيا په سل (85%) كې او يورانيوم دوه سوه پـينځه ديرش صفر عشاريه دوه څخه تر صفر عشاره پـينځه په سل كې (U^{235} % 0,45- 0,2) ورڅه بيليږي او دفاضله موادو په ډول اچول كيږي.

دنوموړې موخې لپاره يورانيوم ديوې مخوصې آلې په مرسته سره چې د يورانيوم ژرندې (Uran Mill) په نامه سره ياديږي ترهغه پورې ميده كيږي ترڅوچې دپودربڼه ځانته غوره كړي. ديورانيوم دغه ډول كوچنۍ ذرې چې دپوډربڼه لرې دقلوي اويا تيزابي مركباتو په مرسته سره داوكسيديشن oxidation كونكومركباتولكه (Na_2ClO_4) په ګډون سره دنوروموادو څخه بېل كيږي. يوداسې پوډرډوله يورانيوم چې د ژير كيک په شان بريښي ديېلو كيک (Yellowcake) په نامه سره ياديږي او كيمياوي سمبول يې په U_3O_8 سره ليكل كيږي. نوموړئ ژيركيک په ډيرو غټو بخاريو(Oven) كې تر شپږ پنځوس درجې دسانتي ګرېډ (56 °C) پورې تودوخې وركول كيږي اوديو لړ كيمياوي پروسو په اخيركې د نيتريک اسيد، امونيم هايدروكسايد، هايدروجن، هايدرو فلوريک اسيد او دفلورغاز (Flour= F_2) په مرسته سره په شپږ قيمته يورانيم او فلورمركب باندې اوړي. ديورانيم دغه ژيررنګه مركب چې په اوبو كې يې د حل كيدلو قابليت دخلورقيمته يورانيوم په پر تله ډيربڼه دى د يورانيوم هېكسا فلوارېد (UF_6) په نامه سره ياديږي او ډير زهرجن خاصيت لرې.

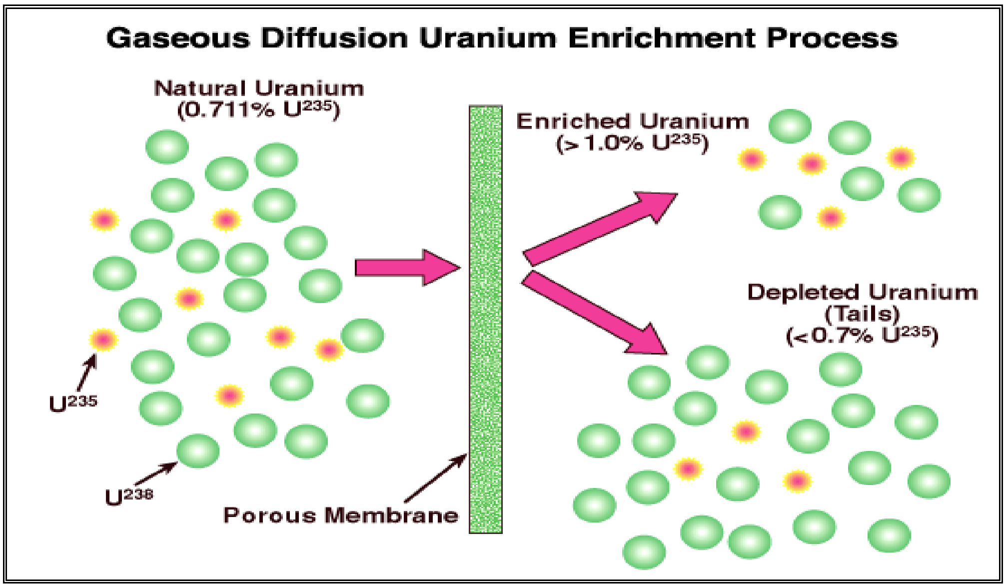
په پايله كې د يورانيوم هېكسا فلورايدغازبيا په خپل وار سره ديورانيوم اكسايد (UO_2) په يوه پودر اړول كيږي او دلوړ فشار، ټاكلې تودوخې اوځانګړې ټكنالوژې په مرسته او په ناځاپې ډول سره په لومړې پړاوكې دغاز څخه په جامد حالت او بيا په دوهم پړاو كې د كوچنيوكروي جسمه ټوټو يا مردكيو (Pellets) باندې اړول كيږي. په چاو دېدونكې يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش بډاى شوې مردكې بيا په هستو ي بټيو كې د سونګ موادو په موخه كارول كيږيږي.

د يورانيوم د بډاې كولو كړنلاره (Uranium enrichment)

په طبيعي يورانيوم كې د چاودېدونكي يورانيوم دوه سوه پـينځه ديرش ايزوټوپ دبډاى كولو لپاره ډيرې كړنلارې منځ ته راغلې چې مهمې يې دادې: د سنتريفوګ كړنلاره (Uranium Gas Centrifuge) د ډيفوزيون يا د نفوذ كړنلاره (Uranium Gas Diffusion) او د ليزر كړنلاره (Laser processes). دبېلګه په ډول په ۷۲ شكل كې د يورانيوم د بډاى كولو نفوذ كړنلاره ښودل شوې ده.

ديورانيم بډاى كولو نفوز كړنلاره (Uranium Gas Diffusion)

په نوموړې كړنلاره كې جامد يورانيوم هيكا فلوراېد (UF_6) په يوه لوښي كې مايع كيږي اوبيا دلوړ فشار اوتودوخې په مرسته سره په غاز بدليږي. نوموړې كړنلاره دلومړي ځل لپاره ددويمې نړيوالې جګړې په پيل كې د امريكا يې كارپوهانوله خوا دهستوي وسلودجوړولو په موخه دمانهتان په پروژه كې وكارول شوه. دغه كړنلاره دروغتيا په تړاوډيره خطرناكه ګڼل كيږي داځكه چې يورانيم هيكا فوراېد يو كيمياوي او راديولوژيكې ډير زهرجن غاز دى. دنوموړې كړنلارې يوه بله نيمګړتيا داده چې ډيره انرژې ورته په كارده او له دې كبله نن ورځ په ډيروهيوادونو كې نه استعماليږي.



۷۲ الف شکل: دیورانیوم دبډای کولوکړنلاره چې دغازنفوذ (Gaseous Diffusion) تکنالوژي کړنلاره ورته ویل کیږي په پورتني شکل کې کوچنۍ دایرې دیورانیوم دوه سوه پینځه دیرش او غټې دایرې د یورانیوم دوه سوه اته دیرش اتومونه راښیي(85).

دنوموړي شکل په چپ اړخ کې طبیعي یورانیم هیکسا فلوراید غازترلوړ فشار لاندې د یوه فیلتریا میمبران (Porous membran) څخه تیریږي چې ډیر واړه سوري لري. څرنګه چې د طبیعي یورانیوم هیکسا فلوراید غاز په مرکب کې دیورانیوم دوه سوه پینځه دیرش U^{235} اویورانیوم دوه سوه څلوردیرش U^{234} ایزوتوپونه دیورانیوم دوه سوه اته دیرش U^{238} په پرتله سپک دي نوله دې کبله د فیلترسوریو څخه په ډیر لوړسرعت تیریږي. کله چې دیو ګڼ شمیر فیلترونو څخه نوموړئ غاز تیر شي نو په اخیر کې دبډای شوي یورانیوم (Enriched uranium) اوغریب شوي یورانیم (Depleted uranium) دیوه بل څخه بیلیږي

- نوموړي فزیکي کړنلاره چې دیوې خوا دروند ایزوتوپ (U^{238}) د سپک ایزوتوپ (U^{235}) څخه بیل کوي او دبلې خوا دچاودیدونکي یورانیوم دوه سوه پینځه دیرش ایزوتوپ سلیزه برخه د طبیعي یورانیوم په مرکب کې د پخوا په پرتله ډیره کوي دیورانیوم د بډای کولو کړنلارې په نامه سره یادیږي (Uranium enrichment) .
- د طبیعي یورانیوم هغه مرکب چې د بډای کوولوڅخه وروسته د فاضله موادوپه څیر پاتې کیږی اوچاودیدونکي یورانیم دوه سوه پینځه دیرش سلیزه برخه یې دغازنفوذ په کړنلاره کې د پخوا په پرتله را ټیټه شوې ده د غریب شوي یورانیم په نامه سره یادیږي. څرنګه چې غریب شوئ یورانیوم رادیواکتیوخاصیت لري نو له دې کبله نه په صنعت کې او نه د ژوندانه په نوروتولنیزو برخو کې ورڅخه ګټه پورته کیږي. خو دنوموړي یورانیوم څخه په پوځي برخه کې نن ورځ په پرا خه توګه کار اخیستل کیږي.

دیورانیم بډاې کولو سېنټریفوګ کړنلاره (Uranium Gas Centrifuge)

په نوموړي کړنلاره کې یورانیم هېکسا فلوراید یوګڼ شمیرسلېنډرشکله څرخېدونکي لوښي Uranium (Gas Centrifuge) ته ورننوځي چې ډیرلوړګرځیدونکی سرعت لري دبېلګه په ډول د پنځوس زرو څخه تر اویا زروڅرخیدل په یوه دقیقه کې ترسره کوي (50000-70000 rotation/min). په دې کړنلاره کې دیورانیوم په دواړوایزوټوپوباندې دلوښي منځ څخه دباندې خواته تېښتیدونکي قوه (Centrifugal force) په تو پیر سره اغیزه کوي چې په پایله کې دیورانیوم لږڅه درونډ ایزوټوپ U^{238} دلوښي دیوال خواته اود یورانیوم لږڅه سپک ایزو ټوپ U^{235} د لوښي منځنی برخې ته نږدې را ټولیږي.

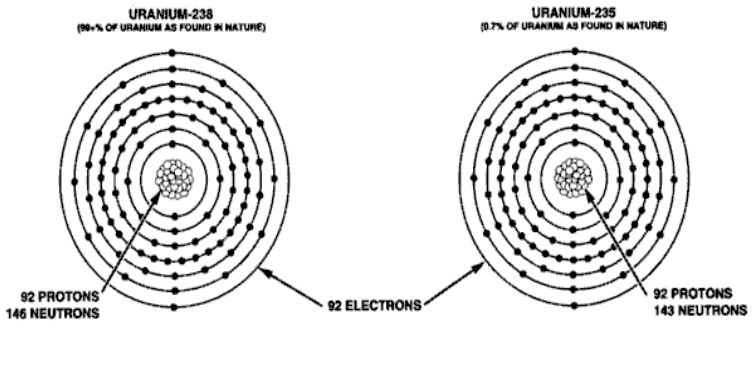
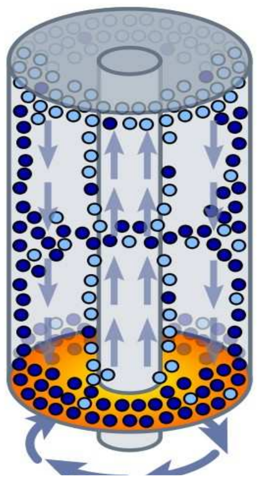
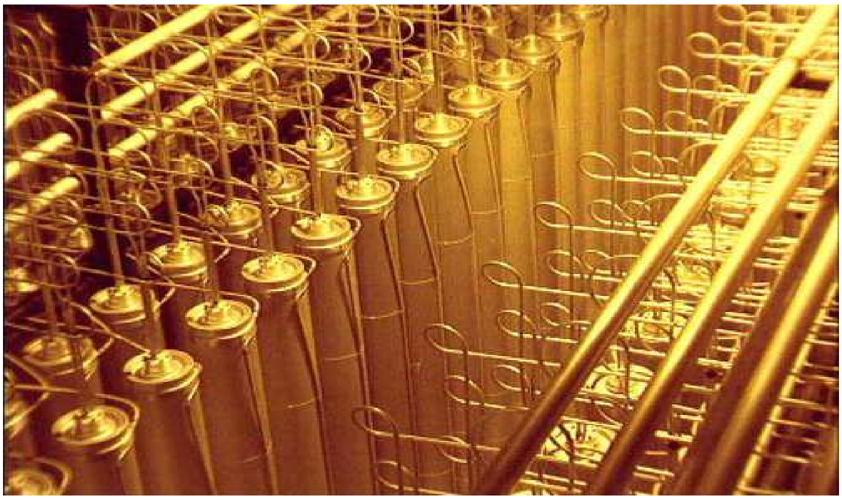


Figure 2-III. Isotopes of Uranium



۷۲ ب **شکل:** دیورانیم بډاې کولوغازسېنټریفوګ (Gas Centrifuge) تکنالوژي ښودل شوې ده. یورانیوم دوه سوه اته دیرش اتومونه په غټوتوروګردوټکو اودیورانیم دوه سوه پینځه دیرش په سپین بخونوګردو ټکوښودل شوي دي(86).

د یورانیوم هیکسا فلورایدغازترهغه وخته پورې په څرخېدونکو لوښو کې څرخي تر څو چې د چاودېدونکي یورانیوم دوه سوه پینځه دیرش U^{235} برخه په سلو کې لږ څه دری په سل 3% او یا نوره هم پورته لاړه شي. د بېلګه په ډول د چاودېدونکي یورانیوم دبډای کولوکچه د هستوي بټۍ لپاره درې په سل کې اوپه پوځي برخه کې لکه دهستوي وسلو لپاره لږ څه نوي په سل کې 90% کې قیمت لري . که چیرته دچاودېدونکي یورانیوم څخه په پوځي برخه او یا دهستوي وسلو په موخه کار اخیستل وغوښتل شي نو ضرور ده چې دیورانیوم هېکسا فلوریدغاز UF_6 په سل ګونوڅر خېدونکو لوښو کې و څرخي تر څو دبډای کولو کچه یې پورته لاړه شي. په ۴۳ شکل کې دیورانیوم غازسنتریفوګ یا څرخېدونکو لوښو (Uranium Gas Centrifuge) دستګاه ښودل شو ده. کله چې یوزرڅرخیدونکي لوښي څنګ په څنګ په برېښنایز سرکېټ کې ونښلو ل شي چې دهغوي تخنیکي ارقام لکه اوږدوالی یې یونیم متر، سرعت یې څلورسوه متره په ثانیه کې وټاکل شي او شپه اوورځ کاروکړي، نو په یوه کال کې لږڅه شل کیلو ګرام په لوړه کچه غني شوی یورانیم (HEU) تر لاسه کیږي. په دغه اندازه غني شوی یورانیم بس دی چې یواتوم بم ورڅخه جوړشي.



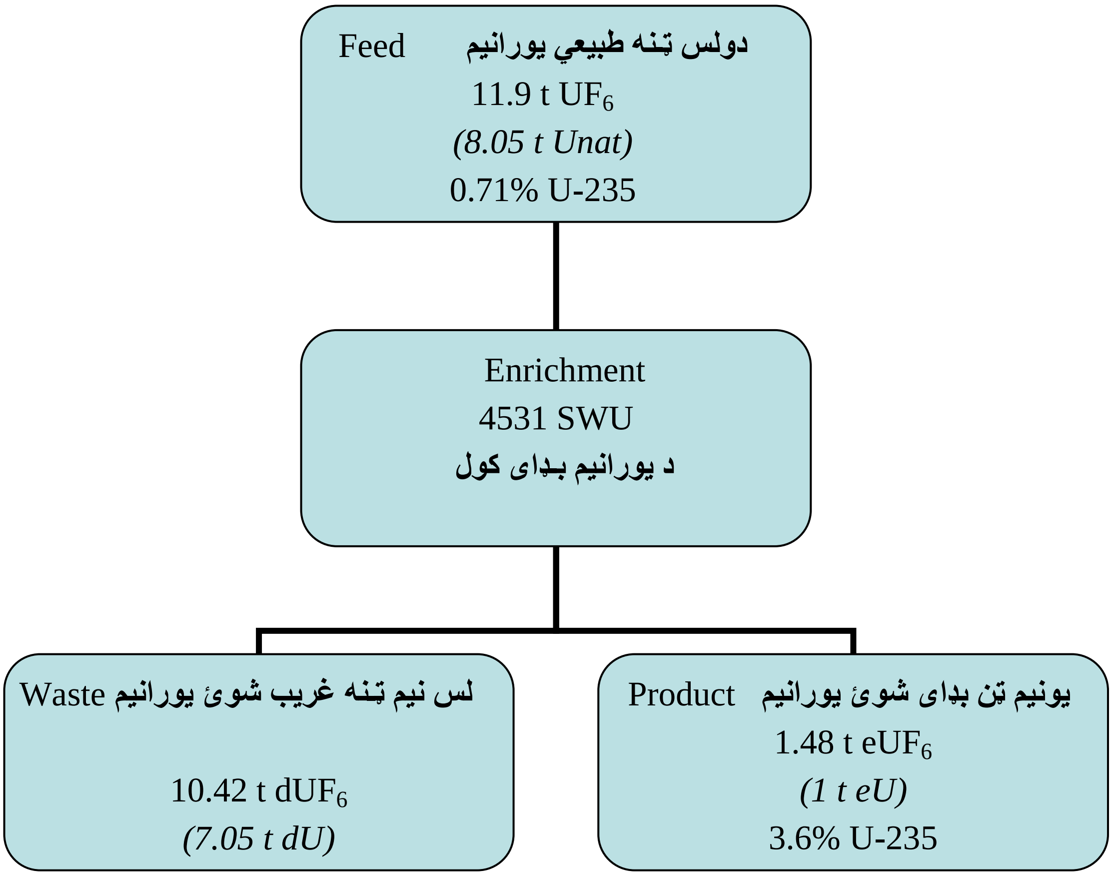
۷۳- شکل: دیورانیوم دوه سوه پینځه دیرش U^{235} ایزوټوپ دبډای کولوآله چي د سل ګونوځرخېدونکو سلنډرشکله لوښو څخه جوړه ده. په دغه ډول کړنلاره کي په هره یوه سلندرکي د یورانیوم دوه سوه پینځه دیرش دبډای کولو فکتور څلور په زرمه $\sqrt{m238/m235}=1{,}004$ برخه تشکیلوي(43) .

دیورانیوم غاز سنتریفوګ په کړنلاره کي په ډیره لوړه اندازه غریب شوی یورانیم Depleted uranium د فاضله موادو په ډول پاتي کیږي. دنومړي یورانیوم کچه دلاندې بېلګه په مرسته سره اټکل کولای شو. که فرض کړ وچي د یورانیوم هیکسا فلوراید مرکب دوولس ټنه مواد (12 t) راونیسو چي د بډای کولو په پیل کي د یورانیوم دوه سوه پینځه دیرش برخه صفرعشاریه اوه په سل ($0{,}7\%\ U^{235}$) کي ولري نوکله چي دبډای کولوکړنلاره تر سره شي نو په پایله کي یو ټن (1 tonn eU) بډای شوئ یورانیوم دوه سوه پینځه دیرش لاس ته راځي چي لږ څه دري نیم په سل کي ($3{,}5\%\ U^{235}$) بډاي شوئ وي. پاتي برخه يي ياني لږ څه یوولس ټنه یي (11 tonn depleted Uranium) فاضله مواد تشکیلوي چي دغریب شوي یورانیم (Depleted uranium) په نامه سره یادیږي. په نوموړو فاضله موادوکي دیورانیوم دوه سوه پینځه دیرش برخه د صفرعشاریه اوه په ځای یوازي صفرعشاریه دری (0,3%) ته را شکته شوئ وي.

بډای کول : (Enrichment)

په عمومي ډول سره د بډای کولو کلمه ټولو هغو کیمیاوي، فزیکي اومایکروبیولوژیکي تګلارو او کړنلاروته ویل کیږي چي دهغوی په مرسته سره په یوه مرکب کي دیوې ځانګړې مادې او یا عنصرسلیزه برخه ډیخوا په پرتله ډیره شي. د بیلګي په ډول په ٧٤ شکل کي دیورانیوم د بډای کولو کړ نلاره ښودل شوې ده.

- ☑ دعنصرواتومي وزن دتوپیرنه په ګټه اخیستلو سره درادیو ایزوټوپوفزیکي بیلول لکه U^{235} او U^{238}
- ☑ دبیوکیمیاوي کړنلارې په کارولوسره لکه دکثافت توپیردلیپوپروتیینو لکه LDH او HDL بیلول
- ☑ دمایکروبیولوژي کړنلارې په مرسته سره لکه د مالیکولوسرعت د وایرس، غټو مالیکولواوانتیجن بیلول
- ☑ داتومونو د جذب شپیکترم په مرسته سره لکه دلیزر(Laser) په کړنلاره کي د ایزوټوپو بیلول



۷٤- شکل: دطبيعي يورانيوم د بډاى كولوكړنلاره ښودل شوي ده. كله چي د بډاي كولو په موخه دوولس ټنه يورانيوم هېكسا فلورايد (12 tUF_6) په كارواچول شي نو په پايله كي د هستوي بټۍ لپاره لږخه يونيم ټن 3,6% بډاى شوي يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش U-235 اوپاتي لس نيم ټنه غريب شوئ يورانيم دوه سوه پينځه ديرش (Depleted Uranium =dU) دفاضله مواد په ډول لاس ته راځي. په غريب شوئ يورانيم كي د يورانيوم دوه سوه پينځه ديرشU-235 برخه د طبيعي يورانيوم په پرتله نيمايي ته را ټيټه شوي وي. د هستوي بټۍ لپاره د بډاى شوي او دغريب شوي يورانيوم پرتله كولو كړنلاره يو پر اوه (0,14) تشكيلوي (33) .

د هستوي بټۍ سونګ مواد (Nuclear Fuel)

كله چي په طبيعي يورانيوم كي دچاودېدونكي يورانيوم U^{235} دبډاى كولوكړنلاره سرته ورسيږي نوديورانيوم هېكسا فلورايدغاز UF_6 ديوي ځانګړي ټكنالوژي په بنسټ يوه ناخاپه دغاز حالت څخه په جامد حالت اړول كيږي. نومړئ كلك اوبډاى شوى يورانيوم د سونګ موادو (Fuel) په صفت په هستوي بټيو كي د بريښنا د لا س ته راوړلو په موخه او يا داچي په لوړه كچه بډاى شوئ يورانيوم د هستوي وسلوكه اتوم بم، هايدروجن بم اونيوترون بم كي په كار اچول كيږي. د بېلګه په ډول د يوه اتوم بم دجوړولو لپاره چي د چاودني انرژي كچه يي منځني قوه تشكيلوي ديورانيوم دوه سوه پينځه ديرش بحراني كتلي (Critical Mass) كچه نهه څلويښت كيلو ګرام (49 kg U-235) اود سوچه پلوتونيم لپاره لږ څه لس كيلو ګرام (10 kg Pu-239) اټكل كيرى تر څو يوځنځيري پايښت لرونكى هستوي تعامل منځ ته راشي(Chain reaction).

پو ښتنه: پلوتونیم Pu^{239} په هستوي بټۍ کې په مصنوعي ډول منځ ته راځي اوراديو اکټیوخواص لري. نوموړئ عنصرپه یورانیوم دوه سوه پینځه دیرش U^{235} تجزیه کیږي او په څنګ کې دالفایوه ذره (هیلیم) او لږڅه پینځه میګا الکترون ولټ انرژي خپروي ($P^{239} \rightarrow U^{235} + He^{4} + 5{,}15$ MeV)

دیوه کیلوګرام پلوتونیم څخه څومره هستوي انرژي تر لاسه کیږي؟

حل: څرنګه چي دپلوتونیوم اتوم د کتلي شمیره دوه سوه نهه دیرش ده نو یو مول پلوتونیوم دوه سوه نهه دیرش ګرام کیږي 1 mole = 239 g اوپه یوه کیلو ګرام پلوتونیوم کې دمول شمیر مساوي ده یوزر ګرام تقسیم په دوه سوه نهه دیرش 4.18 = 1000 g/239

هستوي انرژي = دمول شمیر×اووګادرو عدد(شمیره)×ازاده شوي انرژي

$$Energy = 4{,}18 \times 6{,}022 \times 10^{23} \times 5{,}15 \text{ MeV} = 1{,}3 \times 10^{31} \text{eV}$$

ځواب: لږ څه لس په طاقت دیودیرش الکترون ولټ انرژي تر لاسه کیږي

په لاندني جدول کې ښودل شوي ده چي په یوه هستوي چاودنه کې دنیوترونوشمیراودانرژي اکسپونینسال دیربنت دوخت په تیریدلو سره په واحددمایکروثانیوµs څرنګه پورته ځي.

دنیوترونودنسل شمیر N generation	وخت په واحد دمایکرو ثانیه Time (µs)	دپیداشوونیوترونو شمیر # neutrons	ازاده شوي انرژي Energy (MeV
صفر 0th	0,00	1	0
لومړی 1 st	0,01	2,7	245
دویم 2nd	0,02	7,4	910
دریم 3rd	0,03	20	2720
لسم 10th	0,1	$2{,}2 \times 10^{4}$	$3{,}1 \times 10^{6}$
شلم 20th	0,2	$4{,}9 \times 10^{8}$	$6{,}9 \times 10^{10}$
پینځوسم 50th	0,50	$5{,}2 \times 10^{21}$	$7{,}4 \times 10^{23}$
شپږ پنځوسم 56th	0,56	$2{,}1 \times 10^{24}$	$3{,}0 \times 10^{26}$
اوه پینځوسم57th	0,57	$5{,}7 \times 10^{24}$	$8{,}1 \times 10^{26}$

پوښتني:

۹-۱ طبیعي یورانیوم دکوموایزوتوپوڅخه جوړدی؟

۹-۲ په غریب شوئ یورانیوم کې دکوم یوه ایزوتوپ کچه دپخوا په پر تله کمښت مومي ؟

۹-۳ هستوي بټۍ څه ډول آله ده؟

۹-٤ دیورانیوم دغني کولوکړنلارې کومې دي؟

۹-٥ دهستوي وسلودجوړولوپه موخه دیورانیوم دوه سوه پینځه دیرش کچه په طبیعي یورانیم کې څومره پورته ولاړه شي یاني بډای شي؟

پينځمه برخه

لسم څپرکی

په چاپيريال باندې دغريب شوي يورانيوم اغيزې

(Environmental effects of depleted uranium)

سريزه

په افغا نستان کې د لړخه اووه ويشت کالوخخه راپدې خوا د جګړې په ډګرکې اودهيواد په ګڼو سيمو کې دهراړخيزو وسلو څخه په هر شکل او بڼه که وي خوپه يوه ډول سره بياهم ناوړه کار اخيستل کيږي. د جګړې هغه وسلې چې په افغانستان کې استعماليږي د پخوانيوعادي وسلو په پرتله کوم چې د افغان او انګريز دريو جګړو په اوږدو کې استعمال کيدلې ډيرتوپير لري. دا ځکه چې د جګړې پخوانی وسلې د سوچه اوسپنې څخه جو ړيدلې خو د 1990 م کال څخه را پدې خوا د نوموړو وسلو په ټکنالوژي او جوړښت کې يو ځانګړی نوښت او پرمختګ منځ ته را غلی دی.

د بېلګه په ډول د کيمياوي وسلو ، بيالوژيکي وسلو په څنګ کې يو بل ډول وسلې چې د راديولوژيکي وسلو (Radiological weapons) اويا ديورانيوم وسلوپه نامه سره هم ياديږي منځ ته راغلي دي . نن ورځ د جګړو په ډګرکې داسې وسلې کار ول کيږي چې ديوې خواپه کمپيوتر باندې سمبال دي اونښه (Target) په خپله دليزر وړانګو(Laser rays) په مرسته سره پيداکولای شي او د بلې خوا راديواکتيو خطر ناک مواد ورسره ګډ شوي وي، نو له دې کبله د خپل ځان څخه هستوي وړانګې خپروي. په دې کتاب کې به پر چا پير يال باندې د راديولوژيکي وسلو ناوړه اغيزې او دهغوی په ټکنالوژي باندې چې دغريب شوي يورانيوم فلز (Depleted Uranium) څخه جوړې شوې دي، او له دې کبله هم ورته ديورانيوم وسلې نوم ورکړشوی دی (Uranium weapons) يو څه رڼا واچوو . د کتاب په وروستي څپرکي کې ددې څيرنه اواټکل شوی دی چې په نوموړو وسلو باندې د چاپريال ککړتيا له امله اولسي خلکو ته څومره ګواښ شته او په راتلونکي وخت کې چاپېريال دڅومره خطر سره مخامخ کولای شي.

دبلې خوادهيواد ګاونډي او نږدې هيوادونه د هستوي انرژي څخه په اتومي بټيواو هستوي ازموينوکې کار اخلي ، چې په پايله کې چاپيريال په راديو اکتيوموادو ککړکيږي. اوس ددې اړتيا ليدل کيږي چې دنړيوال اتومي انرژي قانون (Atomic Energy Act §9) دويمه برخه نهم پاراګراف په بنسټ د هيوادپه ټاکلوسيموکې دچاپيريال راديواکتيويټي څارنه وشي اود ګاما شپيکترومېتري آلو په مرسته سره په هوا، اوبواوځمکې پر مخ دراديو اکتيوموادو کثافت اندازه شي.

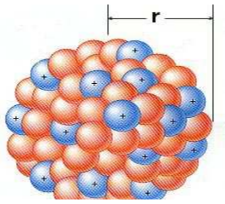
ديورانيوم وسلو پيښليک

په 2003 م کال داکتوبر مياشت په شپا ړسمه نيټه دجرمني هيوادد هامبورګ په ښارکي ديورانيوم وسلو په هکله يونړيوال علمي کنفرانس جوړشو(5). دنوموړي کنفرانس يونامتو برخه وال ډاکترډوراکويچ A.Durakovic (1) چي دواشنګټن ښارديورانيوم د طبي څيړنود مرکز (Uranium Medical Research Center) مشرتوب په غاړه لري په ډاګه کړه چي د نړۍ په ځينوهيوادونو لکه افغا نستان، عراق اود پخوانۍ يوګوسلاويا په اوړدو جګړو کي په سل ګونو ټنه داسي وسله استعمال شوي ده چي په هغه کي يوراديواکتيو ياني وړانګي خپرونکی فلزلکه غريب شوئ يورانيوم (Depleted Uranium) او يا پلوتونيم (Plotunium) ايزوتوپونه ور ګډ شوي دي. نوموړي طبي څيړنپوه په تيروکالونو کي، دوه ځله ديوي ډلي پوهانو په ملګرتيا افغانستان ته سفروکړاو دهيواد په هغو سيموکي، چي ديورانيوم وسلي کارول شوي وي، د بېلګه په ډول لکه دکابل ښار، سپين غرسيمه، جلال اباد او داسي نوروځايونو کي طبي ازمويني اوعلمي پلټني تر سره کړي. داځکه چي دنوموړو سيمو اوسيدونکو ديو ډول ناوړې او تر اوسه ناپيژندل شوي ناروغۍ په هکله شکايت کولو.

☜ دبېلګه په ډول د هډوکوخوږيدل، دغړوکمزورتيا، تبه لرل، عصبي تکليف، دسترګو ديد کمښت، سرخوږيدل، دحافظي کمښت، ژورخفګان (Depression) او داسي نور.

دنوموړو ناروغيوکلينيکي سيمپتومونه يا علامي(Symptoms) د هغي يوي ناروغۍ سره چي د خليج ناروغي او يا(Gulf Syndrom) په نامه سره ياديږی ډير ورته دي. په دې اړوند بايد وويل شي چي دا خبره به اوس دوخت نه تر مخه وي چي ګنه په پوره باورسره دا پريکړه وښي چي نوموړې ناروغۍ دغريب شوي يورانيوم سره تړاولري. داځکه چي د ټيټي کچي انرژي ډوز په هکله لا تراوسه پوري اپيديمولوژي څيړني نه شته، داځکه چي په دې تړاو مسئول دولتي سازمانونه هيڅ ډول چمتووالئ نه ښيي. د بلي خوا نوموړې ناروغۍ هغه وخت هم منځ ته راتلای شي چي که په چا پيريال کي کيمياوي او بيالوژيکي وسلي استعمال شي اوخلک يې تنفس کړي او يا تماس ورسره پيداکړي. نو له دې کبله تر ټولو مهمه (اړينه) داده چي دغريب شوي يورانيوم ياني د ټيټي کچي وړانګودحجروي بيولوژي (Cellular Biology) او موليکولاربيولوژي(Molecular Biology) په سطحه پراخي څيړني پيل شي.

ډاکترآصف دوراکويچ او دهغه طبي ډلې، د نوموړو سيمواوسيدونکوپه وينه او ميتيازو (Urine) کي ديورانيوم دری ډوله راديواکتيو ايزوتوپونو لکه (U^{238};U^{236};U^{234}) کچه، د يوي ځانګړې فزيکي آلي اونوې تګلارې په مرسته سره، تر ازمويني لاندې ونيولې چي نتيجه يې په ۷۵- شکل کي ښودل شو ې ده. نوموړې کړنلاره چي دکتلي شپکټرومتر(Inductively coupled plasma mass spectrometry) په نامه سره ياديږي دومره حساسه (sensetive) او دقيقه (Accurate) ده چي ترڅيرني لاندې کسانود ويني (Blood sample) او ميتيازو (Urine) په نمونه کي د يورانيوم ايزوتوپود يوګرام يوپه مليارډمه برخه ياني يو نانو ګرام($1ng = nano\ gram = 10^{-9}g$) ياني ديوګرام يو په مليارډمه برخه هم اندازه کولای شي.



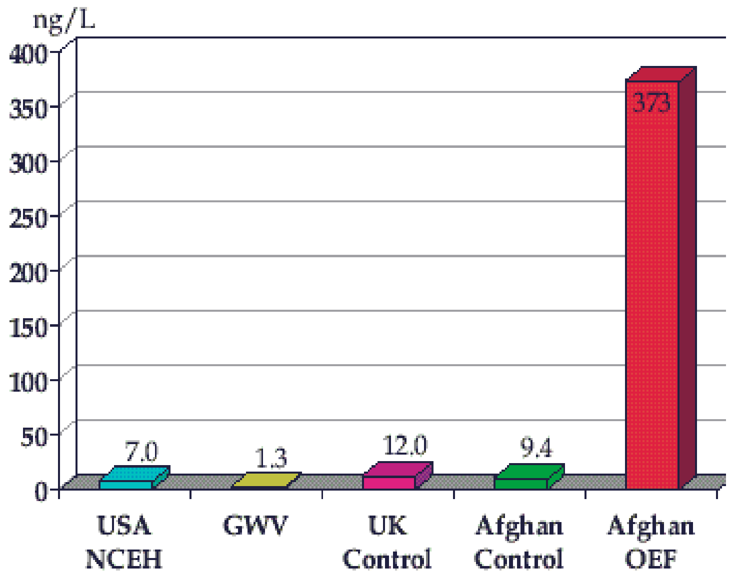
Uranium: $A = 238$

$r = 1.2\ (238)^{1/3}$

$= 7.4\ \boldsymbol{f}$

ديورانيم هستي شعاع لږ څه ځلورنيم فرمي Fermi ده

Uranium Concentration in Urine



Subjects mean uranium concentration in urine compared with control values

USA NCEH - National Center of Environmental Health[5]
GWV - Gulf War veterans
UK Control - Laboratory control
Afghan Control - Non-symptomatic individual
Afghan OEF - Afghan subjects after Operation Enduring Freedom

۷۵- شکل: په عمودي محور کې دیورانیوم کثافت په واحد د نانو گرام په یوه لیتر میتیازو(ng/L) کې اوپه افقي محورکې دځینو هیوادونو لکه دافغانانو(Afghan)، انگریزانو(UK) او امریکایانو(USA) دعام اولس برخه اخیستونکو وګړو شمیر ښودل شوئدي. دنوموړي شکل په افقي ښي اړخ کې عمودي ستنه دهغو افغانانوپه میتیازو (Urine) کې دیورانیوم کچه ښيي، چې دجګړې په سیمه کې اوسیدل. د دغو وګړوپه یوه لیتر میتیازوکې دیورانیم قیمت مساوي دی له: 373 ng/Liter Urine درې سوه درې اویا نانوګرام (1)

☜ دنوموړي شکل څخه څرګندیږي چې د هیواد په هغو سیمو کې چې هلته د یورا نیم وسلې کارول شوي دي دپلټل شوو کسانو په یوه لیتر میتیازو (Urine) کې دیورانیوم کثافت کچه نسبت هغوکنترول کسانو ته چې د هغوی په سیمه کې د یورانیم وسله هیڅ نه وه کارول شوي د ځلوییښت څلوڅخه لوړ قیمت لري (1).

☜ بر سیره پر دې داهم وښودله شوه چې په بمباري شوو سیموکې دیورانیوم کثافت کچه دځښلو په اوبو کې درې ځله او په چاپیریال کې د بیلګه په ډول دځمکې پرمخ شپږ ځله نسبت وهغه کثافت ته چې د نړیوال روغتیا سازمان (WHO) له خوادعامو وګړو لپاره ټاکلي شوئ ده لوړ قیمت لري.

نن ورځ په نړۍ کې شپاړس هیوادونه شته دي چې دیورانیوم وسلې جوړوي اودیوي خوایي په ازادبازار کې خرڅوي اود بلې خوا ورځخه په جګړه کې کاراخلي. په 1991 م کال کې دلومړي ځل لپاره دیورانیوم وسله د خلیج په جګړه کې وکارول شوه. څوکاله وروسته په دغه سیمه کې دګڼ شمیرنړیوال کار پوهانو په نظرد سرطا ن ناروغي د پخوا په پرتله زیاته شوې ده. برسیره پردې یوډول نوې ناروغي چې دګلف زیند روم (Gulf Syndrom) په نامه سره یادیږي منځ ته راغله. که څه هم دنوموړې ناروغۍ پخلې د نړیوال روغتیا سازمان WHO له خوا نه دی شوی خو بیا هم دنوموړو سیمواوسیدونکو اندیښني یې ډیرې زیاتې کړې دي.

غریب شوئ یورانیوم څه شی دی؟

- غریب شوئ یورانیوم (Depleted Uranium) د هستوي بټۍ لپاره د سونګ موادو دلاس ته راوستلو په موخه اوهمدارنګه د هستوي وسلو لکه اتوم بم جوړولوپه کړنلاره کې، د طبیعي یورانیم هغووروسته پاتي شوو، فاضله مواد و ته ویل کیږي، چې د چاو دیدونکي یورانیوم دوه سوه پینځه دیرش U-235 د بدای کولو په کړنلاره کې باقي پاتي کیږي.
- څرنګه چې په نوموړې وسله کې دچاودېدونکي یورانیوم دوه سوه پینځه دیرش برخه دطبیعي یورانیوم په پرتله د صفر عشاریه اوه (0,7%) څخه تر صفرعشاریه دوه پورې (0,2%) را ټیټه شوې وي نو له دي کبله ورته غریب شوئ یورانیم یا ډیپلیټیډ (Depleted Uranium) هم ویل کیږي . نوموړئ یورانیوم د درې رادیواکټیو ایزوټوپو لکه (U^{238},U^{235},U^{234}) څخه جوړدی.
- د اتومي انرژۍ نړیوال سازمان سازمان (IAEA) د تعریف سره سم د غریب شوئ یورانیم وسله یوه نوې وسله ده چې لږ څه نهه نوي عشاریه اته 99,80 % په سل کې درادیواکټیو یورانیوم دوه سوه اته دیرش (U-238) ایزوټوپ څخه اوپاتي برخه یې یاني صفر عشاریه دوه په سل کې 0,2% د چاودیدونکي رادیواکټیو ایزوټوپ دوه سوه پینځه دیرش(U-235) اوپاتي ډیرلږ دوه سوه څلوردیرش (U-234) ایزوټوپو څخه تشکیل شوې ده. ددې کتاب په راتلونکو څپرکو کې به دغریب شوي یورانیوم پرځای داسا نتیا لپاره یوازی د یورانیوم ویې (لغت) وکاروو.
- دوړانګویو انګریزی متخصص ډاکټر کریس بسبي Chris Busby (57) چې دلیورپول په پوهنتون کې استاد او داروپا په اتحادیه کې د بریتا نیا استازی دی په خپلو څیړونو کې زیاتوي چې دغریب شوي یورانیوم وسلې تولې نړۍ ته خطر متوجې کوي. دنوموړې وسلې د کارسینوجېنیک (Carcinogenic) او موتوجېنیک (Mutegenic) رادیو اکټیوذرې د باد په واسطه تولې نړۍ ته خپریږي. باد سرحد (پوله) نه پیژني او دو خت په تیریدوسره سم هر ځای ته رسیږي. دغریب شوي یورانیوم وسلو رادیو اکټیوخاصیت ډیراوږد فزیکي نیمایي عمر لري یاني تر څلورنیم ملیارده کاله پورې هم وړانګې خپروي او دنوموړې مودې څخه وروسته یې هم خطر نه ورکیږي بلکه یواځې د رادیواکټیویتي کچه یې نیمایي ته رالویږي.

دغريب شوي يورانيم سرګولی د پوځي نښې د لګيدلوسره سم په وړو ذرو بدليږي چې قطر يې لس مايكرو متره (10 µm) نه هم كوچنۍ وي او له دې كبله په آسانی سره تنفسي جهاز ته ننوځي . يوه برخه يې په سږو كې پاتې كيږي اوديورانيوم پاتې كوچنۍ ذرې د وينې له لارې هډوكواو دبدن نورو برخوته رسيږي. څرنګه چې يورانيوم دهډوكو څخه په ډېره خوښې جذب كيږي نود هډوكو ماغزوته وړانګې رسوي چې د ټول بدن لپاره وينه جوړوي. كه چيرته نوموړې حجرې نيمګړتيا ولري نوټولې هغه حجرې چې دهغوی څخه نورې نوې حجرې جوړيږي هم نيمګړې وي اوله دې كبله دموتيشن او سرطان ناروغی سبب(لامل) ګرزيدلای شي.

دغريب شوي يورانيوم فزيكی خواص

دغريب شوي يورانيوم فزيكي خوا ص د طبيعي يورانيوم سره يوشان دي خو يوازې داچې دچاودېدونكي يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش U-235 كچه په نوموړي يورانيوم كې لږ څه نيمايي ته را ټيټه شوې وي. ديورانيوم وسله نهه نوي عشاريه اته په سل كې (99,8%) يورانيوم دوه سوه اته ديرش تشكيلوي.

Uranium (U) ديورانيوم سمبول

ديورانيم اتومي نمبر Atomic Number: 92

ديورانيم اتومي وزن Atomic weight: 238

غريب شوئ يورانيم: (Depleted Uranium) :

غريب شوئ يورانيم دطبيعي يورانيوم هغه فضوله موادو ته وايي چې دهستوي بټيو دسونګ موادو(Nuclear fuel) دبډای كولوپه توليد كې منځ ته راځي اودراديو اكتيويتي كچه يې دطبيعي يورانيم په پرتله لږ څه نيمايي ته را لويدلې وي.

بډای شوئ يورانيم:(Enriched Uranium) :

كله چې په طبيعي يورانيم U-238 كې د چاوديدونكي يورانيم U-235 اصلي كچه دهستوي بټيوددسونګ موادو لپاره د صفر عشاريه اووځخه تر لږڅه څلور په سل كې لوړه شي (0,7%-4%) نو بډای شوئ يورانيم لاس ته راځي. په داسې حال كې چې په هستوي وسلوكې ديورانيم دوه سوه پينځه ديرش برخه د يورانيم دوه سوه اته ديرش په پرتله لږ تر لږه دشلو نه ترنوي په سل كې (90%) بډای شوئ وي. غريب شوئ يورانيم دنوموړودواړوبډای كولو كړنلاروپه پايله كې هغه پاتې شوي او فضوله مواد تشكيلوي چې ديورانيم په وسلوكې ورڅخه كار اخيستل كيږي.

په غريب شوي يورانيم كی ديورانيم دوه سوه اته ديرش U-238 برخه د طبيعي يورانيم په پرتله لږ څه پينځه په سل كې 5% ډيره ده.

ځرنګه چي غريب شوئ يورانيم لکه طبيعي يورانيوم راديواکتيو خاصيت لري نو دوخت په تيريدوسره تجزيه کيږي اوپه لومړي وخت کي يوازی د الفا او ببتا وړانګي ورخخه خپريږي. دتجزيي په کړنلاره کي په نوروعنصرونولکه توريم (Th-234) ، پروتاکتينيم (Pa-234) ، او يورانيوم دوه سوه څلور ديرش (U-234) باندې اوړي. د يورانيوم دوه سوه اته ديرش دتجز يې معادله په لاندې ډول سره ليکلاې شو.

$$U\text{-}238 \xrightarrow[4.5\cdot 10^{9}\ yr]{\alpha\ 4.2MeV} Th\text{-}234 \xrightarrow[24d]{\beta^{-}\ 0.26MeV} Pa\text{-}234m \xrightarrow[1.2min]{\beta^{-}\ 2.2MeV} U\text{-}234 \xrightarrow[2.4\cdot 10^{5}\ yr]{\alpha}$$

په پورتنی معادله کي لاندنی تجزيه تر سره کيږي.

په لومړۍ تجزيه کي يورانيوم دوه سوه اته ديرش چي دعمر نيمايی وخت يي څلورنيم مليارده کاله دی دالفا يوه وړانګه α خپروي چي حرکي انرژي يی لږ څه څلور ميګا الکترون ولټه ده او په توريم بيخي يوه نوي عنصر (Th-234) باندې اوړي.

په دوهمه تجزيه کي توريم دوه سوه څلورديرش چي دعمر نيمايي وخت يي څلير ويشت ورځې دی د بټا يوه وړانګه β او يا په بل عبارت الکترونه خپروي. دنوموړې وړانګي حرکي انرژي لږڅه صفرعشاريه درې ميګا الکترون ولټه قيمت لري. د تجزيي په دريم پړاو کي په همدې ډول سره پروتاکتينيم او يورانيم دوه سوه څلور ديرش منځ ته راځي او په خپل وار سره د ببتا او الفا وړاګي ور خخه خپريږي.

په ۲۷- جدول کي ديورانيوم وسلو د ايزوتوپو جوړښت او دهغوی راديواکتيو خاصيت ښودل شوئ دی.

د يورانيوم وسلوايزوتوپونه او دهغوې راديو اکتـيويـتي				
مجموعه	U-238 يورانيوم-۲۳۸	U-235 يورانيوم - ۲۳۵	U-234 يورانيوم - ۲۳٤	
100 %	99,799 %	0,2 %	0,0008976%	په سل کی نسبي وزن
100 %	84,7 %	1,1 %	14,2 %	په سل کي اکتيويتي برخه
14656 Bq	12420 Bq	160 Bq	2076 Bq	د يوه ګرام غريب شوي يورانيوم اکتيويتي په واحد بيکاريل

۲۷- جدول: دغريب شوي يورانيوم په وسلوکي د ايزوتوپونوسليزې برخې اودراديواکتيويتي کچه ښودل شوي ده. دبيلګه په ډول په يوه ګرام يورانيوم کي ديورانيوم دوه سوه پينځه ديرش اکتيويتي يوسلوشپيته بيکاريل (160 Bq/g) ده. په داسي حال کي چي په طبيعي يورانيوم کي ديورانيوم دوه سوه پينځه ديرش اکتيويتي څلورسوه بيکاريل (400 Bq/g) قيمت لري . دا په دی مانا ی چي په غريب شوي يورانيوم کي د U-235 کچه د طبيعي يورانيوم په پرتله لږ څه شپيته په سل کي کمه ده.

Isotopic composition of natural, enriched, and depleted uranium
دطبيعي يورانيم، بداى شوي يورانيم اودغريب شوي يورانيم دايزوتوپو ترکيب

Isotope ايزو توپ	Percent in uranium ديورانيوم سليزه برخه		
	natural طبيعي يورانيم	enriched بډای شوئ يورانيم	depleted غريب شوئ يورانيم
U – 238	99.2739	97.01	99.745
U – 235	0.72	2.96	0.250
U – 234	0.0057	0.03	0.005

که چيرته په غريب شوي يورانيم کې نور ايزوتوپونه لکه يورانيوم دوه سوه شپږ ديرش U^{236} او پلوتونيم دوه سوه نهه ديرش Pu^{239} ورګډ شوي وي کوم چې د هستوي بټۍ د سونګ موادوسوځيدل شوي پاتي برخه تشکيلوي (Burrnt nuclear fuel) نو دروغتيا په اړوند ديورانيوم وسلې اند يښني نورى هم زياتيږي. دبېلګه په ډول نړيوالوخيرنو(UNEP) په ډاګه کړه چې هغه سرګولۍ چې د (1994-1999) کالونوپه موده کې د بالکان په جګړه کې استعما ل شوي دي د يورانيوم دوه سوه شپږ ديرش ځانګړې اکتيويتي اندازه په يوه کيلو ګرام کې د شپيته زره بېکارېل(60000 Bq/kg) او دپلوتونيوم ځانګړې اکتيويتي په يوه کيلو ګرام کې د دوولس بېکارېل څخه هم لوړه وه.

په غريب شوي يورانيوم کې درادیو ايزوتوپوسليزې برخې په لاندې ډول ليکلای شو:

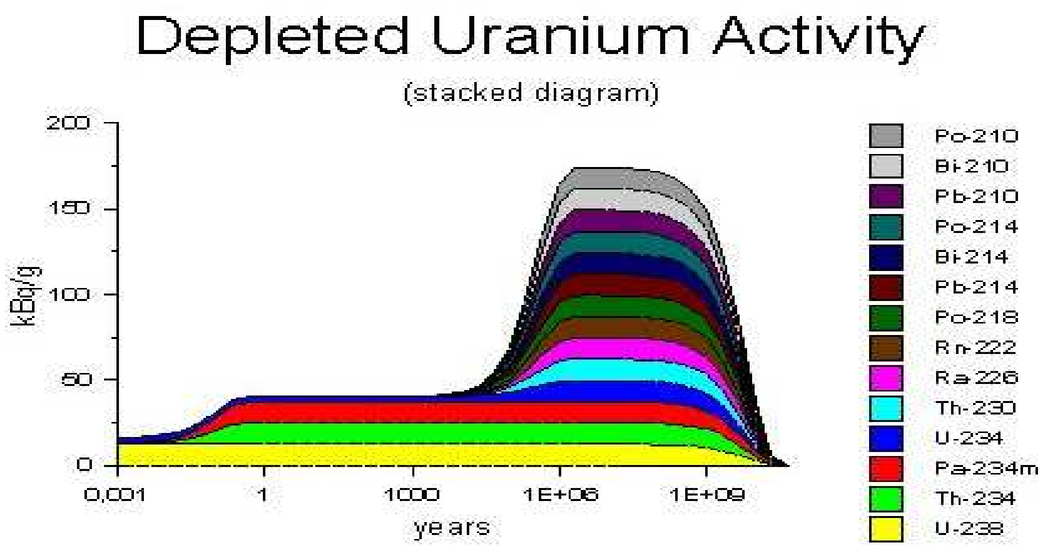
- ☑ ديورانيوم دوه سوه اته ديرش U-238 سليزه کچه مساوي ده له: 99,745%
- ☑ ديورانيم دوه سوه پينځه ديرش U-235 سليزه کچه مساوي ده له:0,25%
- ☑ ديورانيوم دوه سوه څلورديرش U-234 سليزه برخه مساوي ده له: 0,005%

په سل کي دوزبرخه	اغیزمن دوز Sv/g DU	دوزضریب Sv/Bq	سلیزه %	مخصوصه اکتیویتي Bq/g	نیمایي وخت $T_{1/2}$	دراديواکتیو عنصرنوم Radionuclid
83,74 %	$9{,}940\times10^{-2}$	8×10^{-6}	99,80	$1{,}245\times10^{4}$	$4{,}468\times10^{9}$ کاله	U-238
0,08 %	$9{,}6\times10^{-5}$	$7{,}70\times10^{-9}$	-	-	24 ورځي	Th-234
1,15 %	$1{,}4\times10^{-3}$	$8{,}5\times10^{-6}$	0,2	$8x10^{4}$	$7{,}04\times10^{8}$ کاله	U-235
15 %	$1{,}8\times10^{-2}$	$9{,}4\times10^{-6}$	$8{,}2\times10^{-4}$	$2{,}3\times10^{8}$	$2{,}45\times10^{5}$ کاله	U-234
100 %	120 mSv		100 %			مجموعه

۲۸ - جدول: په یوه ګرام غریب شوي یورانیوم کي (1g Depleted Uranium =1g DU) داغیزمن دوزکچه یوسلوشل ملي سیورت ته رسیږي (H_{eff} = 120 mSv) . په داسي حال کي چي د عادي وګړو لپاره په یوه کال کي دنړیوال روغتیا سازمان له خوا داغیزمن دوز لوړه کچه یو ملي سیورت (1 mSv) ټاکل شوي ده.

دغریب شوي یورانیوم دتجزیي کړنلاره

په ۷٦- شکل کي د غریب شوي یورانیم دتجزیي کړنلاره د وخت په تابع سره ښودل شوي ده چي د یورانیوم وسلوپه جوړولو کي ورڅخه کار اخیستل کیږي.



۷٦- شکل: په عمودي محورکي دیوه ګرام غریب شوي یورانیوم اکتیویتي (Depleted uranium) په واحد د کیلو بیکارېل او په افقي محورکی د کالونو شمیر ښودل شوئ دی. دلږ څه یوکال نه وروسته یورانیوم په توریم (Th-234) او پروتاکتینیم (Pa-234) تجزیه کیږي اودالفا وړانګو په څنګ کي د بیتا او ګاما وړانګي هم خپریږي. د یوملیون کالونو دتیریدلو څخه وروسته دتجزیه شووعنصرونو

اکتيويتي يوسلو اتيا زره بيکاريل ته پورته ځي. دا په دی مانا چي په يوه ثانيه کي يوسلو پنځوس ذره الفا، بيتا او ګاما وړانګي خپريږي.(32)

يادونه: په پورتني ګراف کي يو مليون داسي ليکل شوي دي.
1E+06 = 1000 000

دنوموړي شکل څخه څرګند يږي چي دځومياشتو څخه وروسته دغريب شوي يورانيوم (Depleted Uranium) ايزوټوپ په دوه نورورادېو اکتيو عنصرونو لکه توريم (Thorium-234) اوپروتاکتينيم (Protactinium-234) باندي اوړی چي دبېتا هستوي وړانګي خپروي. ديوه کال څخه وروسته دغريب شوي يورانيم دواړو ايزوټوپو لکه U^{235} او U^{238} اوهمدارنګه د توريم اوپروتاکتينيم ديوه ګرام راديو اکتيويتي تر پنځوس ذره بېکارېل پوری پورته ځي. دنوموړوعنصرورادېواکتيويتي ترلس زرو کالوپوري ثابت او په خپل حال پاتي کيږي. وروسته له لږڅه يوملېون کالو څخه کښ شميرنور نوي راديواکتيو عنصرونه منځ ته راځي چي اکتيويتي يي ددې مودې نه وروسته د يورانيم سره په تعادل حالت کي پاتي کيږي او دالفا، بيتا او ګاما وړانګي خپروي. دنوموړي مودې څخه وروسته دپيدا شوو راديو اکتيو عنصرونواکتيويتي اعظمي قيمت ځانته غوره کوي اويه يوه ګرام کي لږ څه دوه سوه کيلو بېکارېل پورې(200 KBq/g) رسيږي. په دغه موده کي نوي راديو اکتيو ايزوټوپونه لکه راديم Ra، رادو Rn ، پولونيم Po، سرپ Pb، بيسموت Bi منځ ته راځي خو په اخير کي په يوه ثابت عنصر سرپ دوه سوه لس Pb-206 باندي اوړي. دنوموړي شکل په شي اړخ کی دهغو راديو اکتيو عنصرونو نومونه ليکل شوي دي چي د يورانيوم د تجزيي په کړنلاره کي منځ ته راځي.

دلږ څه يو مليارد کالونو څخه وروسته غريب شوئ يورانيم نورنه تجزيه کيږي او په يوه ثابت ياني په وړانګو نه خپروونکي عنصرسرپ ياني پلوم بوم (Plumbum =Pb-206) باندې اوړي او له دي کبله دغريب شوي يورانيم د تجزيي په لړکي يوازي نوموړئ اخرنی عنصردی چي روغتيا ته کوم خطر نه لري. دپورتني تحليل څخه دا پايله ترلاسه کيږي چي دروغتيا په تراودغريب شوي يورانيم خطرپه اوسني وخت کي دومره نه بلکه په راتلونکي اوږده موده کي ديرزيا ت اټکل کيږي اوله دي کبله داند يښني وړدی.

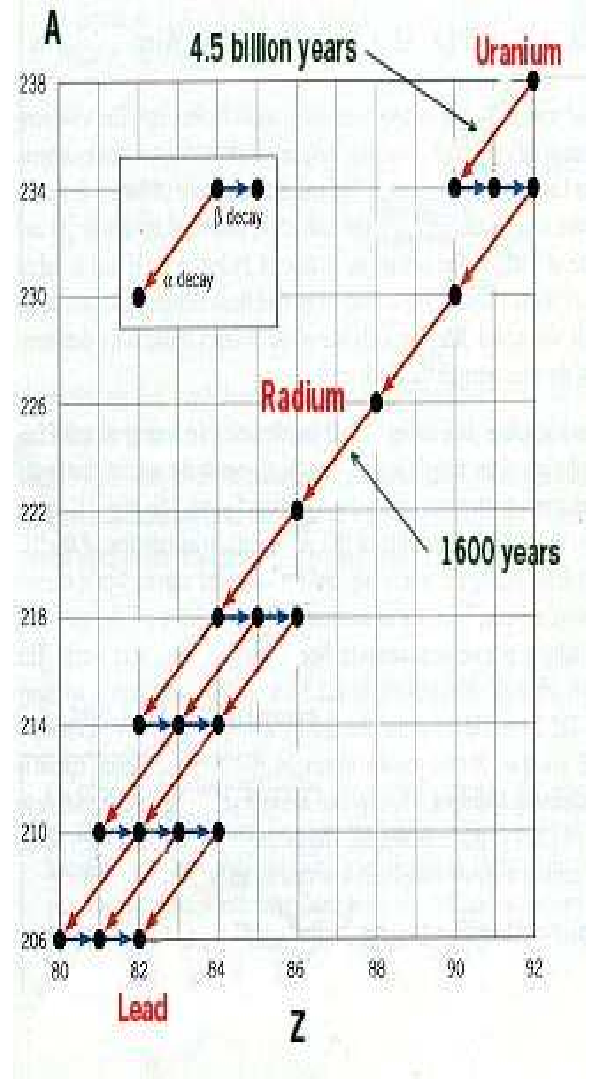
دالفا ذرې په خپريدلوسره ديورانيم دوه سوه اته ديرش کتلي شميره A دځلوروپه واحد او د پروتونوشميره Z ددوه واحدو په کچه راټيټيږي. د بيلګه په ډول دراديوم هسته يوه الفا ذره خپروي نو دکتلي شميره يي ددوه سوه شپږويشت A = 226 څخه دوه سوه دوه ويشت A= 222 او دپروتونو شمير يي د 88 =Z څخه 86 = Z ته رالويږي. دا په دی مانا چي په الفا تجزيه کي د پيدا شووهستوکتلي شميره دګراف کيني خواته خوځيږي.

په ۳۰- **جدول** کي ديورانيوم دتجزيي په ترڅ کي د پيل څخه تراخيره پوری د تولوپيدا شوو راديواکتيو عنصرونونومونه، خپرېدونکي وړانګي او نيماي فزيکي عمر ښودل شوي دي.

دیورانیم تجزیه	ورانګي	فزیکي نیمايي وخت	ایزوتوپ

Uranium-238 Decay Series

Nuclide	Half-Life	Radiation *
U-238	$4.468 \cdot 10^{9}$ years	alpha
Th-234	24.1 days	beta
Pa-234m	1.17 minutes	beta
U-234	244,500 years	alpha
Th-230	77,000 years	alpha
Ra-226	1,600 years	alpha
Rn-222	3.8235 days	alpha
Po-218	3.05 minutes	alpha
Pb-214	26.8 minutes	beta
Bi-214	19.9 minutes	beta
Po-214	63.7 microseconds	alpha
Pb-210	22.26 years	beta
Bi-210	5.013 days	beta
Po-210	138.378 days	alpha
Pb-206	stable	-



۳۰- جدول: دیورانیوم دوه سوه اته دیرش ایزوتوپ دتجزیي په لړکي ګڼ شمیر نور نوي رادیواکتیو عنصرونه منځ ته راځي چي په زرګونو کالو نیمایی عمرلري او دالفا او بیتا ورانګي خپروي. په نوموړي تجزیه کي دیوه عنصرڅخه بل عنصر جوړیږي اوپه اخیر کي په یومستقریا ثابت عنصرسرپ دوه سوه شپږ Pb-206 باندي اوړي.

دجدول چپي خوانه بنی خواته عمودي ستنی عبارت دي له: دعنصرنوم Nuclide، فزیکي نیمايي عمر (Half-Life) او دوړانګوډول (Radiation) رانبیي

☜ دسلوزرو کالونوڅخه وروسته دغریب شوي یورانیوم دوه سوه څلوردیرش اکتیویتي اته دیرش او همدارنګه د توریم دوه دیرش اکتیویتي د یورانیم سره برابر کیږي. او ددوه ملیونو کالو څخه وروسته د ټول ایزوتوپونه رادیو اکتیویتي سره برابر او یو اعظمي قیمت ځانته غوره کوي چي په ملیاردونو کالونو پوری په همدی حال پاتي کیږي.

دغريب شوي يورانيوم كيمياوي خواص

كه چيرته دغريب شوي يورانيوم فلز په دومره كوچنيو توټوويشو چې د پودراويا اوړو بڼه ځانته غوره كړي نود تودوخي په نورمال درجې كې هم داوبو، هوا اواكسيجن سره يو كيمياوي مركب جوړوی او په خپل سر اوراخلي. كله چې د كاربون داي اكسايد او نايتروجن سره يو ځاى شي نو سم دلاسه يوه غټه او زوروره كيمياوي چاو دنه منځ ته راولي. دنوموړو خواصو له كبله دغريب شوي يورانيوم فلزڅخه په يوځي برخه كې په سرګوليواو د چاوديدونكو موادوو په موخه هم كاراخيستل كيږي.

دغريب شوي يورانيوم سرګولى

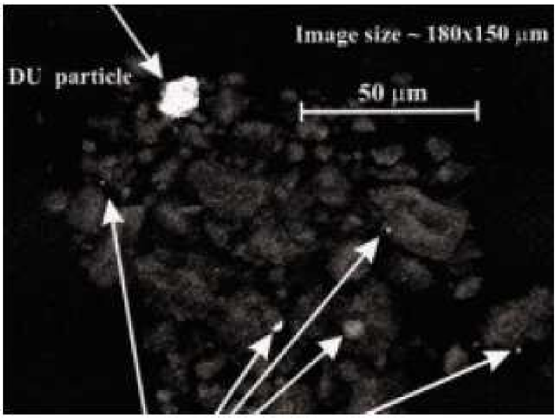
په ۷۷- شكل كې د يورانيوم څوډوله سرګولى ښودل شوې دي چې د نړيوال اتومي انرژۍ سازمان له خوا په پخوانى يوګوسلاويا كې موندل شوي دي.

داكسريزفلوريسنس ديديكتوراوالكترون ميكروسكوپ په مرستته سره د يورانيوم سرګولي كوچني زرې دوېكتورونوپه څوكه ښودل شوېدي.غتوالى يې لږ څه يو سلو پنځوس مايكرومتر ته رسيږي.

په لاندې عكس كې ديورانيوم در ې ډوله سرګولي ښودل شوې دي.

DU ammunitions used during the Kosovo conflict.
Credit: A. Bleise/IAEA.

Images of DU particles (light areas) obtained by Scanning Electron Microscope equipped with an Energy Dispersive X Ray Fluorescence detector.
Credit: P. Danesi/IAEA.



۷۷- **شكل:** ديورانيوم سرګوليو څو ډولونه ښودل شوي دي چې د پخوانی يوګوسلاويا په جګړه كې كارول شوې او د نړيوال اتومي انرژۍ (IAEA) تر څيړنې لاندې نيول شوې دى.

دپام وړ: كله چې يو سوكه ياني حرارتي نيوترون ديورانيم دوه سوه پينځه ديرش(U-235) هستې ته ورننوځي ، نود يورانيم دوه سوه شپږ ديرش(U-236) په لوړه كچه هيجاني منځنى هسته منځ ته راځي، چې ډېر لنډ عمرياني لس په طاقت د منفي څوارلس ثاني (10^{-14}) څخه وروسته دالفا وړانګوپه خپرولوسره په كرېپتون (Kr-89)، باريم (Ba-144) اودوه نيوترونو تجزيه كيږي.

☜ تجربو ښودلې ده چې دیورانیوم سرګولې کله چې د الوتکې څخه و شړل شي اوپه نښه وه نه لګیږي نودهغوی ګن شمیر سرګولی د ځمکې پرمخ اویا د ځمکې لاندی او یا په کورونو کې خښې پاتې کیږي. که چیرته د نومړو سرګولیو سره کوچنیان تماس پیداکړي نوهغو ی ته د خطریوه ډکه سر چینه کیدلای شي. دا ځکه چې د تماس ډوز اندازه یې داتومې انرژۍ نړیوال سازمان (IAEA) له خوا دوه ملې سیورت په یوه ساعت (2mSv/h) کې اټکل شوئ دی(72).
دا په دې مانا چې دنړیوال کمیسیون ICRU د سپار ښتنې سره سم دعام ولس لپاره دوړانګو کلنی لوړه کچه چې یو ملې سیورت په کال کې ټاکل شوئ ده د نیم ساعت څخه وروسته پوره کیږی

☜ نن ورځ د یورانیوم وسلو څخه دټانکونوپه جوړولو کې هم کاراخیستل کیږي. د بېلګه په ډول دټانکونو باندنې پوښ دیوی ساندویچ په شکل جوړوي. یانې دساندویچ دمنځ په برخه کې یورانیوم او باندنی دواړه برخې یې بل فلزتشکیلوي. د داسې ډول ټانکونو سره دبدن تما س د لویانو خوپه تیره بیا د کوچنیانو روغتیا ته ډیر ګواښ دی.

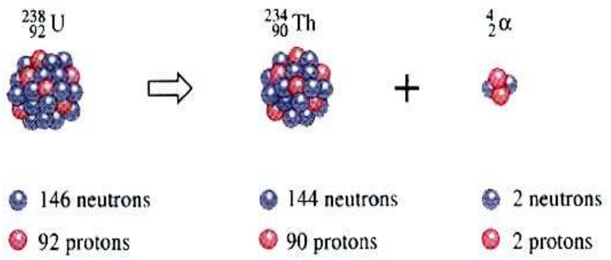
که فرض کړوچې دیوی سرګولی سرعت یو زرو پینځه سوه متره په ثانیه او وزن یې پینځه کیلو ګرام وي نود چاودنې انرژی یې د تی ان تي TNT په واحد په لاندې ډول لا س ته راځي.

$$\frac{1}{2}\, m.v^2 = \frac{1}{2}\,(5kg)\,(1500m/s)^2 = 5{,}6\ MJ = 1{,}4\ kg\ TNT$$

* **ځواب:** لږ څه یونیم کیلو ګرام تی ان تي او یا پینځه نیم میګا ژول.

دغریب شوي یورانیوم پوځي استعمال

څرنګه چې د غریب شوي یورانیم څخه کوم چې دهستوي بټی د فاضله موادو څخه تر لاسه کیږي د روغتیا په تړاوخطر لرونکي وړانګې لکه دالفا، بیتا او ګاما هستوي وړانګې خپریږي نو له دې کبله د ژوندانه په ورځنې عامو او صنعتي برخو کې کوم کټور کار نه شي اخیستل کیدای. خوددی لپاره چې د غریب شوي یورانیوم فلزڅخه یوه اقتصادي ګټه تر لاسه شوې وي نو د 1991 م کال څخه را پدې خوا د نړی ګن شمیر هیوادونه دنومړي خطر ناک فلزڅخه د یورانیوم وسلې په جوړولو کې کار اخلي. دبیلګې په ډول دغریب شوي یورانیوم څخه په پوځي برخه لکه په الوتکو، ټانکونو، سرګولیو(Warheads) اوتوغندیو BGM-105 Tomahawk-Cruise Missiles په جوړښت کې د یوه ډیر کلک اودرانده فلزپه صفت کاراخیستل کیږي. دیوه یورانیوم هستې تجزیه په لاندې ډول ده.



☜ غريب شوئ يورانيم د پوځي وسلو لپاره خورا مساعد دی چې د يوې خوا يی د او سپني په پرتله بيه ډيره ټيټه ده او دبلی خوايي ځانګړې کثا فت داوسپني په پرتله لږځه دری ځله او دسرپو(Pb) په پرتله لږ څه دوه ځله لوړ دی. دهمد ې لوړ کثافت ګټه په دې کې ده چې د يورانيم سرګولۍ دهغوی د سرعت سره سم چې لږ څه يونيم کيلو متر په ثانيه (1,5 km/s) کې قيمت لري په ډيره اسا نۍ سره دپوځي الوتکو، ټانکونو او نوروهغوپوځي وسلو څخه چې د او سپنې او يانورو فلزاتوڅخه جوړې شوي وي تيريدلاې شي او هغوی بيخي د منځه وړي.

نن ورځ يوډول نوي بمونه هم شته دي چې د سمڅ بمونه يا سنګر بمونه ورته ويلای شو (Bunker Bomber) چې دهغوی په سرګولۍ کې هم غريب شوي يورانيم ورګډ شوئ وي. کله چې نومړې سرګولۍ په يوه پوځي نښه لکه په پربنو، ډبرو، کانکريت کورونو اونوروشيانوباندې ولګيږي نوپه هغوی کې تر لس ګونو متروپورې ژوره ننوتلای شي. د يورانيوم وسلو يو بل ځانګړی خاصيت دادی چې کوم وخت ديورانيوم سرګولۍ په نښه ولګيږي نوهلته دومره زياته تودوخې منځ ته راوړي چې تودوخې يی تر دری زرو درجودسانتي ګراد پورې (3000 C°) پورته ځي او بيا د لارې په اخري برخه کې چوي. د يورانيوم په سرګولۍ کې يوکمپيوتري سيستم نښلول شوې وی چې په هر ه مايکروثا نيه ياني ديوې ثانيې په يومليونمه برخه کې د ځمکې لاندې د طی شوي لاری موادو کثافت کچه مرکزي کمپيوترته د الکترومقناطيسي څپو په مرسته خبرورکوي. څرنګه چې د ډبری کثافت، د خاوری کثافت او د هوا کثافت د يوه بل سره تو پير لري نو د مرکزي کمپيوتر له لارې ياني ريموټ کنترول په مرسته سره سړی کولای شي چې داسې يو کمپيوتري پروګرام مخ تر مخه وټاکي چې د يورانيوم سرګولې کله اوپه ځمکه کې څومره ژوره وچوي. د بېلګه په ډول که چيرته د يوه غره په منځ کې يوه سمڅه او يا په جګړو کې د خلکود خوندي ساتلو لپاره تر ځمکې لا ندې يو غار کيندل شوئ وي نو هلته خوخا مخا هوا موجوده ده نو د سنګر بم په استعمال سره د همغه غارد هوا کثافت دکمپيوتر په مرسته اندازه کيږي او په همغه ژوروالي کې بيا بم چوي. دنومړو وسلو بل خاصيت دادی چې دچاودنې سره سم دهمغه چاپيريال ټول اکسيجن اوراخلي او د تنفس کولو لپاره هيڅ اکسيجن نه پاتې کيږي.

دپوځي وسلو پيژندونکی انګريز مسلکي کارپوه ډای ويليامز (Dai Williams) په ګوته کوي چې په افغانستان کې کارول شوې سرګولۍ لکه (GBU-28) يونيم ټن غريب شوئ يورانيم لري. ديوې غټې سرګولې لکه Big BLU لږ څه لس ټنه وزن لري. نومړئ کارپوه په افغانستان کې د غريب شوي يورانيوم کچه لږ څه يوزر ټنه اټکل کوي(2).

دچاپيريال ککړتيا (Environment contamination)

څرنګه چې ديورانيوم وسلوڅخه ايونايز کوونکې وړانګې لکه الفا، بېټا او ګاما وړانګې خپريږي نوله دې کبله دچاپيريال ټولواوسيدونکو، نباتاتو، ځنګلونو اوحيواناتو ته په تيره بيا په راتلونکو څوکالونو کې دخطر يوه غټه سرچينه ګرزيدلاې شي. داځکه چې دانسانانو ، نباتاتو اوڅارويو حجرې ديورانيوم وسلو کيمياوي اووړانګيزو زهرجنوناوړواغيزوله کبله دتل لپاره زيانمنې کيږي.

په هغه سيمه کې چې د يورا نيم وسله وکارول شي او سرګولۍ يې په نښه (Target) ولګيږي نوسمد لا سه يې د چاودنې انرژي په حرا راتي انرژی بد ليږي. دپورتني بېلګه سره سم دنومړې انرژي کچه لږڅه يونيم کيلو ګرام ټي این ټي TNT قيمت لري. په دې ترځ کې دومره ډيرتودوخی منځ ته راځي

چې درجه يې دڅو زرو سانتي ګراد څخه هم اوړي او په پايله کې د اور يوه لمبه او را ديو اکتيوغاز

ورڅخه پورته کیږي. دغه غاز یا ایروزول (Aerosol) چې دیورانیوم اکساید (UO2) نه حل کیدونکي کوچنۍ زرې او بڅرکي پکې دي د یو ما یکرو متره یاني دیوه متر یوپه یوملیونمه برخه او یا په بل عبارت د یوه سر ویښته په کچه پنډوالی لري او په آسانی سره دتنفس له لارې بدن ته ننوتلای شي چې په پایله کې داوسیدونکوپه روغتیا او همدارنګه په چاپېریال باندې ناوړه اغیزې لري. په نوموړې کړنلاره کې دغه را دیو اکتیوغازد باد په مر سته سره هرې خوا ته خپر یږي او په اخیر کې د چاپړ یال تول ژوندي اونه ژوند ي شیان لکه نباتات، څاروي، انسانان، اتموسفیر او د ځمکې مخ په راد یو اکتیو موادو ککړ کیږي. که چیرته انسانان، حیوانات، خزنده , نباتات او دچا پریال نور هر اړخیز ژوند سوري د یورا نیم وسلو رادیواکتیو مواد تنفس کړي او یا د اوبو او خوراک له لارې د هغوی جسم ته ور ننوځي نود ډیرو پوهانو په نظرد یورانیوم وسله دچاپېریال هر اړخیزو نوموړوژوندیو شیانو لپاره به په راتلونکوڅوکالونو کې د خطر یوه غټه سرچینه وګرځي . په پایله کې ددې احتمال هم شته دی چې په اوږده موده کې د چاپیریال په طبیعي اقلیم اواوبو هواکې هم داسې بدلون راشي چې ځنګلونه، د څاروي ځایونه او نبا تات او بوټي به د منځه ولاړ شي. داځکه چې د یورانیم وسلودرادیواکتیو موادوفزیکي نیمایي عمرخلورنیم ملیارده کالو ته رسیږي. نیمایی عمرهغه وخت ته وایي چې په هغه کې دتاکلي پخواني وخت رادیواکتیو عنصراندازه نیمایي کچې ته را ولویږي. که چیرته دیورانیوم کوچنۍ زرې تنفس شي نو ترډیروکالونوپورې په بدن کې پاتې کیدای شي.

- د بیلګه په ډول په سږی کی دیورانیوم بیالوژیکي نیماي عمردوه کاله نه تر شپاړس کالونوپورې رسیږي. داپه دې مانا چې وروسته له شپاړسو کالونوڅخه دیورانیوم نیمایي برخه د بدن څخه وځي اونیمايي برخه یې په بدن کې پاتې کیږي.

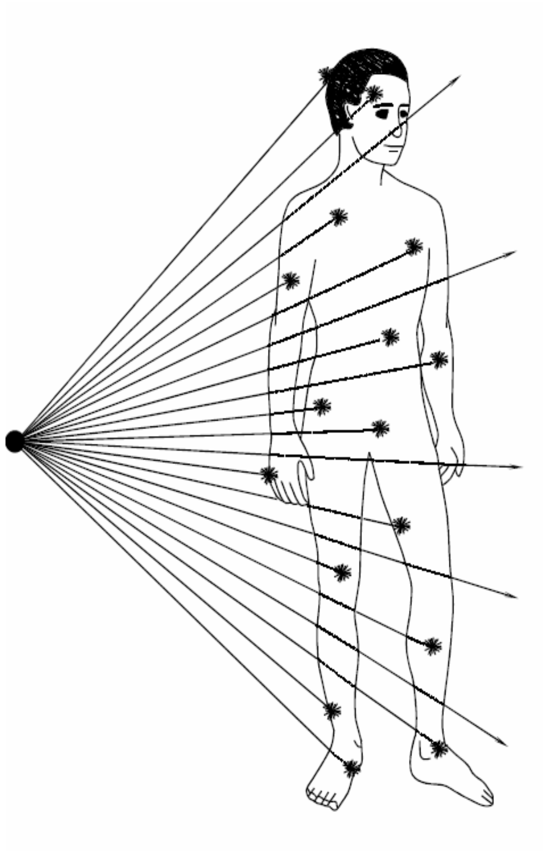
- دغریب شوي یورانیوم فزیکي نیمایي وخت څلورنیم ملیارده کاله دی. دا په دې مانا چې د نوموړي وخت څخه وروسته بیا هم دلومړي وخت په پرتله نیمایي اکتیویتي پاتې دی او له دې کبله هغه سیمې چې دیورانیوم وسلې پکې خورې ورې شوې او په رادیو اکتیف مواد ککړې شوې وي تر زرګونو کالونو پورې هم په نوموړې عنصر ککړې پاتې کیږي او د روغتیا لپاره دخطریوه سرچینه ګرځیدلای شي.

بهرنۍ وړانګې (External Radiation)

بهرنۍ وړانګې هغو وړانګوته ویل کیږی چې د یوې رادیو اکتیو سرچینې څخه د بهر نه د یو چا په بدن ولګیږي او هلته خپله انرژي د لاسه ورکړي. دبېلګه په ډول کله چې دیورانیم یوه سرګولۍ په نښه ولګیږي نودچاودنې په پایله کې د یورانیوم فلزکوچنۍ زرې هرې خوا ته خپریږي اویوه برخه یې دځمکې پرمخ پریوځي او بله برخه یې دراډیواکتیوګرد په شکل د باد اوهواد فشار په واسطه هرې خواته خوځیږي. دیورانیوم نوموړي شیندل شوي رادیو اکتیو مواد د ګاما ، الفا او بیتا وړانګې خپروي چې دچا پیریال لپاره د خطر سرچینه ګرزیدلای شي.

لومړی: دګاما وړانګې

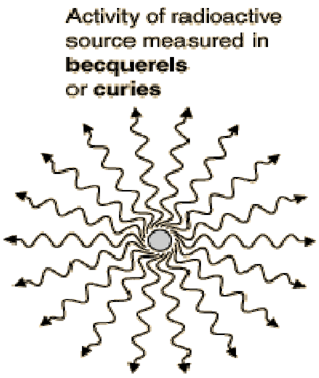
په ۷۹- شکل کې د یوې بهرنۍ رادیو اکتیوسرچینې ګاما وړانګې ښودل شوې دي. دنوموړي سر چینې څخه دګاماوړانګې خپریږي اوبیا د یوچا په ټول بدن باندې لګیږي. دغه ډول وړانګو ته بهرنۍ وړانګې ویل کیږی دا ځکه چې د لیرې واټن څخه هم انسانا نو، څلور پښیو او نباتاتو ته رسیدلای شي او له دې کبله دخطر سر چینه ګرځېدلای شي.



دګاماوړانګو سرچينه

Gamma Source radation

ديوې راديو اکتيوسرچينې
اکتيويتي په واحد د کيوري
يا بيکاريل



۷۹ـ شکل: کله چې چاپيريال ديورانيوم په راديواکتيو موادو ککړشي نوددغې سرچينې څخه يوازې د ګاما وړانګې کولای شي چې داوسيدونکووګړوته زيان ورسوي اوپه ټول بدن باندې ولګيږي.

که چيرته دځمکې مخ په راديو اکتيوموادوککړ وي نومعادل ډوز H په واحد دملي سيورت په ثانيه د لاندې معادلې څخه تر لاسه کولای شو.

معادل ډوز = دډوز ضريب (mSv m^2) × دځمکې ککړه سطحه (Bq/m^2)

$$H\ (mSv\ s^{-1}) = Dose\ faktor\ (mSv\ m^2) \times Surface\ activity\ (Bq\ /m^2)$$

په پورتنې معادله کې دډوز ضريب ديوه مترمربع ځمکې سطحې څخه دوړانګو انرژي ډوز په واحد ملي سيورت mSv ماناورکوي. نوموړئ قيمت د نړيوال سازمان ICRP د خپرونوڅخه اخيستل شوې دی او دهر يوه ايزوتوپ لپاره ځانګړی قيمت لري. د بيلګې په ډول د سيزيم ايزوتوپ لپاره نوموړئ ضريب mSv m^2 $0{,}39\times10^{-12}$ قيمت لري.

* **پوښتنه**: په ۱۹۸٦ م کال کې دچرنوبیل هستوي پیښه منځ ته راغله اودالمان په جنوبي سیمه کې دځمکې په یو مترمربع سطحه باندې د سیزیم رادیو اکتیوایزوتوپ درې زره بېکاریل اکتیویتي اندازه شوه. دمعادل دوزکچه په یوه مترارتفاع کې څومره ده؟ یادونه: (1Bq = 1/s)

* **حل**:

$$3000\ Bq/m^2 \times 0{,}39\times10^{-12}\ mSv\ m^2 = 117\times10^{-9}\ mSv/s = 0{,}04\ mSv/a$$

* **ځواب**: په یوه کال annual = a کې دیوه متر مربع ځمکې څخه څلوېښت مایکرو سیورټ ګاماوړانګې خپرېږي. دنوموړې بېلګه څخه ښکاري چې د بدن لپا ره د بهرنیووړانګو خطرکچه د پام وړنه ده.

دویم: دالفا او بېټا وړانګې

څرنګه چې په هواکې دالفا وړانګو اود بېټا وړانګود خپریدلو واټن Range د څو سانتي مترو څخه نه اوړي نو له دې کبله دیورانیوم نوموړو وړانګوخطر دلیرې واټن او د بهر خوا څخه خورا لږ اټکل کیږي. خو که چېرته د یورانیم سرګولی کوچنۍ زرې په پوستکې کې ځښې پاتې شي اویا د یوه پرهار یاني دبدن ټپي شوي برخې، تنفس اوخوراک دلار ې بدن ته ننوځي نودالفا او بېټا و ړانګو خطر دګاما وړانګو په پرتله څو ځله ډیرږي.

دځمکې د سطحې څخه کیدلای شي چې د یورانیم کوچنۍ زرې د ځمکې لاندې ژورو اوبو لکه څاه، کاریز، ویاله ، سرچینه اونورو ته لاره پیداکړي نوبیا ددې امکان شته دی چې د څلور پښیو او نباتاتو څخه جذب شي او بیا بېرته د خوراک او ښکاک دلارې دخلکو بدن ته ورننوځي.

☜ لکه څرنګه چې د لویا نو لپاره د یورانیوم وسله د خطر یوه سرچینه ګڼل کیږي همدارنګه کوچنیان هم دنوموړي عنصر د خطر سره مخامخ دي ، چې د هوا، خوراک او داوبوڅښلو له لارې دهغوی بدن ته ننوځي. په څلورپښیوکې تجربو دا سپینه کړې ده، چې کوچنې څلورپښي د غټو څلورپښیو په پرتله، په وینه کې په لوړه کچه یورانیوم جذب کیږي. همدارنګه تجربو وښودله، چې په دوه ځانو څلورپښیو کې (0,03%) درې په زرو کې نطفې ته یورانیوم وررسیدلی وه، کله چې دغه څلور پښیو ته په لوړه کچه یورانیوم پیچکاري شوي وه. همدارنګه هغه کوچنې څلورپښې، چې د مور شدې یې راودلې اود میندو څلورپښیو ته یورانیم پیچکاري شوې وو، په او لادو کې هم یورانیوم پیدا شو. په داسې حال کې چې په نارینه څلورپښیوکې د سپرم (Sperm) شمېررا ښکته شو.

دهستوي وړانګوځانګړي فزیکي خواص			
مخصوصه ایونایزیشن Ion pairs/cm	سرعت km/sec	په هوا کې دخپریدوواټن Range in air	دوړانګوډول Radiation
20000- 50000	3000-32000	5-7 cm	الفاذره
50-500	دنورسرعت 25-99%	200-800 cm	بیټاذره
5-8	دنورسرعت 300000	دنیما یي پنډوالي کاړول	ګاما وړانګې

دپام وړ:

هرخومره چې په يوه هسته کې دنيوترونواوپروتونوحاصل تقسيم ياني تناسب لړوي په همغه کچه دغه هسته راديواکتيوخاصيت لري او د ا لفا يوه ذره خپروي . دبيلګي په ډول په پولونيم دوه سوه لس کې Polonium-210 ، مخکې له تجزيي څخه يوسلوشپږويشت نيوترونه اوڅلوراتيا پروتونه لري. نوموړئ تناسب مساوي دی له: 1,50 = 126/84 خوکله چې دالفا يوه ذره خپره کړي ياني تجزيه شي نو ديوترونواوپروتونو تناسب يې مساوي دی له: 1,51 = 124/82 دا په دې مانا چې وروستی تناسب دپخواپه پرتله لوړدی او هسته دپخوا په پرتله دانرژي يوه ثابت حالت غوره کړ.

پوښتني (Questions):

۱-۱۰ غريب شوئ يورانيم څه ډول تعريف شوئ دی؟

۲-۱۰ د خليج سيندروم ناروغی Gulfsyndrom څه ډول کلينيکي نبني لري؟

۳-۱۰ د غريب شوي يورانيم فزيکي اوبيالوژيکي نيما يي عمر څومره دی؟

۱۰- ٤ دغريب شوي يورانيم پوځي استعمال او هم ملکي ياني غير نظامي استعمال وښيي؟

۵-۱۰ په چاپيريال کې دغريب شوي يورانيوم کوچنئ ذرې دکومو لارو څخه بدن ته ننوتلای شي؟

۱۰- ٦ د طبيعي يورانيوم اود غريب شوي يورانيم ترمنځ توپير څه دی؟

۷-۱۰ دغريب شوي يورانيوم څخه په لوړه کچه کومې وړانګې خپريږي اوانرژي يې څومره ده؟

شپږمه برخه

یوولسم څپرکی

په روغتیا باندې د وړانګو ناوړه اغیزې

(Health hazards of radiation effects)

سریزه:

د هغې مودې نه چې انسان د ځمکې پر مخ پیداشوی دئ او دنړۍ په هرګوټ کې که ژوند هم کوي دطبیعي وړانګو دخطر سره مخامخ دئ. د طبیعي وړانګویوه غټه سرچینه پخپله لمرتشکیلوي. د بېلګه په ډول د لمر په ننه کې دهیلیم او هایدروجن هستې سره ویلې کیږي (Fusion) اودهغوی د هستوي تعاملاتوپه پایله کې ځمکې ته الکترومقناطیسي وړانګې لکه لمر، د تودوخې وړانګې اوهستوي ذرې لکه پروتونه، نیوترونه او میونونه خپریږي.

داسی اټکل کیږي چې د لمر په ننه کې هره ثانیه شپږ سوه ملیونه ټنه (600 mill tons) هایدروجن هستې سره ویلې کیږي او پینځه سوه پینځه نوي ملیونه ټنه (595 mill tons) هلیم هستې ورڅخه جوړیږي. دلته دا پوښتنه راپورته کیږي چې د هایدروجن دا پینځه ملیونه (5 mill tons) هستې څه شوې؟ دالبرت اینشټاین (Albert Einstein) د فرمول له مخې د لمرپه منځ کې دغه پینځه ملیونه ها یدروجن کتلې کمښت په انرژي بدلیږي اود الکترومقناطیسي وړانکولکه د لمر وړانګو ، دنیوترون زرو اونورو هر اړخیز کوچنیو زروپه بڼه هری خواته خپریږي.

که څه هم د لمروړانګې د ځمکې پرمخ ټولوژوو ته دژوند ي پاتې کیدلوبنسټ تشکیلوي خو بیا هم نوموړې وړانګې او همدارنګه د فضا څخه کازمیکي وړانګې که په ډیره کمه کچه هم دي خوبیا هم د انسانانود روغتیا په تړاودانديښنې وړدي.

د 1896 م کال څخه را پدې خوا ساینس پوهانو ته څرګنده شوې ده چې که د ایونایز کوونکو وړانګو سره سم چلن وه نه شي نو د رادیو اکتیو موادو هستوي وړانګې ځومره چې دناروغیو په درملنه کې ګټورږول لوبوي نوپه همغه کچه د ګټې په څنګ کې روغتیا ته هم د خطریوه ستره سرچینه کیدلای

شي. دبېلګه په ډول کله چې په 1896 م کال کې درادیوم Radium رادیو اکتیو عنصر د پولینډي هیواد یوې فزیک پوهې میرمنې ماري کیوري (Marie Curie) څخه په فرانسه کې دڅیړنو په ترځ کې را برسیره(کشف) شونودنومړې کارپوهې یوبل نامتو فزیک پوه هینري بېکاریل (Henri Becquerel) دمیرمن کیوري څخه هیله وکړه چې درادیوم یوه کوچنۍ نمونه یا سمپل چې د پـېـښـلـبـلنډې (Pechblende) په کریسال کې د مرکب په شکل موجوده وه دتجربو په موخه هغه ته امانت ورکړي. کله چې فروفیسر بېکاریل درادیوم یوه کوچنۍ نمونه د واسکټ په جیب کې کېښودله نو وروسته له شپږو ساعتونو څخه دنومړي کارپوه د بدن پوستکی دیورانیوم رادیو اکتیو وړانګو بیالوژیکي ناوړې اغیزې له کبله وسوځیده او په خوژیدلویي پیل وکړ. ښاغلي بېکارېل سمدلاسه دیورانیوم نمونه بیرته میرمن کیوري ته وسپارله اوورته وه یي ویل:

☜ دستاسو د ښه نیت څخه ډیره مننه خوهغه څه چې رادیوم Radium عنصر پرما باندي وکړه خواه مې ورڅخه ډیره بده شوه. او اوس تا سوته دغه امانت بیرته سپارم.

کله چې په 1895 م کال کې د اکسریز د جرمني فزیک پوه رونتګن له خوا کشف شوې نو شپږ میاشتې وروسته د ناروغیوپه پیژندنه کې ورڅخه کټه اخېستل پیل شوه. خو په 1900 م کال کې د جراحي او رادیولوژي ګڼ شمیر ډاکتران چې داکسریزد استعمال سره یې پوره پام اوسم چلن نه وو کړې دوړانګو په ناروغی اخته او یا ټپي شول.

د نونسمې پیړۍ په لومړیو دوه لسیزو کې دیورانیوم فلز څخه دډیرو شیانود ښایسته ښکارېدلو په موخه لکه هینداره، چینایي لوښي، دغاړې ګانه، قاشق، پنجې اونورو شیانو په جوړولو کې دیوې رنګیز مادې په صفت کار اخیستل کیده. همدارنګه دچلم څکولو هغه برخه چې په خوله کې نیول کیږي دښایست په موخه د یورانیوم فلز څخه جوړه وه. د څو کالونو څخه وروسته دا څرګنده شوه چې هغو کارګرو چې په فابریکو کې یې کارکولاود یورانیوم فلز سره دنومړو شیانو په تولید کې برخه درلوده د لږ څه د یارلسو کالونو څخه وروسته د هډوکو سرطان (Bonesarkome) په ناروغی اخته شول. دا ځکه چې درادیم رادیو اکتیو مواد دبدن نورو غړو په پرتله په هډوکو کې زیات جذب کیږي.

نن ورځ په دې کې هیڅ شک نه شته، چې درادیو اکتیو موادو وړانګې که په ډیره کمه کچه هم وي، د سرطان ناروغی دراپارولو (Induction) سبب(لامل) ګر زیدلای شي.

د یورانیوم کیمیاوي او راد یولوژیکي زهرجنې اغیزې

دیورانیوم وسلې رادیو اکتیو ایزوتوپونه د روغتیا لپاره دوه مهم او دیادونې وړ خطرونه لري چې دهر ډول ناروغیود منځ ته راتلو سبب(لامل) کیداې شي. نومړي خطرونه عبارت دي له:

☑ کیمیاوي زهرجنې اغیزې (chemical toxicity)

☑ LD_{50} هغه اندازه کیمیاوي زهرجن موادواویا دوړانګو انرژي ډوز ته ویل کیږی چې ازمویل شووکسانو څخه نیمايي مړه کوي. دنومړي کمیت واحد یوملي ګرام زهرجن مواد دبدن په یوه کیلوګرام کتله باندې تاکل شویدی.

☑ راد یولوژیکي یاني دوړانګو زهرجنې اغیزې (radiological toxicity)

د یورانیوم کیمیاوي او رادیولوژیکي زهرجني اغیزې	
کیمیاوي زهرجني اغیزې (chemical toxicity)	رادیولوژیکي ز هرجني اغیزې (radiological toxicity)
دبدن ځینو غړو دندې نیمګړې کیږي دبیلګه په ډول پښتورګی یورانیوم ډیر زیات جذب کوي چې د التهاب سبب(لامل) ګرځي. Nephritis	د حجرو په کروموزومو کې یورانیوم جذب کیږي او هلته په جنینو کې بدلون راولي چې د سرطان ناروغی احتمال ورسره زیا تیږي

لومړی: کیمیاوي زهرجني اغیزې (Chemical toxicity)

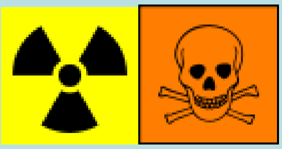
دیورانیوم هستوي وړانګې دبدن په حجرو کې سوماتیک او جنتیک ناوړه اغیزې تر سره کوي. نو کله چې دیورانیوم کثافت اندازه د ټاکلي کچې څخه دبدن په غړوکي پورته لاړه شي په تیره بیا لکه په پښتورګو کې نو دغه غړي خپله دنده په سمه او صحیح توګه نه شي تر سره کولای اود همغه غړي دالتهاب سبب(لامل) ګرځي. یورانیوم لکه سیماب (Hg) ، ارزین (Arsen) ، سرپ (Pb) او نیکل (Ni) یودیر زهرجن فلز دی چې د بدن ډیر وغړو دندې په تیره بیا د پښتورګو کارکول نیمګړی کوي. دنړیوال روغتیا سازمان (WHO) د سپار ښتنې سره سم دعام ولس لپاره په یوه ګرام پښتورګوکې د یورانیوم غلظت (Concentration) اندازه د دریو ما یکروګرام (3μ g) څخه وا نه وړي. دیورانیوم ډای اکساید ایون (UO_2^+) یو ډیرپیاوړی رادیکال دی چې د بیا لوژیکي مالیکولو او غړو په نسجونوکې دبیکاربونات (Bicarbonate) ، سیترات (Citrate) اوپروتینونوسره زهرجن کیمیاوي کمپلکس (Complexes) مرکبونه جوړوي.

- که چیرته پینځه ملی ګرام نه حل کیدونکی یورانیوم (UO_2) تنفس شي نو پایله یې دومره خطرناکه ده چې سړی د مرګ سره مخا مخ کوي او یا داچې پښتورګي د تل لپاره د کار کولو څخه وباسي.

دویم: رادیولوژیکي زهرجني اغیزې (Radiological toxicity)

دروغتیا په تړاو دیورانیوم رادیواکتیو موادو دویمه ناوړه اغیزه دایونایز کونکو وړانګوهغه زیان دی چې دبدن په حجروکې دموتیشن سبب(لامل) ګرزي. کله چې دیورانیوم هستوي وړانګې د بدن په حجرو ولګیږي نو په هسته کې یې د کروموزوموپه جوړښت کې بدلون را ولي چې دغه ډول اغیزې ته موتیشن(Mutation) ویل کیږي اوپه نتیجه کې دسرطان ناروغي لکه دویني سرطان منځ ته راوستلا ی شي. په هغه سیمه کې چې دیورانیوم سرګولی ولګیږي نو سمدلا سه په دغه چاپیر یال کې دایونایز کونکو وړانګو معادل ډوز لس ملي سیورت (10 mSv) چې د طبیعي وړانګو څخه لړ څه پینځه ځله لوړقیمت لري رامنځ ته کیدای شي (33). دنوموړو زهرجنو اغیزو بر سیره، په بدن کې د یورانیوم شته والی، ددې سبب(لامل) ګرځي، چې د بدن ددفاع بنسټیز سیستم (Immune System) کمزوری کړي اوله امله انسان د بیلا بیلو سختوناروغیوسره لاس او ګریوا ن کیږي.

دروغتيا په تړاو د يورانيم زهرجن ډولونه



يورانيم دالفا وړانگي خپروي اونوموړي وړانگي دحجرې په ډي اين اي DNA کې بدلون (Mutation) راوستلای شي. په پايله کې د سرطان ناروغي منځ ته راتلای شي.

يورانيم ډير سخت کيمياوي زهرجن راديواکتيوموادډي چې د بدن مهمو غړوندې په تيره بيا لکه پښتورگې په ټپه دروي او يا دالتهاب سبب(لامل) گرځي.

که په پوره اندازه يورانيوم دتنفس له لارې او يا د خوراک له لارې بدن ته ورننوځي، نو دروغتيا په تړاو دنوموړي عنصر کيمياوی اوراديولوژيکي زيان احتمال ډير لوړ اټکل کيږي. داځکه چې ديورانيوم فلز دنورو درندواو زهرجنو فلزاتو لکه کادميم cadmium او سيماب mercury په ډول سخت کيمياوي زهرجن ايونونه اوازاد راديکال لري. د يورانيوم فلز ايونونه دومره کيمياوي زهرجن مواد دي، چې د پښتورگو دنده د فعاليت څخه و باسي اويا دهغوی دالتهاب سبب(لامل) گرځي. دا په دې مانا چې بدن ته ديورانيوم وسلو زيان په لومړي درجه د کيمياوي ذهر نه پيل کيږي او بيا په دويمه درجه ديورانيوم وړانگو زيان دبدن نورو غړوته دانديښني وړدی. ديورانيوم وسلو دوړانگو زرر د کيمياوي زرر په پر تله ډيرکالونه وروسته پيل کيږي او د سرطان ناروغی احتمال يي د هغي سيمي اوسيدونکوته په راتلونکي وخت کې د انديښني وړ دی.

- په دې اړوند بايد وويل شی چې که يو چا ته ديورانيوم وړانگي ورسيږي نو دوړانگو زررلکه دسرطان ناروغی سمدلاسه منځ ته نه راځي، بلکه په کالونو اوکالنو وروسته ترا برسيره کيږي. په داسي حال کې چې ديورانيم کيمياوي زرر سمدلاسه پيل کيږي

دوړانگو لوړ ليمبټ چې د روغتيا په تړاو ادا نديښني وړ نه دی د وړانگو څخه د ساتني نړيوال کميسيون(International Commission on Radiological Protection = ICRP) له خوا ټاکل شوي دی. دنوموړي سازمان لخوا دوړانگو اعظمي انرژ ي دوز ليمبټ دعام ولس لپاره په يوه کال کې يو ملي سيورت **1 mSv** او دهغو خلکو لپاره چې په مسلکي توگه دراديو اکتيو موادو سره بوخت او سروکارو لري شل ملي سيورت 20 mSv ټاکل شوئ دی.

- دنړیوال روغتیا سازما ن له خواداسي اټکل کیږي چې که شل زرو کسانو ته یو ملي سیورت وړانګي په یوه کال کي ورسیږي، نو هغه اضافګی خطر چي د یو ملي سیورت وړانګو سره تړ اولري او د سرطان ناروغی منځ تا راوستلاي شي، نو د شل زرو کسانو څخه به یو تن مړشي. په داسي حال کي چي په طبیعي توګه سره دعام ولس د پنځو تنو څخه که څه هم هغوی ته وړانګي ورر سېدلي نه وي د نا څرګنده علت په اساس د سرطان ناروغی څخه یوتن مړ کیږي.

دوړانګو نه دځان ساتني نړیوال کمیسیون ICRP له خواد یو بیو کینیټیک موډل په مرسته سره یوه ریاضي شمیرنه دغریب شوي یورانیوم (DU) لپاره تر سره شوي، چې په لاندنی جدول کی ښودل شوئ ده. نوموړئ جدول موږ ته جوته وي چي په کومه اندازه یورانیوم بدن ته دتنفس او خوراک له لارې د اجازي وړ دی، تر څو د نوموړي عنصر کیمیاوي زیان لیمټ دیوی خوا او د رادیولوژیکی زیان لیمیټ دبلي خوا تر پښو لاندي نه شي. دروغتیا نړیوال سازمان WHO په خوراکي موادوکي دیورانیوم کچه په لاندي ډول سپارښتنه کوي.

- دیورانیوم کیمیاوي زیان لوړ لیمیټ کچه 3µg/g دری مایکرو ګرام یورانیم په یوګرام پښتورګوکي ټاکل شوئ دی.
- کله چي ټول بدن په متجانس ډول په وړانګو رنا شي نو دیورانیوم وړانګو اغیزمن انرژي ډوزپه یوه کال کي د یو ملي سیورت (1 mSv) څخه وانه وړي.
- دیورانیوم کثافت د بدن په هر کیلو ګرام وزن اویوه ورځ کي دصفرعشار یه پینځه مایکروګرام (0,5 µg) څخه وا نه وړي
- دتنفس په یوه متر مکعب هوا کي د یورانیوم کثافت د یو مایکرو ګرام یاني د ګرام یو په ملیونمي برخي څخه وا نه وړي ($1\ \mu g/m^3$)
- کوچنیانو ته د څښاک داسي اوبه ورکړ شي چي یورانیوم پکي هیڅ نه وي او دلویانو لپاره دڅښاک په یو لیتراوبوکي دیورانیوم لوړلیمیټ د یوه مایکروګرام دوه په لسمه برخه 0,2 µg/liter ټاکل شوئ دی
- په ټول بدن کي د یورانیوم کچه پینځه په لس مایکروګرام په یوه کیلوګرام نسجونوکي او یا په بل عبارت دیرش مایکرو ګرام په ورځ کي30 µg/day 0,5µg/Kg وانه وړي

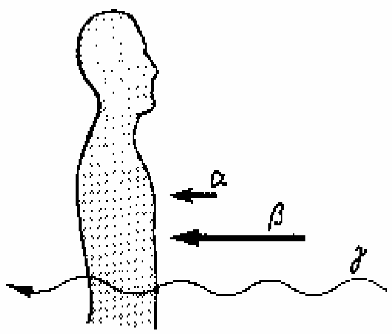
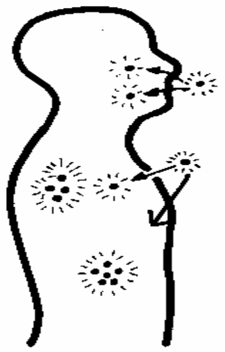
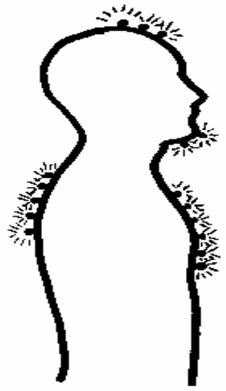
په طبیعت کي د ځواکونو(قواو) پیژندل شوي ډولونه		
دغبرګون ساحي ډول	نسبي زوروړتوتیا	
ګراویټون Graviton	10^{-39}	دځمکي جاذبه قوه Gravitational force
بوزون Boson	10^{-7}	کمزوری قوه Weak force
فوتون Photon	10^{-2}	الکترومقناطیسي قوه Electrom. force
ګلوون Gluon	1	زوروره قوه Stronge force

Route of intake بدن ته ديورانيم د ننوتلو لار	بدن ته ديورانيوم هغه اندازه ليميټ چي غلظت يي د پښتورګي په يوه ګرام نسجونو کي درى مايکرو ګرام ته ورسيږي 3µg/mg		بدن ته ديورانيوم هغه اندازه ليميټ چي يو ملي سيورت وړانګي منځ ته راولي 1 mSv	
	کتله (mg)	Activity (Bq) اکتيويتي په بيکاريل	کتله (mg)	Activity (Bq) اکتيويتي په بيکاريل
Inhalation دحل وړ يورانيوم لکه UO_3 ګردونه يا ايرزول تنفس کول	230	3400	32	480
Inhalation د نه حل کيدونکي يورانيم لکه UO_2. ګردونو تنفس کول	7400	110000	11	160
Ingstion د حل کيدونکي يورانيوم اندازه چي دخوراک له لارې بدن ته ننوځي	400	5900	1500	22000
Ingestion د نه حل کيدونکي يورانيوم اندازه چي دخوراک له لارې بدن ته ننوځي	4000	59000	8800	130000

۳۱- جدول: دوړانګو نه دځان ساتني نړيوال کميسيون ICRP له خوا د يورانيوم ترټولو لوړليميټ ښودل شوئ دی، چي دروغتيا په تړاوداندیښني وړ نه ګڼل کيږي. د بيلګه په ډول نوموړي جدول راښيي چي که د خوراک او څښاک له لارى (Ingestion) څلورسوه ملي ګرام يورانيوم (400 mg) بدن ته ننوځي، خو سره دهغي هم په پښتورګوکي د کيمياي زيان لوړ ليميټ 3µg/mg څخه يي قيمت نه اوړي. همدا رنګه که ديو چا بدن ته لږ څه يوزرو پينځه سوه ملي ګرام (1500 mg) يورانيم وړ ننو تلا ي شي بي له دې چي ديورانيم دوړانګو دز يان لوړ ليميټ ياني يوملی سيورت (1mSv) څخه يي قيمت پورته لاړشي.

بدن ته دوړانکودخطرهراړخيزې لارې

ديورانيم وسلي راديواکتيو مواد چې د الفا، بيتا او گاما وړانگې خپروي د مختلفو لارو لکه تنفس (Inhalation)، خوراک (Ingestion) ، ښباک ، د بدن ټپي شوې برخې، اوپوستکي څخه بدن ته دننه ورننوځي اوپه دې ډول د خلکوروغتيا د خطرسره مخامخ کوي.

	۱- بهرنۍ وړانگې (External Radiation) : هغه وړانگې دي چې دباندې خوا څخه په بدن لگيږي. که څوک د يورانيوم سرچينې ته ورنږدې شي نودهغه بدن ته د گاما وړانگو زيان دالفا او بيتا وړانگو په پرتله ډير زيات دی
	۲- د ننه وړانگې (Internal Radiation) : هغه وړانگې دي چې د بدن په ننه کې خپريږي. د بيلگې په ډول کله چې ديورانيوم کوچنۍ ذرې دتنفس، پوستکي، د خوراک او يا ښباک له لارې بدن ته ننوځي. د بدن په ننه کې دالفا او بيتا وړانگو زيان د گاما وړانگو په پرتله ډيرد انديښنې وړدی.
	. ۳- دککړتيا وړانگې(Contamination Radiation): که چيرته دبدن پوستکی ديورانيم په کوچنۍ ذرو اويا راديواکتيوگرد ککړ شي، نو هغه وړانگې چې ورڅخه خپريږي اوپه پايله کې بدن ته ننوځي، دککړتيا وړانگو په نامه سره ياديږي. د پوستکي په مخ ديورانيوم وسلې دالفا او بيتا وړانگو زيان دگاما وړانگو په پرتله ډير زيات دي

۸۰ – **شکل:** بدن ته دپوستکې، دتنفس اود بهر نه دوړانګودننوتلواوجذب کيدلوهراړخيزې لارې ښودل شوې دي.

دبیلګه په ډول که دیورانیوم یوه سرګولی چې قطر یي یو دیرش ملي متر او دوه سوه اویا ګرامه وزن ولري په پوستکي کې ننوځي نو په یوه ساعت کې دانرژي ډوزاندازه یي د دوه ملي سیورت (2mSv/h) څخه هم اوړي . دا په دې مانا چې دپوستکي لپاره داندیښني وړ انرژي ډوز قیمت چې دنړیوال کمسیون ICRP له خواپه یوه کال کې پینځه سوه ملي سیورته 500 mSv/a ټاکل شوئ دی د دوه سوه پنځوس ساعتو څخه وروسته پوره کیږی .دنوموړي سرګولی قدرت دواتړن په مربع سره برعکس کمښت مومي. د بیلګه په ډول دپوستکي څخه په یوه متر واټن کې نوموړئ قدرت یوازې اوه نانو سیورت په ساعت کې (7 nSv/h) قیمت لري . په لیرې واټن کې یوازې د ګاماو ړانکو خطرد اندیښني وړ دئ په داسي حال کې چې دالفا وړانګي په لږڅه یو سانتي متر هوا او دبیتا وړانګي د هواڅو سانتي مترو د تیریدلو څخه بیخي جذب کیږي.

دوړانګوڅخه دساتني نړیوال کمیسیون ICRP د سپارښتني سره سم دعام و لس لپاره کلنی انرژي ډوزکچه 1 mSv یو ملي سیورت ټاکل شوئ لوړ لیمیت هغه وخت پوره کیږی، کله چې یو څوک په یوه ساعت کې لږ څه یو متر مکعب 1cm^3/h هوا تنفس کړي او په همدغه یوه متر مکعب هوا کې د یورانیوم وسلی کثافت باید د یو مایکرو ګرام څخه وا نه وړي (1 µg/m^3). څرنګه چې یورانیوم د پښتورګو لپاره ډیر زهرجن مواد دي، نو د څښلو په اوبو کې دیورانیوم اندازه دنړیوال روغتیا سازمان WHO د سپارښتني په بنسټ د دوه مایکرو ګرام څخه (2µg/Liter) په یوه لیتر اوبوکې وانه وړي.

په روغتیا باندې د یورانیم وسلوناوړه اغیزې په دې پورې اړه لري، چې په نسجونوکي جذ ب شوي انرژي په کومه کچه بیالوژیکي ناوړه بدلون منځ ته راولي. همدا رنګه دبدن حجروته چې کومه انرژي انتقال کیږي، د وړانګو په ډول، دوړانګوپه انرژي، دحجروپه ډول اود تشعشع په موده پورې اړه لري. د بدن هغه حجرې چې د هغوې د ویشتوب کړنلاره یا میتوزپه لوړه فریکونسي سره تر سره کیږي د بیلګه په ډول سپین کرویات، د ها ضمي سیستم حجرې، د کوچنیانو دبدن ټولي حجرې او د مور په نس کې ستریدونکی ماشوم، د وړانګو په مقابل کې دنورو حجروپه اړوند، ډیر حساسیت څرګندوي او له دې کبله هم دسترو یاني بالغو سړیو په پرتله دوه واره زیات خطر سره مخامخ دي.

دبیلګه په ډول که فرض کړوچي دیورانیوم یوه کوچنۍ ذره، چي قطریي ددوه نیم ما یکرو متر2,5µm په اندازه وي او د سریوه وینته سره یوشان ده، تـنفس شي نو دغه کوچنۍ ذره تقریبا په یوه کال کې څلوبینت الفاوړانګي خپروي (40 alpha particles) . هغه اغیزناکه معادل انرژي ډوز چې نوموړې ذره یې په یوه کال کې شاوخوا نسجونوته انتقال کوي له دوه ذره ملي سیورت 2000 mSv/a سره مساوی ده. په داسي حال کې چې د نړیوال روغتیا سازمان WHO له خوا دعامو خلکودټول بدن لپاره، دوړانګو لوړه کچه یا لیمټ په یوه کال کې یوملي سیورته 1mSv/ a ټاکل شوې ده.

بدن ته دوړانګودخطرهراړخيزی لاري په لاندې ډول سره تر څيرنې لاندې نيسو:

لومړی: د تنفس دلاري (Inhalation)

که چاپيريال ديورانيوم په راديو اکتيو ګرد (Aerosols) ککړشي نو دتنفس له لاری لومړی دنومورې ګرديوه برخه سږو ته ورننوځي. ديورانيوم هغه کوچنۍ زرې چې قطريې يومايکرومترسترواله لري يوه برخه يې دلمف نوډ (Lymph node) ته لاره پيداکوي اوبله برخه يې د سږ ي څخه وينې (Blood) ته ننوځي او په دې ډول د بدن هر ځاى ته انتقال يا نې ليږدول کيږي.

- دبېلګه په ډول شپيته په سل (60%) په هډوکو، شپاړس په سل (16%) په سږو، اته په سل (8%) په پښتورګو او پاتې برخه يې د وينې دلارې د بدن نورو برخوته انتقال کيږي.
- که چيرې د يورانيم کوچنۍ زرې د نه حل کيدونکو مرکباتو دډلې څخه وي نو کيداى شي چې نومړۍ عنصر دشپاړسو کالونو څخه هم زياته موده په سږو کې پاتې شي او هلته په زياته کچه انرژي جذب شي.
- ديورانيوم وسلوراديو اکتيوګرد (Aerosols) شپيته په سل کې د U_3O_8 60% او شل په سل کې 20% اکسايد مر کباتو UO څخه جوړدی چې په اوبو کې نه حل کيږي.

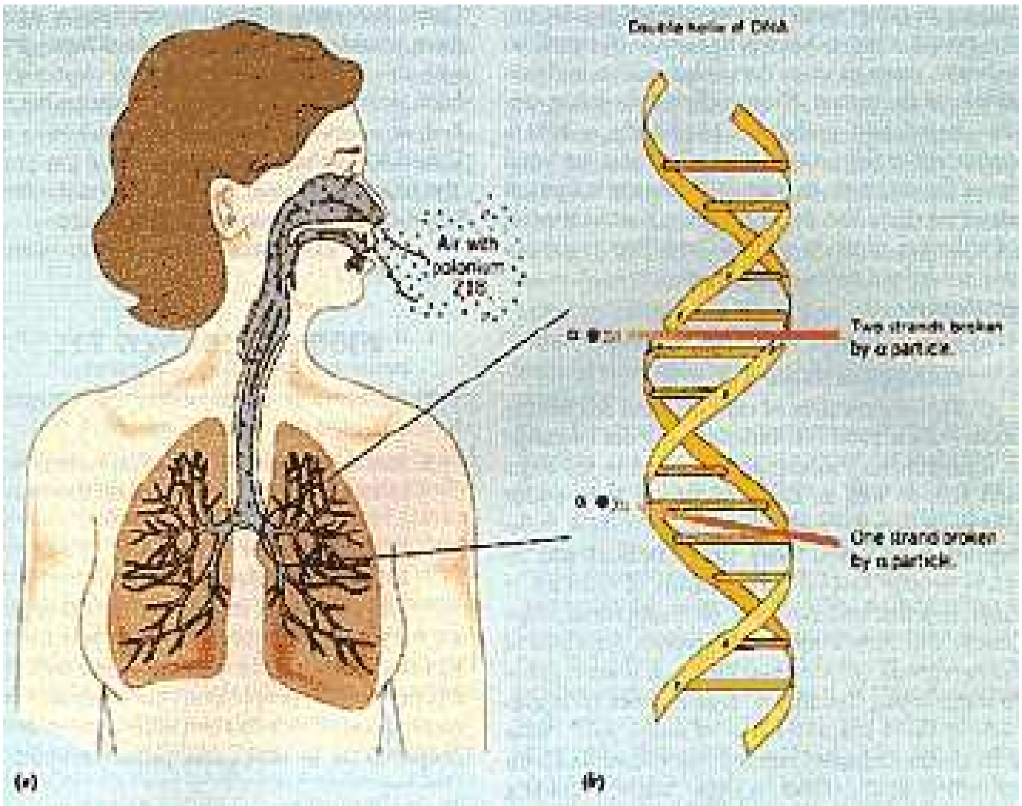
دتنفس له لارې دوړانګومعادل انرژي ډوز H په واحد دملي سيورت په ثانيه (mSv/s) دلاندنی معادلې څخه تر لاسه کيږي.

معادل ډوز = دډوز ضريب (mSv/Bq)×دهواتنفس اندازه (m³/s) ×اکتيويتي (Bq/m³)

$$H\ (mSv\ s^{-1}) = \text{Dose faktor}\ (mSv\ Bq^{-1}) \times \text{Breathrate}\ (m^3\ s^{-1}) \times \text{Activity}\ (Bq\ m^{-3})$$

په پورتنی معادله کې دوړانګو معادل ډوزH په واحدد ملي سيورت اوپه يوه ثانيه کې هغه وخت شميرلای شو، چې دتنفس شوي ايزوتوپ راديو اکتيويتي په يومکعب متر هوا کی راته مالوم وي. دبلې خوا دنړيوال کمسيون ICRP دخپرونې سره سم په يوه ثانيه کې يونورمال بالغ سړي په يوه ثانيه کې لږ څه Breating rate = $6{,}03\times10^{-5} m^3/s$ هوا تنفس کوي . دډوز ضريب هغه فزيکي کميت دی چې ديوه بيکاريل اکتيويتي معادل انرژي ډوزپه واحد د ملي سيورت راښيي. نومړۍ کميت دهر يوه ايزوتوپ اود بدن هر يوه غړي لپاره ځانګړی قيمت لري اوپه نړيوالوخپرونوکې (BMI; 1986) خپور شوۍ دی.

د لوېکېمي (Leukemia) یا دویني سرطان د منځ ته راتللواحتمال هغه وخت زیا ت اټکل کیږي کله چې د یورانیوم کوچني زرې دویني له لارې د لومف سیستم (Lymphsystem) او د پلنو هډوکو لکه پښتی ، د سرهډوکوماز غوته چې هلته سپین او سره کرویات جوړیږي (Bone marrow) ورننوځي او جذب شي.



۸۱- شکل: کله چې دچاپیریال څخه په راديواکتيو موادو ککړ شوې هوا تنفس شي نوبیا وروسته دسږو حجرو په کروموزوموکې د بوکیمیاوي مرکب په بڼه جذب کیږي او هلته دالفا وړانګو په واسطه د ډي.اين.اې. (DNA-Hellix) غبرګ تاوشوئ مزی یا نې هېلیکس پرې کیږي.

- په پورتني شکل کې ښئ خواته د سږي حجرویود ډي.اين.اې. (DNA-Hellix) غبرګ تاوشوې مزې یا نې هېلیکس ښودل شوئ دی چې دالفا وړانګورادیو اکتیومواد تنفس شوي دي.

- د ډي.اين.اې. (DNA-Hellix) پورتنی برخه کې دواړه تارونه او لاندنی برخه کې یو تارد الفا وړانګودغبرګون په پایله کې پرې شوئ دی.

دويني سرطان (Leukemia) :

دسپينوکروياتونا هر ډول ناروغي او بدلون ته، د ويني سرطان ويل کيږي. که څه هم دنومړی ناروغي اصلي علت لا تر اوسه څرګند نه دی، خودکارپوهانو په اند په ډير احتمال سره دخطرفکتورونه (Risk factor) ايوناېز کووڼکي وړانګي (الفا، بيتا، ګاما)، وايرس، باکتريا، څيتوستاتيکا (Cytostatica) او کيمياوي مواد تشکيلوي. دويني سرطان کلينيکي نښې دادي چې دويني جوړونکوسرچينوکي، د يوې خواد سپينوکروياتوشميرد اړتيا نه ډير بيخي پورته ځي او دبلې خوادغه توليد شوي سپين کرويات، ديوخوالې پړاوته نه وي رسيدلي او له دې کبله خپله دنده نه شي تر سره کولای. د ويني جوړونکي سرچيني عبارت دی له:

- د بدن ټول پلنوهډوکوپه ما غزوکي لکه : (red bone marrow) ، لګن خاصره (Iliac Pelvis bone) ، دسيني په پوښتيوکي (Ribs) ، ککرى (Skull) ، د سيني سرپوښتی يا عظم قص (Sternum) چې په ډيره کچه د ويني سره کرويات او همدارنګه سپين کرويات جوړيږي. په پايله کي دويني کمښت، د ايمون سيستم (Imunsystem) کمزورتيا، درنګ سپينوالی او د انتاني ناروغي (Infection disease) منځ ته راځي.

په ۳۲- جدول کي دعام ولس لپاره دځينو راديو اکتيو موادو کلنی لوړلېمېټ ښودل شوئ دي‌چې دنړيوال کميسيون ICRP-61 په پوښپيتمه ګڼه کي خپورشوئ اودروغتيا په تړاو داند ينښي وړ نه دي.

- دتنفس له لارى کلني لوړ لېمېټ: (Annual Limits of Inspiration=ALI)
- دخوراک له لارې کلنى لوړ لېمېټ: (Annual Limit of Ingestion=ALI)

د خوراک لوړ کلنى لېمېټ په واحد د بيکارېل (Bq)	دتنفس لوړ کلنى لېمېټ په واحد د بيکارېل (Bq)	نوکليد Nuclide
7×10^{6}	1×10^{7}	Sodium-22 سوډيم
8×10^{5}	1×10^{6}	Iodine-131 ايوډين
3×10^{5}	300	Plutonium-239 پلوتونيم
3×10^{5}	300	Uranium-238 يورانيوم
1×10^{6}	2×10^{6}	Caesium-137 سېزيم

۳۲- جدول: دعام ولس لپاره دتنفس کولواو خوراک دلارې د راديو اکتيو موادوکلنى لوړليمټ، چې دوړانګو نه دځان ساتني نړيوال کميسيون ICRP-61 له خوا يي سپارښتنه شوې ده.

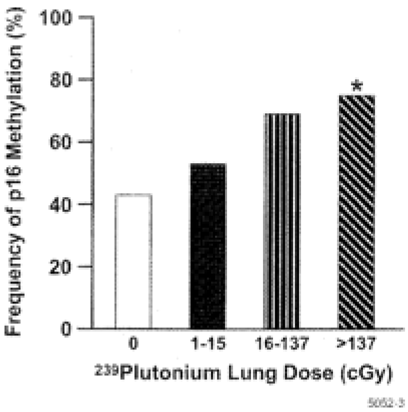
که د یو چا بدن ته رادیواکتیو موادد تنفس او یا خوراک ځښاک له لارې ننوځي، نو دګاما وړانګو زیان د الفا او بېټا وړانګو په پرتله نسبتا کم دی.داځکه چې دګاما وړانګي دبدن څخه د باندې راو تلاږ شي اوداتومونو سره دومره ډېرغبرګون نه کوي.

که چیرته د یورانیوم په وسلو کې د هستوی بټۍ دسونګ فاضله او سوځیدل شوي مواد(Nuclear fuel) ، دانرژۍ دلاس ته راوستلو څخه وروسته وکارول شی، نو دروغتیا په تړاو ډیر دا ندیښنې وړ دي . دا ځکه چې په هستوي بټۍ کې دیورانیم دوه سوه اته دیرش څخه په مصنوعي توګه دیونیوټرن په جزب کولو سره دپلوتونیم رادیو اکتیوایزوتوپ جوړیږي. دپلوتونیم رادیو اکتیویتي دیورانیوم اکتیویتي په پرتله دوه سوه زره واره لوړه ده اوپلوتونیم تر ټولوډیر سخت کیمیاوي زهرجن عنصر دی.

دپلوتونیم الفا وړانګې P16 جین غیر فعال کوی

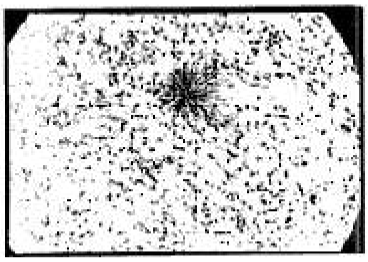
اوسنۍ څیړني په ګوته کوي (77) چې که د پلوتونیم Pu-239 رادیواکتیو مواد تنفس شي نو د سږي سرطان منځ ته راځي (Lung adenocarcinoma). دا ځکه چې دنوموړي عنصر څخه د الفا وړانګې خپریږي او د دې این اې DNA یوه برخه پرې کوی اود موتیشن سبب(لامل) ګرځي (Deletion and point mutation). په ۲۰۰٤ م کال کې دغه څیړنې د روسیې په سل ګونو مسلکي کارګرانوباندې تر سره شوې چې د یورال غرونو په سیمه کې د هستوي وسلو دجوړولو په دستګاه MAYAK کې د ۱۹٤۸ م کال څخه تر ۱۹۷۲ م کال پورې په کار بوخت وو. درې دیرش کاله وروسته دنوموړو کارګرو څخه ګڼ شمیر د سږي سرطان په ناروغۍ اخته شوه. کله چې دسرطان په ناروغۍ اخته مسلکي کارګرود سږو څخه د نسجونمونې د بیوپسي (Biopsy) په کړنلاره سره را وه ایستل شوې نودهیستولوژۍ پلټنو په ډاګه کړه چې د نهم کروموزوم په P16 جین کې، یو ځانګړی موتیشن تر سره شوئ وو. دبلې خوا دا جوته ده چې د P16 جین دتومور دمخنیوي په موخه، یو ډیراړین جین تشکیلوی (Tumor suppressor gene) او دوه ډوله پروتین جوړوی، لکه P16 اوP14ARF . نوموړئ پروتین د یوې حجرې د ویشتوب کړنلاره ترڅارنې او کنټرول لاندې نیسي. نو که چیرته د P16 جین نیمګړئ شي نویوه حجره(ژونکه) کولای شي، چې په خپل سر بې شمیره ډیربښت وموميي اوپه پایله کې د سرطان او یا نورو ناروغیو سبب(لامل) وګرځي. دسرطان په ناروغۍ اخته ټولو مسلکي کارګرو کې د P16 جین غیر فعال شوئ وو، داځکه چې په نوموړي جین کې د پلوتونیم الفا وړانګو په واسطه داسې بیو کیمیاو تعامل تر سره شوئ وو، چې په پایله کې دپروتین ها یدروجن اتومونه د یوه میتول ګروپ په نښلیدلو سره دخپل مرکب څخه بیل شوئ وو. نوموړې کیمیاوي پروسه د میتولیشن (Methylation) په نامه سره یادیږي.

په ۸۱ الف شکل کې د P16 جین د میتولیشن ډیربښت کړنلاره د پلوتونیم الفا وړانګو انرژي ډوز په تابع سره ښودل شوې ده. د څیړنو نتیجې په ډاګه کړه، چې هغه مسلکي کارګران چې د هستوی وسلو په دستګاه کې یې کا ر کړی وو د هغو کنټرول کارګرانو په پرتله چې په یوه داسې ډول دستګاه کې یې کارنه کولو لږڅه څلور ځله ډیر د دسرطان په ناروغۍ اخته دي.



۸۱ الف شکل: د نهم کروموزوم په p16 جین کې د میتولیشن (Methylation) بیوکیمیاوي تعامل دپلوتونیم الفا وړانګو انژی ډوز په تابع سره سم سیخ ډیرښت مومي. دغه څیړنه دروسیې یورال سیمې په هغو مسلکي کارګروتر سره شوې ده چې د هستوی وسلو په یوه دستګاه Mayak کې یې د ۱۹٤۸ څخه تر ۱۹۷۲ م کاله پورې په کار بوخت وو او د۱۹٦٦ څخه تر ۱۹۹۱ م کالونو په منځ کې یانې لږ څه ۱۸ کاله وروسته د سږي ادینوکارسینوم په ناروغی اخته شول. دغومسلکي کارګروته په منځنۍ توګه د ددوه پنځوس سانتي ګری څخه تریوسلودری دیرش سانتي ګرې وړانګي رسیدلي وې. د بیلګي په ډول دالفا وړانګوتر پینځه لس سانتي ګرې(1-15 cGy) پورې د میتولیشن کړنلاره لږ څه یونیم ځل واره د هغو کنترول کارګرو په پرتله چې وړانګي ورته نه وې رسیدلي (0 cGy) پورته ځي (77).

په ۸۲- شکل کې د یوه امریکایي ساینس پوه روبرت ډیل Robert Del Tredici دتجربوپایله ښودل شوې ده، چې په ځینو بیزوګانو او موږکانو باندې یې تر سره کړې دي. نوموړۍ شکل دا په ډاګه کوي، چې دیوې بیزو په سږي کې دپلوتونیم دالفاو ړانګي یوه ذره د اته ځلویښت ساعتو په موده کې په زرګونو حجری تخریب کړې دي چې په پایله کې دیوه تورستوري او یا تور داغ په څیر ما لوم کیږي.



۸۲- شکل: نوموړۍ شکل دیوې بیزو(Monky) دسږي دنسجونوتخریب کچه راښیي چې پینځه سوه واره دیوه میکروسکوپ په مرسته غټ شوې او دالفا وړانګو د زیان په واسطه منځ ته راغلی دی.

(Robert Del Tredici, At Work in the Fields of the Bomb [1987], plate 39; photographed at Lawrence Radiation Laboratory, Berkeley, California, 9-20-82)

* **پوښتنه:** نن ورځ د جګړو په ډګر کې په پراخه کچه داسې وسلې کارول کیږي چې د یورانیوم U-238 څخه جوړې دي. که فرض کړوچې په یوه نوموړې پیښه کې د چاپیریال یوه سیمه په رادیو اکتیو یورانیوم ککړه شوې وي او اوسیدونکو ته دتنفس له لارې پنځوس بېکاریل 50 Bq اکتیویتي دسږوحجروته ورسیږي، نو په نسجونو کې دالفا وړانګي جذب شوې انرژي دګری Gy په واحد څومره اټکل کیږي؟

* **حل:** څرنګه چي د يورانيوم U-238 څخه دخپرېدونکو الفا وړانګوانرژي لړ څه پينځه ميګا الکترون ولټه قيمت لري (E = 5 MeV) اونوموړې ټوله انرژي د لړڅه ديرشو مايکرومترو په واټن 30µm کې، چي د سرې د يوې حجرې د قطر سره برابره ده، دلاسه ورکوي نو دګرې دتعريف څخه په ګټې اخيستلو سره لرو چي: يو ګرې مساوي ده په سرو کي جذب شوي انرژي E ضرب اکتيويتي A تقسيم په يو کيلو ګرام نسجونو .

$$D = \frac{E \times A}{M}$$

دنوموړې موخي لپاره په لومړي پړاو کي دسرې يوې حجرې کتله M = Mass د هغې کثافت ρ ضرب د حجم Volume څخه تر لاسه کوو. داځکه چي کثافت ρ مساوي دې له حاصل تقسيم دکتلي اوحجم (ρ = mass/volume) نوپخپله کتله مساوي ده له حاصل ضرب د حجم او کثاف يا په بل عبارت (M = ρ xV) .

څرنګه چي د سرې کثافت مساوي ده له صفرعشاريه درې ګرام پرسانتي مترمکعب ρ = 0,3 g/cm^3 نو کله چي دحجرې قطر 30µm په طاقت ددرې ونيسو نو د حجرې حجم لاس ته راځي V= (30µm)^3.

دتعريف سره سم د حجرې کتله مساوي ده له :

(ρ × V)= M = کتله = کثافت ضرب حجم

$(\rho \times V) = M = 0{,}3\ g/cm^3 \times (30\ \mu m)^3$

$0{,}3\ g/cm^3 \times (30\mu m) \times (30\mu m) \times (30\mu m) = 0{,}3\ g/cm^3 \times (30)^3 \times (10^{-4}\ cm)^3$

$0{,}3\ g/cm^3 \times (30)^3 \times (10^{-4}\ cm)^3 = 8100 g/cm^3 \times 10^{-12}\ cm^3 = 8{,}1 \times 10^{-9}\ g$

پورتنی شميرنه راښيي چي د سرې يوی حجرې کتلة لړ څه اته نانو ګرام قيمت لري.

څرنګه چي يو بېکارېل داسي تعريف شوئ، چي ګنه په يوه ثانيه کي يوه هسته چوي، نو په دي اساس د يورانيوم يو بېکارېل اکتيويتي په دي مانا چي په يوه ثانيه کي دالفا يوه ذره چي انرژي يي پينځه ميګا الکترون ولټه ده خپريږي او دغه ټوله انرژي بيا په ديرشو مايکرومتره واټن نسجونو کي 30µm کي جذب کيږي . پنځو س بېکارېل په دي ما نا چي په يوه ثانيه کي پنځوس هستي چوي او پنځوس الفا ذرې خپروي (A= 50 Bq). داسانتيا لپاره لومړی پينځه ميګا الکترون ولټه انرژي دنړيوال واحدونوسيستم SI-Units په بنسټ دالکترون ولټه څخه په ژول اړوو.

$1eV = 1,6 \times 10^{-19} Joule$

$5MeV = 5 \times 10^{6}\ eV = 5 \times 10^{6} \times 1,6 \times 10^{-19} J = 8 \times 10^{-13} J$

د سږي په دیرشومایکرومتر نسجونوکې جذب شوي انرژي D مساوي ده له:

$$D = \frac{A \times E}{m} = \frac{50Bq \times 5MeV}{8,1 \times 10^{-9}\, g} = \frac{50 \times s^{-1} \times 8 \times 10^{-13}\, J}{8,1 \times 10^{-12}\, kg} = \frac{400 \times 10^{-13}\, J}{8,1 \times 10^{-12}\, kg} = 0,5 \times 10^{-11} \times 10^{12}\, Gy/s$$
$$D = 5Gy/s$$

$D = 5\ Gy/s$

* **ځواب**: د سږي په یوه حجره(ژونکه) او یوه ثانیه کې پینځه ګرې او په یوه دقیقه کې درې سوه ګرې جذب کیږي. دمقایسې لپاره دیادولووړ ده چې که یوازې شل ګرې په یوه وار ټول بدن ته ورسیږي نو څو ساعته وروسته د مرګ سبب(لامل) ګرزي.

* **پوښتنه**: یو مسلکي کارګردیوه کال په موده کې لږڅه یونیم ملیون بېکارېل $1,4 \times 10^{6}$ Bq رادیو اکټیو سو ډیم Sodium-22 دخوراک او یوسلوشل بېکارېل Bq 120 پلوټونیم Plutonium -239 د چاپیریال څخه تنفس کړې دی. ددغه کارګر په بدن کې داغیزمن انرژي ډوزاندازه څومره ده.؟

* **حل**: څرنګه چې د یوه کارګرلپاره دخوراک له لارې دسوډیم رادیواکټیو عنصرکلنۍ لوړلېمیټ $ALI = 7 \times 10^{6}$ اود تنفس له لارې دپلوټونیم رادیواکټیو عنصرکلنۍ لوړ لېمېټ درې سوه بېکارېل Bq 300 ټاکل شوئ دی نو لروچې:.

$$\frac{1,4 \times 10^{6}\, Bq}{7 \times 10^{6}\, Bq} + \frac{120Bq}{300Bq} = 0,2 + 0,4 = 0,6$$

څرنګه چې دیوه کار ګر دټول بدن لپاره داغېزمن ډوز کلنۍ لوړلېمېټ دنړیوال کمیسیون له خوا شل ملي سیورت 20 mSv ټاکل شوئ، نوهغه ډوزچې درادیواکټیو موادو دتنفس او خوراک له لارې مسلکي کارګر ته ور رسیږي، دنوموړي لېمېټ یوازې لاندنۍ برخه تشکیلوي.

* **ځواب**: دولس ملي سیورت : $0,6 \times 20\ mSv = 12\ mSv$

* **پوښتنه**: دځمکې لاندې په طبيعي ډول سره ځينې راديو اکټيو عنصرونه شته دي چې دطبيعي وړانګو يوه غټه سرچينه جوړوي. دغه راديو اکټيو عنصرونه لکه يورانيوم U-238، پوتاښيم K-40 او راديم Ra-226 دالفا، بيټا او ګاما وړانګې خپروي اودبشر لپاره دخطريوه طبيعي منبع شميرل کيږي. دروغتيا په تړاو تر ټولوخطرناک د رادون ګاز Rn-222 دی، چې د راديم دتجزيې په پايله کې آزادکيږي او دالفا وړانګې خپروي. نوموړئ غازپه کورونوکې دننه راټوليږي اوهمدارنګه په ازاده هوا کې او د ځښلو اوبوکې هم پيدا کيږي. درادون ګاز اکټيويتي په يو مترمکعب کې دځمکې پرمخ او هرهيواد کې توپير لری. دبېلګه په ډول په جرمني کې په منځنۍ توګه سره په يوه مترمکعب هواکې د رادون ګاز اکټيويتي څلويښت بيکاريل ده ($A= 40\ Bq/m^3$). دوړانګو نه دځان ساتنې نړيوال کميسيون ICRP درياضي موډلونوپه اساس يو ثابت اړوونکی ضريب $f = 11$ تر لاسه شوئ چې د يوه کال (a = Annual)په موده کې د يو بيکارل اکټيويتي او يو مترمکعب هواڅخه يوولس مايکروسيورت انرژي ډوز خپريږي. څرنګه چې دالفا وړانګو کواليتي فکتور $Q = 20$ شل اټکل شوي دی، نو دڅلويښت بيکارېل اکټيويتي او ديوه کال په موده کې دتنفس دلارې د اوسپډونکو سرو ته په لاندې کچه انرژي D ډوزز سيږي.

$$D = A \times Q \times f = 40 \frac{Bq}{m^3} \times 20 \times 11 \frac{\mu Sv}{a \times Bq \times m^{-3}} = 8{,}8 \frac{mSv}{a}$$

* **ځواب**: دجرمني هيواد په ځينو کورونو کې لږڅه نهه ملي سيورت انرژي ډوز په يوه کال کې خلکو ته د رادون ګاز دتنفس څخه سږو ته رسيږي.

دويم: دپوستکي او تماس له لارې (Contamination)

که چيرته دبدن پوستکی د يورانيوم وسلوپه راديواکټيف ګرد ککړ شي اوياکومه ذره يې په پوستکي کې ځښه پاتې شي، نوکيدای شی چې د طبيعي وړانګو په پرتله لس ځله زياتي وړانګې په يوه ورځ کې پوستکی ته ورسيږي. په دغه ډول پيښه کې د پوستکي ناروغي احتمال ډيرزيات اټکل کيږي.

- ديورانيوم وسلو هغه سرګولۍ چې دځمکې پرمخ پرتې وي او کوچنيان ورسره لوبې کوي د پوستکي لپاره خورا زيات خطر لري. داځکه چې د يو ساعت څخه ورروسته يې معادل ډوزه يوملي سيورت څخه تر دوه ملي سيورت پورې رسيږي.
- هغه سرګولۍ چې په ځمکه کې ځښې پرتې وي او چاودلې نه وي د هرچا لپاره تر ټولونه زيات دخطرسر چينه تشکيلوي او بايد په فني ډول د مينځه يووړلې شي.
- که چيرته د بدن پوستکی په داسې يوه راديو اکټيو عنصر ککړ (Contamination) شي، چې دالفا وړانګې خپروي، نو دالفا وړانګې نه شي کولای چې د بدن د پوستکي څخه تيرې شي، خو د همغه پوستکي کوچنۍ برخې ته تر څو ګری Gray پورې وړانګې رسيږي.
- ديورانيوم هغه سرګولۍ چې دځمکې پر مخ اويا د ځمکې لاندې ځښې پاتې شوې وي، هيڅ کله په لاس کې وه نه نيول شي.

☜ ديوې نورمال سرګولي چې چاودلي نه وي اووړسره تماس پيداشي نو په يوه ساعت کې دوه ملي سيورت انرژي (2 mSv per hour) د بدن پوستکي ته رسيږي. نوموړې قيمت دعام ولس ديوه کال لوړ ليميټ څخه دوه ځله لوړ دی .

✻ **پوښتنه :** د يوې هستوي ازموينې په پايله کې چاپيريال ته د ايوډين J-131 راديو اکتيو مواد هرې خواته شيندل کيږي. که چيرته د يوه اوسيدونکي د پوستکي يو سانتي مترمربع $1\ cm^2$ سطحه، دنوموړو موادو په يو مېګا بېکارېل اکتيويتي 1MBq ککړاوپه پوستکي کې ننوځي، اوکه په فني توګه دپوستکي څخه ليرې نه شي او دتل لپاره هلته پټ پاتې شي، نو دانرژي ډوز به يې داوږدې مودې لپاره څومره وي؟

د ايوډين راديواکتيو عنصر بېتاوړانګې خپروي چې فزيکي نيمايي وخت $T_{1/2}$ يې اته ورځې ياني يوسلو دوه نوي ساعته ($T_{1/2}$=192 h) اټکل شوې دی.دنوموړي عنصر لپاره د اړوونکي ضريب h_a قيمت لړخه $h_a = 1,2\mu Sv\ cm^2\ h^{-1}\ Bq^{-1}$ ټاکل شوی دی .

✻ **حل:** کله چې دانرژي ډوز قدرت dD/dt انتګرال د وخت ډيل يا صفر نه تر لايتناهي پورې ونيسو، نو تر هغه مودې پورې چې نوموړئ عنصر راديو اکتيوخاصيت ولري، انرژي ډوز D يې دلاندني فرمول څخه تر لاسه کيږي (23) .

$$D = \int_0^{\infty} \dot{D}\, dt = 1{,}44 \times T_{1/2} \times h_a \times \frac{A}{F} = 1{,}44 \times 192h \times 1{,}2 \frac{\mu\ Sv\ cm^2}{hBq} \times \frac{10^6\ Bq}{1cm^2} = 332\quad Sv$$

په پورتنی معادله کې h_a داکتيويتي A اوانرژي ډوزD تر منځ يو اړوونکی ضريب دی کله چې يو سانتي متر مربع سطحه $A= 1cm^2$ په يو بېکارېل Bq ککړه شوي وي.

✻ **ځواب:** .د پام وړ خبره خو داده چې په نوموړي بېلګه کې دايوډين راديو اکتيو عنصر بېتا وړانګې دتصور نه زيات ياني درې سوه دوه ديرش سيورت (332 Sv) انرژي ډوزد پوستکي په يو سانتي متر مربع کې خپروي.

درېم: د خوراک او څښاک له لارې (Ingestion)

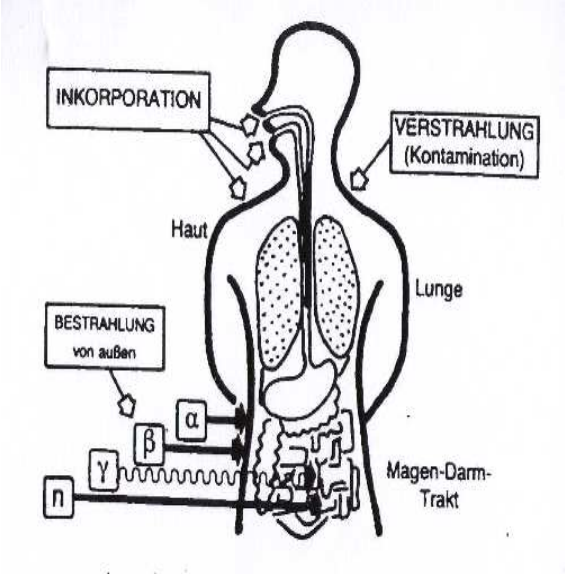
هغه راديواکتيف مواد چې دخوراک او يا څښاک له لارې بدن ته ننوځي، د نوي په سل نه زيات ٪۹۰ د نس له لارې بيرته وځي، نو له دې کبله يې د زيان کچه ټيټه اټکل کيږي.

دخوراک او څښاک له لارې دوړانګومعادل انرژي ډوز H په واحد دملي سيورت په ثانيه (mSv/s) دلاندنی معادلې څخه تر لاسه کيږي. په دغه معادله کې دخوراکي موادو اکتيويتي په واحد د بيکارېل پر کيلوګرام بايد مخکې اندازه شوې وي تر څو وکولای شو د معادل دوزکچه مالومه کړو.

معادل ډوز = دډوز ضریب (mSv/Bq) × دخوراکي موادواکتیویتي(Bq/Kg)

$H\ (mSv\ s^{-1}) = Dose\ factor\ (mSv\ Bq^{-1}) \times\ Activity\ of\ ingestion\ (Bq\ /Kg)$

دپلو تونیم Pu^{239} رادیو اکتیو ایزوتوپ په لوړه کچه په هډوکو کې جذب کیږي او د انجیشن ډوز ضریب یې مساوي دی له: Dose factor = 2,2 10^{-4} mSv/Bq

دپوستکي ککړ کیدل		دتنفس له لارې
رادیواکتیومواد سرږو ته ننوځي		دپوستکي له لارې
د معدې اوکلمو له لارې		بهرني وړانګې لکه دالفا ، بیتا ، ګاما اونیوترون وړانګې

۸۳- **شکل:** دچاپیریال څخه دیورانیوم وسلورادیواکتیو مواد دتنفس، خوراک اوپوستکي له لارې بدن ته ننوتلای شي. نوموړي رادیو اکتیف ګرد یا ایروزول (Aerosol) دالفا، بیتا او ګاما خطر لرونکي وړانګې خپروي.

کله چې دچاپیریال څخه دتنفس، دخوراک، ښناک اویا دپوستکي دلارې رادیواکتیو مواد دسږي بدن ته ورننوځي نود هغوی دبیوشیمي میټابالیزم سره سم د بدن په مختلفوغړو کې وېشل کیږي چې په ۸۳ شکل کې ښودل شوې دی. تجربو ښودلې ده چې یورادیو اکتیو عنصرد یوه نه رادیو اکتیو عنصر څخه د میټابالیزم په اړوند هیڅ توپیر نه لري. دبدن ځینې غړي شته چې ټاکلي عنصرونه په خپلو نسجونو کې دنوروعنصرونو په پرتله ډیر جذب کوي داځکه چې د خپلې دندې د سرته رسولولپاره هموغومره ورته اړتیا لري. د بېلګه په ډول ایودین J-129 او J-131 په تایراید کې، ستړونسیم Sr-90 رادیم Ra-226 پلوتونیم Pu-239 په هډوکو کې اویورانیوم U-233 او رادون Rn- 222 په سږو کې په خورا لوړه کچه

جذب کیږي. نوموړي رادیو اکتیو عنصرونه د هغوی د بیا لوژیکي او فزیکي نیم عمر سره سم د ځوورځوځخه رانیولي تر ډیرو کالونو پورې په بدن کې پاتې کیدای شي. نوموړي مواد په دغه ټوله موده کې رادیو اکتیو وړانګې د بدن په نسجونوکې خپروي چې دسرطان ناروغی د منځ ته راتلو احتمال ور سره سم سیخ ترون لري. دا ځکه چې د سرطان ناروغۍ د منځ ته راتلو موده دشلو کالو څخه تر پنځوس کالوپورې وخت نیسي .

* **پوښتنه**: یو بزګرچې وزن یې لږ څه اویا کیلو ګرام 70 Kg دی د چاپیریال څخه دخوراک له لاريې دبدن په هریوه کیلوګرام نسجونوکې د یورانیوم عنصرU-238 سل بیکارېل مخصوصه اکتیویتي (100Bq/kg) جذب کړی دی. یورانیوم چې یو رادیو اکتیوعنصر دی د الفا هستوي وړانګې خپروي چې حرکي انرژي یې لږڅه پینځه میګا الکترون ولټه ده (5 MeV). نوموړئ عنصر اویا په سل په هډو وکو او دیرش په سل په نسجونو کې جذب کیږي. نوموړئ عنصرد بزګرټول بدن اویوه کیلو ګرام ته دوړانګو څومره انرژي دوز د یوه کال په موده کې رسوي؟
* **حل:** دانرژي دوز قدرت د تعریف سره سم د بدن په یوه کیلوګرام نسجونواو یوه ثانیه کې جذب شوې انرژي مساوي ده له (dD/dt)چې واحد یې ګرې په ثانیه ده(Gy/s) .
 په لومړي پړاو کې پینځه مېګا الکترون ولټه انرژي په واحد د جول J = Joule اړوو نو لرو چې.

$1eV = 1,6 \times 10^{-19}$ J او پینځه مېګا الکترون ولټه لپاره لیکوچې:

$$5\ MeV = 5 \times 10^{6} eV = 5 \times 10^{6} \times 1,6 x 10^{-19}\ J = 8 \times 10^{-13}\ J$$

سل بیکاریل اکتیویتي دا مانا لري چې په هره یوه ثانیه کې دیورانیوم سل هستی تجزیه کیږي او خپله ټوله انرژي یاني پینځه میګا الکترون ولټه په یوه کیلوګرام نسجونوکې جذب کیږي. نوپه یوه کیلو ګرام نسجونوکې دانرژي دوز قدرت مساوي دی له:

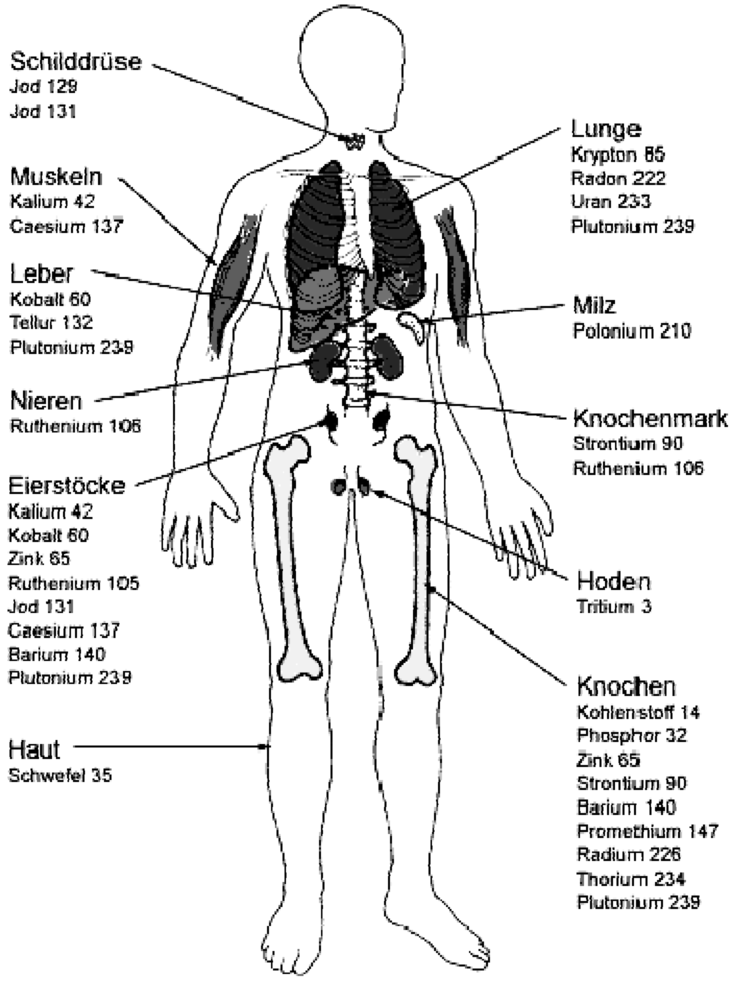
$$dD/dt = (100\ Bq/Kg) \times (8 \times 10^{-13}\ J) = 8 \times 10^{-11} J/Kg\ s = 8 \times 10^{-11} Gy/s$$

څرنګه چې یو ګرې یاني یو ژول جذب شوې انرژي په یوه کیلو ګرام ماده کې (1Gy = 1J/kg) ده اوپه یادولرو چې (انرژي دوز = ددوزقدرت ضرب وخت) او دبلې خواومنو چې یوکال د لږڅه دوه دیرش ملیونوثانیوسره مساوي دی ($a = 3,2\ x10^{7}$ s) نوپه یوه کال او یو کیلو ګرام نسجونوکې د انرژي دوز کچه مساوي ده له:

$$D = 8 \times 10^{-11}\ Gy/s \times 3,2 \times 10^{7}\ s = 2,56 \times 10^{-3}\ Gy$$

D = 2,6 mili Gray

* **ځواب:** دبزګر يو کيلو ګرام نسجونو ته په يوه کال کې لږ څه دوه نيم ملي ګرې (2,5 mGy) انرژي ډوز او ټول بدن ته يې يو سلو پينځه اويا ملی ګرې (175 mGy =2,5× 70) انرژي ډوز رسيږي. دغه انرژي ډوز د طبيعي وړانګوپه پرتله لږ څه پينځه اتا ځله لوړه ده.



٨٤- شکل: د بدن په غړو کې راديو اکتيو ايزوټوپونه يو شان نه بلکه په توپيرسره جذب کيږي. د بېلګه په ډول سټرونسيم Sr-90 اوپلوتونيم Pu-239 په هډوکو اوايوډين J-131 په تايرايد او يورانيوم دوه سوه درې ديرش U-233 ، کريپټون پينځه اتياKrypton-85 او رادون دوه سوه دوه ويښتRn-222 په سږو کې په لوړه کچه جذب کيږي.

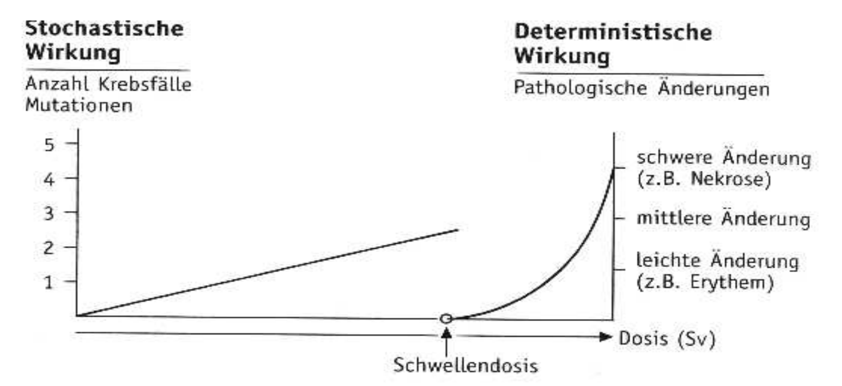
هغه راديو اکتيو مواد چې بدن ته ورننوځي دهغوی معادل انرژي ډوز د تجربو په اساس نه شي ټاکل کيداې بلکه يواځې د رياضي موډلونو په بنسټ تر لاسه کيداې شي. په دغه ډول موډلونو کې د راديو اکتيو موادو فزيکي خواص لکه دوړانګو انرژي، دوړانګو ډول، فزيکي نيمايي عمراوبيالوژيکي نيمايي عمرپه پا م کې نيول کيږي. د بدن په ننه کې دالفا او بېټا وړانګو خطر د ګاما وړانګو په پرتله ډير زيات دی داځکه چې الفا او بېټا وړانګې په ډير لږ واټن کې خپله ټوله انرژي په نسجونوکې دلاسه ورکوي او له دې کبله دهغوی ځايزانرژي ډوز هم ډير لوړ قيمت لري.

په داسي حال کي چي د گاما وړانگي ديوي خوادنسجونو سره دالفا او بيتا وړانگو په پرتله دومره ډير غبرگون نه کوي، او دبلي خوا د بدن د ننه څخه بهرته هم راو تلاي شي. همدا لا مل دی چي يواځي د گاماوړانگي دبدن څخه به هم په آسانی سره د يوه ديديکتور Detector په مرسته سره اندازه کيدای شي.

د وړانگو ډوزاواغيزې ترمنځ اړيکي (Dose-effect relation)

نومورې اړيکي دا په گوته کوي چي که دوړانگو انرژي ډوزکچه مخ په زيا تيدو شي، نوپه پايله کي دټول بدن اويا د بدن په هريوه غړکي دوړانگو بيالوژيکي، کلينيکي اوفزيکي ناوړه اغيزې په څه ډول بدلون کوي. په ۸۵- شکل کي دوړانگواندازه په وا حد د سيورت اوغبرگون اړيکي د ستو خاستيک Stochastic effects او نه ستو خاستيک Determinestic effects اغيزو لپاره ښودل شوي دي.

دوړانگوتصادفي اغيزې Stochastic effects	دوړانگونه تصادفي اغيزې Non-stochastic effects



۸۵- شکل: په عمودي محور کي د پيداشوو سرطان ناروغيو شميراو په افقي محور کي د ايونايز کوونکو وړانگودانرژي ډوزدستوخاستيک (کيڼ اړخ منحني) او نه ستوخاستيک پاتولوژي اغيزې (ښی اړخ منحني) لپاره ښودل شوئ دی (7) .

- ۱- ستو خاستيک اغيزې لکه : موتيش او دسرطان ناروغی
- ۲- نه ستوخاستيک يا ټاکونکي ړومبی اغيزې لکه:

نېکروزې (Necrosis)، د پوستکي التهاب او سوررنگ اخيستل (Erythema)، داوښتانو تويېدل، قی کول (لوستل)، دويني په جوړښت کي بدلون اونور

د وړانګو ستوخاستیک یا تصادفي اغیزې (Stochastic effects)

نوموړئ زیان دوړانګو یوه نابابره اوتصادفي (per chance) اغیزه ګڼل کیږي چي اټکل یې یوازې د احسائیو (شمیرنو) په بنسټ ولاړدی. دا په دې مانا چي څوک وړاند وینه نه شي کولای چي ګوندې دایونایزکوونکووړانګو په اساس به چا ته او کله زیان ورسیږي او یا به وه نه رسیږي. همدارنګه دنوموړې اغیزې د زرر یا ناروغی کچه دوړانګود انرژي ډوزاندازې تابع نه ده، خو دزیان پیښیدلواحتمال او فریکونسي یې دانرژي ډوز سره سم سیخ اړیکې لري. داپه دې مانا، چي دوړانګوستوخاستیک زیان یوه احتمالي او تصادفي پیښه ده. څرنګه چي د وړانګوغځه کچه چي نوموړئ زیان منځ ته راولي هم څر ګند نه ده، نو له دې کبله د نوموړې اغیزې لپاره د ډوز لیمیت یا سرحد کچه هم نه شي ټاکل کیدای.

د بېلګه په ډول ددې احتمال شته دی چي په ډیره ټیټه کچه انرژي ډوز چي قیمت یې دصفر نه تر دوه سوه ملي سیورت پورې رسیږي (0-200 mSv)، هم کولای شي ، چي په راتلونکي وخت کي یوبیالوژیکي او پاتالوژیکي بدلون په نسجونو کي منځ ته راولي. د تیوري له مخې لکه د الفا وړانګو یوه ذره او یا یو فوتون هم کولای شي، چي په بدني حجرو Somatic cell او یا جنسي حجرو Genetic cell کي دومره بدلون یا موټیشن راولي، چي په پایله کي ډیر کاله وروسته په همغه نسل اویا په راتلونکو نسلونو کي دسرطان ناروغی سبب(لامل) وګرځي. خوټول کارپوهان په پوره باورسره ویلای شي،چي دوړانګو ستوخاستیک اغیزې یوازې هغه وخت بې زرره ګڼل کیدای شي، چي دوړانګوانرژي ډوز صفر قیمت ولري، یاني یوچاته هیڅ وړانګې وه نه رسیږي. دوړانګوستوخاستیک زررجنې اغیزې لاندې خواص لري:

- په ډیره ټیټه کچه انرژي ډوز(0-200 mSv) یاني د صفر نه تردوه سوه ملي سیورت په لیمیت کي دوړانګو نوموړي زیان پیښیدلو احتمال ډیردی.
- دوړانګوانرژي ډوزلپاره کوم ټاکلی لیمټ یا سرحد نه لري خو په دې این ای کی موټیشن منځ ته راوستلای شي او له دې کبله د بدن نیمګړی حجرې او یا د جین نیمګړی حجرې جوړیږی. په پایله کي د سرطان ناروغي په اوسني نسل او یا په راتلونکي نسل کي منځ ته راتلای شي
- د زیان پیښیدل یې یوه ناڅاپه او په تصادفي توګه منځ ته راځي او له دې کبله یې وړاند وینه نه شي کیدلای.
- د زیان درجه یې دوړانګودانرژي ډوز تابع نه ده، خو دپیښیدلو احتمال او فریکونسي یې دانرژي ډوز سره سم سیخ اړیکي لري

* **بېلګه:** د بدن حجرو ستوخاستیک وروستی زررلکه دوینې سرطان (Leukaemie) چي دناروغی پیښیدلو لوړه کچه یې لږ څه اته کاله وروسته ده اود کانسر(cancer) نورې ناروغی لکه دسږي، د تایراید او دسینې سرطان اونور چي دپیښیدلو لوړه کچه یې لږ څه شل نه تر دیرش کاله وروسته منځ ته راځي.

* **بېلګه:** د جنېټیک ستوخاستیک وروستی زرر چي دموټیشن په پایله کي ارثي ناروغي لکه دمعیوبو ماشومانو زیږیدل اویا نورې ناروغی منځ ته راځي.

دوړانګونه ستوخاستیک اغیزې (Non-stochastic effects)	دوړانګوستوخاستیک اغیزې (Stochastic effects)
د بدن نسجونو او غړو ته زیان رسیږي	دسرطان ناروغی لا مل ګرځي
په ډیره کمه موده کې لکه ورځې یا اونی څخه وروسته منځ ته راځي	د پرمختګ او غتیدلو ګړنلاره یې یوه ټاکلی اوږده موده لري (Latent time) او ډیرکالونه وخت نیسي ترڅوویېژندل شي
دناروغی سختوالي او زیان کچه د انرژي ډوز سره سم سیخ زیاتیږي	دپېښیدلواحتمال یې دانرژي ډوز سره سم سیخ ډیریږي
د وړانګو انرژي ډوز یو ټاکلی لیمیت لري. د وړانګو زیان هغه وخت را منځ ته کیږي چې دنوموړي لیمیت څخه واوړي	دوړانګوانرژي ډوز لپاره کوم لیمیت نه لري. دا په دې مانا چې په ډیره ټیټه کچه وړانګې هم کولای شي چې بدن ته زیان ورسوي.
هغه وخت منځ ته راځي چې دوړانګو انرژي ډوزیو ټاکلی برید لکه یوسیورت څخه واوړي	دپېښیدلواحتمال یې د صفر اودوه سوه ملي سیورت انرژي ډوز کې اټکل کیږي
دوړانګو انرژي ډوز لیمیت د یوه ټاکلي قیمت څخه را ټیټول د نه ستوخاستیک زرر مخ نیوی کوي	دوړانګو انرژي ډوز قیمت راټیټول یوازې دزرریا تخریب احتمال امکانات کموي

۳۳- جدول: دوړانګو ستو خاستیک (Stochastic) او نه ستو خاستیک یا ډېتر مینیستیک (Deterministic) زیان توپیر ښودل شوئ دی.

دوړانګو ستوخاستیک ناوړه زرر په لاندې ډول بیان کولای شو:

- دحجرې دي این ای DNA ته زیان رسیږي خو حجره(ژونکه) خپله دنده په بشپړ توګه سر ته رسولای شي.
- د لږ څه دوه سوه پنځوس ملي سیورت نه په ښکته اندازه ډوز کې منځ ته راځي (250 mSv).
- دویني سرطان او دبدن د غړوسرطان سبب(لامل) ګرځي
- د انرژي ډوز لیمیټ یې څرګند نه دی . دا په دې مانا چې په ډیره ټیټه کچه وړانګې او یا یوه نیمګړي حجره(ژونکه) هم د سرطان ناروغي سبب(لامل) کیدای شي
- هغه چاته چې وړانګې رسیدلې وي دهغوی څخه په احسا ئیوي توګه ځینې کسان ناروغ کیږي

تجربو ښودلې ده چې د بدن يوه غړي په کتله کې جذب شوې راديواکتيو يتي (Activity =A) او د معادل انرژي ډوز D تر منځ لاندنی اړيکی اعتبار لري

$$D = F \times A \times \frac{T_{eff}}{T_{1/2}}.$$

په پورتنی معادله کې د F توري ته دډوز فکتوروېل کيږي چې واحد يې يو مايکرو کيوري په يو کيلو ګرام (µCi/kg) نسجونوکي ټاکل شوی دی. په نوموړي معا دله کی T_{eff} اغيزمن نيمايي وخت او $T_{1/2}$ فزيکي نيمايي وخت دی چې په خپل وارسره په ورځو d = day او کالونو y = year سره ښودل کيږي.

د يو لړ مهمو راديو اکتيو موادولپاره د نړيوال کميسيون (ICPRU-60) په خپرونه کې دډوز فکتور قيمتونه خپور شوي دي.

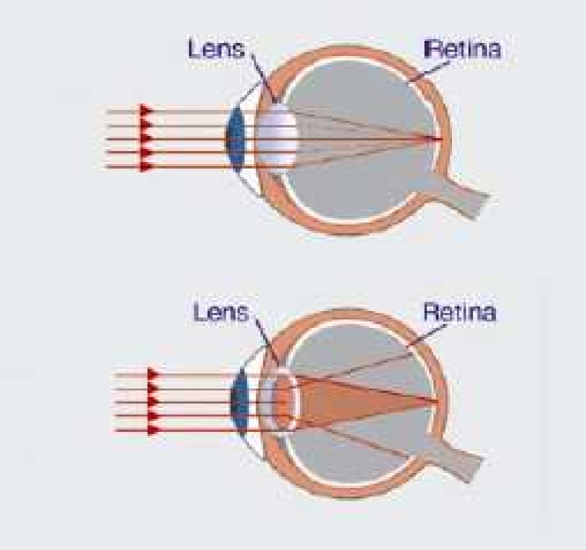
دوړانګونه ستوخاستيک اغيزې (Non-stochastic effects)

دوړانګو نه ستوخاستيک او يا په بل عبارت سره دوړانګو ټاکونکې Deterministic effects ناوړه اغيزې يوه احسائيوي پيښه نه ده، بلکه هغه وخت منځ ته راځي چې د انرژي ډوزقيمت ديوه ټاکلي ليميټ يا سرحد څخه واوړي، نو بيا ددې پړاوڅخه وروسته د پاتولوژي اغيزو په پايله کې د ناروغی د سختوالي کچه د انرژي ډوز سره سم سيخ پورته ځي. دبېلګه په ډول ديوستکي لپاره دغه کچه لړ څه شپږ ګرې (6Gy) څرګنده شوې ده. دنوموړې اغيزې بېلګه عبارت دي له:

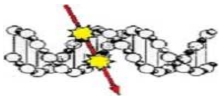
۱-ديوستکي سوروالی (Erythem)

۲- دسترګو دليد کمښت (Cataract).

په ۸٦- شکل کې د وړانګو ناوړه اغيزې د سترګو په کسي (Lens) باندې ښودل شوې دي.



۸٦- شکل: په پا سني شکل کې د يوې روغې سترګې کسی (Lense) د رڼا وړانګې داسې راغونډوي چې د سترګې په څټ پوستکي (Retina) په يوه ټکي باندې فوکس شي. په لاندني شکل کې د کاتارکټ په ناروغی (Cataract) اخته شوې سترګه شودل شوې ده چې ديوې خوا درڼا وړانګې په سم ډول نه



شي را غونډولای او دبلي خوا ځيني وړانګي ګرد سره نه تيروي او هلته جذب کيږي (27). دسترګو کسي لپاره کلنی انرژي ډوزلوړ ليميټ يو سلوپينځوس ملي سيورته(150 mSv = 0,15 Sv) ټاکل شوئ دی. که چيرته د نوموړي برید څخه دوړانګوانرژي ډوز کچه واوړي نو د سترګوکاتاراکټ ناروغی ا حتمال ډير دی.
که چيرته په يوه وار د بدن لس سانتي مترمربع پوستکی ته تر شپږ ګري څخه پورته نه بلکه ښکته انرژي ډوز ورسيږي نو کومه کلينيکي ناوړه اغيزه نه څرګنديږي. خو کله چې د انرژي ډوز کچه شپږ ګري سره مساوي او يا پورته شوه نو دپوستکي رنګ په لوموړي پړاوکي سور ګرځي (Erythem) او که دنوموړي قيمت څخه ډير واوړي نو وروسته پوستکئ سوځي اوپه پياوار يا نېکروز(Necrosis) باندې بدليږي. دوړانګو نه ستوخاستيک ناوړه اغيزې په لاندې ډول لنډولای شو:

- کله چې دانرژي ډوز په لږ وخت کې ديوه ټاکلي کچې څخه پورته شي د بېلګه په ډول لکه دوه سوه پنځوس ملي سيورت (250 mSv) نودړانګو ناروغي منځ ته راځي
- دناروغی سختوالي درجه د انرژي ډوزسره سم سيخ پورته ځي
- يوه تصادفي پيښه نه ده بلکه مخ ترمخه يې دزررکچه اټکل کولای شو. د بېلګه په ډول که سلو تنوته يو سيورت وړانګي ورسيږي نو پنځه تنه د سرطان په ناروغی مړه کيږي(5% per Sv) او په سلوکي ديوه تن 1% per Sv جنسي حجروو سخت ته تاوان رسيږي.

لنــډيــز(Summary)

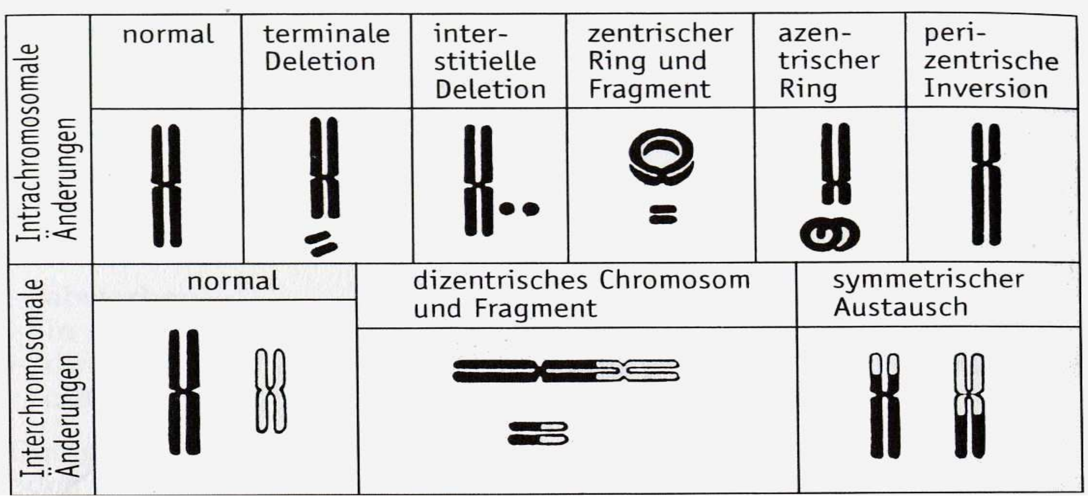
☜ په يوه حجره(ژونکه) کې دوړانګو ناوړه بيا لوژيکي اغيزې په لاندې ډول دي

- ❋ په کروموزومو کې د موتيشن منځ ته راوستل (chromosomal aberration)
- ❋ د سرطان ناروغی را پارول (Induction)
- ❋ په بدني حجرو کې د موتيشن راپارول (induction of somatic mutation)
- ❋ د معيوبو ماشومانوکيدل
- ❋ دحجرې ځان وژني راپارول (induction of cell killing)
- ❋ د بدن دفاع سيستم (Immune system) کمزوری کول
- ❋ دوړانګو ناروغيو منځ ته راوستل
- ❋ نا ځاپي اغيزې د لږڅه دوه سوه پنځوس ملي سيورت (<250 mSv) نه ښکته پيښيږي
- ❋ غير نا ځاپي اغيزې يانې نه ستوخاستيک اغيزي لکه دوړانګوناروغی په پوره با ور سره هغه وخت منځ ته راځي کله چې د وړانګو کچه ددوه سوه پنځوس ملي سيورت نه پورته (>250 mSv) شي.

موتیـشـن (Mutation)

ترتولو ناوړه اغیزه چې راتلونکي نسل ته یې هم دخطراحتمال شته دی هغه وخت پیښیږي کله چې دیورانیوم ایونایزکوونکي وړانګې د بدن په حجرو ولګیږي اودهغوی په هسته کې د کروموزومو په جوړښت او شمیر کې بدلون را ولي. داسی ډول بدلون ته موتیشن ویل کیږي. په ۸۷- شکل کې دکروموزومو داسې هراړ خیز بدلون ښودل شوي دی.

دمرکزنه وتلی سرچپه کروموزوم	دمرکز نه وتلي حلقه	کرده حلقه او یوه ټوټه	لاندنۍ برخه یې پرې ده	دیوه عادي کروموزوم شکل
ددوو کروموزومو تر منځ متناظر بدلون		دوه مرکزه کروموزوم او یوه پرې شوې برخه		دوه نورمال کروموزوم



۸۷- **شکل:** د موتیشن (Mutation) هر اړخیز ډولونه : د شکل پاسنی برخه دیوه کروموزوم په څنډ و او د شکل لاندنۍ برخه ددوو کروموزومو په ننه کی بدلون رانبیي (7) .

سوماتیک اوجنیتیک موتیشن (Somatic and genetic Mutation)

دایونایزکونکو وړانګوزیان په دوه ډوله ویشل کیږي چې یویې د سوماتیک زیان یا بدني زیان اوبل یې د جنیتیک زیان په نامه سره یادیږي.

الف ـ سوماتیک موتیشن: هغه ډول زیان ته وایي، چې دوړانګوناوړه اغیزې یې ژر او یا ورسته په هغه چا کې لیدل کیږي، چې وړانګې یې د بدن حجرو (Somatic cell) ته رسیدلي وي. په داسې حال کې چې دهغه راتلونکي نسل د کوم خطرسره نه مخامخ کیږي. سوماتیکي زیان په دوه ډوله دی.

۱ ـ سوماتیک ژر ورانی:

هغه زیان ته ویل کیږي چي ناوړه اغیزې یې ژر او سمدلاسه لیدل کیږي. دبېلګه په ډول ددوسوملي سیورت نه تر دری سوو ملي سیورته پورې (200-300 mSv) ایونایز کوونکي وړانګې دویني په جوړښت کي سمد لاسه بدلون راولي. څومره چي د معادل ډوزاندازه زیاته وي، په همغه کچه ورانی او زیان هم زیا ت وي. بشر ته دنوموړي ورانی کچه د بدن په رڼا شوې برخه او دیو چا په عمر پورې اړه لري . په ځوانانو او کوچنیانو کي دوړانګو سوماتیک ورانی د لویانو په پرتله ډیردی. دوړانګو ژرورانی دادي :

لکه استفراق، نس ناستی (اسهال)، سرګرزیدل او د ویني سپینو کرویاتو لکه د لمفوځوتو (Lymphocytes) شمیر را شکته کیدل اوداسي نور.

په ۸۸- شکل کي دوړانګو ژر ناوړه اغیزې د سپینوکرویاتو موتیشن په کړنلاره سره ثابت کولای شو.د نوموړو حجرویه کروموزوموکي دیوه مرکزپه ځای دوه مرکزونه (Dicentric chromosom) لیدل کیږي چي درڼا میکروسکوپ په مرسته سره په اسانی سره ازمویل کیدای شي.

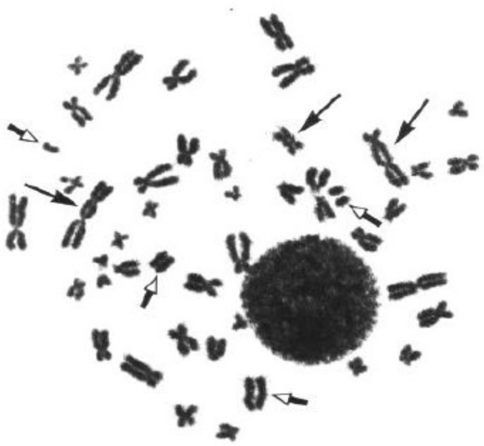
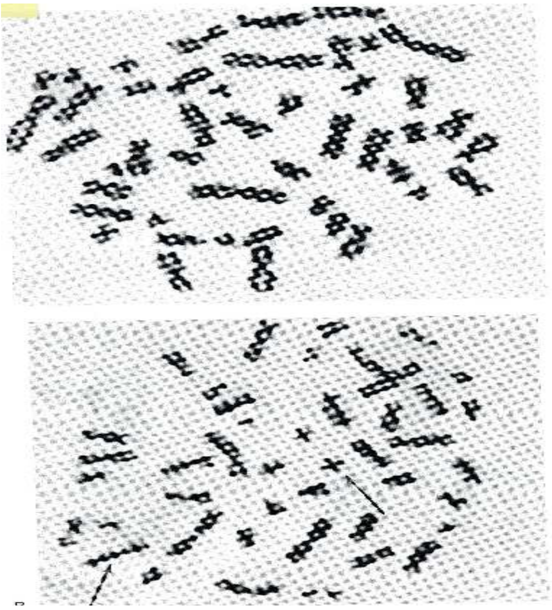


Fig. 10: Dicentric chromosomal aberrations (full arrows) and acentric fragments in the metaphase of a lymphocyte (empty arrows), 52 h after irradiation in the G_0-phase with 3 Gy X-ray

۸۸- شکل: کله چي د میتا فاز Phase G0 په پړاو کي سپینو کرویاتو ته دري ګري اکسریز 3 Gy ورکړل شي نود لومفوسیت (Lymphocyte) په کروموزو مو کي ددوه مرکزونو موتیشن Dicentric chromosomal aberration منځ ته راځي (تور ویکتورونه) او ځیني کروموزومونه بیا په توټوبدلیږي acentric fragments (سپین ویکتورونه) (22).



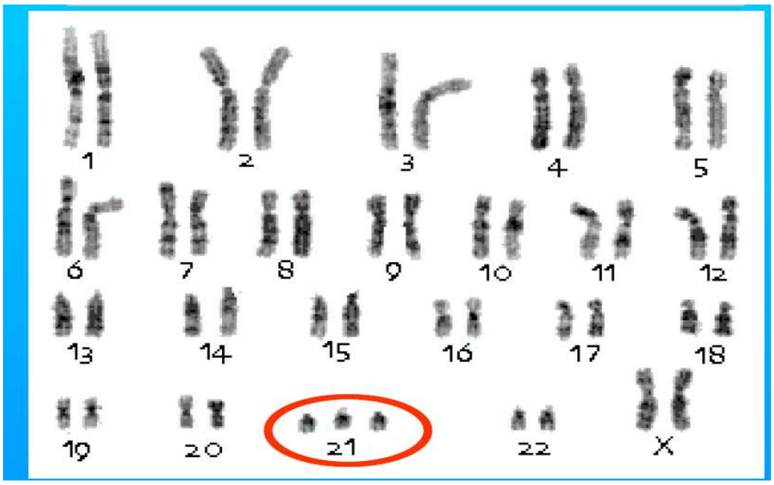
۸۹- شکل: په پاس عکس کې دنورمال کروموزومو د مېتا فاز Metaphse جوړښت ښودل شوی چې هیڅ ډول موتیشن پکې نه لیدل کیږي. په لاندني عکس کې همدغو کروموزوموته داکسریزلړخه دوه ګرې انرژي ورکړشوې ده او پیژندل کیږي چې په یوه کروموزوم کې دوه پلازمیني موتیشن (Dicentric Mutation) پیداشوئ اود یوه بل کروموزوم څخه یوه برخه پرې شوې ده (Deletation). نوموړي موتیشن په اوړدوتور وېکتورونو باندې ښودل شویدي(22) .

۲ـ سوماتیک وروستی ورانی: هغه زیان ته ویل کیږي چې ناوړه اغیزې یې څوکاله وروسته لیدل کیږي. سوماتیکي ورانی دډیرې مودې یا نې کالونو څخه وروسته هم منځ ته را تلای شي. د بېلګه په ډول داندامو شنډوالی، د سترګو نور ور کیدل، دپوستکي سور کیدل، د اوښتانو بایلل، دسږي فیبروز (fibrosis) په نسجونو کې د سوربو منځ ته راتلل، دنسجونو پرسیدل ,(Ulcerattion)اوداسې نورپه غیرسرطاني سوماتیکي زیان کې شمیرل کیږي.

ب ـ جنېتیک یا ارثي موتیشن:

هغه ډول زیان ته وایي چې دوړانګوناوړه اغیزې دبدن جنسي حجرو ته رسیږي او له دې کبله دنوموړي موتیشن زیان هغه چاته چې وړانګې وررسیدلې وې دهغه په راتلونکو نسلو کې هم لیدل کږي. دایونایزکوونکووړانګو نوموړي موتیشن ناوړه اغیزې ډېر داندیښنې وړدي. داځکه چې دیوې ټولنې لپاره دخطریوه لویه سر چینه ګرزیدلاې شي. ارثي سوماتیک موتېشن دوړانګو ستوخاستیک ناوړه اغیزو څخه شمیرل کیږي. دوړانګو ستو خاستیک او نه ستوخاستیک موتیشن چې د هر چا د ژوند په اوږدو کې منځ ته راتلای شي تر ډیره موده پورې پټ پاتې وي اوپه تصادفي ډول دیوه روغ سړي په عادې کنترول کولوکي رابرسیره اووپیژندل شي.

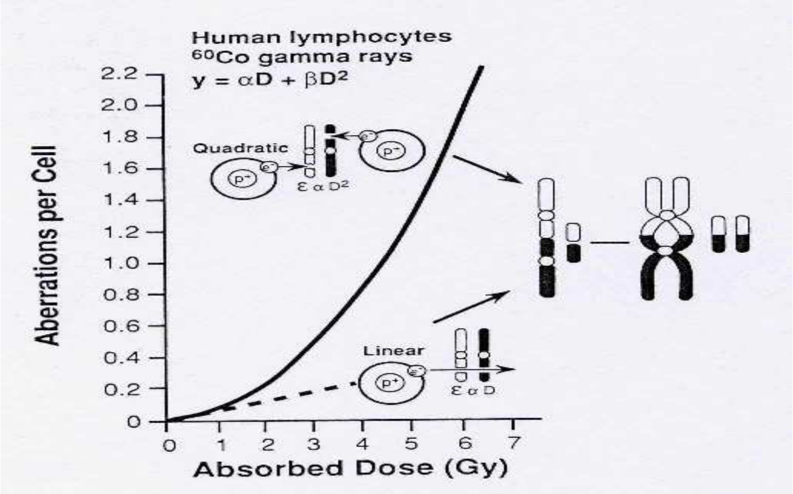
په ۹۰ شکل کې دوړانګوجنتیک موتېشن ښودل شوې دئ، چې د یوویشتم کروموزوم ترې زومی (Trisomie 21) ناروغي سبب(لامل) ګرزیدلی دئ. په دغه ډول موتیشن کې، د بدن په ټولو حجروکې یوویشتم کروموزوم دیوې جوړې په ځای درې واره پیداکیږي.



۹۰- شکل: په پورتني شکل کې دوه ويشت جوړه کروموزومونه د هغوی د غټوالي سره سم په پرلپسې عددونو (شميره) ليکل شوي دي. دايونايزکوونکو وړانګو جنېټيک موټيشن ددې سبب(لامل) ګرځي چې دبدن په حجروکې يوويشتم کروموزوم ددوو کروموزومو په ځای درې ځله منځ ته راځي. دغه ډول ناروغي د ترېزومي (Trisomie 21) په نامه سره يادېږي(27).

تجربو وښودله چې په کرموزومو کې د موټيشن شمير، دوړانګو انرژي ډوز سره تړاولري. د بېلګه په ډول ددې اين اېDNA غبرګ هيلکس دواړومزو پرې کيدل د وړانګو ډوز سره سم سيخ او دنومړې هيليکس يوه مزې پرې کيدل د انرژي ډوز دمربع سره متنا سب دی.

په ۹۱- شکل کې د انرژي ډوز او په يوه حجره(ژونکه) کې د موټيشن شمير ښودل شوی دی(23).

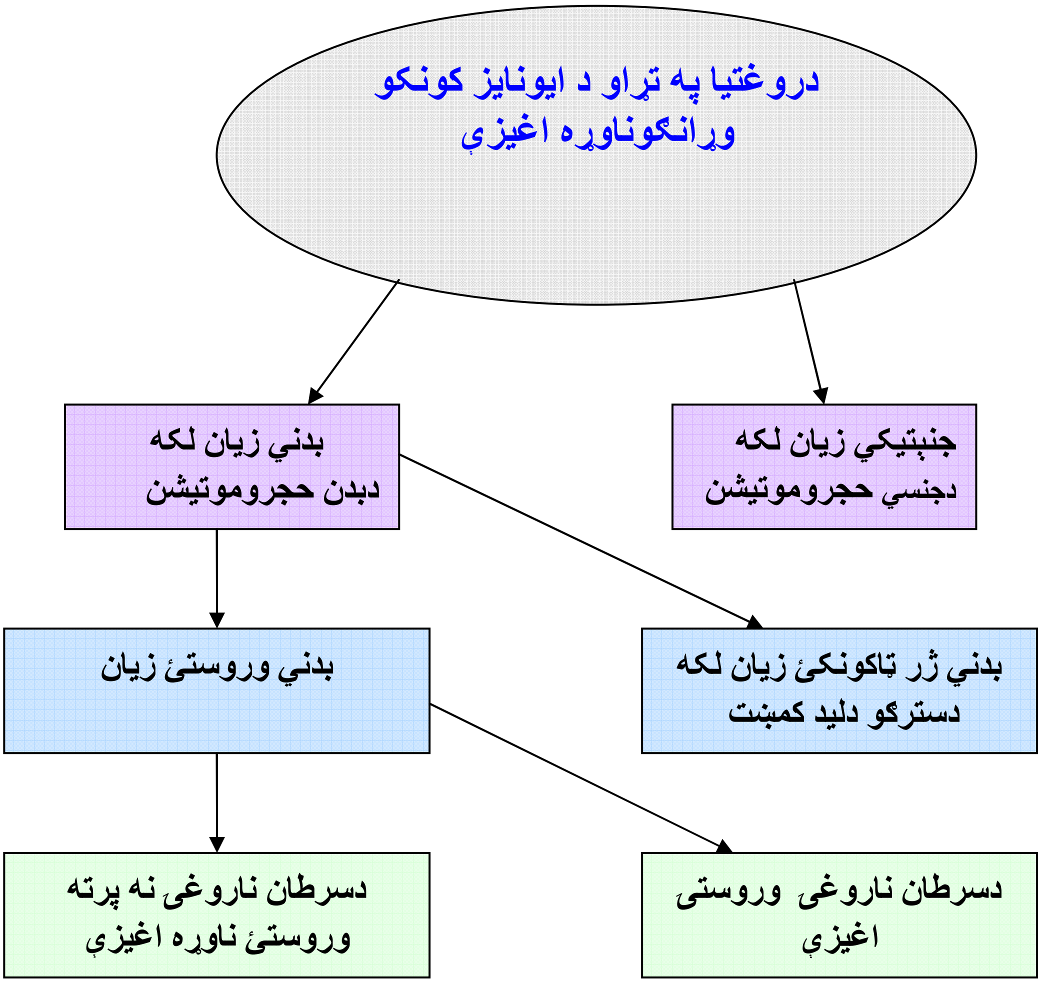


۹۱- شکل: دانسان دويني په لومفوسيت (Lymphocytes) کې دکوبالټ شپيته Co-60 ګاما وړانګوغبرګون ښودل شوئ دی. نومړې وړانګې د کروموزومو په د ي اين اې کې موټېشن منځ ته راولي. د ګراف په افقي محور کې دانرژي ډوزپه واحد دګرې Gy او عمودي محور کې د موټيشن شمير شودل شوئ دی (26) .

ډبل انرژي دوز (Dobbling dosis)

نوموړي هغه اندازه دوزته وايي چې په همغه کچه او شمير سره موتېشن منځ ته راولي لکه څومره چې په طبيعي او ناڅاپه (spontaneous) توګه سره منځ ته راځي. دانسان لپاره دموتيشن ډبل دوزقيمت صفرعشاريه شپږ ګري (0,6 Gy) ټاکل شوئ دی. دنوموړي اړېکي دواحد اندازې ته **دموتيشن د بل دوز** وايي چې د هر ژوند سوري لپاره ځانګړی قيمت لري.

د انسان لپاره د موتيشن ډبل انرژي دوز(0,6 Gy) ددې سبب(لامل) ګرځيدلای شي چې ناوړه اغيزه يې په راتلونکو نسلونوکي هم منځ ته راشي. د بېلګه په ډول سل ملي سيورت معادل انرژي دوز په يو مليون نوو پيداشوو ماشومانو کې شپږ په لس زروکي جنېتيکي زيان ليدل کيږي (28) .



په لومړي پړاوکي دځينو مخصوصو انزايمو په مرسته سره، کيدای شي چې د نوموړو حجرو دغه نيمګړتيا بيرته د منځه لاړه شي. که چيرته دغه حجرې دايونايزکو نکو وړانګود اغيزې بر سيره دنورو زهرجنو کيمياوي موادولکه:

☜ بنځول (Benzol)، دواګانو(Cytostatica)، دلمرماوراى بنفش وړانګې، ميکروبونو، سګرټ څکولو، وايرسونو(Viruses) تر اغيزې لاندې راشي، نو کيداى شي چې د نوموړو ګنو فکتورونود حاصل ضرب په پايله کې دومره زررمنې شي، چې دبيا جوړيدلو احتمال يې ډير کم وي. نو په يوه داسي حالت کې د کروموزومو په د ننه کې، ديونا ځرګنده کود نمبرپه فعال کيدوسره دغه ناروغه اويا نيمګړې حجره(ژونکه) دځان مرګې لاره ټاکي او په بيالوژيکي ډول ځان وژنه (Apoptosis) تر سره کوي.

☜ که چيرته د بدن يوه نيمګړې حجره(ژونکه) د ټاکلو انزايمو په مرسته سره يا داچې بيرته پوره جوړه نه شي او نيمګړې پاتې شي، اود ځان مرګې لاره هم غوره نه کړي، اود ددفاع سيستم له خوا د يوې بيکاره حجرې په صفت وه نه پيژندل شي، نو په پايله کې دسرطان په حجره(ژونکه) بدليږي.

☜ ديوې سرطان حجرې او د يوې روغې عادي حجرې ترمنځ توپير داداى، چې دسرطان ناروغه حجره(ژونکه) په خپل سراو بې شميره پرلپسې ويشل (Mitosis) کيږي، چې په پايله کې يې حجم دومره غټ کيږي، چې دشاوخواپه اعصابواو رګونوباندى فشارراولي.

په داسي حال کې چې يوه روغه رمټه حجره(ژونکه) وروسته له تقريبا ديرشو ويشونو څخه دريږي او اضافه نه ويشل کيږي خو دسرطان ناروغى يوه حجره بې شميره ډيريږي. تجربوښودلې ده، چې دسرطان حجره(ژونکه) په لوړه کچه تيزابي مواد توليدوي چې په پايله کې زيات ازاد کيمياوي راديکال منځ ته راځي. بل داچې د ميکروسکوپ په مرسته سره دسرطان حجرې د کروموزومونيمګړتيا او موتيشن، لکه د دوه پلازميني کروموزومود شميرزياتوالى او يا د کروموزومو ديوې برخې کمښت په ډيرښکاره ډول تشخيص (پيژندل) کيداى شي. دسرطان ناروغيپه پرمخ تللي پړاو کې ديوې خواناروغ ته درد پيداکيږي او دبلې خوا دشاوخواږې خپله دنده په سمه توګه سرته نه شي رسولاى(6) .

دي اين اې (DNA=Deoxyribonucleicacic) او دوړانګو غبرګون

دانسان د بدن په هره يوه حجره(ژونکه) کې ښيږ څلويښت کروموزومونه (chromosoms) پراته دي چې په هغوى کې د جنيټيک ټول مواد او ارثي مالومات خوندي پروت دى. دکروموزومونو ټولو يوه مهمه بر خه د **دي اين اې.** (DNA=Deoxyribonucleicacic) ماليکول جوړوي، چې د ډي اکسي ريبونوکليوتيډ Deoxyribonucleotide تاوشوي غبرګ مزي (Double helix) څخه جوړدى او په ۹۲ شکل کې ښودل شوئ دى. دنوموړي غبرګ تاوشوي مزي نوکليوتيد دډېوبرخو ياني دنايتروجن باز (base)، دشکريابورې اوفوسفات ګروپ څخه جوړدى. دنايتروجن باز عبارت دي له:

☜ ادينين (A=Adenin) يا ګوانين (G=Guanin) ياسيتوزين (C,=Cytosine) يا تيومين (T=Thymine) اويا اوراسيل (U= Uracil). د **ډي. اين. ا.** غبرګ تاو شوى تار بازې لکه ادينين، ګوانين، سيتوزين، تيومين او اوراسيل دهايدروجن مرکباتو په مرسته ديوه بل سره تړل شوې دي.

- د انسان **دي اين اې**(DNA) دوه متره اوږده او دوه نانومتره (دیوه متریوملیاردمه برخه) پنډ دي. په ۲۰۰۱ م کال کې دانسان جنټیک کود راوسپنیده، یانې رابرسیره شواو څرګنده شوه چې لږخه دیرش ذره (30 000) جین لري.

- د ایونایزکونکو وړانګو غبرګون دبدن حجرو سره هغه وخت ډیر ناوړه پایله لري، کله چې دکروموزوموپه دي اين اې. (DNA) باندي ولګیږي. دا ځکه چې دیوې حجرې دژوند ټول جنټیک مالومات په دي اين اې. مالیکول کې خوندي ساتل شوي دي.

په ۹۲ شکل کې د دي اين اې. په بازو او دبورې په مالیکول باندې دهستوي اوالکترومقناطیسي وړانګو هر اړخیزې ناوړه اغیزې ښودل شوي دي .

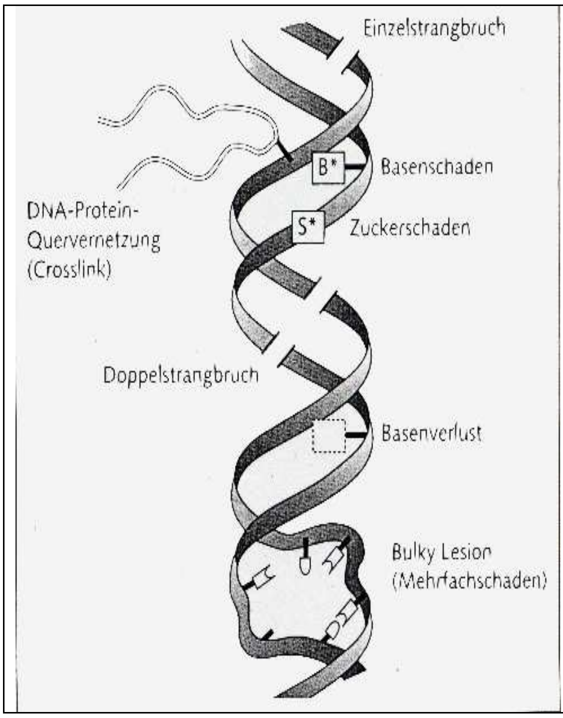
لومړی: د دي اين اې د یوه تاوشوې تار پرې کیدلوشمیردوړانګو دوزمربع سره متناسب دی.

دويم: ددي اين اې دواړو تاوشوو تارونو پرې کیدلوشمیر دوړانګودوزسره سم سیخ متناسب دی.

دريم: هغه کیمیاوي اړیکي چې هر ډول پروټین او ددي اين اې. مالیکول غبرګ تارونه دیوه بل سره تړي، دمنځه وړل کیږي.

که چیرته دبدن یوې حجرې دي اين اې. ته دایونایزکوونکو وړانګویو ګرې دوزGy1 ورسیږي، نوپه پایله کې لاندنی بدلون په یوه حجره کې منځ ته راځي:

- ❋ د زرو څخه تر دوه زرو (1000- 2000) بازومرکباتوکي بدلون
- ❋ دپینځه سوو څخه تر زروپورې (500 – 1000) دیوه تاوشوي مزي یا هیلکس پرې کیدل تر سره کیږي. (Single strand break)
- ❋ د لږخه پنځوسو (50) غبرګ تاوشوو مزو یا هیلکس پرې کیدل (Double strand break)

	د ډي اين اې. ديوه مزي پرې کول د ډي اين اې. بازوته زيان رسول د ډي اين اې. بورې يا شکر ته زيان رسول دډي اين اې. تاوشوي غبرګ تارونه پرې کول د ډي اين اې. اې بازو بايلل د ډي اين اې. غبرګ تاو شوو تارونو ته هر اړخيز زيان رسول

۹۲ـ شکل: په ډي اين اې. (DNA) باندې د ايونايزکوونکو وړانګو هر اړخيزه ناوړه اغيزې.
۱- دپروتين مرکباتو دمنځه وړل ۲- دبازو(Base) ازادول اونيمګړې کول، دغبرګ تاوشوي اويا د يوه تار ياني هيلکس helix پرې کول اونور (9)

نن ورځ په نړيواله کچه د ساينس پوهانوله خوا دوه دوله موډلونه وړاندې شوي دي چې په ډي اين اې. (DNA) باندې د ايونايزکوونکو وړانګو هر اړخيزې ناوړه اغيزې په ګوته کوې. په ۹۳ شکل کې دواړه موډلونه ښودل شوي دي.

- **لومړې موډل:** کله چې يوه ايونايز کوونکي ذره په ډي اين اې. (DNA) باندې ولګيږي، نود تيريدلو په ترڅ کې، يوه برخه انرژي د لاسه و رکوي، چې په پايله کې دډي اين اې. (DNA) دواړه غبرګ تاو شوي مزي   په يوه وار سره سمد لاسه پرې کوي (Double strand breaks) . په نومړې موډل کې د غبرګ پرې شوو ډي اين اې.(DNA) شمير N د وړانګو انرژي ډوز(αD) سره سم سيخ متنا سب دی.

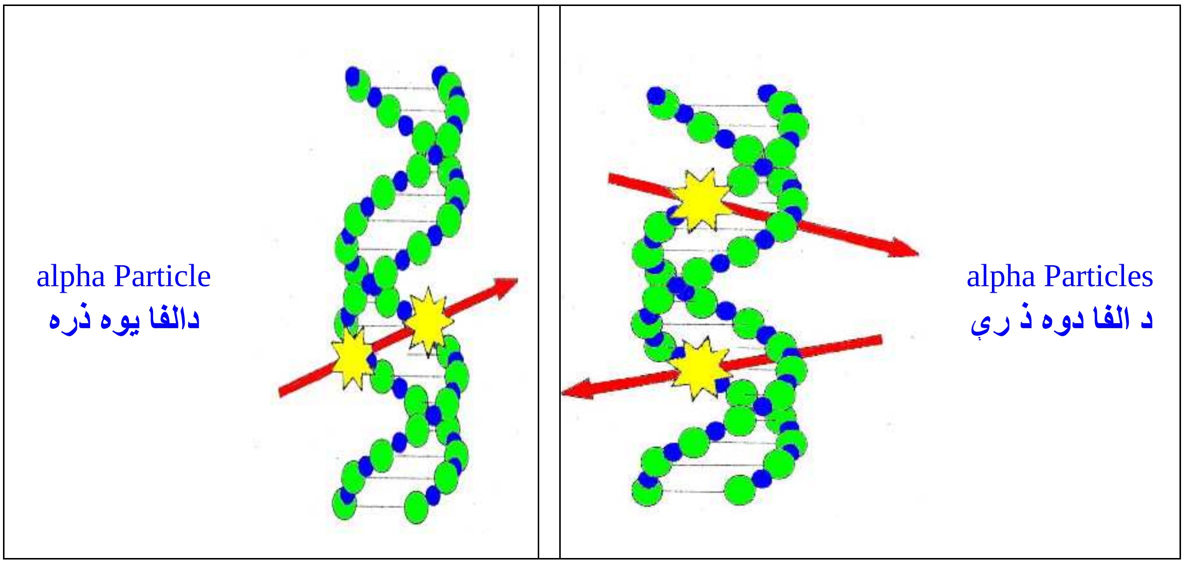
- **دويم موډل :** کله چې دوه ايونايز کوونکې ذرې چې د يوه او بل سره کوم تړاو نه لري، او په خانګړي ډول سره په ډي اين اې. (DNA) باندې ولګيږي، نو کيدای شي چې په هر يوه هيلېکس (Helix) دومره انرژي انتقال کړي، چې په پايله کې غبرګ تاو شوي مزي پرې شي.
په دغه موډل کې د غبرګ پرې شوو ډي اين اې.(DNA) شمير N د وړانګو انرژي ډوز د مربع (βD^2) سره سم سيخ متنا سب دی .

په یوه حجره(ژونکه) کې د غبرګ پرې شوو دې این اې.(DNA) منځنۍ شمیر N، چې د وړانګوانرژي ډوز D د غبرګون په پایله کې منځ ته راځي، د لاندني معا دلې څخه تر لاسه کولاې شو.

$$N = \alpha D + \beta D^2$$

په پورتنی معادله کې دالفا α اوبېتا β توري د وړانګو په واسطه د حجرې په چاپېریال کې د کیمیاوي رادیکالو او هلته د جذب شوې انرژي په څرنګوالي اوویشتوب پوری تړاولري.

تجربوښودلې ده چې که ایونایزکوونکې وړانګې دبدن روغې حجرې د دې این اې.(DNA) په مالیکولو باندې ولګیږي اودهغه دواړه غبرګ تاوشوي مزي (Double helix) پرې کړي نو په ډېر احتمال سره د سرطان حجرې د منځ ته راتلوسبب(لامل) کیدای شي.



۹۳- شکل: په ښي اړخ کې د الفا دوه ذرې او په کیڼ اړخ کې دالفا یوه ذره دکروموزوموپه دې این اې. (DNA) باندې لګیږي اودهغه غبرګ مزي (Double- Strand break) پرې کوي(73).

دالفا وړانګو ناوړه اغیزې دادي چې د دې این اې. غبرګ تاوشوي مزي پرې کوي، او له دې کبله یا داچې همغه حجره(ژونکه) دمنځه ځي، او یا داچې ژوندۍ پاتې کیږي او خپل ویشتوب ته پایښت ورکوي، خو نیمګړتیا یې د موتېشن په څیرنا سمه پاتې کیږي. که څه هم نوموړې حجرې دځینو مخصوصو انزایمو Enzyme له خوا په زیاته کچه بیرته جوړیږي خو بیا هم هغه ځینې کم شمیر، چې بیرته نا سمې پاتې کیږي په ډېر احتمال سره په اوږده موده کې دسرطان په حجرو بدلیږي.

د بېلګه په توګه د څلورو ساعتونوپه موده کې د دې این اې. ددوه زرو پرې شوو هېلکس یوه مزي څخه یې، اوه نوي په سلوکې۹۷٪ بیرته جوړیږي. اوسنیو څیړنو په ډاګه کړې ده چې داسې نیمګړې یا په بل عبارت موتیشن شوې حجرې چې دسرطان ناروغې ورنه پیداکیږي یوعلت دادی چې نوموړې

حجرې دويشتوب هغه نورمال اود پيداينيت په ترڅ کې ټاکل شوی جنېټيک کود پروګرام هيروي، او په خپل سرويشتوب ياني ميتوز پروسې ته دوام ورکوي. په عادي توګه په نورمال حجروکې دويشتوب يا دميتوز پروسه د همغه غږي دکارکولو او اړتيا سره سم د يوه ټاکلي پروګرام او کنترول لاندې سرته رسيږي. دبلې خوا دبدن ددفاع سيستم هره يوه نيمګړې حجره(ژونکه) ددښمن په بڼه پيژندلای شي نو له دې کبله يې د ټاکلوحجرو لکه ماکرو فاګ (Macrophages) په مرسته سره له منځه وړي. که چيرته د کروموزوميو تار دوړانګو په تشعشع يا ځليدو سره پرې شي نو په بدن کې ځيني ميکانيزم لکه بيرته جوړونکي انزايم اوټاکلي پروټين شته دي، چې د ډي اين اې. ديوه مزي څخه مالومات کاپي کړي اوپه پرې شوي مزي يې ونښلوي، او د يوه داسې جنټيک ټکنالوژي په مرسته سره نوموړې نيمګړتيا بيرته له منځه يوسي. خوکله چې د کروموزومو دواړه مزي په هر سبب(لامل) که هم وي، يو ځل پرې شول، نو دبيرته پوره جوړيدلو احتمال يې ډير کم دی، او کيدای شي چې وروسته له ډيرو کالونو څخه دغه حجره(ژونکه) دسرطان په حجره(ژونکه) بدله شي. که فرض کړو چې دغه زرريې د موټيشن په بڼه سره د بدن جنسي حجروته ور سيرې، نو دراتلونکي نسل د ماشومانو د بدن په هره يوه حجره(ژونکه) کی دغه نيمګړتيا منځ ته راتلای شي. دا په دی مانا چې که يو چاته هستوی وړانګې په ډيره تيته کچه هم رسيدلی وي، د بېلګه په ډول د څو ملي سيورټ په شاوخوا کې، خو بيا يې هم دد ې احتمال شته دی چې اولادونه يې معيوب او ناروغه نړۍ ته راشي. دبېلګه په ډول دسترګونشتوالی،تريزومي يوويشت، په کپړی کې داوبوزياتوالی، داندامونونشتوالی اود وينې سرطان او نوری ناروغی. ځيرنو وښودله چې د ډي اين اې. ديو تار پرې کيدلوشميردمعادل انرژي اندازې په مربع او د غبرګ مزي پرې کيدل دمعادل انرژي اندازې سره سم سيخ تړاو لري.

د بدن په يوه رڼا شوې حجره(ژونکه) کې ديوګرې(1 Gy) زيان شميراوډولونه	
دهرې يوې حجرې په د ې ان اې (DNA) کې لږ څه پينځه ذره هر اړخيز زيانونه منځ ته راځي.	5000 damages
دد ې اين اې (DNA) څلوروزريوه مزي پرې کيدل	4000 single strand breaks
دد ې اين اې (DNA) پينځه سوه بازو لکه ګوانين، ادېنين ... ته زيان رسيدل	500 base damages
دد ې اين اې (DNA) څلويښتوغبرګو مزيو پرې کيدل	40 Double strand break)
د يو مليون حجرو د منځه تلل	10^6 cell annihilation
دد ې ان اې (DNA) په يوسلوپنځوس پروټينو کې بدلون	150 proteins damage

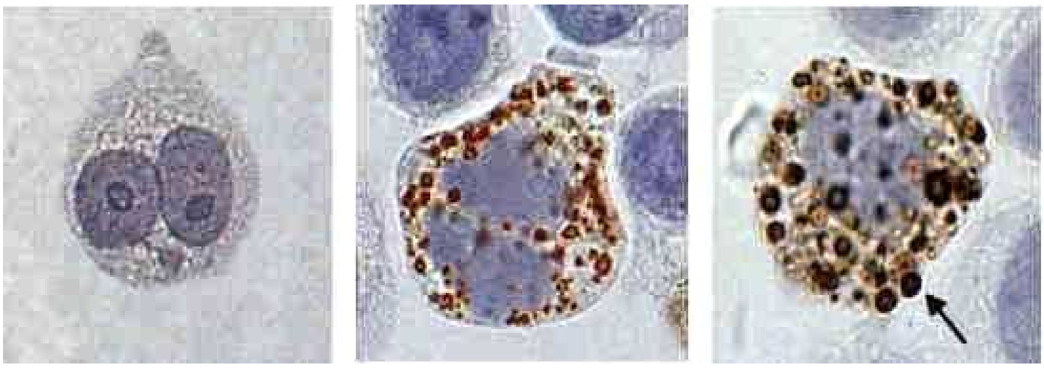
٣٤- جدول: په يوه حجره(ژونکه) کې د وړانګو يوګرې (1Gy) دزيان شميراو ډولونه ښودل شوي دي(7).

د حجرې پروګرام شوې ځان وژنه (Apoptosis)

دحجرې په ډي این اې. (DNA) کې ځیني پروګرام شوي جنېتیک کوډ میکانیزم شته دي، چې دهغې په اساس یوه حجره(ژونکه) کولای شي خپل ځان پخپله مړکړي. دغې کړنلارې ته، ځان مرګي یا اپوپتوز (Apoptosis) وايي، چې په ۹٤ شکل کې ښودل شوې ده. نوموړې کړنلاره دحجرې له خوا دخطر د ژغورلواو د نور زیان دمخ نیولوپه موخه یوه احتیاطي لاره ده، ترڅووکولای شي یوازې دروغو(سالمو) حجروپه کارکولوسره یو غړی خپله دنده په سمه توګه سرته ورسوي.

- یوه حجره(ژونکه) دخپل ځان وژني (Apoptosis) په هکله هغه وخت پریکړه کوي کله چې دغه حجره(ژونکه) دایونایزکونکووړانګو دزرړپه پایله کې بیرته نه شي جوړېدلای او نیمګړې پاتې شي.

- یوه حجره(ژونکه) خپله دنده که علت یې هر څه هم وي په صحیح او سمه توګه سر ته نه شي تر سره کولای. د بېلګه په توګه کله چې یوه حجره(ژونکه) ډېرعمر ولري او زړه شوې وي او کار نه شي کولای، نوپه داسې یو حالت کې یوپروګرام شوي ځان وژنه تر سره کوي.



۹٤ـ شکل: دیوې حجرې دځان وژنې (Apoptosis) درې پړاونه اود تجزیې کړنلاره شودل شوې ده.

که چیرته دایونایزکوونکو وړانګو دزرړپه پایله کې، دبېلګه په ډول دسپینوکرویاتواو یا د بدن یوه بل غړي ډیر شمیر حجرې دځان وژنې په اساس دمینځه لاړې شي، او پرځای یې نورې نوې حجرې را پیدا نه شي، نویوې خوا دبدن هغه غړی خپله دنده په سم او بشپړه تو ګه سرته نه شي رسولای، او دبلې خوا د سړي ددفاع سیستم کمزورې کیږي اوپه پایله کې ددې امکانات هم زیات کیږي چې سړې په هر راز ناروغېو اخته شي.

اپوپتوزیوناني لغت (ویې) دی او اپو apo په مانا د لیرې کیدل او پتوزیس ptosis غورځیدل مانا ورکوي. لکه چې دمنې په موسم کې دونوڅخه پاڼې راغورځي، په همدې مفهوم اپوپتوزمانا ورکوي.

د ډي اين اې. (DNA) نيمګړو برخو بيرته جوړول

په ۹۵ شکل کې ښودل شوي ده چې څرنګه د يوه ټاکلي انزايم (DNA-Polymerase) په مرسته سره د کروموزومو ډي.اين.اې. DNA غبرګ پرې شوي هليکس (Double strand break) او د بازو نيمګړتيا (Base damage) بيرته جوړيږي.

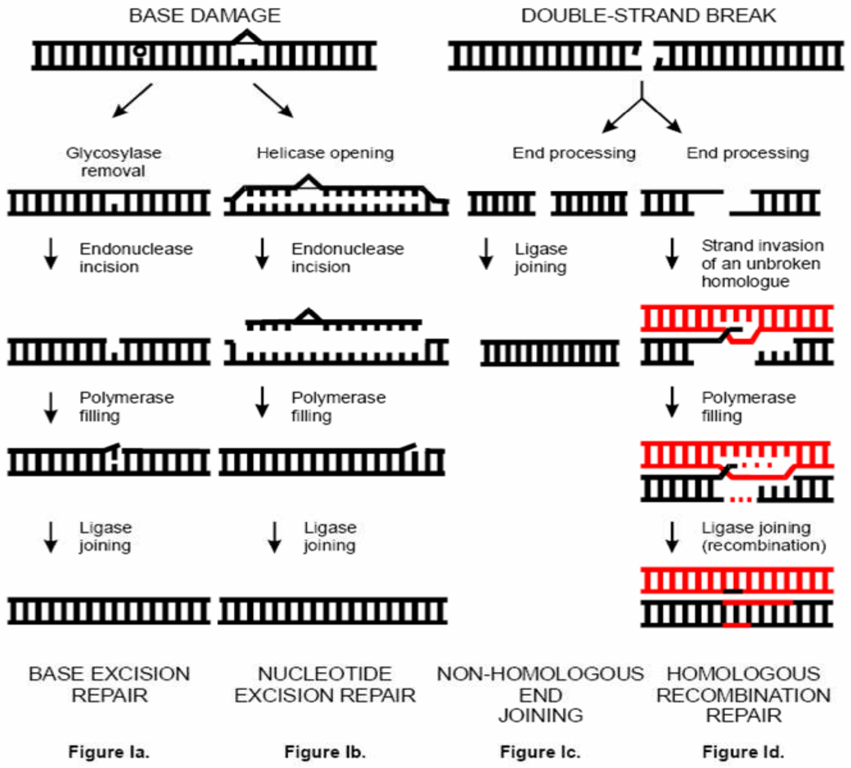


Figure I.
Mechanisms of DNA repair (simplified).

Figure Ia: Base damage is excised by a specific glycosylase: the DNA backbone is cut and the gap filled by a polymerase. The resulting gap is refilled.

Figure Ib: Bulky base damage is removed along with an oligonucleotide (of about 30 bases in human cells). Resynthesis takes place using the opposite strand as a template.

Figure Ic: A double-strand break is rejoined end-to-end.

Figure Id: A double-strand break is repaired with the help of a homologous undamaged molecule (shown in red). Strand invasion allows resynthesis on complementary sequence, followed by a resolution of the strands and rejoining.

۹۵- شکل: الف-1a: د ډي.اين.اى. DNA بازو (Base damage) زيان منه برخه د يوه ټاکلي انزايم ګلوکوسيلازې (Glycosylase) په مرسته سره را ايستل کيږي. د ډي.اين.اې. DNA څنګ ته راوتلې برخه پرې کيږي او تښه شوې برخه يې په پولي مېرازې انزايم (Polymerase) بشپړ ډک کيږي.

ب- 1b: دبازو Base زيانمنه او راوتلې اضافه کتله د اوليګونوکليوتيدو (Oligonucleotide) په ګډون په ټول اوږدوالي کې ليرې کيږي. د ډي اين اې DNA دمخامخ تاوشوي مزي يا نې ستراند Strand يو نوې ترکيب کاپي کول تر سره کيږي.

ج- 1c: د يوه غبرګ مزي دواړه پرې شوې برخې بیرته داسې سره تړل کیږي چې دیوه اخرنۍ څوکه د بلې اخرنې څوکې سره خوله په خوله یوځای شي.

د- 1d: د یوه غبرګ مزي دواړه پرې شوې برخې دیوه نه زیان من شوي او هومولوګ یاني ورته مالیکول په مرسته سره بیرته جوړیږي.

په نطفه (Embryo) کې دوړانګوناوړه اغیزې

په ماشومانو کې دوړانګو ناوړه اغیزې د لویانو(بالغو) په پرتله لږ څه دوه برابره زیاتې اټکل کیږي. دا ځکه چې په ماشومانو کې دحجروویشتو ب (Mitosis) کړنلاره لا هم پاینت لري. دوړانګو زیان په تیره بیا هغو ماشومانو ته، چې دمور په نس کې وي، نور هم زیات دی، چې په لومړي وخت کې ورته دامبریو (Embryo) نطفه او بیا وروسته د فیټوس (Fetus) په نامه یادیږي. یو ماشوم چې لا د مور په نس کې وي دوړانګوناوړه اغیزې په دې پورې هم اړه لري، چې کوچنې د څوورځودې او هغه ته په کومه کچه انرژي ډوز رسیدلې ده. په دې اړوند درې پړاونه د یادولو وړدي.

☜ بلاستوګینیزیس (Blastogenesis) :

نومړی هغه وخت ته ویل کیږي، چې ماشوم د مور په نطفه (جنین) کې د زایګوټ (Zygote) په څیر ستریږي او د **نهوورځو(9d -0)** عمر ولري . څرنګه چې په دې موده کې دوړانګو خطرد امبریو لپاره خورازیات دی نویا داچې ماشوم ژوندې پاتې کیږي، او یا مړ کیږي. دا په دې مانا چې دوړانګوپه واسطه د امبریو حجرې دومره زیانمنې شوې دي، چې ماشوم ترې مړ کیږي او یا داچې دومره ډیر زرروړته نه دې رسیدلې او ماشوم ژوندې پاتې کیږي او یو نورمال هلک ورڅخه پیدا کیږي.

نومړي قانون ته د شتون اویا نه شتون قانون ویل کیږي. هغه تجربې چې په موږکانو تر سره شوې دي، په ډاګه کوي، چې لږ څه پنځوس ملي سیورټ (0,05 Sv) وړانګې هم د مړینې سبب(لامل) ګرزیدلای شي. که په دې لسو ورځو کې امبریو ته د سل ملي سیورټ (100 mSv) نه پورته وړانګې ورسیږي، نو په پایله کې نطفه خپل ژوند دلاسه ورکوي.

☜ اورګانوګینیزیس (Organogenesis) :

نومړۍ هغه وخت دی چې د لسمې ورځې څخه پیل کیږي او تر دوه څلوېښتمې ورځې پورې(42-10) رسیږي. په دغه موده کې د امبریوحجرې په توپیر لرونکو نسجونو بدلیږي چې په پایله کې ورڅخه غړي منځ ته راځي. په نومړي وخت کې دوړانګو خطر د امبریو لپاره دومره زیات نه دی، چې ګڼه ومړي، خود بدن غړي یې نیمګړي پاتې کیدای شي.

☜ فیټوګینیزیس (Fetogenesis) :

نومړی هغه وخت دی چې د درې څلویښتمې ورځې څخه د فیټوس تر زیږیدنې ورځې پورې رسیږي. دوړانګوناوړه اغیزې د غرونیمګړتیا سبب(لامل) کیدای شي. لکه د ماغزو کوچنیتوب، سکیلیت نیمګړتیا، دسترګوکوچنیوالی (Microphthalmus) اونور.

بلاستوګینېزیس (Blastogenesis)	اورګانوګېنېزیس (Organogenesis)	فېتوګېنېزیس (Fetogenesis)

۹۶- شکل: په نوموړي شکل کې دماشوم د ستریدلو درې پړاونه ښودل شوي دي، چې دوړانګو په مقابل کې په توپیر سره حساسیت ښیي. په ۳۵ جدول کې د یوه ماشوم لپاره د وړانګود خطرکچه اټکل شوې ده، کله چې ماشوم لا د مور په نس کې وي. د پیدایښت څخه تردرې څلوېښت ورځو پورې ورته امبریو(Embryo) یا نطفه اوپاتې موده یا نې تر زیږیدلو پورې د فیتوس (Fetus) په نامه یادیږي

دوړانګو تیراتوګېن اغیزې (Teratogene effects)

دوړانګوتیراتوګین اغیزې هغو ناوړوکلینیکي اغیزوته ویل کیږي چې دموروپه نس کې، یاني لا نه زیږیدلي ماشوم ته رسیږي. نوموړې اغیزې عبارت دي له:

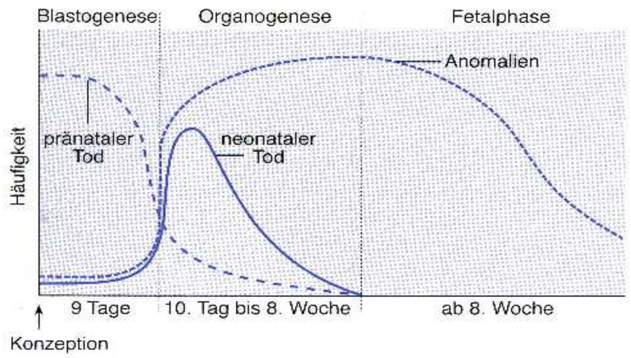
* دماشوم مړینه د زیږیدلوترمخه (Prenatal) اویا دزیږیدلوڅخه ورسته (Neonatal)
* دبدن غړونیمګړتیا (Malformation) خوپه تیره بیا د عصبي سیستم زږرمن کیدل
* دماشوم دستریدلو پروسه دنورمال ماشوم په پرتله په ټپه دریږي اویا ډیره ورووپرمخ ځي، خوپه غړو کې نیمګړتیا منځ ته نه راځي.
* ماشوم نورمال غټ کیږي اوکومه نیمګړتیا نه لري.

دمور په نس کې د یوه ماشوم (Emryo) جنسي حجرې د بالغوکسانو په پرتله دوړانګوپه مقابل کې لس ځله ډیرحساسیت ښیي. دوړانګو نه د ساتنې نړیوال سازمان (ICRP) تولودوه ځانوميندوته، ددې سپارښتنه کوي، چې داکسریزعکس اخیستلوپه موخه، په پام کې ولري، تر څود حاملګی ياني (دوه ځانه) کیدولوپه لومړیو لسوورځوکې (Menstration cycle)، دهغوی رحم (Uterus) ته په هیڅ کچه نوموړي وړانګې وه نه رسیږي. نوموړئ قانون دلسووروځوقاونون په نامه سره نامتو شوئ دی

دماشوم دغتیدلو موده	کلینیکي عیب لرونکي پولونه	د پوزپورتنی لیمېټ	دخطرضریب
تر لسو ورځوپورې	مړینه	100 mSv سل ملي سیورت	0,1%/mSv
دلسوورځو څخه تر اتو اونیو پورې	دسکېلیت کوچنیوالی Hydrocephalus هایدروسیفالوس Microcephaly دسرکوچنیوالي Microphthalmus کوچني سترګې Anophthalmus دسترګو نشتوالی	100 mSv سل ملي سیورت	0,05%/mSv
داتو څخه تر پینځه لسو اونیو پورې	لنډ اندامونه اولنډ سکیلیت شنډ کیدل، دجسم توازن بایلل او دنوروغړو نیمګړتیا	300 mSv دري سوه ملي سیورت	0,04%/mSv
	دري په سل دذکاوت تناسب ټکو کمښت Intelligence quotient = IQ	لیمېټ نه لر ي	3% IQ/mSv
د شپاړسو څخه تر پینځه ویشتو اونیو بورې	دغابنونو، سترګو، دبنځینه تیواو دعصبي سیستم عیبناکه کیدل	300 mSV دري سوه ملي سیورت	0,01 %
	یو په سل دذکاوت تناسب کمښت Intelligence quotient = IQ	لیمېټ نه لري	1% IQ/mSv

۳۵- جدول: په نطفه (Embryo) کې دورانګوناوړه اغیزې ښودل شوې دي.

په ۹٦-الف شکل کې دورانګو ناوړه اغیزې د ماشوم د پیداینت ورځې څخه د زیږیدلوتر ورځې پورې ښودل شوې دي. دغه ناوړه اغیزې په دې پورې اړه لري، چې د مور په نس کې ماشوم ته د حاملګی یاني میندواري کې په کومه موده او په څومره کچه ورانګې رسیدلې دي. د بیلګې په ډول که چیرته دپیداینت په لومړیونهو ورځو (Blastogenese) کې ماشوم ته یواځې څو ملي سیورته ورانګې ورسیږي نودغه دمړیني سبب(لامل) ګرځي. کله چې ماشوم ته د لسوورځوڅخه تر شپیتوورځویه موده کې تر پنځوس ملي سیورته څخه پورته ورانګې ورسیږي نویا داچې ماشوم دزیږیدلوڅخه وروسته مر کیږي (Neonatal) اویا دهغه په غړوکې نیمګړتیا منځ ته راځي.



۹٦- الف شکل: په ماشوم باندي دوړانګو ناوړه اغيزي کثرت، لکه د ماشوم مړينه او يا دماشوم دغړو نيمګړتيا دپيدايښت د ورځي څخه دماشوم تر زيږيدلوورځي پوري ښودل شوي دي(7).

پايله اولنديز

- يوه حجره په ميتوزاو G2-Phase پړاوکي دايونايزکوونکو وړانګو په مقابل کي ډيرحساسيت لري.
- يوه حجره د G1-Phase په پړاوکي دايونايزکوونکو وړانګو په مقابل کي کم حساسيت لري
- يوه حجره د S-Phase په پړاوکي دايونايزکوونکو وړانګو په مقابل کي ترټولو لږ حساسيت لري دا په دي مانا چي مقاومت يي زيات دی.
- دنسجونوپه رڼا کيدوسره په لومړي پړا وکی او په ګڼ شميرحجروکی دډی این ای DNA یو تارSingle strand break پری کيږي خو د مخا مخ ورته دويم تارڅخه دکاپی کولوپه کړنلا ره سره ډيرزربيرته جوړيږی
- که د حجروپه رڼا کيدوسره د ډی این ای DNA دواړه غبرګ تا رونه پری شي نوپه پايله کی يا داچی دغه حجره مري، اويا داچي په کروموزوموکی موتيشن منځ ته راځی اووروسته له لږ څه پينځه نه تر ديرشو کالو پوري ډير احتمال شته چي د سرطا ن په حجره واوړي. داځکه چي دنورمال حجرې په پرتله بې شميره اوبې کنټروله ډيربنت مومي
- په کروموزومو کی دموتيشن شمير دوړانګو دانژی دوز سره دخطيز مربع يوه تابع تشکيلوي
- دويني په لمفوسيت Lymphocytes کي ددوه مرکزونو موتيشن Dicentrics mutation شميراتکل هغه بيالوژيکي تکلاره ده، چي ټول بدن ته دوررسيدلووړانګوانرژي ډوزتر لاسه کيدای شي. په نومړی کړنلاره کی سړی کولای شي چي تر پينځه ويشت سانتي ګری ټيټه 25 cGy کچه وړانګو اغيزې وپيژندل شي اواندازه شي.
- څرنګه چي په رڼا شووو ډي این ای DNA کی د بی ځايه شوموتيشن ناسمي ډيرثابت شکل لري، اوحجرو ته دومره زيان نه رسوي چي Translocation abberrations مړې شي، نو له دې کبله تر ډيرو کالونو وروسته هم ددغي بيالوژيکي تکلارې په مرسته سره بدن ته دوړانګوانرژی ډوز ټاکل کيدای شي.

پوښتنې (Questions):

۱۱-۱ په راديوبيولوژي کې LD_{50} يوداسي لنديزدی چې دوړانګوانرژي دوزهغه اندازه رابنيي چې:
الف: ټولې ژوندۍ شوې حجرې مړې کوي - **ب:** نيمايي ژوندۍ شوې حجرې مړې کوي
ج: نيمايي ژوندۍ شوې حجرې په پينځو سو ورځو کې مړې کوي
د: پينځوسمه برخه ژوندۍ شوې حجرې مړې کوي

۱۱-۲ ديوې حجرې ويشتوب په کړنلاره کې (Cell cycle) لکه G0; G1;S;G2; Mitosis کوم يو پړاودوړانګو پمقابل کې تر ټولونورودېر حساسيت څرګندوی؟

۱۱-۳ د بدن کوم يو ه غړی حجرې لکه (دهډوکوماغزوحجرې، لومفايد نسجونوحجرې، داعصابو حجرې، ډپوستکي حجرې، سپرما تيد حجرې) دوړانګو پمقابل کې ترټولو ډېرحساسيت ښيي؟

۱۱-٤ که چيرته د يوچاټول بدن په يو ګرې 1Gy وړانګو ژوندۍ شي نوددې خطرڅومره دې چې د هډوکوپه ماغزوکې به د سرطان ناروغي راپارول شي اودوړانګو دغه ناوړه اغيزه څه نوميږي؟
الف: ستوخاستيک يا ني تصادفي پيښه - **ب:** نه ستوخاستيک پيښه
ج: ترافيکي پيښه - **د:** هستوي پيښه

۱۱-٥ د سترګو د کاټاراکت ناروغي هغه مهال منځ ته راځي چيرته چې دوړانګو انرژي دوز کچه د لاندې ليميټ څخه پورته شي .
الف: شپږ سيورت - **ب:** لس سيورت - **ج:** پينځلس سيورت - **د:** يو سلوپينځوس ملی سيورت

۱۱-٦ د عام ولس لپاره کلني لوړانرژي دوزليميټ د نړيوال کمسيون ICRP له خوا څومره ټاکل شوی دی ؟
الف: يو ملي سيورت - **ب:** لس ملي سيورت - **ج:** سل مي سيورت - **د:** يو سيورت

۱۱-٧ که يوه ځانګړې حجره(ژونکه) په يو ګرې ژوندۍ شي نوڅه ډول زيانونه او په څومره شميرد دې اين اې
DNA دواړه تارونه او يو تار پرې کولای شي؟

۱۱-٨ دوړانګوتصادفي Stochastic ناوړه اغيزې کومې دي؟

۱۱-٩ دوړانګو ټاکونکې Deterministic ناوړه اغيزې کومې دي؟

۱۱-۱۰ که يوماشوم دمور په نس کې وي اود سل ملي سيورته څخه پورته وړانګې ورته ورسيږي نو کوم ډول ناروغی اويا معيوب غړي منځ ته راتلای شي

دوولسم څپرکی

دوړانګو ناروغی سېندروم
(Radiation sickness syndrome)

دوړانګو ناروغي ټولو هغو ناروغيوته ويل کيږي، چي د ايونايزکوونکو وړانګو په واسطه هغوخلکو ته، چي وړانګي وررسيدلي وي پيدا کيږي. د بېلګه په ډول کله چي د يوچا ټول بدن ته ددوه ګرې نه پورته وړانګي ورسيږي، نو لومړي نښې (علامې) يې لکه خواه بدیدل، قی کول، نس ناسته، کمزورتيا او نور پيل کيږي.

دوړانګود زيان په تړاوتاريخي پيښوته لنډه کتنه:

- کله چې په ۱۸۹۵ م کال کي داکسريز (X-Rays) رابر سيره (کشف) شوې نويو کال وروسته دنومړو وړانګو زيان دروغتيا په تړاوخرګند شو. په ۱۸۹٦ م کال کي درونتګن د ستګاه د پلورلوپه موخه د بريښنا يو امريکايي انجينر اليو تامسن Elihu Thomson خپله دنده پيل کړه، چي په همدې اړوند د نومړي انجينرلاس د اکسريز X-ray injury د رڼا کولوپه اساس ټپي او وسوځيده.

- په ۱۸۹٦ م کال کي کله چي د بريښنا په ځانګه کي يو وتلي امريکا يي مخترع انجينرتوماس الوا اډيسن (Thomas Alva Edison) د فلوريسنس اکسريزځراغ fluorescent X-ray lamp په جوړولو او څیړنو بوخت وو، نو دهغه د فابريکي ډير کارکوونکي ناروغ شول. د بېلګه په ډول د اډيسن يو مرستيال کلارينس ډالي Clarence Dally د اکسريز ناوړه اغيزو څخه دومره زررمن شو، چي د سراوښتان يي دلاسه ورکړه ،اودلا سونو پوستکی يي دومره ټپي شوه، چي د اولسر ناروغی (ulcer)له کبله ژورسوري او پیاوار(Necrose) پکي منځ ته راغی. په ۱۹۰٤ م کال کي د اډيسن نومړئ مرستيال د سرطان په ناروغی مړ شو.

- په ۹۷ شکل کي د ايونايزکوونکو وړانګوناوړه اغيزې ښودل شوې دي، چي د يوه مسلکي کارګرچپ لاس ته دايريديم Iridium-192 راديو اکتيو ايزوتوپ سره دڅو دقيقو تماس په پايله، او د شلو ورځو څخه وروسته ليدل کيږي. دلاس اورغوی برخه (Palm) لږ څه لس ځايه تناکي لري اوسوررنګه سو ځيدلی دی(Erythema).

۹۷- شکل: درادیواکتیو ایزوتوپ ایریدیم Iridium-192 وړانګو د یوه مسلکي کارګر لاس ورغوی (Palm) سوځولی او تناکي (Blister) یې منځ ته راوړې دي(40) .

تجربو وښودله چې که د بشپړ ګرې 6 Gy په اندازه وړانګې په یووارسره د ځان په پوستکي ولګیږي، نو زرر یې دومره زیات دي، چې دیوې ورځې څخه وروسته یې کلینیکي نښې ښکاره ګندیږي، او دپوستکي رنګ سورکرځي. څلورورځې وروسته دپوستکي ددرمیس (Dermis) په پټ کې رګونه دومره زیان مومي چې هلته دمیتوزکړنلاره په ټپه دریږي اوپه دې اساس دپوستکي پاسنئ برخه په نوو حجرونه عوض کیږي (Reproduction). بر سیره پردې دوینو جریان دالتهاب له کبله هلته ګړند ئ کیږي او په پایله کې هلته ډیره وینه راغونډیږي، چې د پوستکي رنګ سور ګرځوي. دغه ډول پیښه د ایروتم (Erythem) په نوم یادیږي.

د بدن په پوستکی باندې د وړانګو کلینیکي زیان لکه د پوستکي سورکیدل، سوځیدل، پرسیدل، شین رنګه نونیول (Pus) اوالتهاب، یوه ډیره اړینه او پخوانۍ بیالوژیکي ډوزیمتري کړ نلاره تشکیلوي چې تر نن ورځ پورې دنوموړو وړانګود خطروړاند وینه اوناروغیو پیژندلوپه اړوند د نورو تګلارو، لکه کیمیاوي ډوزیمتري او فزیکي ډوزیمتري په څنګ کې ورڅخه ګټه پورته کیږي.

په ۳٦ جدول کې د بدن یوې برخې، لکه د یوه لاس هراړ خیز کلینیکي زیان پرمختګ د وخت په تابع سره ښودل شوئ دی، کله چې لاس ته په یوه وار سره د دیرش ګرې (30 Gy) څخه پورته اکسریزووړانګې ور سیږي.

دوړانګو کلینیکي زیان پر مختګ	وخت
د لاس پوستکي التهاب اوسور کیدل	د ځلیر ویشتو ساعتونو څخه وروسته
دپوستکي پړسوب او دنسجونو تر منځ اوبو غونډیدل	څو ورځې وروسته
التهاب او نو نیول (Pus)	دوه اونۍ وروسته
دپوستکي پر سوب نورهم غټیږي او بیا دپوستکي لومړۍ پټ له منځه ځي	درې اونۍ وروسته
دپو ستکي یو بل لاندني پټ زیان پیل کیږي	لس اونۍ وروسته
د پو ستکي ټول اپیتیل Epithel پرسیږي او د سرطان په ناروغۍ اوړي	ځلیرویشت اونۍ وروسته
دلاس پرې کول Amputation	ددولسو میاشتو نه وروسته

په **۳۶- جدول** : د بدن یوې برخي لکه د یوه لاس کلینیکي زیان پرمختګ د وخت په تابع سره ښودل شوئ دی ،کله چې په یوه وار سره لږ څه دیرش ګری Gy 30 اکسریزورته ورسیږي (23)

دوړانګو ناروغي هغه وخت نرۍ ته په رښتیا سره په ثبوت ورسیدله، کله چې په ۱۹٤٥ م کال کې دجاپان هیروشیما (Hiroschima) او ناګازاکي(Nagasaki) شارونوباندې داتوم دوه بمونه واچول شول، او بیا وروسته په زرګونوخلک دوړانګو دناوړه اغیزو له کبله ناروغ او ځیني مړه شول. په ۱۹٤٥ م کال داګست میاشت په شپږمه نیټه، لومړئ اتوم بم، چې دچاودني انرژي یې لږ څه پینځه لس کیلو ټنه تي این تي (15kt TNT) دهیروشیما او دوهم اتوم بم په نهم داګست ۱۹٤٥ م کال، چې دچاودني انرژي یې لږ څه یوویشت کیلو ټنه تي این تي (21 kt TNT) وه دناګازاکي په ښار باندې وغورځیدل.

تر ۱۹۹۰ م کال پورې د هیروشیما درې سوه پنځوس زرو او سیدونکوڅخه، یو سلوشل ذره او سیدونکي مړه شوه. دهغوې څخه لږ څه اته زره او سیدونکي د سرطان ناروغۍ له کبله خپل ژوند دلاسه ورکړ(8) . نوموړي هستوي چاودنه دځمکي دپاسه په اتموسفیرکي تر سره شوه اوچاپیریال يې په راديو اکتیوموادو،لکه سیزسم Cs-137، شټرونسیم Sr-90 ، څیرکونیم Zr-95، اوتریسیم Tritium ککړکړ. یو داسې راديو اکتیوګرد یا رادیواکتیو اوریځ، چې راديو اکتیوموادولري، د فال اوټ Fall out په نامه سره یادیږي. تر نن ورځ پورې لږ څه ځلور سوه شل دځمکي دپاسه اویوزردځمکي لاندې هستوي ازمویني تر سره شوي دي. د۱۹٤٥ کال څخه راپدې خو تر نن ورځ پورې دنړۍ هریوه وګړي ته دنوموړوازموینوپه پایله کې، ځلور ملي سیورت وړانګې رسیدلي دي. داسې اټکل کیږي، چې د ټیټي کچې وړانګوناوړه اغیزو له کبله، کوم چې دهستوي ازموینو،هستوي بټۍ او هستوي وسلو د استعمال سره تړاو لري د سرطان ناروغیوشمیرپه ټوله نړۍ کې لږ څه لس په سلوکي ډیرشوئ دی. همدا سبب وه چې د ۱۹۸۰ م کال څخه راپدې خوا، دنړۍ هغوهیوادونو،چې هستوي قدرت لري، په دې پریکړه وکړه، چې نور به دځمکي دپاسه هستوي ازمویني نه تر سره کوي.

۹۸- شکل: په ۱۹٤٥ م کال د اګست میاشتې په شپږمه نیټه دنړۍ په تاریخ کې لومړی اتوم بم د چاودنې په تر ځ کې ښود ل شوئ دی، چې د جاپان هیروشیما (Hiroshima) په ښار باندې د امریکا واکمنو له خوا واچول شو، او دکوچنې هلک (Little Boy) نوم په اېښی وه. دنومړي اتوم بم څخه یو رادیو اکتیو ګرد دځمکې اتموسفیرته پورته شو اورادیو اکتیوتوتې یې بیا بیرته دځمکې پرمخ راولویدې، (fallout) چې په پایله کې دنړدې ټول چاپیریال په رادیو اکتیوموادوککړشو(29) .

داتوم بم دچاودنې ټوله انرژي چاپیریال ته په لاندنیوفزیکي تګلارو سره خپره شوه:

- لومړئ: پنځوس په سلو کې دفشارڅپو (Blast 50 %)
- دویم: پینځه دیرش په سلوکې دتودوخې په څیر (Heat 35%)
- دریم: پینځه لس په سلو کې درادیو اکتیو موادو اودایونایزکوونکو وړانګو لکه ګاما، الفا، بېټا اونیوټرون ذرو په څیر (Radiation 15%)
- دلومړي اتوم بم د چاودنې انرژي پینځه لس ذره ټنه تي ان تي (15 kt TNT) او ددویم اتوم بم دچاودنې انرژي لږڅه دوه ویشت ټنه تي ان تي (22 kt TNT) اټکل کیږي. یو ټن یاني یو زرکیلوګرام تي ان تي د لږ څه څلورکیکا ژول سره یو شان دی . نودلومړي اتوم بم انرژي د یو ګرام کتلې څخه تر لاسه شوه
- دپلازمینې منځنۍ برخې (Isocenter) څخه په پینځه سوه متره واټن کې پینځه دیرش ګرې ګاما وړانګې (35 Gy) اوشپږګرې نیوټرون وړانګې (6 Gy) اندازه شوې دي. د پلازمینې څخه دوه کیلومتره لیرې شاوخوا او سیدونکوته لږ څه سل ملي ګرې (0,1Gy) وړانګې ورسیدلې.

راديواکتيوککړتيا (Radioactive contamination)

راديواکتيوککړتيا هغه وخت منځ ته راځي کله چي راديواکتيومواد، دهستوي بټی چاودني په پيښه کي ، داتوم بم چاودني ، دطبي آلاتوچاودني اوهستوي ازمويني‌په پايله کي چاپيريال ته خپور‌شي. نوموړي موادبيا د خلکو په بدن اوپادچاپيريال په يوه شي، لکه خوراکي شيان، نباتات،حيوانات، ځمکه،تعميرونه، اوبه، هوا اونوروته وررننوځي او يا وربانديي نښلي. هغه ځوک چي دبدن سطحه اويا کالي يي، په راديو اکتيومواد‌وککړوي، کولای شي چي نورخلک او شيان هم دتماس له لاري ککړکړي. که دچا بدن ته دننه راديو اکتيوموادوررننوتلي وي، نو پخپله دغه سړی ديوي راديو اکتيوسرچيني په ډول وړانګي خپروي، اونوروخلکوته زيان رسوي.

دراديواکتيوککړتيا ليري کول (Radioactive decontamination)

که چيرته دچاپيريال شيان لکه هوا، اوبه، ځمکه، نباتات، ځنګلونه، خوراکي شيان اويا هغه ځوک چي بدن او ياکالي يي په راديواکتيوموادوککړشوي وي، نودنوموړوموادو،پاکولو،کمولو اويا بيخي ليري کوولوکړنلاري ته ديکونتامينيشن ويل کيږي. دهوا او اوبوککړتيا د ټاکلوفيلترونواودغازماسکوMask په مرسته سره کمولای او يا يي مخنيوی کولای شو. ځرنګه چي وړانګي په سترګونه ليدل کيږي، او نه يي بوی ځي، اونه په لاس حس کيږي، نوپه هغه سيمه کي چي يوه هستوي ازموينه ترسره شوي وي، خلک دوړانګو دخطرڅخه بې خبره پاتي کيږي، اوراديواکتيوموادنه شي پيژندلای. دراديواکتيوککړتيا دمخنيوي اويا د پاکولولپاره لاندني کړنلاره ترسره شي.

- **لومړی:** دککړشوي سيمي څخه سمدلاسه ووځه اوپه يوه نږدي تعميرکي ځان خوندي کړه
- **دويم:** دځان څخه ککړ شوي کالي وباسه اوپه يوه پلاستيکي کڅوړه کي يي پټ کړه اوبيا يي دځان څخه په ليري واټن کي کښيږده تر ځو تاته وړانګي در وه نه رسيږي.
- **دريم:** دبدن هغه برخي چي په راديو اکتيوموادوککړي وي، د تمنواوبواوصابون په مرسته سره ومينځل شي اوډيرپام وشي چي دبدن پاتي اوپاکي برخي ککړي نه شي.
- **څلورم:** که چيرته راديو اکتيو مواد تنفس شوي وي اويا دخوراک اوڅښاک دلاري بدن ته ورننوتلي وي نود ټاکلوطبي آلاتولکه ټول بدن کونټر(Total body counter) په مرسته سره بايد اندازه شي.
- **پينځم:** دراديواکتيوموادوليري کولوکړنلاره تر هغه وخته پوري پرمخ ولاړه شي تر ځو د بدن په يوه سانتي مترمربع سطحه کي دککړتيا کچه دلس بيکاريل $10\ Bq/cm^2$ څخه راټيټه شي.

دګاونډ يوهيوادونوهستوي ازمويني

دهستوي ازموينو لړی د ۱۹٤۵ م کال څخه راپدي خوا تر نن ورځي پورې دنړی ځينو هيوادونولکه امريکا،روسيه، انګلستان، فرانسه اوچين له خوا همداسي روانه ده. دنوموړوپينځوهيوادوپه څنګ کي، دوه نور هيوادونه هم دهستوي ځواکونوپه ډول ډګر ته راووتل. دبيلګي په ډول دافغانستان دوه ګاونډيو هيوادونوياني هندوستان او پاکستان پرلپسي هستوي ازمويني او سيالی ديادولووړ دي.

دهندوستان هستوي ازموينې:

په ۱۹۷٤ م کال دمای میاشتې په اتلسمه نیټه هندوستان خپله لومړی امپلوزیون ډوله (Implosion design) پلوټونیم هستوي ازموینه دبودادزیږیدنې په ورځ ترسره شوه. دهند واکدارانو د غه ازموینه د دیوې پلمې په توګه، دسولې په موخه او د خندا کوونکې بودا "Smilling Buddah" په نامه سره وونوموله. دنومړې هستوي چاودنې قدرت لږ څه پینځه لس کیلوټن ټي این ټي 15 kilotons TNT اټکل کیږي او د راجستان ولایت په یوه دښته اودځمکې لاندې په یوه سل کیلو متره ژورڅاه (Shaft) کې تر سره شوه. دغه سوری دریګ په مرسته تر خوله پورې ډک شو او بیا دسمټو (Cement) په اچولوسره کلک بندشو(91).

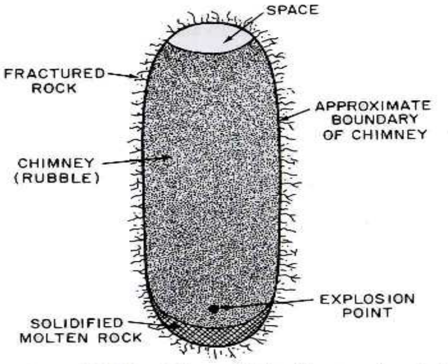
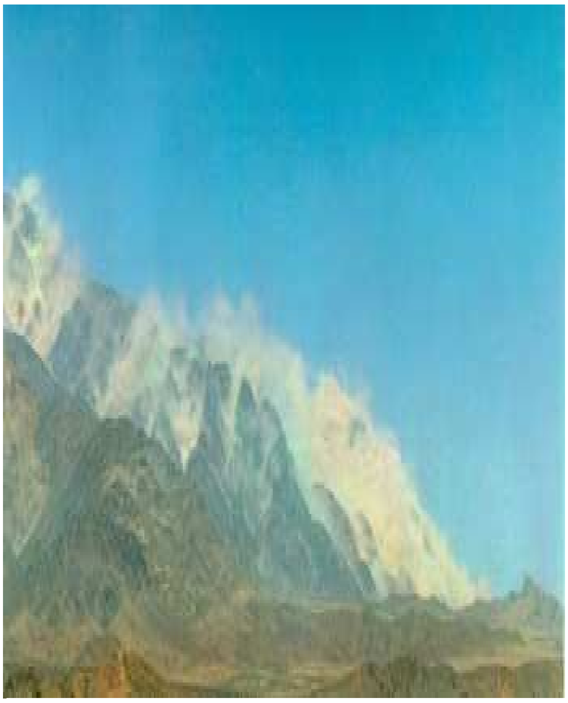


Figure 2.103. The rubble chimney formed after collapse of the cavity in a deep underground nuclear detonation.

په ۱۹۷٤ م کال کې دهندوستان لومړنی هستوي ازموینه دراجستان په سیمه اودځمکې لاندې تر سره شوه چې دځمکې مخ ته یې هم رادیو اکتیو موادراووتل اویو غټ خوکیلومتره سوری منځ ته راغی.

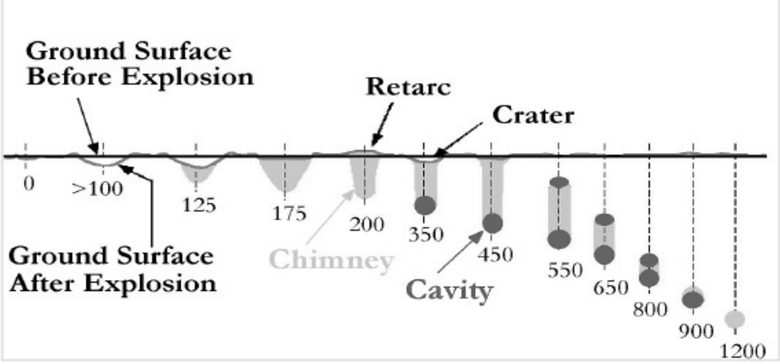


په ۱۹۹۸ م کال کې دپاکستان لومړنی هستوي ازموینه دبلوچستان چاغای په سیمه د رازغرهRas koh په ننه یوه سورنګ کې ترسره شوه چې رادیو اکتیو ګرد یې په پورتنې شکل کې په سپین رنګ سره لیدل کیږي.

دپاکستان هستوي ازموینې:

په ۱۹۹۸ م کال دمای میاشتې په اته ویشتمه نیټه، پاکستان په دې بریالی شو چې پرلپسې پینځه هستوي ازموینې دبلوچستان چاغای ولایت (Chagai) دکامباران غره (Koh kambaran) د ننه په یوه ایل بڼه L-shaped او یو کیلو متر اوږده سورنګ (تونل) کې تر سره کړي. نوموړې سیمه دافغانستان دپولې څخه لرڅه پنځوس کیلو متره لیرې پرته ده. څرنګه چې نوموړې هستوي ازموینې ، دلږ څه پینځه

ریښتر سکیل (5 Richter scale) په کچه دځمکي زلزلي زیګنالونه (seismic signal) تولید کړه، نو په شاوخوا هیوادونو کي هم د زایزمو ګراف په مرسته سره اندازه شوه. د زلزلودغه زیګنالونه په ډاګه کوي، چي دهستوي چاودنوټوله قوه لږ څه څلویښت کیلوټنه ټي این ټي (40 Kilotons TNT) اټکل کیږي. ریښتر سکیل یوځانګړی عدد(شمیره) دی چي دځمکي زلزلي څخه ازاده شوې انرژي کچه راښیي. دځمکي لاندې هستوي ازموینه کي د څوملي ثانیوپه ترځ کې په لوړه درجه تودوخی اولوړه کچه فشار منځ ته راځي، چي په پایله کي دچاودني په نږدې شاوخواکې ټول شیان لکه ډبرې، شګه او خاورې ویلي کیږي او په غازاوړي. د چاودني په شاوخوا کي مواد، د زوروري شوک څپي (Shock wave) په قوه سره، هرې خواته شیندل کیږي، او یوغټ ګرد سوری منځ ته راځي. دڅوساعتونوڅخه وروسته دڅاه په لاندنۍ برخه کي (Cavity Chimney) یوه هنداره ډوله ځلیدونکي ویلي شوې لاوا Lava راټولیږي. دشوک څپي دومره قوه لري، چي دڅاه په لاندې برخه کې په لوړه کچه تولیدشوې تودوخی او فشار، دڅاه پورته خواته لږدوي، او له دې کبله دچاودني په اخیر پړاو کي، دڅاه سر برخي ته یاني د ځمکي مخ ته هم ډیرراډیو اکتیوموادراشیندل کیږي. په پایله کي دځمکي پر مخ، یوغټ سوری منځ ته راځي، چي د کراټرCrater په نامه سره یادیږي. دنوموړي سوري غټوالی، د هستوي چاودنې په قوه، او دڅاه په ژوروالي پورې اړه لري.د بیلګي په ډول که چیرته پنځوس کیلو ټنه (50 kilotonn) زوروره چاودنه په یوه اوه سوه متره ژور څاه کي تر سره شي نو د ځمکي پرمخ به یوسوري یاني کراتر منځ ته راولي چي قطریې لږ څه دوه سوه متره غټوالی لري دځمکي لاندې هستوي ازموینې په ترځ کي نیوترونه او ګاما وړانګي خپریږي، چي هستوي تعاملونه ترسره کوي، او په پایله کي لږڅه درې سوه رادیواکتیو ایزوټوپونه په مصنوعي توګه منځ ته راځي، او دالفا، بیټا او ګاما وړانګي خپروي. د بیلګي په ډول لکه پلوتونیم Pu239، کرپټونKr85، ایودینI^{128}، کسینون Xe-136، نیپټونیم Np^{239} شټرونسیم Sr-90، سیزیمCs-130، ځیرکونیمZr-95، باریمBa-140، مولیبدین Mo-99، تیلورTe-134 اونور(91). هغه رادیو نوکلید، چي دویلي کیدلو ټکی یې دلږڅه یوولس سوه درجې سانتي ګراد (1130 °C) څخه ښکته وي لکه ایودین، سیزیم او د کرپیټون او کسینون غاز دکیندل شوي څاه دبیخ څخه پورته خواته خوځیږي، او بیا دځمکي مخ او هواته راوځي. هغه تولید شوي رادیو نوکلید، چي د غاز شکل نه لري، لکه ځیرکونیم ، نیپتونیم او پلوتونیم د لاوا سره Lava ګډیږي او بیا دځمکي لاندې اوبوته لاره پیدا کوي. نو هغه څوک چي دیوې هستوي ازموینې ته ورنږدې ژوندکوي، داوبو او د تنفس له لارې نوموړې راډیواکتیو مواد بدن ته رانیولای شي.

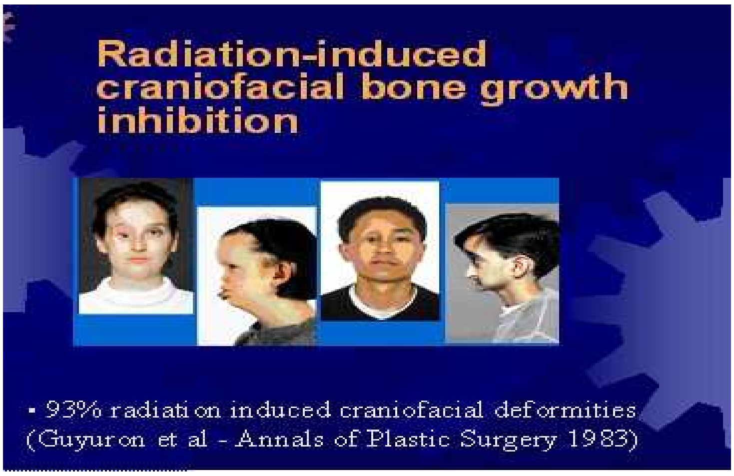


- شکل: دځمکي لاندې هستوي چاودنه کي ددې اړتیا لیدل کیږي، چي چاودیدونکي مواد ډیر ژورپه یوه څاه کي کینودل شي، او بیا د څاه تشه برخه په فني توګه ډکه او خوله یې وتړل شي. په نوموړي شکل کي دیوه کیلو ټن (1 Kiloton) زوروري چاودني اغیزې لکه د ځمکي پر مخ د یوه سوري یاني کراټرCrater منځ ته راتلل، دڅاه ژوروالي په واحد د فیټ (feet) ښودل شوي ده. دبیلګي په ډول دیو کیلو ټن لسمه برخه (0,1 Kiloton) زوروچاودیدونکي موادهم باید چي لږڅه په دوه سوه دیرش فیټ

ژورځاه کې ځای په ځای کړو ترڅودځمکي مخ ته (Ground surface) راديو اکتيو مواد ازاد نه شي او دځمکي لاندې خوندي پاتې شي.

همدارنګه د سولي په لاره کې هم د اتوم انرژي څخه دګټې اخيستلو په موخه ، بشر د ايونايزکوونکو وړانګو دخطر څخه ځان نه شي ژغورلای. دبېلګه په ډول کله چې په ۲٦ داپريل ۱۹۸٦ م کال په چرنوبيل کې د هستوي بټې د چاودلوپيښه وشوه، نو په پايله کې په زرګونو خلک دوړانګو په ناروغی اخته شول. دبيلګي په ډول په ۹۸ شکل کې ديوه معيوب ماشوم دهايدروسيفالوس ناروغي ښودل شوې ده.

۹۸-الف شکل: په پورتني شکل کې د بیلګي په ډول ديوه ماشوم عيب لرونکی غړی لکه داوبو سر هايدرو سيفالوس Hydrocephalus او د ستون فقرات مېنېنګيوم (Meninigeom) بنه ډوله پرسوب (Benigner tumor) ښودل شوئ دی(89).



۹۸- ب شکل: د جاپان خلکوپه راتلونکي نسل کې داتوم بم دوړانګووروستی جينيتيک ناوړه اغيزې لکه دسرکپړی هډوکو او مخ معيوب ډولونه ښودل شوي دی.

په ۳۷ جدول کې دروغتيا په تړاودلوړې او ټيټې کچې اغيزمن ډوزکلينيکي اغيزې اوناروغی بيان شوې دي. کله چې ايونايزکوونکي وړانګي په بدن ولګيږي، نوپه لومړيو پېنځو نه تر پينځه لسو دقيقو په موده کې، لومړنی اغيزې لکه لوستل (استفراق)، خواه بديدل، دبدن حجروڅخه داوبو ضايع کيدل، خولې کيدل او نورپيل کيږي. په نومړي جدول کې دوړانګو ناروغی کلينيکی اغيزې دانرژي دوز داندازې سره سم ښودل شوې دي کله چې ټول بدن ته په يوه وارسره ورسيږي.

دوړانګوناروغی کلینیکي سېمپټومونه یا نښاني	دوړانګواغیزمن ډوزاندازه
دژوندپه اوږدوکي ددې احتمال شته دی چي وروستی پېښې لکه سرطان او جنېټیک اوسوماتیک موتېشن منځ ته را شي. دموتیشن بیالوژیکي اغیزې په لومړي وخت کي ثبوت کېدای شي	دصفرنه تردوه سوه ملي سیورته پورې (0-200 mSv)
کلینیکي سېمپټومونه سمدلاسه نه شي پیژندل کیدای خو په کروموزومو کي د موتیشن بیالوژیکي اغیزې ثبوت کېدای شي. د وینې په جوړښت کي بدلون لکه د لیمفوځوتواونیوتروفیل کمښت اودوروستی ناوړه پیښو احتمال پورته ځي	ددوه سوه ملي سیورت نه تر پینځه سوه ملي سیورت پورې (200-500 mSv)
ددوې نه تر درې اونې وروسته دوینې په جوړښت کي بدلون، لړ څه دپوستکي سوروالئ، خواګرزیدنه، لوستل (استفراق) ، په وینه کې دسپینوکروباتوشمیرکمښت، ستوماني، کمزورتیا	د نیم سیورت څخه تر یوه سیورت پورې (0,5-1 Sv)
په وینه کې د سپینو او هم سروکروباتو شمیر په لوړه کچه کمښت مومي اودبیرته روغوالي کړنلاره یې ډیر وخت نیسي دهډوکو په مازغوکي ناوړه اغیزې، لوستل (استفراق) ، خواګرزیدنه، په زیاته کچه دځان کمزورتیا اوپه سلو کې شل مړینه، دسترګو دلید کمښت (Cataract) ، دسروکروباتوکمښت anemia ، دوینې سرطان، دکوچنیانو د هډوکوپه تپه ستریدل اودسرکوپړی کوچنیوالی Microcephaly	دیوسیورت نه تر دوه سیورت پورې (1-2 Sv)
ددریونه تر پینځه ورځې وروسته دوینې په جوړښت کي زیات بدلون، لوستل (استفراق) ، خوا بدي، نس ناسته (احسال)، دستونی درد، درنګ سپینوالی، دوزن بایلل، دروغتیا په تړاو زیاته کمزورتیا، دساري ناروغیو زیاتوالئ، دیرش نه تر پنځوس په سلو کي مړینه	ددوه نه تر څلور سیورت پورې (2-4 Sv)
د اوښتانو تویدل ،د اشتها کمښت ،په پوستکی کې سره رنګه خالونه منځ ته راځي داځکه چي ترپوستکي لاندې رګونه چوي اووینه د باندې راوځي، تبه لرل، د ستوني التهاب، لوستل ، خوا بدي، نس ناسته (احسال)، دوینې په جوړښت کې زیات بدلون، د هاضمې سیستم خرابوالی، دساري ناروغیو زیاتوالئ، دوینې استفراق ، د پنځوس نه زیات په سلو کې مړینه	دڅلورونه تر شپږسیورت پورې (4-6 Sv)
پاس یادشوي سیمپټومونه نور هم پیاوړي کیږی او د دیرشو ورځو څخه وروسته سل په سل کې مړینه.	د شپږ نه تر اته سیورت پورې (6-8 Sv)

۳۸ جدول: دوړانګو کلینیکي نښې یاني سیمپټومونه (Clinical symptoms) د انرژي ډوزپه تابع سره ښودل شوي دي کله چي په یوه وار او دکم وخت لپا ره د یوچاتول بدن ته تر اته سیورت پورې وړانګې ورسیږي.

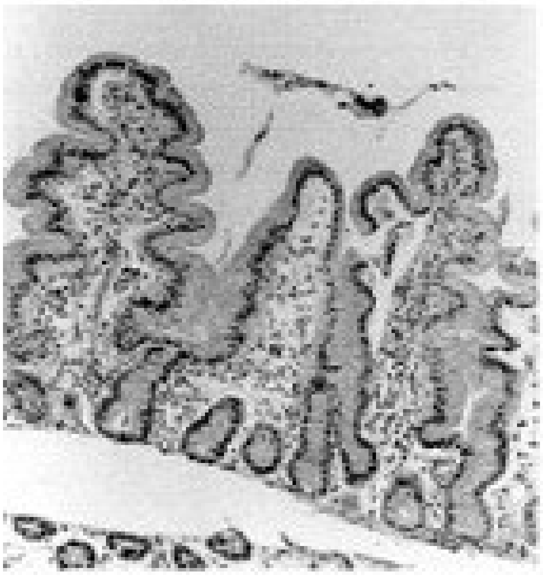
- که چیرته دیوچا ټول بدن او په یووار سره دوړانګو په ځلورنیم ګرې (4,5 Gy) رڼا شي، نو پا یله یې داسې اټکل کیږي، چې د سلو ځخه پنځوس په سل کې 50% رڼا شوې کسان به ،ددیرشو ورځو 30 days په موده کې مړه شي. نوموړۍ مطلب د یوه ریاضي لنډ فرمول په مرسته داسې لیکل کیږي **(Letal dosis = LD50/30)**
- هغه حرارتي انرژی چې یو کیلو ګرام اوبو ته ورکړه شي، تر څو د تودوخي درجه یې د سانتي ګراد یوې درجې 1° C په اندازه سره پورته بوزي د $4{,}2\times10^{3}$J/kg سره مساوي ده، نو کله چې ځلورنیم ګرې وړانګې په نسجونوباندي ولګیږي ، د تودوخي درجه یې یوازې یو په زرمه برخه پورته ځي ($4{,}5$Gy/$4{,}2\times10^{3}$J/Kg) ~ $0{,}001$ $^{\circ}$C) . نوموړې بېلګه په ګوته کوي چې په یوه ماده کې د وړانګو په واسطه د تودوخي پورته وړل او د هغې په بنسټ دوړانګو ناوړه اغیزې ټاکل، کومه غوره او اغیزمنه فزیکي کړلارې نه شي کیدلای.

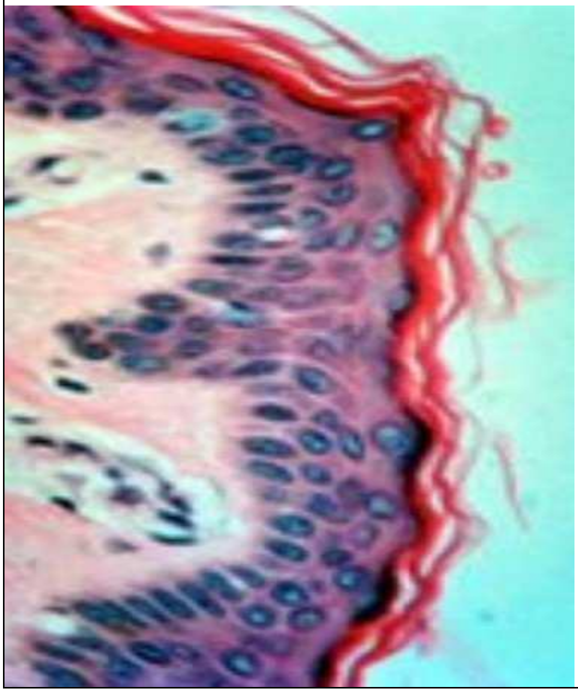
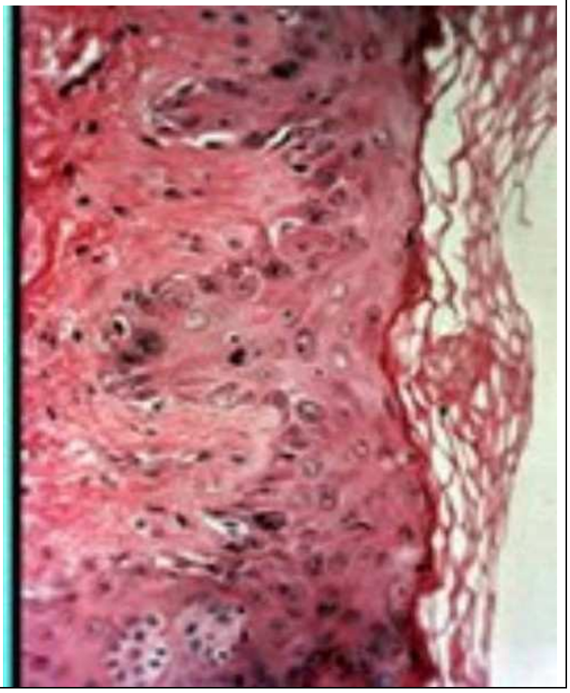
په رڼا شوو نسجونوکي هیستولوژیکي بدلون

کله چې د بدن غړي په ایونایزکوونکووړانګو رڼا شي، نو د هغوی په نسجونوکي بیخي ژور هیستوپاتولوژیک (Histopathologic) او مورفولوژیک (Morphologic) بدلون منځ ته راځي. د بیلګې په ډول لکه:

- دنسجونو وراستوالی، مړاویتوب او پیاوارکیدل لکه نیکروسیس (Necrosis)
- دویني رګونه (Vessels) ارت کیږي (Dilatation) اوپه حجروکي دومره زیان منځ ته راځي چې خپله دنده نه شي تر سره کولای.
- درګونودیوالونه پرسیږي اواوبه ځانته رانیسي (Edema) او په پایله کې دګاوندیو اوځرمه حجرو تر منځ اړیکي شلیږي.
- دحجرو هستې (Cell nuclei) د نورمال حالت نه غټیږي اوغشا یاني میمبران (Membran) یې پرې کیږی.

۹۸- ج شکل: کېن اړخ ته نورمال او ښې اړخ ته رڼا شوې حجرې بنودل شوې دي(IAEA)

	دنرى كولمه jejunum د بيوپسي Biopsy يوه هيستولوژي بڼه ښودل شوې ده چې وړانګې ورته نه دي رسيدلې. په دغ شکل کې دنوموړي غړي يوه روغه پرې شوې برخه ښودل شوې ده
	دنرى كولمه jejunum د بيوپسي Biopsy د پورتنى شكل هيستولوژي بڼه ددرملنې په موخه د لړخه لس ګرې رڼا کولو څخه وروسته ښودل شوې ده او ښکاره بدلون پکې ليدل کيږي. د ببلګه په ډول د كريپت Crypt ډيرې ځانګې تر منځ چاک يانې وت ډک شوې او هلته ځانګړي ويلوس Villus منځ ته راغلي دي.

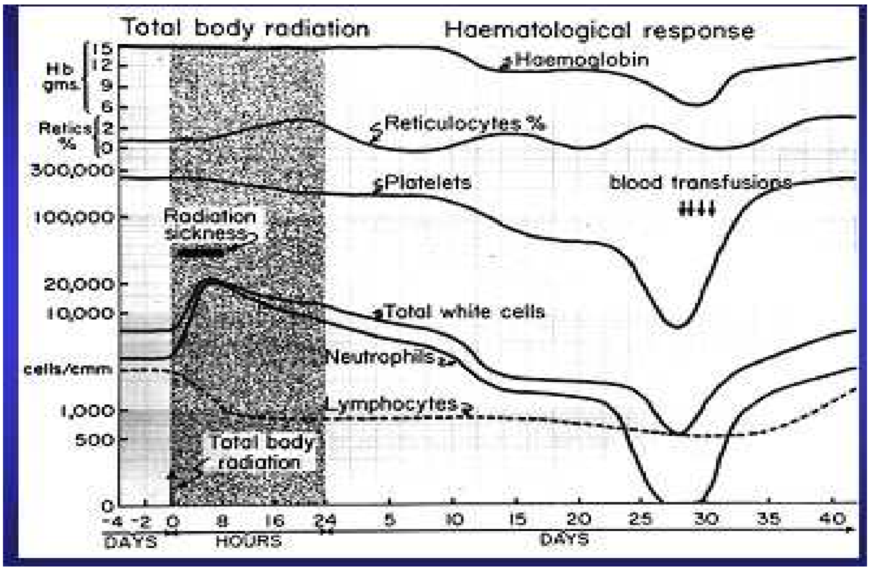
Normal Cell نه رڼا شوې عادي حجرې	Irradiated Cells رڼا شوې حجرې
	

۹۹- شکل: د پورتني شکل په بنې اړخ کې د ايونايزکوونکوورانګوپه واسطه رڼا شوې او کيڼ اړخ کې نه رڼا شوې نورمال ياني عادي حجرو هيستولوژي بڼه ښودل شوې ده(40) .

دويني په جوړښت کې کلينيکي بدلون

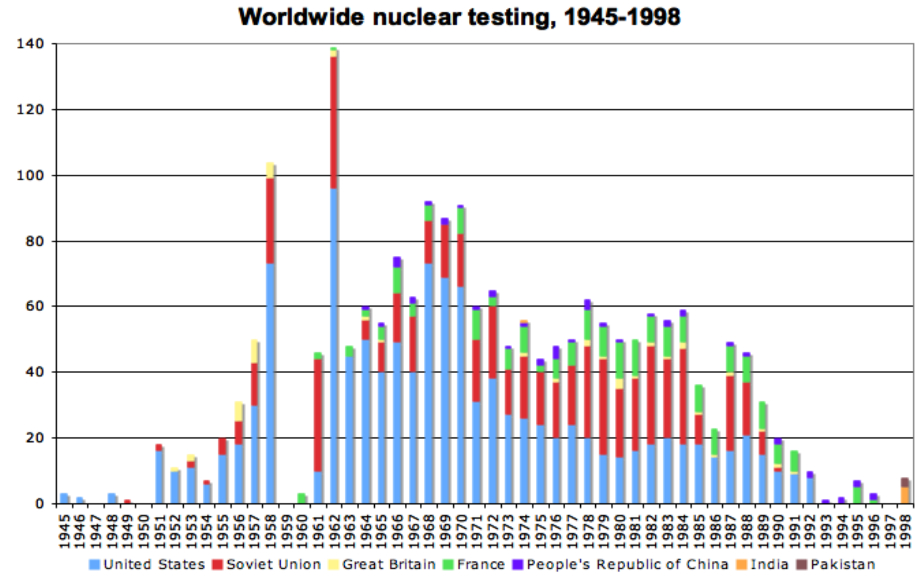
د بدن دويني په جوړښت کې لاندنی کلينيکي بدلون ليدل کيږی، کله چې دری ګرې (3 Gray) وړانګې ورته ورسيږي

- ترلږ څه شلو وروځوپورې کومه کلينيکي ناروغي نه ښکاري
- دشلوورځوڅخه وروسته دويني کمښت منځ ته راځي اودويني ترانسفوزيون (Blood Transfusion) ته اړتيا ده.
- د لږڅه ديرشو ورځو څخه وروسته دبدن دفاع سيستم په فعا ليت پيل کوي او زيار باسي چې د ويني نيمګړتيا بيرته پوره کړي
- د هيموګلوبين کمښت
- د ريتيکيلو سيتوشميرلږڅه ثابت پاتي کيږی
- دنيوتروفيل(Neutrophils) کروياتو شميرسمدلاسه د شپږو زروڅخه تر شل زرو پورې پورته ځي او بيا د اتو ساعتو څخه وروسته په کمښت پيل کوي او دديرشو ورځو څخه صفرته رسيږي
- لومفو سيت (Lymphocytes) سمدلا سه دپينځو زروڅخه تر يو زر پورې کمښت مومي اود اتو ساعتو څخه وروسته بيا ثابت پاتي کيږي



۱۰۰- شکل: دبدن دويني په جوړښت کې کلينيکي پورتنۍ بدلو ن ليدل کيږی کله چې درې ګرې (3Gray) وړانګې ورته ورسيږي. په عمودي محور کې د ويني په يوه مکعب ملي مترحجم کې د سرو کرویاتواوسپینوکرویاتوشمیر او په افقي محور کي وخت په واحد دورځو(DAYS) اوساعتونو (HOURS) پر ليکه شويدی (40).

۱۰۱- شکل: دوړانګو سيندروم (Radiationsyndrom) د بدن په پوستکي کې يو ژور سورى او پرهار منځ ته راوستی دی (40)



۱۰۱- الف شکل: د۱۹٤٥ څخه تر ۱۹۹۸ م کال پورې دنړۍ ځینو هیوادونوهستوي ازموینوشمیر د کالونوپه تابع سره ښودل شوي دي. ډیرمسلکي کارپوهان په دې نظردي چې د سرطان ډیرې ناروغۍ د هستوي ازموینو سره تړاولري (91)

پوښتنې (Questions):

۱-۱۲ په کلینیکي تړاو LD50/30 لنډیزڅه مانا لري؟

۲-۱۲ په کوم کال کې دروغتیا په تړاو دوړانګوناوړه لومړنۍ اغیزې وپیژندل شوې اودسرطان ناروغي د منځ ته راتلوسبب وګرځیدې؟

۳-۱۲ دوړانګو سیندروم څه ته وایي؟

٤-۱۲ کله چې دیوچا بدن په وړانګو رڼا شي نو په وینه کې کوم بدلون منځ ته راځي؟

٥-۱۲ په کومه کچه وړانګې دمرګ سبب ګرځي؟

۱۲ -٦ په رڼا شوو نسجونوکې کوم هیستو لوژي بدلون منځ ته راځي؟

۱۲ – ۷ هایدرو سیفا لوس او مینینګیوم څه ډول تومور ته ویل کیږي؟

۱۲- ۸ په کومه کچه وړانګې چې د لاس پوستکي ته په یوه وار ورسیږي نو د التهاب او سوررنګ Erythem سبب(لامل) ګرځي ؟

۹-۱۲ په کوم کال کې دلومړي ځل لپاره دوړانګو ناوړه اغیزې لکه سرطان ناروغي وپیژندل شوه؟

اوومه برخه

دیارلسم څپرکی

دوړانګو نه ساتنه

(Radiation Protection)

سریزه

کله چي په ۱۸۹۵ م کال کی د کونراد رونتګن (Roentgen) له خوا داکسریز (X-Rays) چي مانا يي ناخرګنده وړانګي او په ۱۸۹٦ م کال کي طبيعي راديو اکتيويتي د بيکاريل (Becquerel) له خوا کشف شوې، نوساينس پوها نو ډير زردا مالومات تر لاسه کړ،چي ګنه ايونايزکوونکي وړانګي نه يوازې داچي دناروغيودپيژندلو او درملني په موخه ګټورې اغيزې لري، خوکه چيرې دنوموړو وړانګو سره په پاملرنه اوغورسره سم چلن وه نه شي، نود ګټي په ځای د بدن نسجونو ته ډيرزيان هم رسولای شي. په دی اړوند ډيرې ناوړه پيښي هم ترسره شوي دي، لکه دچرنوبيل هستوي بټی چاودنه، دهستوي وسلوپه ازموينه کي چاپريال ته ازادشوي راديونکليد، داتوم بم د کارولوپه پايله کي د چاپيريال ککړتيا اونورديادولووړدي.

☜ په دي اړوند يوه ژوندی تاريخي بېلګه د يادولو وړده. په ۱۹۳۲ م کال کي د ماري کيوري لورچي نوم يي ايرېني ژوليت کيوري (Irene Joliot Curie) وه په لابراتوارکي د خپلي مور سره يوځای تجربي تر سره کولي. په دي تر ځ کي ايرېني ژوليت کيوري د بي پروايی له کبله يوبوتل وچاودیده، چي په هغه کي د پولونيم Polonium 210 نمونه خوندي شوې وه. دکيوري لور د پو لونيم راديو اکتيو غازتنفس کړو. په ۱۹۵٦ م کال کي ايرېني ژوليت کيوري د ويني سرطان (Leukemia) د ناروغی له کبله مړه شوه. نوموړې پيښي په ډاګه کړه چي د پولونيم راديو اکتيو عنصردسرطان ناروغي راپاروي. دغه پيښه دوړانګو ستوخاستيک يانې احسايوي اغيزې يو وتلي بېلګه کيدای شي.

دوړانګو نه ساتنه او ژغورنه دا ما نالري چي داسي لاري چاري او کړنلاري ولټول شي تر څو انسانان، ټول ژوند سوري، څاروي، اود چاپيريال ټول ژوندي او نه ژوندي شيان دايونايزکوونکووړانګودبې ځايه زيان او خطرڅخه په امن کې وساتل شي کوم چي د طبيعي او مصنوعي راديو اکتيو سرچينو څخه خپريږي.

دوړانګو نه ساتنه دژوند په ډيرو برخو لکه درمل پوهنه (طبابت)، راديوبيالوژي، راديوکيمي، هستوي وسلو اوهستوي دستګاووپه جوړولکي ډير مهم رول لوبوي. په دې هکله په هر هيوادکي ځانګړي ملي قوانين ديوې خوااوپه نړيواله کچه بيا نورقوانين اوکونوېنسيون دبلې خوا ټاکل شوي دي، چي دهغوې عملي کول دهرهيواد مهمه دنده ګڼل کيږي. دبېلګه په ډول:

- ☜ دنړيوال اتومي انرژۍ دمنشور (Atomic Energy Act 1958) په لومړي څپرکي کي ليکل شوي دي: دنوموړي سازمان غړي هيوادونه مجبور او مکلف دې چي داتومي انرژۍ څخه په پوځي برخه کې نه بلکه يوازې دسوله ايز نيت په موخه دژوندانه په مهمو برخو لکه طب،کرهنه، دبريښنا توليد اوصنعت کي، چي نورې نړۍ او چاپيريال ته زيان وه نه رسيږي، ديرمخ تللي ټکنالوژي په مرسته سره ګټه پورته کړي. هرهيواد چي د اتومي انرژي څخه ناوړه پوځي ګټه پورته کول غواړي ، د نړيوال بنديزونوسره به مخا مخ کيږي.

د وړانګو څخه د ځان ساتني کړنلاره د ټولو مسلکي کسانو لپاره چي په هستوي بټۍ، هستوي وسلو، هستوي فزيک، راديوفزيک، راديولوژي، راديوتېراپي، راديوبيولوژي او درمل پوهنه کي کار کوي خورا مهم رول لوبوي.

د وړانګو د خطر څخه دځان ساتني په موخه، په نړيواله کچه منل شوي نامتوخيړونکي پوهنيز ټولني منځ ته راغلي، چي هغوی دخپلواوږدي مودې اپيډيميولوژي څيړنو (Epidemiological research) او تجربوپه پايله کي، د وړانګو ستوخاستک اونه ستوخاستيک ناوړه اغيزوپه رڼا کي دانرژي ډوز لوړه کچه د مسلکي کارکوونکواودعام ولس لپاره ټاکي، او دهغې سره سم د يو لړغوره تګلارو او کړنلارو سپارښتنه کوي. د بېلګه په ډول:

- ❋ په ۱۹۲۸ م کال کي دهغه وخت راديولوژي او راديم ټولني له خوا دوړانګو نه دساتني نړيوال کمسيون ICRP (International commission on radiological protection) منځ ته راغی.
- ❋ په ۱۹۵۵ م کال کي دملګرو ملتوداتومي وړانګواغيزوعلمي ټولنه چي دنوم لنډيزيې په (UNSCEAR) سره ليکل کيږي جوړه شوه. United Nation Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation
- ❋ دنړيوال اتومي انرژۍ د منشور په دريمه ماده کي (د ساتنې بنسټيز ستاندارد (BSS) تر نامه لاندې Basic safety standars درادیواکتيو موادو سره دچلن هر اړخيزې کړنلارې او تګلارې بيان شوې دي.

دوړانګو دخطر څخه د ځان ژغورلونامتو کړنلارې

په ورځني ژوند کې ضرور ده چې هرڅوک دايونايزکوونکو وړانګود خطر څخه د ځان ژغورلو په موخه لاندني نامتو کړنلارې او تګلارې په پام کې ونيسي.

لومړی- دواټن په پام کې نيول(Distance)

تر خپله وسه بايد زيار وه ايستل شي چې دراديو اکتيو سرچينې څخه ليرې واټن ونيول شي. داځکه چې دوړانګو انرژي D دواټن r د مربع سره سم معکوسا کمښت مومي.

* **پوښتنه**: ديوې راديو اکتيو سرچينې د انرژي ډوز قدرت D_1 په يو متر واټن $r_1 = 1m$ او يوه ساعت کې $D_1 = 500\ mSv/h$ ده. په درې متر واټن $r_2 = 3\ m$ کې ددغې سرچينې قدرت څومره کمښت مومي ؟

* **حل**: د واټن او ډوز قدرت تر منځ لاندې اړيکې شته دي.

$$D_1 \times r_1^{\,2} = D_2 \times r_2^{\,2}$$

$$D_2 = \frac{r_1^{\,2} \times D_1}{r_2^{\,2}} = \frac{1m^2 \times 500\ mS/h}{(3m)^2} = 55{,}6\ mSv/h$$

* **ځواب**: په درې متر واټن کې د سرچينې قدرت د پنځو سوو ملي سيورت څخه لږ څه شپږ پنځوس ملي سيورت په ساعت کې کمښت مومي

* **پوښتنه**:ديوې راديو اکتيو سرچينې څخه وړا نګې خپريږي او شدت يې ($I_1 = 500$ mSv/h) په يو ه ساعت اوشپږوسانتي مترو کې پينځه سوه ملي سيورته دی. دنومورې سرچينې شدت I_2 په پينځوس سانتي مترو کې څومره دی؟

* **حل**: که لومړی واټن په d_1 او دويم واټن په d_2 سره وښيو نولرو چې:

$$I_2 = \frac{I_1}{\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2} = \frac{500}{\left(\frac{50}{6}\right)^2} = \frac{500}{(833)^2} = 72mSv/h$$

* **ځواب**: دراديواکتيو سرچينې شدت په پينځوس سانتي متر واټن کې دوه اويا ملي سيورت ته را لويږي.

دويم - دوخت په پام کې نيول: **(time)**

څرنګه چې دوړانګو انرژي اندازه D دوړانګودخپريدلو وخت t سره سم سيخ متناسب ده، نو په هغه چاپيريال کې چې راديو اکتيو وړانګې دهوا او يا دځمکې پر مخ ديوې منبع څخه خپريږي، بايد هيڅ څوک تم نه شي او يا په دومره کچه هلته پاتې شي څومره چې ورته اړتيا ليدل کيږي. په اخرني حالت کې بايد مخصوص کالي واغوستل شي او د تنفس کولولپاره هم ځانګړې ماسکونو masks او فلترونو څخه کار واخيستل شي.

دوړانګو انرژي ډ وز = وخت × ډوز قدرت
$\text{Dose} = \text{Dose Rate} \times \text{Time}$
$Sv = (Sv/h) \times h$
وخت = انرژي ډوز ÷ دډوز قدرت
دډوز قدرت = انرژي ډوز÷ وخت

ددې لپاره چې دوړانګو خطر دبدن لپاره کم شي نو په راديو اکتيو چاپريال کې ديره لږ موده څومره چې ورته اړتياوي پاتې شي.

* **پوښتنه**: ديوې سيمي چاپيريال په راديو اکتيوکوبالټ موادو ککړشوی دی، چې قدرت يې په يوه ساعت اويوه مترکې لس ملي سيورټ (10 mSv/h) قيمت لري. دڅومره وخت لپاره يو مسلکي کارګر دنومورې سرچينې په يوه متر واټن کې پاتې کيدلای شي، ترڅو هغه ته دوړانګوټاکل شوی کلنی لوړ ليميټ څخه ډيرانرژي ډوزوه نه رسيږي؟.

* **حل**: څرنګه چې ديوه مسلکي کارګر لپاره په ۳۹- جدول کې ديوه کال لپاره لوړانرژي ډوز ليميټ شل ملي سيورټ(20 mSv) ټاکل شوئ دی نو د پا تې کيدلو وخت t مساوي ده له : کلنی لوړانرژي ډوز ليميټ تقسيم په ډوز قدرت

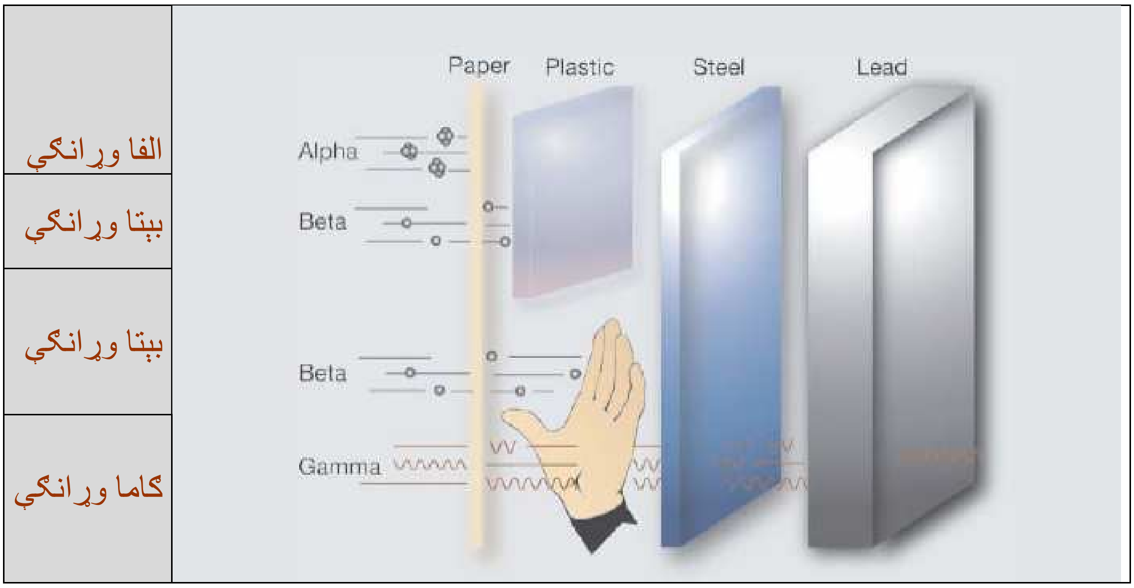
$$t = \frac{20 \quad mSv}{10 \quad mSV \quad / \; h} = 2 \; h$$

ځواب:مسلکي کارګر بايد ددووساعتونوڅخه ډيرپه راديو اکتيوموادوککړه سيمه کې پاتې نه شي.

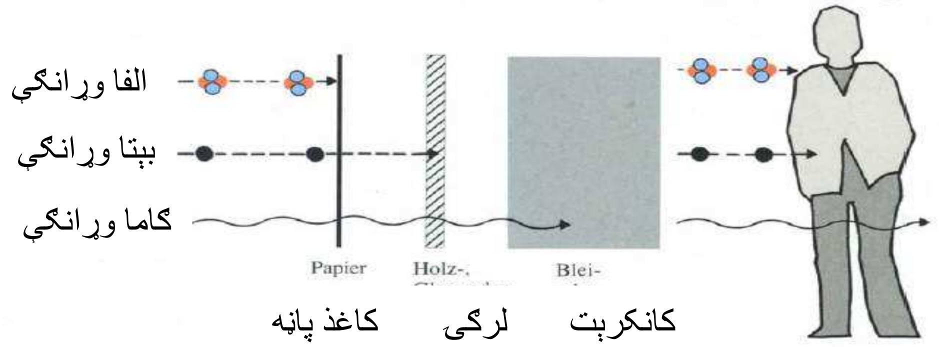
دريم - څرنګه چې دګاماوړانګو يوې سرچينې د انرژي ډوزقدرت D د يوې مادې دپنډالي d په تابع سره اکسپوننسيال Exponential کمښت مومي، نو ضرور ده چې تل هڅه وښې تر څو خپل ځان ديوه جسم تر شا پټ او خوندي وساتل شي.

$$D = D_0 \times e^{-\mu d}$$

په پورتنی معادله کې D_0 د ګاما سرچینې دډوز قدرت دی کله چې د یوه سرې او سرچینې تر منځ کومه ماده موجوده نه وي او میو μ په ماد ه کې دوړانګو د کمزورتیا فکتور دی.



۱۰۳- شکل: د الفا وړانګي د کاغذ یوې پاڼي او دبیتا وړانګي د سرې دلاس څخه هم نه شي تیریدلای. په داسي حال کې چې د ګاما وړانګي په یوه ماده کې د اکسپونینسیال تابع په ډول کمښت مومي او د لاس ، کنکریت او نوروشیانو څخه هم تیریږي(27).



۱۰۴- شکل: کې ښودل شوې ده چې د یوې مادې لکه کاغذ، لرګی او کنکریټ په مرسته سره سرې کولای شي دایونایزکوونکو ړانګو څخه ځان وژغوري. د بیلګه په ډول مونږ کولای شو چې دالفا وړانګي د کاغذ یوې پاڼې، بیتا وړانګي دیوه لرګي اود ګاماوړانګي د کنکریټ په مرسته سره مخنیوئ وکړو. همدارنګه دالفا وړانګي دبدن پوستکي څخه نه شي تیریدلای خو دبیتا وړانګي دبدن په ننه کې بیخي جذب کیږي اودګاما وړانګي دنورووړانګو په پرتله بیا نو دبدن څخه هم تیریدلای شي.

څلورم - تر خپله وسه پورې هڅه وشي چې هر ډول خوراکي او يا دڅښلوشيان چې په راديو اکتيو مواد و ککړ شوي وی، بدن ته لاره پيدا نه کړي او مخ نيوی يې و شي.

پينځم - په يوه راديو اکتيو چاپيريال کې خوړل، څښل، سګرټ څکول اودراديو اکتيو موادو سره تماس لکه په لاس کې نيول ټول منع دي.

شپږم – هغه مسلکي اونه مسلکي کارکوونکي چې په راديو اکتيوچاپيريال کې په کار بوخت وي لږ څه يوواړيه يوه کال کې دوړانګوځخه دځان ساتنې په هکله نوي مالومات او زده کړه ورکړه شي. همدارنګه داسې لارې چارې او سرښتې ونيول شي، چې يوکارګر ته دنړيوال سازمان (ICRP) له خوا دوړانګو کلنی منل شوې کچې څخه، زياتې وړانګې وه نه رسيږي. دنومړې موخې لپاره دوړانګو اندازه کولوفزيکي آلې وکارول شي.

اووم– د الارا پرنسيپ (As low as reasonably achievable = ALARA)

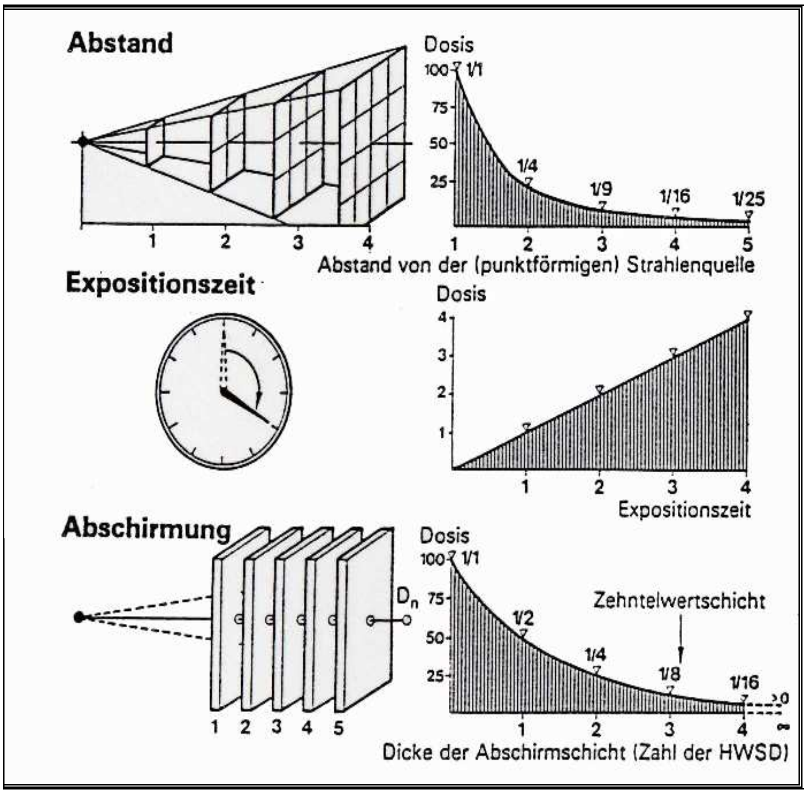
په اوسني وخت کې ګڼ شمير پيژندل شوي بيورياضي موډلونه دا مني، چې ايونايزکوونکي وړانګې که هر څومره په ټيټه کچه او اندازه هم وي خوبيا هم د سرطان ناروغي دراپارولو او منځ ته را تلو د خطرسرچينه کيد لای شي. داځکه چې لا تر او سه ددې سپينوی نه دی شوئ چې په ډيره ټيټه کچه وړانګې د بيلګې په ډول لکه د يو ملي سيورت څخه تردوه سوه ملي سيورته پورې بې خطره دي. دا په دې ما نا چې ددې احتمال هم شته دی چې که دالفا وړانګو يوه ذره په يوه حجره(ژونکه) ولګيږي او موتيشن منځ ته راولي، نو په پايله کې د سرطان ناروغي منځ ته راوستلای شي. نړيوال هغه مسلکي پوهان چې د نومړې تګ لارې په هکله سره په يوه خوله دي دغه ډول تيوري ته **د سم سيخ اونه ليمېټ لرونکې تيوري ويل** کيږي. له دې کبله نړيوال ټول نامتو پيژندل شوي کميسيونونه لکه دوړانګو نه دځان ساتلو نړيوال کميسيون (ICRP)، داتومي انرژی نړيوال سازمان (IAEA)، اودروغتيا نړيوال کميسيون (WHO) دنړې ټولوهيوادونوته په ټينګه سره دا سپارښتنه کوي، چې د هر اړخيزو سرښتو او تجربو په مرسته سره تر خپله وسه پورې هڅه و شي، چې دوړانګواندازه دومره ټيټه وساتل شي څومره چې ديوې خوا ورته اړتيا ليدل کيږي او دبلې خوا امکان ولري. دوړانګو نه دځان ساتنې نړيوال کميسيون (ICRP) نومړې سپارښتنه **دالارا پرنسيپ** (As low as reasonably achievable = ALARA) په نامه سره کارولې ده . څرنګه چې نن ورځ د الارا پرپنسيپ دهر هيواد په ملي قانون کې رسمي ځاې نيولی دی، نو له دې کبله يې پلي کول د هر هيواد لپاره يوه قانوني دنده ګڼل کيږي.

> د الارا پرنسيپ په بنسټ دافغانستان دولتي چارواکو يوه ملي او نړيواله دنده ګڼل کيږي چې سمدلاسه داسې لارې چارې ولټوي، چې نور د هيواد چاپېريال د يورانيم په راديو اکتيو موادو، بيالوژيکي موادو، کيمياوي موادوککړ نه شي. دنومړو موادو د اندازه کولوپه موخه دچاپيريال ساتلو(Environment protection) يوځانګړی پروګرام اوپروژه پرانيستل شي

اووم: تولي هغه سيمي چې په راديو اکتيو موادو ککړشوي وي، د راديواکتيوسرچيني دخطرپيژندلو نښه په پام کې ونيول شي چې په ۱۰۵ شکل کې ښودل شوې ده.

۱۰۵- شکل: درادیو اکتیو سرچینی د خطرپیژندلوټاکلي علامه په ټولو هغو ځایونوکي باید په کارواچول شي چې هلته چاپېریال په راديو اکتيو موادوککړشوئ وي.

په ۱۰٦ شکل کې دوړانګو نه دځان ساتنې په موخه درې نامتو کړنلارې لکه واټن (Distance)، درڼا کیدلوموده (Irradiation time)، اودسرچينې په شاوخواکې د يوه ديوال (Shielding) جوړول ښودل شوي دي.

	دوړانګو انرژي دوز دواټن په مربع سره معکوسا کمښت مومي. $D \sim 1/r^2$
	دوړانګو انرژي دوز د خپريدلو وخت سره سم سيخ متناسب ده. $D \sim t$
	دګاماوړانګودوز D د يوې مادې دپنډالي d په تابع سره اکسپوننسيال Exponential کمښت مومي $D = D_0 \times e^{-\mu d}$

۱۰٦- شکل: دایونایزکوونکو وړانګو دخطر څخه دځان ساتلو درېنامتو قانونونه ياکړنلارې ښودل شوي دي.

☜ **پایله:** په راديواکټيوکړشوي سيمه کې د تم کيدلو وخت داړتيا نه ډيروه نه ټاکل شي، په ليرې واټن کې درېدل اود يوه شي په څټ کې ځان خوندي ساتل او نوردوړانګوزيان کموي.

په ۳۹ جدول کې دعام ولس او همدارنګه دهغوکسانولپاره چې دخپل مسلک په اساس درادیو اکټيو موادو سره کارکوي اووړانګې ورته رسيږي; ديوه کا ل په موده کې تر ټولو لوړ اغيزمن انرژي ډوز H_{eff} سرحد يا ليمټ اندازه دنړيوال کميسيونو لخوا (UNSCEAR) او ICRP له خوا ټاکل شوی دي چې دنړۍ هر هيواد دنده داده چې دغه سپارښتنه په پام کې و نيسي او په ورځني ژوند کې يې پلي کړي.

دعام ولس لپاره	دمسلکي کارګرولپاره	دبد ن غړي نوم
1 mSv يو ملي سيورت	20 mSv شل ملي سيورت	ټول بد ن ته دانرژي ډوز لوړ ليميټ وړانګې
15 mSv پينځه لس ملي سيورت	150 mSv يوسلوپنځوس ملي سيورت	سترګوته دانرژي ډوز لوړ ليميټ وړانګې
50 mSv پنځوس ملي سيورت	500 mSv پينځه سوه ملي سيورت	پوستکی ته دانرژي ډوز لوړ ليميټ وړانګې
1 mSv يو ملي سيورت	1 mSv يو ملي سيورت	دمور په نس يا نې رحم (زيلانځ) کې ماشوم ته دانرژي ډوز لوړ ليميټ وړانګې دنهومياشتو په موده کې
5 mSv پينځه ملي سيورت	50 mSv پنځوس ملي سيورت	دهډوکوسره ماغزه، جنسي غدې
50 mSv پينځوس ملي سيورت	500 mSv پينځه سوه ملي سيورت	لاسونه، پښې او پوستکی
30 mSv ديرش ملي سيورت	300 mSv درې سوه ملي سيورت	دهډوکو پوستکی او تايرايد
13 mSv ديارلس ملي سيوت		په دريو مياشتو کې دحاملداروياني دوه ځانوښځود خيټې برخې ته دانرژي ډوزلوړ ليميټ وړانګې

۳۹- جدول: د عام ولس او مسلکي کارګرولپاره د وړانګو لوړه **کلنۍ** اغيزمن انرژي ډوز اندازه چې دنړيوال کمسيون ICRP له خوا يې سپارښتنه شوې ده (17).

هغه ښځې چې خيلوماشومانو ته شدې ورکوي، اجازه نه لري چې په يوه داسې سيمه يا ځای کې تم شي يا کار وکړي، چې هلته د خوراک، ښکاک او تنفس له لارې راديو اکټيو موادشتون وي او بدن ته ورننوځي.

✍ دمور په نس يا نې رحم کې ماشوم ته دانرژي ډوز لوړ ليميټ وړانګې دنهومياشتو په موده کې ديو ملي سيورت څخه وانه وړي.

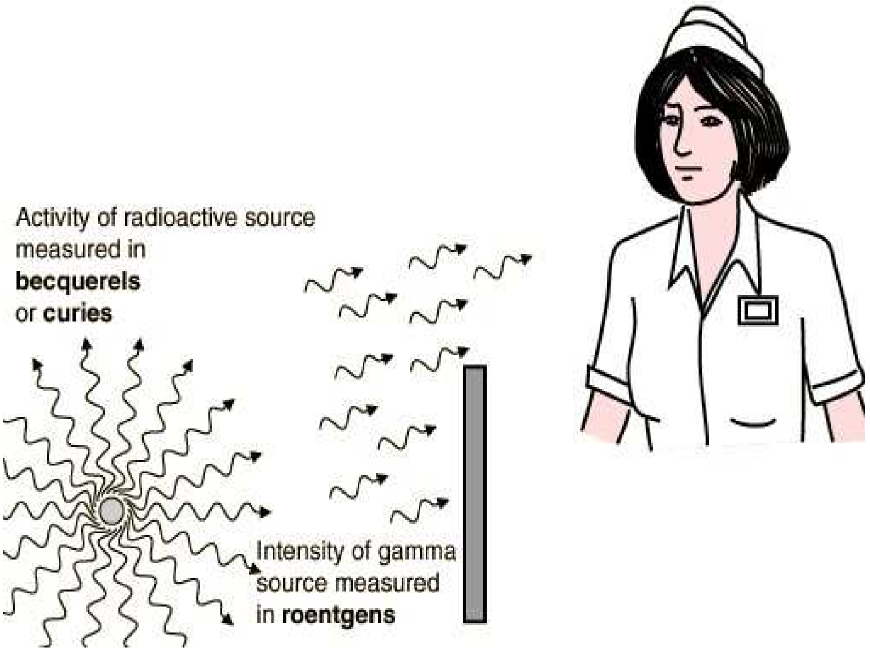
* **پوښتنه**: په راديولوژي کې د اکسريزڅخه دساتنې په موخه ديوه فلزي ديوال څخه کاراخيستل کيږي چې نيما يې ارزښت پنډوالی يې HVL = 5 mm پينځه ملي متره او ټول پنډوالی يې دوه اينچه (2 inches = 25,4 cm) دی. که چيرته دديوال په مخ باندې په يوه ساعت کې دوړانګوشدت سل رونتګن 100 R ولګيږي نودديوال په څټ اړخ کې دوړانګوشدت په واحدد رونتګن په يوه ساعت کې مالوم کړی؟

* **حل:**

$$I = I_0 e^{-\frac{0,693\ x}{HVL}} = 100\ e^{-\frac{0,693\,(2\,inches)\,(25,4\,mm\ /\ inch)}{5\,mm}}$$

$$I = 100e^{-7,04} = 100(0,000876) = 0,088R/h = 88mR/h$$

* **ځواب:** اته اتيا ملي رونتګن وړانګې اويا په بل عبارت يوازې نهه په سلو کې دديوال څخه تيريږي.



۱۰٦ـالف شکل: طبي کارپوهان ديوه فلزي ديوال په مرسته سره خپل ځان د راديواکتيو سرچينې لکه په راديو اکتيو موادود چاپيريال ککړتيا او يا لکه د اکسريزماشين څخه ځان ژغورلای شي. بر سيره په دې ضرور ده چې د وړانګواندازه کولوپه موخه د يوه رونتګن فيلم X ray film badge څخه کارو اخيستل شي چې د بدن په پورتنی برخه کې تومبل شوئ وي (88)

دوړانګوښخه دځان ساتنې سيمې (Radiation Protection areas)

دوړانګوښخه دځان سا تنې نړيوال کمېسيون (ICRP) دهغومسلکي کارکوونکولپاره چې په يوه راديو اکتيوچاپيريال او راديو اکتيوموادو سره په کارونوبوخت وي اووړانګې ورته رسيږي، درې ډوله سيمې ټاکلې دي. نوموړئ سازمان په دې اړوند ټولومسلکي کارکوونکوته سپارښتنه کوي چې په دغوسيموکې دانرژي ټاکل شوئ لوړ ليميټ په پام کې ونيسي. دوړانګوښخه دځان ساتنې سيمې په ټاکلونښو اود راديو اکتيو سرچينې په سمبول لکه جوت کښل شوې وي او په ۱۰٦ ب شکل کې ښودل شوې دي.

(Closed area) لومړئ: دبنديزسيمه

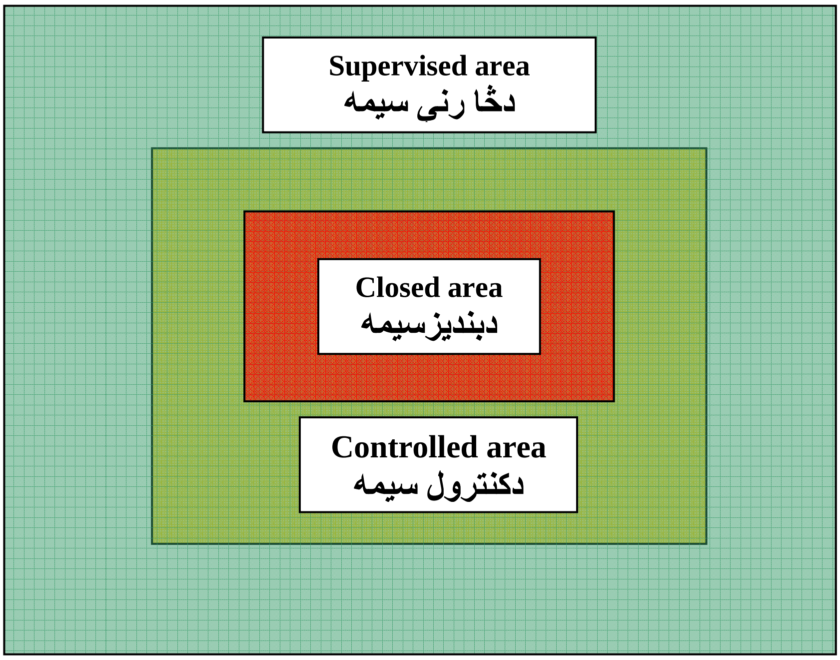
دبنديز سيمه يا ترلې سيمه هغې سيمې ته ويل کيږي چې هيڅ يوه مسلکي کارکوونکي ته اجازه نه شته چې هلته کاروکړي. داځکه چې په نوموړې سيمه کې ديوې راديواکتيوسرچينې انرژي ډوزپه يوه ساعت کې، له درې ملي سيورت ښخه پورته وي (Dose rate > 3 mSv/h) او له دې کبله دبنديزسيمې په نامه سره ياديږي.

(Controlled area) دويم: دکنترول سيمه

دکنترول سيمه هغې سيمې ته وايي چې هلته ديوې راديو اکتيوسرچينې انرژي ډوز په يوه کال کې دشپږ ملي سيورت ښخه لوړقيمت ولري (Dose rate > 6 mSv) . هغه څوک چې په نوموړې سيمه کې کاركوي بايدچې دټاکلوآلو لکه دفيلم ډوزيمتر په مرسته سره هغوی ته د وررسيدلو وړانګوکچه اندازه شي. برسيره پر دې دغه ډله مسلکي کسان بايد چې هرکال په خپل ځان يوه طبي پلټنه تر سره کړي تر څودوړانګودزيان کچه او يا په بدن کې دراديو اکتيو موادو شته والی مخکې ترمخه مالوم شي.

(Supervised area) دريم: دڅارنې سيمه

دڅارنې سيمه دوړانګوهغه سيمه ده چې هلته مسلکي کارکوونکوته په يوه کال کې ديوه ملي سيورت ښخه ډيرې وړانګې رسيږي. (Dose rate > 1 mSv)



۱۰٦ ب شکل : په يوه چاپيريال کې دوړانګو ښخه دځان ساتنې سيمې ښودل شوې دي.

پوښتنې (Questions)

١٣-١ ځلور نامتوکړنلارې په ګوته کړی چي دوړانګو دخطر څخه دځان ژغورني په تړاوخورا اړین دي؟

١٣-٢ دعام ولس لپاره د وړانګوانرژي دوز کلني لوړليميټ(حد) دنړیوال سازمان ICRP له خوا څومره ټاکل شوئ دی؟

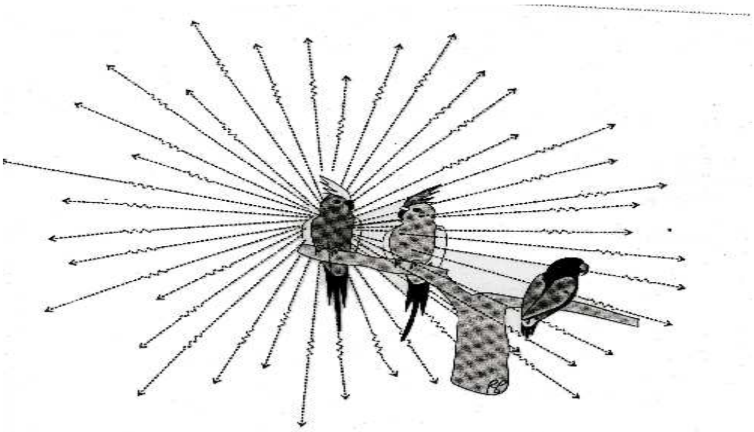
١٣-٣ دوړانګو د شدت کمښت د یوې مادې نیماي پندوالی HVL شمیر n په تابع سره دلاندني فرمول له مخې تر لاسه کیږي. $(1/2)^n$ دنوموړې مادې څومره شمیرنیمايي پندوالی په کارې د تر څو دوړانګوشدت د لومړنی شدت په پرتله یو په شپاړسمه 1/16 برخه را ټیټ کړي؟

١٣-٤ یو ماشوم ته چي دموړپه نس کي وي دوړانګو لوړ انرژي لیمېټ څومره دی؟

الف: لس ملي سیورت، ب: یو ملي سیورت، ج: سل ملي سیورت، د: پینځوس ملي سیورت

١٣- ٥ دالارا پرنسیپ ALARA څه ډول سپارښتنه ده چي دنړیوال کمسیون ICRP له خوا وړاندې شوي ده اود هر هیواد لپاره د یوه قانون په ډول منل شوی ده.

١٣-٦ یوه زراعتي ځمکه چي په رادیو اکتیوایزوتوپ سیزسم Cs-137 موادو ککړه شوې او اکتیویتي یې یوکیلو بیکاریل 1kBq ده دخوراک له لارې د یوې مرغی بدن ته و رننوتلي دي او رادیو اکتیو وړانګي خپروي. د لاندني شکل په مرسته سره مالومه کړئ چي که دوه نوري مرغی په خپل وارسره په نیم متراو یومتر واټن کي لیرې ناستي وي نو هغوی ته څومره انرژي دوز رسیږي؟ دګاما ثابت د سیزیم لپاره مساوي ده له: $\Gamma_H = 88\mu Sv\, m^2 GBq^{-1}$



١٠٦- ب شکل: دکین اړخ یوه مرغی دخوراک له لارې رادیواکتیوموادځان ته رانیولي دي اوله دې کبله وړانګي خپروي او په پایله کي دوه ګاونډی مرغي هم د خطر سره مخامخ کوي.

اتمه برخه

ځوارلسم څپرکی

د طبيعي وړانګوسرچينې

(Natural radiation sources)

طبيعي وړانګې عبارت له هغو وړانګو څخه دئ چې په طبيعت او چاپيريال کې تل او دځمکې په هرځای کې موجودې دي. انسانان، ځلورپښي او نباتات د ژوند په ټوله موده کې دنومورې وړانګې تر ناوړه اغيزې لاندې پريوتي دي، چې د ډيروناروغيو لکه د سرطان ناروغی د پيدا کيدلوسبب(لامل) ګڼل کيږي. دطبيعي وړانګو سرچينې په لاندې ډول سره ويشلاې شو.

لومړی: کازمېکي وړانګې (Cosmic rays)

کازميکي وړانګې کيهاني وړانګې دي چې د فضا څخه لکه لمر، کهکشان (Milchstrasse) او دنوروستوروياني ګالاکسي (Galaxy) څخه راځي او دپروتونو، الفا ذرو، الکترونواو درند و هستو څخه جوړې شوې دي. کله چې نومورې وړانګې او ذرې د ځمکې په اتموسفير باندې و لګيږي، نو هلته د لرڅه پينځه ويشت کيلومترو په ارتفاع کې دهوا د مالېکولو سره هستوي تعا ملات تر سره کوي چې په پايله کې نورې هستوي ذرې په تيره بيا لکه ميون(Meon) ، پيون (Peon) ،نيوترون او الکترونه منځ ته راځي. کله چې فضا ته ساينس پوهان په فضايي بيړی کې سفرکوي، نو بايد چې د هغې د کاپسل جوړښت دومره کلک وتاکل شي، چې دنومورو لوړانرژي وړانګو لکه لس په طاقت د يوويښت الکترون ولټه (10^{21}eV) دخطر څخه خوندي وساتل شي. داځکه چې تجربو وښودله چې دفضايي بيړی په کاپسل ياني باندنۍ سطحه کې دنومړو زرو د لګيدلو په پايله کې، لږ څه لس زره ګرې په يوه ساعت کې (10 000 Gy/h) انرژي ډوز تو ليد کيږي. په داسې حال کې چې که ټول بدن ته په يووارسره شل ګرې ورسيږي نو سمدلاسه سړئ مړ کيږي.

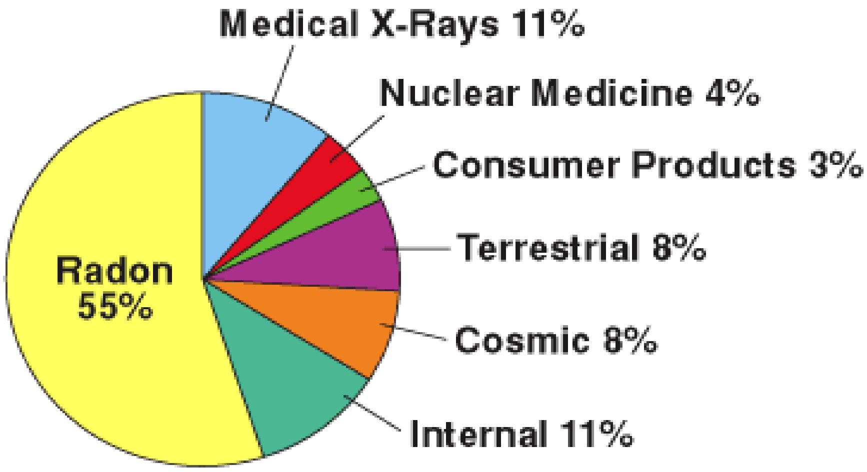
دبېلګه په ډول که څوک په الوتکه کې دلندن څخه تر نيويارک پورې يو ځل تګ او راتګ وکړي، نو هغه ته لږ څه سل مايکرو سيورت (100µSv) انرژي ډوزرسيږي.

دوهم: دځمکې لاندې وړانګې (Terrestric radiation)

نوموړې هغه وړانګې دي چې دکاينات(Universum) د پيداينت سره يوځاى د مليياردونو کالونو څخه راپدې خواپه ځمکه کې شتون لري اودراديو اکتيوطبيعي عنصرولکه توريم Th-232، يورانيوم U- 238 او پوتاسيم K-40 څخه دځمکې مخ او چاپيريال ته خپريږي. نوموړي راديو اکتيو طبيعي راديونوکليد دځمکې د لاندې په معدني ډبرو اوخاورو کې په غير متجانس ډول وېشل شويدي او دتجزيي په مختلفو پړاونوکې هستوي وړانګې تر هغه موده پورې خپروي تر څوچې په اخيرکې په ثابتوياني مستقرو عنصرونو واوړي. د روغتيا په تړاو ترټولوخطرناک وړانګې درادون غاز(Radon) د يادولوړ دی چې ديورانيوم راديو اکتيو عنصردتجزيي په سلسله کې په ځمکه کې پيدا کيږي او بيا په تيره بيا دکورونو په تکاويو کې راټوليږي. دنوموړې راديواکتيو غاز څخه دالفاوړانګې خپريږي چې اکتيويتي يې دځمکې په ځينو برخوکې د لس ذره بيکارېل څخه هم په متر مکعب هواکې (10kBq/m³) اوړي. داسي اټکل کيږي چې دسرطان ناروغی لس په سل کې اصلي علت همدغه د رادون غازګڼل کيږي. په نړۍ کې دطبيعي وړانګوکچه تر ټولوزيات په هند وستان کيرالا ځلوېښت ملي سيورت (40 mSv)، ايران رامزار څلورسوه پنځوس ملي سيورت(450 mSv) او برازيل کې دوه سوه ملي سيورت (200 mSv) په يوه کال کې اندازه شوې ده.

دريم: دصنعت سره تړلې وړانګې

نوموړې هغه وړانګې دي چې داوسني تمدن او پرمختګ سره يوځاې نوې رامنځ ته شوې اودروغتيا په تړاو دبشر لپاره ناوړه وروستی اغيزې لري. د بېلګه په ډول لکه دهستوي انرژي څخه په اتومي بټۍ يا ريکټورونوکې کاراخيستل چې برېښنا ترې توليد يږي، او همدارنګه د هستوي وسلوپه جوړولو، هستوي آزموينوتر سره کولو ، په تيره بيا په درمل پوهنه کې دناروغيو په پيژندلو او درملنه کې خورا زيات په کار اچول کيږي.



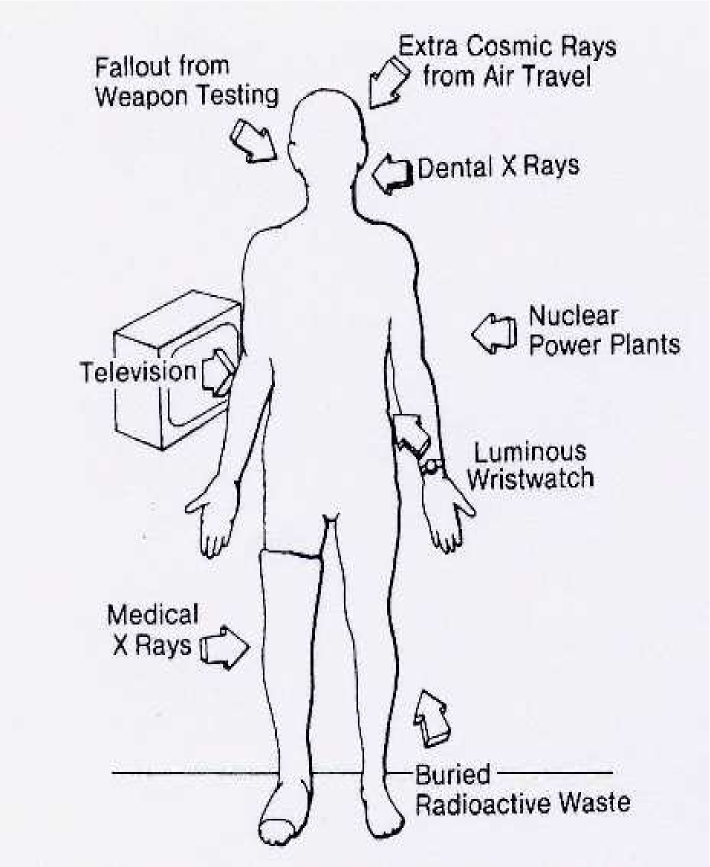
١٠٧- شکل: د وړانګو سليزه برخه چې عام ولس ته په يوه کال کې دمصنوعي او طبيعي وړانګو د سرچينو څخه وررسيږي. د بيلګه په ډول درادون غاز ٥٥ ٪ ، دننه وړانګې ١١٪ ، کازميکي وړنګې ٨٪ ، دځمکې لاندې ړانګې ٨٪ ، هستوي طب ، ٤٪ ، په طب کې داکسريز استعمال ١١٪

په ٤٠ جدول کې د طبيعي اومصنوعي وړانګودانرژي ډوزپه واحد دملي سيورت ښودل شوې دی چې دټولو مجموعه په يوه کال کې لږڅه دری نيم ملي سيورت ته رسيږي.

پـه يوه کال کې دطبيعي اومصنوعي وړانګو انرژي ډوز	
لومړې: د طبيعي سرچينو وړانګې	
کازميکي وړانګې	0,3 mSv
دځمکې لاندې وړانګې	0.5 mSv
درادون نجيب راديواکتيو غاز تنفس کول	1,0 mSv
دخوراک او څښاک دلارې په بدن کې جذب شوي راديواکتيو عنصرونه	0,3 mSv
دويم: د مصنوعي سرچينووړانګې	
په درمل پوهنه کې دراديواکتيو موادو استعمال	1,5 mSv
داکسريزيوعکس اخيستل	0,04 mSv
اوه ساعته په الوتکه کې الوتنه	0,05 mSv
پيلوټ ياني دالوتکې چلونکي ته په يوه کال کې کازميکي وړانګې	2 mSv per year
دچرنوبيل په کنترول سيمه کې اوسيدونکي وګړي	10 mSv per year
هستوي بټی په چاپيريال کې	0,01 mSv
د چر نوبيل هستوي پـيـښه	0,02 mSv
هستوي ازمويني	0,01 mSv
دصنعت په نوروبرخوکې دراديو اکتيو موادو هر اړخيز استعمال	0,02 mSv
دطبيعي وړانګوټول انرژي ډوز	3,7 mSv

٤٠ **جدول:** دطبيعي اومصنوعي وړانګوسرچينې ښودل شوې دي.

دبېلګه په ډول لکه کازميکي وړانګې (Cosmic rays) ، دهستوي وسلو وړانګې (Nuclear weapons) ، دهستوي بټی وړانګې (Nuclear power plants)، دهستوي ازموينووړانګې (Nuclear tests) ، د ناروغيو په پيژندنه کې داکسريزآلې (Medical X Rays) ، دځمکې لاندې طبيعي راديو اکتيو عنصرونو لکه يورانيم ، پوتاشيم، رادون غاز وړانګې (Buried radioactive waste) دتلويزيون وړانګې اونوروسرچينووړانګې (26).



۱۰۸- شکل: دطبیعي اومصنوعي سرچینو څخه وړانګې خپرېږي اوبدن په رڼا کیږي .

پوښتنې (Questions):

۱-۱٤ طبیعي وړانګې څه ډول وړانګې دي او دکومه ځایه راځي؟

۲-۱٤ دطبیعي وړانګو کچه په منځنۍ ډول او دځمکې پر مخ خومره اټکل شوې ده؟

۳-۱٤ د روغتیا په تړاو دطبیعي وړانګو ترټولوخطرناکه سرچینه کومه دي؟

٤-۱٤ په کومه کچه احتمال شته دی چې د طبیعي وړانګو څخه د سرطان ناروغی منځ ته راشي؟

٥-۱٤ دطبیعي وړانګوپه تړاوسم سیخ اوسرحد نه لرونکې تیورۍ LNT څه ډول وړاند وینه کوي؟

نهمه برخه

پينځلسم څپرکی

دسرطان خطر احتمال اټکل

(Estimating the risk of cancer Probability)

سريزه

دسرطان ناروغی د منځ ته راتلواحتمال او دخطراټکلو کچه دلومړي ځل لپاره د دوهمي نړيوالي جګړې ياني ۱۹٤٥ م کال په جاپان باندې د اتوم بم د چاودني په پايله کې دهغو ناروغو کسانو د شميرني په بنسټ محاسبه کيږي، چې ځيني يې تر او سه پورې ژوندي پاتي دي او هغوی ته د دوه سوه پنځوس ملي سيورټ (250 mSv) نه پورته وړانګې او يا په بل عبارت دطبيعي وړانګوپه پرتله سل ځله ډيرې وړانګې رسيدلي وي. دهغوی څخه ډير کسان دلسو کالو په موده کې ياني د۱۹٤٥څخه تر ۱۹٥٥ م کال پورې د ويني په سرطان اخته شول. خوهغوکسانوته چې ددوه سوه پنځوس ملي سيورټ څخه لږوړانګې رسيدلي وی، يوه داسی کلينيکي ناروغي او يا نورې ناوړه اغيزې چې ګڼه سم سيخ يې دوړانګو سره تړاو درلودلای نه شوه ثبوت کيدلای. دوړانګو نومړې کچه د ټيټې انرژی ليول په نامه سره ونومول شوه. د بيلګي په ډول که وغواړو چې دلس ملي سيورټ 10 mSv وړانګو ناوړه اغيزې لکه دسرطان ناروغي اويا په کروموزومونکي موتيشن په ربنتوني او دقيق ډول مالوم کړو نو ددې موخې لپاره په مليونو وګروباندې د سرطان ناروغی دمنځ ته راتلوپه هکله يوه احسايوي ، اپيډيميولوژيکی اوږد مهاله څيړنو   (Epidemiological studies) ته اړتيا ليدل کيږی.

نن ورځ دوړانګود لوړې کچې انرژي ډوزد خطر په اړوند پوره ما لومات تر لاسه شوئ دی کوم چې د اتوم بم دچاودني، دچرنوبيل هستوي پيښي او د هستوي وسلو دکارولوپه پا يله کې چاپيريال ته خپرې شوې دي. خو دوړانګود ټيټې کچې انرژي ډوز لکه دغريب شوي يورانيوم وړانګې، دهستوي بټی څخه چاپيريال ته ازادشوې وړانګې، په درمل پوهنه اوصنعت کې د راديو اکتيو ايزوټوپونو کا رولو ناوړه اغيزو په هکله ډير لږ مالومات شته دی. دا ځکه چې دټيټې کچې وړانګواغيزه يوه ستوخاستيک اويا په بل عبارت دچانس Chance يوه تصادفي بيالوژيکي پيښه ګڼل کيږي ا و سمدلاسه يې د کلينيکي زيان سپيڼوئ د تجربو له مخې نه شي کيدلای. دا په دې مانا چې د ټيټې کچې انرژي ډوز ناوړه اغيزې ډير کالونه وروسته منځ ته راځي. همدا سبب(لامل) دی چې نن ورځ د ټيټې کچې وړانګو ناوړه اغيزود

احتمال په هکله دڅو ډوله تیوري موډلونو څخه کار اخیستل کیږي او پایله یې داده چې په دې اړوند ځانګپوهان په خپل منځ کې هم په یوه خوله نه دي .

په دې اړوند د معادل انرژي دوز لیمیټ لوړه او ټیټه کچه یا ا ندازه په دوه برخو ویشل کیږي .

لومړئ - دلوړې کچې اغیزمن ډ وز (High level radiation)

دوړانګونومړې اغیزمن دوز هغه برخه تشکیلوي چې دتجربو په بنسټ یې دروغتیا په تړاو د وړانګو زیان په ثبوت رسیدلی دی. دنوموړي اغیزمن دوز کچه ددوه سوه ملي سیورت نه پیل کیږي او ترسل ګونو سیورت پورې رسیږي یاني پورته سرحد نه لري(**200 mSv** <).

دویم - دټیـټې کچې اغیزمن ډوز (Low level radiation)

دویمه کچه هغه اندازه وړانګې تشکیلوي چې د اغیزمن ډوزقیمت یې د دوه سوه ملي سیورت څخه راښکته تر صفره پورې رسیږي (**0- 200 mSV**) . که څه هم په نوموړي اندازه اغیزمن ډوز په بدن کې ناوړه اغیزې پریږدي خو د تجربو له مخې یې ثبوت (سپینوی) سمدلاسه نه شي کیدلای بلکه یوازې د ریاضي فرض شوو تیوري موډلونوپه مرسته سره د وړانګو خطر اټکل او مخ وینه کولای شو. نوموړي موډلونه لاندني فزیکي او بیالوژیکي ارقام او پارامتر(Parameter) په پام کې نیسي.

- د ایونایزکوونکو وړانګو او دسرطان ناروغۍ دمنځ ته راتلواحتمال دنوموړووړانګو په ډول لکه الفا، بیټا او ګاما، دوړانګو په انرژي، د تـشعشع (Irradiation) په موده اوداچې په څومره کچه انرژي د کتلې په یوه واحد کې جذ ب شوې ده اړه لري. برسیره پردې د نوموړو وړانګود خطراحتمال د روغتیا په تړاو په همغه کچه زیاتیږي چې هر څومره ډیره موده په بدن کې دیورانیم ایزوټوپ پاتې شي.

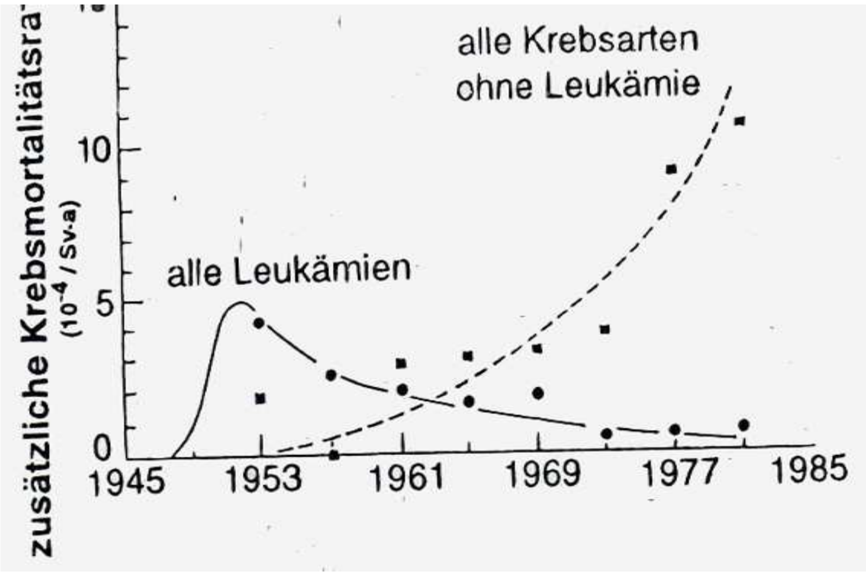
په ۱۸۹٦ م کال کې یاني د رونټګن وړانګو دکشف څخه یوکال وروسته د روغتیا په تړاو د ایونایزکوونکو وړانګو د خطرکلینیکي ناوړه اغیزې وپیژندل شوې. دنوموړي وخت څخه راپدی خوا د وړانګو دخطرکچې اټکل دهغو مالوماتو په بنسټ منځ ته راغلي چې په ورځني ژوند کې دوړانګو نه د کار اخیستلو په پایله کې لکه هستوي وسلو، هستوي آزموینو ،هستوي بټۍ، درمل پوهنه اونوروبرخوکې تر لاسه شوې دي. دنوموړو مالوماتو په بنسټ یو لړ بیالوژیکي اوریاضي موډلونه لاس ته راغلي چې دایونایزکوونکو وړانګود خطرکچې اټکل تر سره کولای شو. دکتاب په دې ځپرکی کې به دنوموړو موډلونو په هکله رڼا واچوو. خو مخکې تردې دایونایزکوونکو وړانګوهغه سرچینې د یادولووړدي چې دسرطان ناروغیو د منځ ته راتلوسبب(لامل) ګرزي اواحساوي ځیرنې لپاره کارول کیږي .

دبیلګې په ډول دخطر هغه احتمال چې دیو ملي سیورت 1mSv وړانګو څخه چاته رسیږي دهغه خطر احتمال سره معادل دی لکه چې د سل سګرټ څکولو څخه د سرطان ناروغی منځ ته راځي

روغتیا ته د ټیټې کچې انرژي ډوزدخطر احتمال اټکل		
په عادي ژوند کې د خطراحتمال	دوړانګوخطراحتمال	اغیزه
د یوزرعام وګړو څخه اوه پینځوس تنه مړه کیږي (57:17000)	د اوولس زرووګړو څخه یو تن مرکیږي(1:17000)	دیو ملي سیورت 1 mSv څخه د سرطان ناروغی خطر

داتوم بم هستوي وړانګي

په ۱۰۹ شکل کې دهغوناروغانو شمير ښودل شوی ده چې داتوم بم دوړانګوناوړه اغيزې په پايله کې د وينې سرطان اودسرطان په نورو ناروغيو باندی اخته شول.



۱۰۹- شکل: په جاپان باندې داتوم بم دناوړه اغيزې له مخې دهستوي وړانګو په واسطه په يوه کال کې (Annual= a) د سرطان اضافګي پيداشوو ناروغيوپه پايله کې، د مړه شوو خلکو شميرپه عمودي محور(10^{-4}/Sv.a) اودتير شووکالونو شميرپه افقي محور باندې ښودل شوئ دی. نوموړي احسائيه د اوږدې مودې لپاره (1950-1985) په لسو زرو وګړو (10 000 persons) کې تر سره شوې ده چې هغوی د ددوه سوه ملي ګرې (0,2Sv) څخه پورته انرژې دوزباندې رڼا شوي وو. په نوموړي شکل کې ليدل کيږي چې دوينې سرطان (Leukamia) ناروغی وروسته له لږ څه اوه کالو څخه (1953) ترتولولوړياني اعظمي قيمت اخلي. دوينې سرطان نا روغي په توروزغول شووليکو اود سرطان پاتې نورې ناروغی په پرې شوو ليکو ښودل شوي دي(74) .

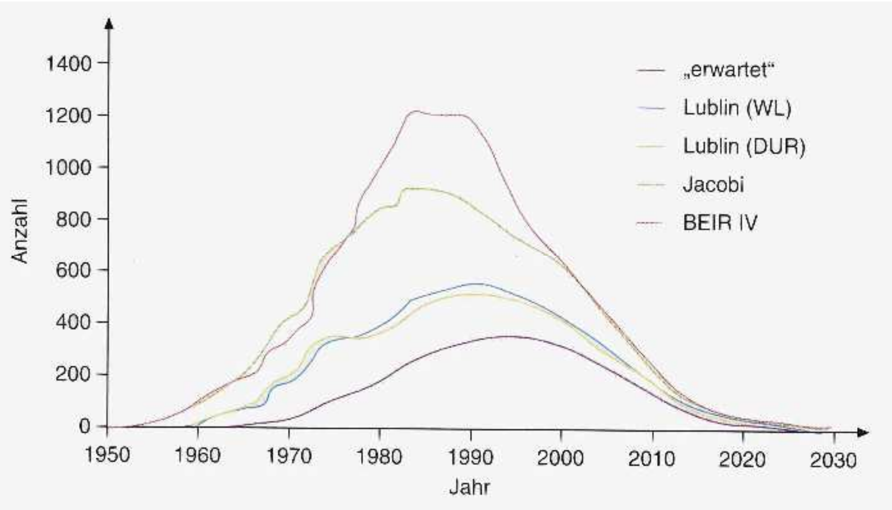
د رادون ګا ز وړانګي

دنړی په ډيرو ځايونو کې د ځمکې لاندې راديواکتيو ډبرې شته دي چې دهغوی څخه وړانګې خپريږي. دبيلګه په ډول درادون ګاز222- radon دراديم Radium-226 دتجزيې په کړنلاره کې منځ ته راځي اوبيا د کورونوپه تکاويواو لاندې چت کې راغونديږي. نوموړئ ګازدالفا وړانګې خپروي او دسرطان ناروغی سبب(لامل) ګرځي. درادون راديو اکتيوګاز نيمايي وخت ځلوروړځې دی اوبيا تجزيه کيږي او په پلونويم Polonium-218 اوړي .کله چې نوموړئ ګاز دتنفس له لارې سږي ته ورننوځي نو دسرطان دناروغی احتمال يې ډير لوړاتکل کيږي. اخرنی شميرنې داپه ډاګه کې کو ي چې په امريکا کې درادون دګاز څه دديرش زرو څخه تر اويازرو کسانو پورې دسږي سرطان په ناروغی او يوه کال کې مړه کيږي . که چيرته داوسيدلو دکورونوپه ننه کې د چاپيريال اکتيويتي کچه په يوه ليتر هوا کې د شلوپيکو کيوري 20 pCi/Liter څخه واوړي، نو ددې اړتيا ليدل کيږي چې دکوټې هوا په هراړخيزوکړنلارو سره تصفيه شي. د بيلګې په ډول لکه دکړکيوپه وازولو سره د بهر نه پاکه هوا راننه ايستل شي.

دیورانیوم کانو(معدنو) ځخه وړانګي

یوه سل کلنه شمیرنه د المان، انګلستان او امریکا په هیوادونوکي په هغو کسانو باندې تر سره شوې ده چې د یورا نیم رادیواکتیف عنصر په غر نیو کانو کې یې کارونه کړي وه. په نوموړو کانو کې ددری سوه کاله راپدې خوادیورانیوم دلاس ته راوستلوپه موخه کارونه روان وو. نوموړو کارکوونکو ځخه یې نیمايي کسان د ځلوبیښتوکالو په عمرد سږی سرطان په ناروغی مړه شول. وروستۍ ځیړنو وښودله چې دغوکارګرانودرادیم (Radium) ایزوټوپ ځخه خپریدونکی رادون Radon غاز تنفس کړې وه چې دیورانیم دتجزیې په سلسله کې منځ ته راځي اود الفاخطرنا کې هستوي وړانګي ورځخه خپریږي.

دبیلګه په ډول ددوهمې نړیوالې جګړې ځخه وروسته دالمان په ختیزه سیمه کې دیورانیوم په کانوکې په زرګونوکارګروپه یوه غرنی سیمه کې په کار بوخت وو. دغه کارګران د سږي ناروغی ځخه ډیر زیات مړه کیدل. په هغه وخت کې دسږي سرطان ناروغي په المان کې چا نه پیژندله نو له دې کبله دغه رنګ نا روغي د همغه غره په نوم نامتو شوه چې د واوروغر(Schneeberger diseaes) نومیږي.



۱۱۰**- شکل**: په عمودي محور کې د جرمني هیواد د یورانیوم (Wismut Sachsen) په کان کې د یوسلو شپږ پنځوس زرو(156000) کارکوونکو ځخه دهغو کارګرو شمیر شودل شوئ دی چې څو کاله وروسته (عمودي محور) د سږي سرطان په ناروغی اخته شول. لکه چې دپورتني ګراف ځخه ځرګندیږي چې د لږ څه شلو ځخه تر دیرشوکالونو وروسته، دسږي سرطان ناروغي یو اعظمي قیمت ځانته غوره کوي او لږ څه دوو لس سوه (1200) ته رسیږي. په پورتني ګراف کې هر یو منحني دیوه ځیرونکي تجربو سره تړاو لري چې نومونه یې په شي اړخ کې لیکل شویدي(17).

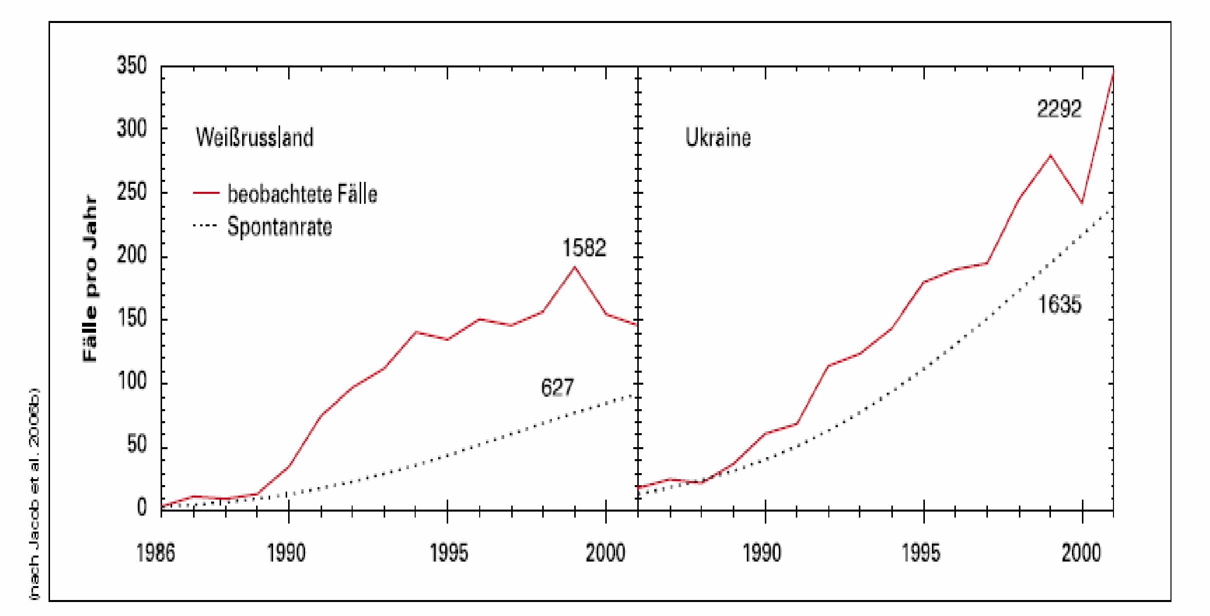
- که یو چاته لس سیورت وړانګي (10 Sv) په یوه وارورسیږي نود خطراحتمال یې دومره اټکل کیږي، چې په ځوورځواو یا اونیوکي دمړینی لاملوګرځي
- دیو سیورت وړانګو(1Sv = 1 J/Kg) دخطراحتمال دومره اټکل کیږي چې په راتلونکي وخت کې به د سلورنا شووو وګړو ځخه پینځه تنه د سرطان په ناروغی اخته شي.
- که یو چاته سل ملي سیورت وړانګي (100 mSv) په یوه وارورسیږي نود خطراحتمال یې دومره اټکل کیږي، چې په راتلونکي وخت کې به د یوزررنا شووو وګړو ځخه پینځه تنه د سرطان په ناروغی اخته شي

د چرنوبیل هستوي پیښې وړانګې

په ۱۹۸٦ م کال د پخوانی روسي اکراین ukrine په هیواد کې د چر نوبیل هستوي بټی وچاودله. په نوموړې هستوي پیښه کې دچاپیریال هغواوسیدونکو ته چې د سل ملي سیورت څخه ډیر معادل ډوز رسیدلي وه دسرطان په ناروغي اخته شول. د بېلګه په ډول په اکراین کې دویني سرطان کچه د پخوا په پرتله پینځه ځله او دسرطان نوری ناروغۍ اوه ځله پورته ولاړه. که څه هم سل ملی سیورت د ټیټې کچې وړانګو په ډله کې شمیرل کیږي خو سره دهغې هم دا ډیر ګمان کیږي چې په کوچنیانو کې په دغه کچه وړانګې دویني سرطان ناروغۍ د دوو کالوڅخه تر لسو کالو په موده کې منځ ته راوستله.

دهستوي بټۍ چاپیرپال وړانګې

په پای کې یوه بله شمیرنه هم دیادولووړده، چې د هستوي بټیو په چاپیریال کې درادیواکتیو شکمن غاز ناوړه اغیزې اوهراړخیزې ناروغۍ دي، چې زیاتره پر کارګرانواو دهغې سیمې پر اوسیدونکوباندې ترسره شوې دي. نو داسی اټکل کیږي چې هغه کوچنیان چې د هغوی پلارونه په هستوي بټیو کی کارونه کوي دنوروسیمو په پرتله دویني سرطان په ناروغۍ ډیر اخته کیږي.



۱۱۱ـ شکل: د ۱۹۸٦ م کال یاني د چرنوبیل هستوي پیښي څخه وروسته تر دوه زرم کال پورې د تایراید سرطان ناروغۍ (Thyroid Cancer) کلنی شمیرپه عمودي محور او دوخت موده په افقي محور باندې ښودل شوې ده. نوموړۍ شکل لکه په سپینه روسیه (کیڼ منحني) او اکراین هیواد (ښئ منحني) دا په ډاګه کوي چې دتایراید ناروغي په هغو اوسیدونکو کې چې په ۱۹۸٦م کال کې یې رادیو اکتیو مواد لکه ایودین (Iodine-131) په تایراید کې جذب کړي وو اوس د سرطان په ناروغي اخته شوي دي. د بېلګه په ډول په نوموړي شکل کې زغول شوئ منحني دتایراید ناروغانوکلنی شمیرڅرګندوي چې د چرنوبیل پیښي له کبله دیخوا په پرتله مخ په زیا تیدوده. دتایراید هغو ناروغانو شمیر چې په طبیعي ډول یاني د رادیو اکتیو وړانګوپه نشتوالي کې یوه ناڅاپه یا تصادفي ډول او په خپل سر په او سیدونکو کې منځ ته راځي په پرې شوي منحني سره ښودل شوئ(29).

د هستوي بتی ځای	دڅیرنی موده	دکوچنیانو عمرپه کالو	دسرطان لیدل شوو پیبنوشمیر	د سرطان تمه لرلو پیبنو شمیر	دخطرزیاتوا لوالی کچه
Sellafield (1947)*	1961-1980	0 - 14	19	10,5	1,8 ځله
Dounreay (1954)*	1968 1984	0 - 24	5	1,6	3,2 ځله
Holy Loch (1961)	1964-1985	0 - 14	4	2,1	3,2 ځله
Faslane (1963)	1964-1985	0 - 14	5	4,2	1,2 ځله
Chaple Cross (62)	1964-1985	0 - 14	3	2,3	1,3 ځله
Hunterston (1963)	1964-1985	0 - 14	19	15,7	1,2 ځله
Aldermaston (1952)# und Burghfield (1962)#	1972-1985	0 - 14	41	28,6	1,4 ځله

۴۱- جدول: د هستوي بتیو په چاپېریال کې دکوچنیانودویني سرطا ن ډیربنت کچه ښودل شوي ده.

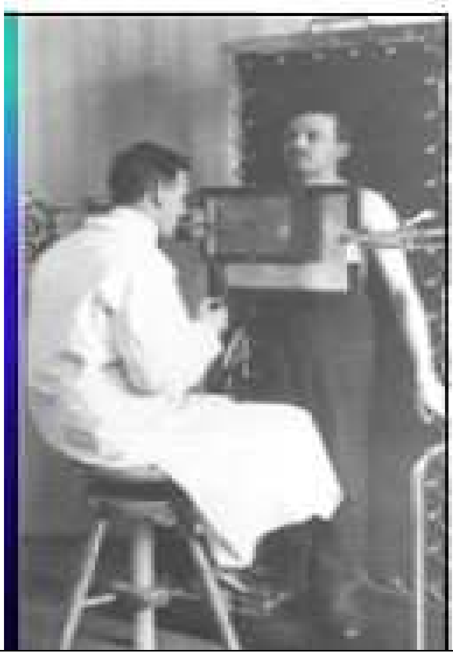
اخذ ځای: (Roman et al Brit. Med. J.295-: 597-602(1987))

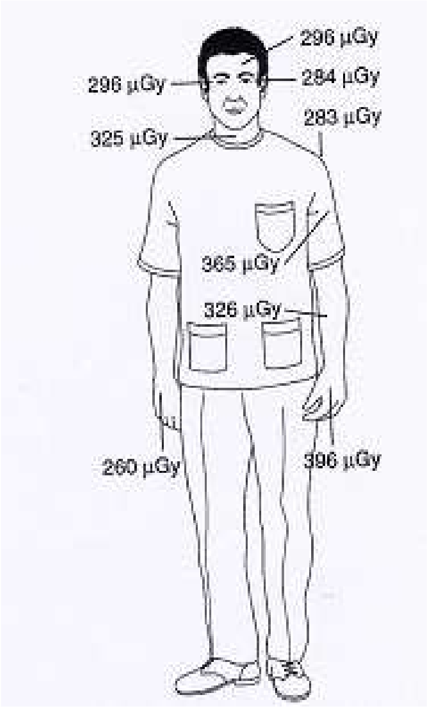
د ناروغیو په پیژندنه کې د اکسریز (X-rays) کټوراستعما ل

په ۱۹۲۰ م کال کې یوه پراخه څیرنه د رادیو لوژي درمل پوهانو (Radiologists) په هکله د امریکا په هیواد کې تر شوه، چې هغوی د ناروغیو په پیژندلو کې د اکسریز ورانګو څخه ګټه پورته کوله او لږ څه شل کاله داکسریز الي سره په کار بوخت وو. دڅیرنو پایله په ډاګه کړه چې درادیولوژي څانګې درمل پوهان دنوروڅانګو درمل پوهانو په پرتله لس ځله ډیرد ویني سرطان په ناروغی مره کیدل. د بلې خوا په سلګونودرمل پوهان او ساینس پوهان چې داکسریز په څیرنو، تکنالوژی او پر مختګ کې په کار بوخت وو، دنوموړو ورانګو دزیان له کبله یې لاسونه، پوستکي او د بدن نوري برخي وسوځیدلې. همدا سبب(لامل) وو چې د ورانګو ناروغیو څخه د ژغورنې په موخه د رادیو بیولوژی (Radiobiology) یوه نوي او ځانګړې څانګه منځ ته راغله. که څه هم په اوسني وخت کې د اکسریز آلي تکنالوژي او همدارنګه د کارکولوکړنلارې دهغه وخت په پرتله ډیرې سمې شوي دي، خود مالومات په موخه د رادیو لوژي یوه درمل پوه بدن ته دا کسریز انرژي ډوزپه وا حدد مایکرو ګرې µGy په ۱۱۱ - شکل کې ښودل شوي ده. دغه ورانګې رادیولوژیست ته دیوه ناروغ اکسریز یوځل معاینه کولو او یا عکس اخیستلو په تر ځ کې رسیږي. دبیلګې په توګه د رادیو لوژیست لاسونو ته دوه سوه شپیته مایکرو ګرې (260 µGy) اوسرکوپری ته لږ څه دری سوه مایکرو ګرې اکسریز رسیږي (300µGy).

دیوه ناروغ دسږي یوه اکسریزعکس په اخیستلو سره یوملي سیورت (1m Sv) ، دپښتورګي اکسریزعکس په اخیستلو تر دیرشو ملي سیورت (30 mSv) ، دسرکوپری او د شمزی اکسریزعکس اخیستل تر څلوېښتوملي سیورت (40 mSV) پوری بدن ته ورانګې رسیږي.

یو ناروغ د سینې اکسریزاخیستلوپه حال کې لیدل کیږي





۱۱۱- **شکل:** د شلمې پیړۍ په پیل کې داکسریزناوړه اغیزوپه پایله کې د رادیولوژي څانګې ډیرو ډاکترانوځیل ژوند دلاسه ورکړ. دا ځکه چې د نوموړو وړانګو سره یې دځان ساتلو په تړاو بې پروایي کړې وه. دبېلګه په ډول په نوموړي عکس کې داکسریز وړانګې د ناروغۍ د پیژندلو په موخه درادیولوژي ډاکتر ته پخپله هم رسیږي. دا ځکه چې درادیولوژي ډاکترد وړانګود خطرڅخه د ځان ژغورلو په موخه دسرپوښ فلزي بالاپوش (Pb-Mantle) څخه کار نه دی اخیستۍ. په کیڼ اړخ عکس کې درادیولوژي درمل پوه بدن ته دناروغ یوې معاینې په ترځ کې وررسیدلې اکسریز وړانګې په وا حد د مایکروګرې µGy ښودل شوې دي. (26)

☜ **پایله:** د پاس یاد شوو شمیرنواو بیلګو په پایله کې نن ورځ په نړیواله کچه د کار پوهانو تر منځ منل شوې ده، چې ایونایز کوونکې وړانګې که په لوړه او که په ټیټه کچه و ي د بدن لپاره ناوړه اغیزې لري. داځکه چې دنوموړووړانګو اغیزې ستوخاستیک یانې تصادفي پیښې دي اومخ ترمخه یې اټکل نه شي کیدای. دبېلګه په ډول لکه د سرطان ناروغي ، دحجرو موتیشن او د بدن د دفاع سیستم کمزورتیا اونور. نوله دې کبله دنوموړو وړانګو د خطرڅخه د او سیدونکو اوچاپیریال خوندي ساتل د پام څخه وه نه ایستل شي. دنړیوال روغتیا سازمان (WHO) اوداتومي انرژۍ سازمان (IAEA) له خوا په یوه نوې تیوري باندې پریکړه شوې ده چې د هغې په بنسټ دیوې خوا روغتیا ته د ایونایز کونکو وړانګو د ناوړه اغیزو اټکل مخ وینه تر سره کیږی، اود بلې خوا دنوموړو وړانګو څخه دځان ژغورنې کړنلارې ښودل شوې دي. دغه تیوري د سرحد یا لیمېټ نه لرونکې(Linear Non Threshold Theory = LNT) تیوري په نامه سره یادیږي.

په ۱۱۲ شکل کي دټيټي کچي انرژي ډوزيا نې د صفر نه تر دوه سوه ملي سيورت پورې د رياضي ځومهم موډلونه ښودل شوي دي چي دسرطان ناروغی دمنځ ته راتلواحتمال اټکل کوي.

لومړی: سم سيخ ليميټ نه لروونکی تيوري:

(Linear non Threshold Theory = LNT)

د سرحد يا ليميټ نه لرونکي راديوبيولوژيکي تيوري (Linear non threshold theory= LNT) په ډاګه کوي، چې دوړانګو دخطر احتمال که په ټيټه اوکه په لوړه کچه وي شته دی او همدارنګه دهغوی د خطر ضريب ديوه اوبل سره سم سيخ تړاو لري. د بېلګه په ډول نومړې تيوري دا په ګوته کوي چې د تجربو په بنسټ د لوړې کچې وړانګې (>200 mSv) د خطرضريب پينځه په سل پر يو سيورت ($0,05/Sv = 5\times10^{-2}/Sv$) اټکل شوئ دی نو همدارنګه نومړئ ضريب د ټيټي کچې وړانګو(< 200) لپاره هم د باوراو د منلو وړ دی.

- نوکه ومنو چې د سلوتنوځخه پينځه تنه د سرطان په ناروغی اخته کيږي که چيرته ديوې سيمي خلکو ته يوزرملي سيورت و ړانګي ورسيږي. نو پوښتنه دلته داده چې که لس زره تنه په لس ملي سيورت رنا شي نو بيا به هم پينځه تنه په سلو کې د سرطان په ناروغی اخته شي؟
- که دوړانګو يوه ځانګړې ذره د ډي اين اې. (DNA) په يوه ماليکول ا ود بدن يوې حجرې په هسته ولګيږي، نو ددی احتمال شته دی چې همدا يوه ذره هم د سرطان ناروغی د منځ ته راوستلو سبب(لامل) وګرزي. نو داسې ما نا لري چې دسرطان ناروغی د منځ ته راتلو احتمال په نومړي ماليکول باندې د لګيدلو الفا ذرود شمير سره سم سيخ متنا سب ده. دا په دې مانا چې ځومره ډيرې ذرې د ډي اين اې. (DNA) په ماليکول ولګيږي نو په همغه کچه يې د زيان احتمال هم زياتيږي او دهغې سره سم نومړي کرنلاره دوړانګو انرژي ډوز سره سم سيخ تړاو لري.

که چيرته د وړانګو انرژي ډوز په (D) او دهغوی په واسطه راپارول شوی سرطان ناروغي په (y) سره وښيو نو د سرحد يا ليميټ نه لرونکي تيوري معادله په لاندې ډول ليکلای شو.

Y = a× D	(Linear non Threshold Theory)

په پا سنی معادله کي د اې توری (a) يوه ثابته ده او د وړانګو موتيشن اغيزې سره تړاو لري.

نومړې تيوري دا په ګوته کوي چې دسرطان ناروغی دخطراټکل د معادل ډوز سره يو خطي ياني سم سيخ اړيکې لري او د معادل ډوز هيڅ ټيټه کچه نه شته چې دهغی نه ښکته دهستوي وړانګوناوړه اغيزې د پام نه وه ايستل شي .

دا په دې مانا چې که هستوي وړانګي په ډېره ټيټه کچه هم وي د بېلګه په ډول دوه ميلي سيورت چې د طبيعي وړانګو سره برابر قيمت لري دسرطان ناروغۍ د منځ ته راتللوسبب(لامل) کيدای شي. اود وړانګويوملي سيورت ډوزد يوه کال په موده کی د بدن په هره يوه حجره(ژونکه) کی يو موتيشن راولي چې بيا بيرته جوړيږي. ددغي تيوري په بنسټ داسي احتمال شته دئ چې حتی دالفاوړانګي يوه ذره هم کولاې شي چې په يوه حجره(ژونکه) کې دسرطان ناروغۍ منځ ته راولي. همدغه يوه سرطاني حجره(ژونکه) بس ده چې دډيرويشني او نه کنترول کيدونکي کړنلارې په مرسته سره دسرطان ناروغۍ سبب(لامل) وګرځي. دپام وړ خو داده چې د يورانيم يو ګرام سرګولی څخه په يوه دقيقه کې دالفا لړڅه سل ذرې خپريږي.

دويم : سم سيخ مربع تيوري: (Linear Quadratic Theory)

په نوموړې تيوري کې دوړانګو انرژي ډوز (D) او د هغوی د ناوړو اغيزو (y) تر منځ داسې اړيکې موجودې دي چې يوه برخه يي سم سيخ او بله برخه يي مربع ترم (Therm) يا غړی جوړوي.

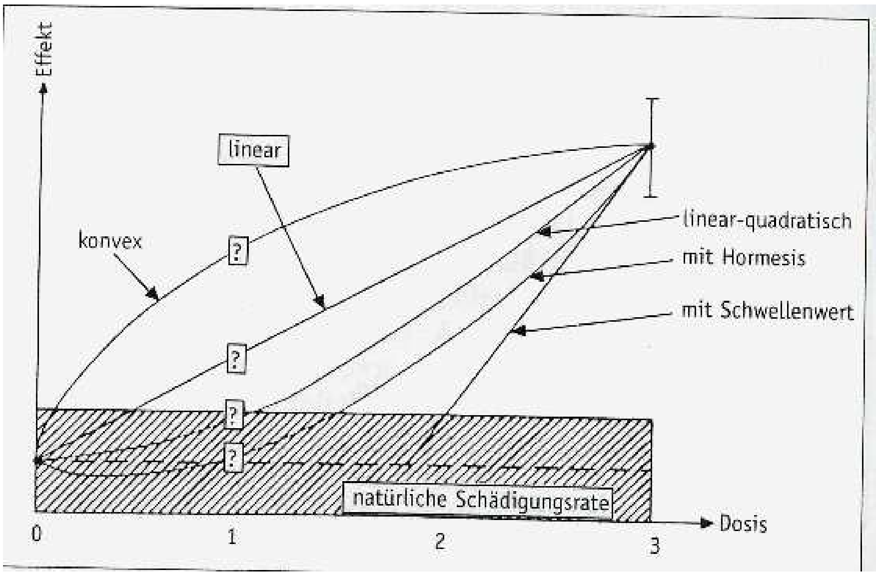
$$Y = \alpha D + \beta D^2 \qquad \text{(Linear Quadratic Model)}$$

په پورتنی معادله کې د بيتا β او الفا α توري دوه ثابتي دی چې په خپل وار سره په کروموزومو کې د وړانګو موتيشن اغيزه او د دي اين اې غبرګ سټرانګ Strang يو او يا دواړوتارونوپرې کيدل په پام کې نيسي. .

دريم : دوړانګوکتور هورميزيس موډل (Biopositive Model)

نوموړی موډل په ډاګه کوي چې دوړانګود ټيټي کچې انرژي ډوز د روغتيا لپاره دزيان پر ځای ګټه رسوي. دا ځکه چې د بدن دفاع سيستم د پخوا په پرتله فعال کوي او د ډيرکار کولووخوا ته يي هڅوي. همدا سبب(لامل) دی چې دنوموړي موډل دګراف لومړۍ برخه منفي قيمت لري او دا په دې مانا چې ناوړه اغيزې کمښت مومي. دګراف دغه برخه د هورميزيس (Hormesis) په نامه سره يادېږي او په دې مانا چې په ټيټه کچه وړانګې لکه د يو ګرېږ په شاوخوا کې د ناروغۍ په تړاوداند يښني وړ نه دې بلکه مثبت بيولوژيکې اغيزې لري.

$$Y = \alpha \times D - \beta \times D^{-0,24} \qquad \text{(Biopositive Model with Hormesis)}$$



۱۱۲- شکل: درياضي خوډولـه تيوري موډلونه چې دسرطان ناروغی د منځ ته راتلود خطراتکل کوي. په عمودي محورکې دوړانګو ناوړه اغيزو احتمال اوپه افقي محور کې دانرژي ډوز چې قيمت يې تر درې ګرې Gy پورې رسيږي راښيي(7).

دپاس نه ښکتې خواته منحني عبارت دی له:

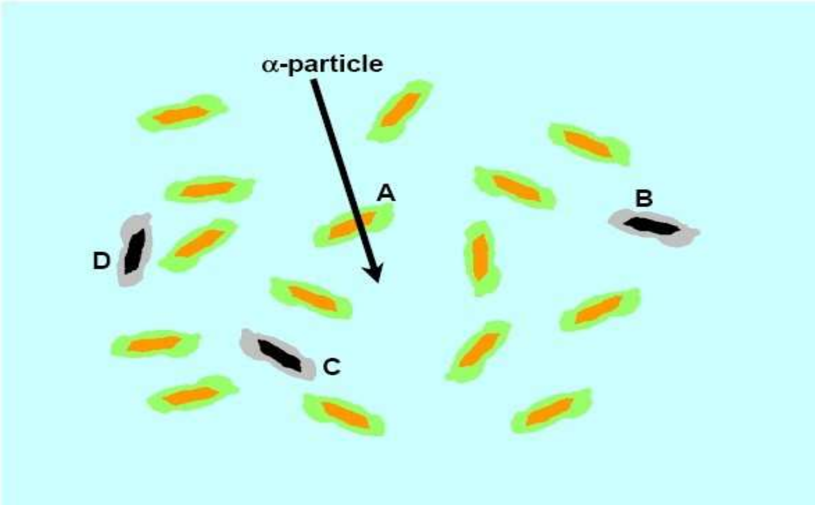
* (کونويکس منحني، سم سيخ ليميټ نه لرونکی منحني، سم سيخ مربع منحني، هورمېزيس ګټورمنحني، ليميټ لرونکي منحني).
* دافقي محورپه اوږدو کې موازي کښل شوې کرښې دسرطان ناروغی هغه کچه ده چې د طبيعي وړانګودناوړه اغيزو لکه موتيشن په پايله کې او يا دنورونا څرګنده علتونو له کبله يوه نا ځاپه منځ ته راځي او راپارول (Spontaneous mutation) کيږي (6) .

بايستېډ راغيزه (Bystander effect)

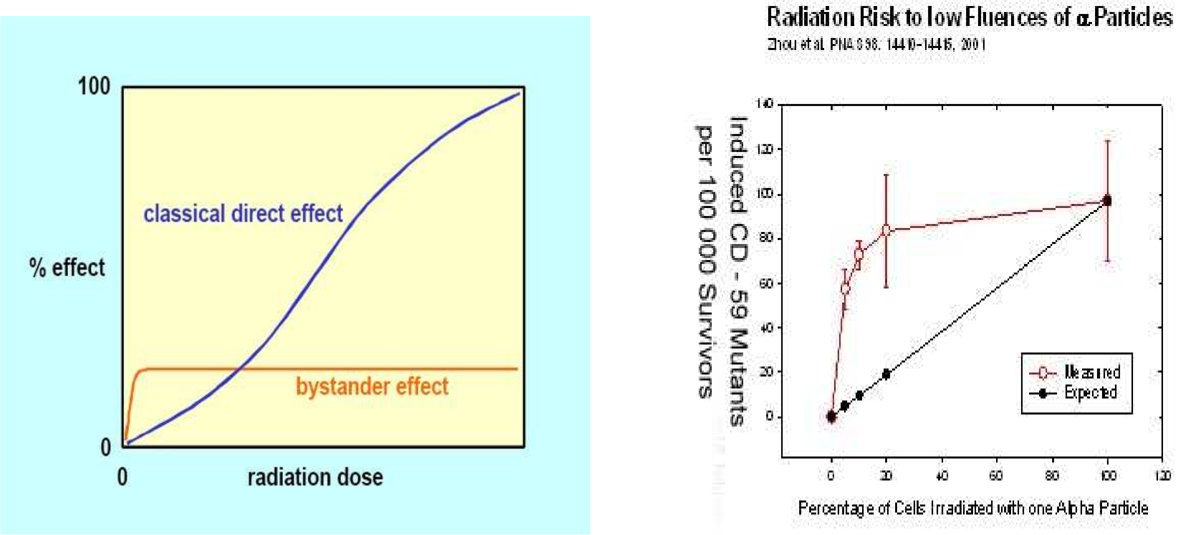
اوسنۍ بيخي نوېو او دباور وړخيړنو اوتجربو په ډاګه کړه (61;62;63) چې د وړانګوانرژي او د هغوی د بيالوژيکي اغيزو ترمنځ (د سرحد يا ليميټ نه لرونکي راديوبيولوژيکي موډل (LNT) چې د سپکو ذرولکه فوتون الکترون او د ټيټې کچې وړانګو (Low Lewel Radiation) لپاره په کارول کيږي د درندو ذرو لکه الفا وړانګې ،نيوترون اوپروټون لپاره اعتبار نه لري. هغه نړيوال مسلکي پوهان چې نوموړی موډل LNT تر پو ښتنې لاندې راولي، او دالفا وړانګو لپاره او په ټيټه کچه وړانګې لکه د يورانيوم وسلو وړانګې، طبيعي وړانګې او يا ټولې هغه وړانګې چې انرژي ډوز يې ددوه سوه ملي سيورت نه دلاندې وي، په يوه نوې تيوري ټينګار کوي، چې **د بايسستېډ راغيزې** په نامه سره ياديږي

بایسسټېډ راغیزه Bystander effect په ډاګه کوي چې که درندې ذرې لکه دالفا وړانګې د بدن نسجونو څخه تیرېږي، نوپه دې ترځ کې نه یوازې په هغو حجرو کې چې دخپلې لارې په اوږدو کې ور سره سم سیخ غبرګون کوي موتیشن منځ ته راولي، بلکې په نوروشاوخوا ګاونډیو حجرو کې چې نوموړې وړانګې ورسره بیخي نه لګیږي، هم زیان رسوي، اوپه هغوی کې بدلون منځ ته راولي(64). دنوموړي اغیزې پوهیدل په دې ډول تر سره کیږي چې په هغه حجره(ژونکه) کې چې دالفا وړانګې ورته رسیږي یو ډول پروټینې ازادکوي چې د (Cytokines) په نامه سره یادیږي. نوموړې پروټین یو ډول بیا لوژیکي فکتورونه دي چې بیو کیمیاوي زیګنالونه د نوموړو حجرود ترون برخه کې یا د تماس په چاک کې (Gape junction) ګاونډیوحجروته استوي او دوړانګودناوړو اغیزو څخه یې خبروي. بایسټنډراغیزه دوړانګویو بیخي نوی ډول زیان په ډاګه کوي چې په دې این اې کې نه پیښیږي بلکې دیوې حجرې څخه وبلې حجرې ته د خبریدلوپه بنسټ (Cell to cell communication) منځ ته راځي. په ګاونډیوحجروکې چې وړانګې ورته نه وي رسیدلې دبایسټنډ ر ناوړه اغیزې په لاندې ډول دي. لکه په کروموزوموکې بدلون، موتیشن، دحجرې ځان وژنه، دسرطان په ناروغه حجره(ژونکه) بدلیدل اونور.

په ۱۱۳- شکل کې دوړانګو دبایسټنډ راغیزه ښودل شوې ده.



۱۱۳- شکل: د وړانګوبایسټېنډراغیزه **Bystander effect** د الفا یوې ذرې لپاره ښودل شوې ده. دالفا یوه ذره دبدن په یوه غړي لګیږي اوپه هغه ځای کې دنسجونیوې حجرې ته چې په اې توری A ښوول شوې ده، انرژی ډوز رسوي. په دې ترځ کې نورو ګاونډیوحجروته لکه بې B ، سي C، او دي D ته هم زیان رسیږي، په داسې حال کې چې وروستیو حجروته هیڅ وړانګې هم رسیدلې نه دي.



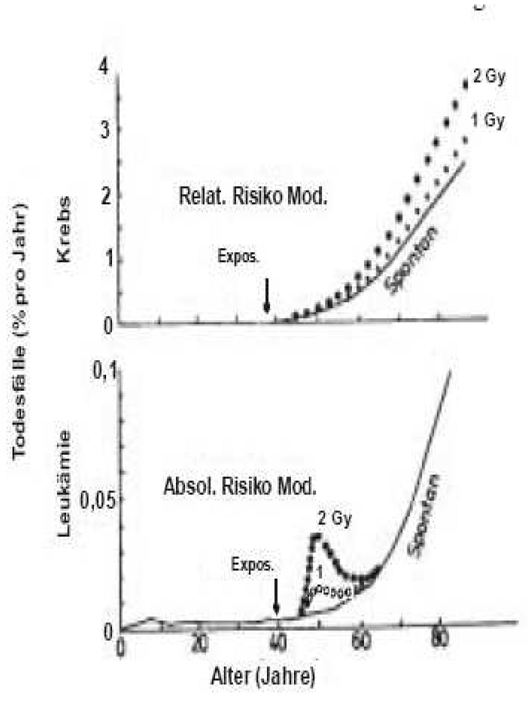
۱۱٤ـ شکل: په دغه شکل کې د بدن په حجروکي دوړانګو انرژي ډوز اود هغوي داغیزي تر منځ اړیکی (Dose-effect relationship) ډېخوانیوکلاسیکي موډلونو(Classical direct effect) اواوسني بیخي نوي بایستنډراغیزي لپاره ښودل (Bystander effect) شوي دي. په ټیټه کچه وړانګي لکه دغریب شوي یورانیوم وړانګي، دیورانیوم دکان وړانګي، طبیعي وړانګي او دهستوي بټي ځخه چاپیریال ته وړانګي د بایستنډراغیزي یو وتلي بېلګه ده. په یوه کلاسیکي مودل کې کله چې دوړانګو کچه پوره لوړقیمت ولري، نودوړانګو سم سیخ اغیزه تر ازمویني لاندې سامپل حجروشمیر (Cell population) ټولو رڼا شوو حجروته زیان رسوي. په داسي حال کې چې په ټیټه کچه وړانګي یاني د منحني د پیل په برخه کې د بایستېنډر اغیزه هغه وخت منځ ته راځي کله چې د سامپل حجروشمیر یوه کوچنۍ برخه رڼا شي خو زیان یې پاتي نورو حجرو ته چې رڼا شوي نه دي هم ورسیږي. د سامپل حجروشمیرد یونه تر دیرش په سل پوري هغه برخه حجرې تشکیلوي چې هغوې ته وړانګي نه دي رسیدلي، خو بیا هم زیانمني شوي دی. پورتنی شکل په ډاګه کوي چې د ټیټي انرژي په برخه کې دیوې ټاکلي انرژي دوزلیمیټ ځخه پورته د بایستېنډراغیزه نوره دانرژي ډوز دزیاتوالي سره سم سیخ نه ډیریږي بلکه یو ثابت قیمت ځانته غوره کوي(63).

دبیلګي په ډول لکه څرنګه چې دالفا وړانګومایکرو بیم Microbeam irradiation تجربو وښودله چې که دیو ملیون حجروځخه پینځه په سلو کې ، لس په سلوکي او شل په سلو کې دیوې ځانګړې الفا ذرې په واسطه رڼا شي نو دوړانګو ناوړه اغیزې لکه موټیشن په خطي ډول نه زیاتیږي بلکه په هسک متناسب (super proportional) ډول سره پورته ځي چې قیمتونه یې د۱۱٤ شکل دمحورونود پیل په برخه کې اوپه خپل وارسره دوولس ځله، نهه ځله او ځلور ځله ټاکل شوي دي. یو بل مهم مالومات چې په دې اړوند تر لاسه شوئ دی په ډاګه کوي چې د یو ملیون رڼا شوو حجروپه راتلونکو دوولسونسلونوکي هیڅ ډول بدلون او موټیشن نه لیدل کیږي بلکه دحجرود خوارلسم اویا پینځلسم نسل ځخه وروسته د بایستیډراغیزه پیل کیږی او موټیشن منځ ته راځي.

پايله : د بايستېنډراغيزه په ډاګه کوي چې دا سمه نه ده چې د لوړانرژي ډوز او اغيزې منحني کوم چې په جاپان باندې د اتوم بم دکارولو په کلا سيک موډل کې تر لاسه شويدی، سم سيخ صفر ته وزغوو (Extrapolation). داځکه چې دورانګو لوړانرژی ډوز($> 1Gy$) د خطرضريب (risk coefficient) د ټيټي کچې انرژي ډوز $< 0,2Gy$ دخطرضريب سره يوشان نه دی. د بيلګي په ډول که ديوملیون حجرو څخه پينځه په سلوکي دالفا ذرې په واسطه رڼاشي نودخطر ضريب يې دسم سيخ صفرخواته زغول شوي کلاسيک پخواني موډل منحنی په پرتله لږ څه دوولس واره لوړ قيمت لري.

دخطرتاکلوموډلونه (Risk assessment Modells)

دورانګودخطرتاکلوپه موخه نن ورځ په نړيواله کچه درياضي دوه نامتوموډلونه په کارول کيږي چې لومړی يې دورانګو دخطر نسبي موډل او دويم يې دورانکود خطرمطلق موډل په نامه سره ياديږي. په ۱۱۵ شکل کې دنوموړوموډولونو بڼه د ويني سرطان (Leukaemia) او د سرطان پاتي نورو ډولونو لپاره ښودل شوئ دی.



دورانګودخطرنسبي موډل د يوګړي او دوه ګړي لپاره دکالونوپه تابع سره په پرې کړو ټکو ښودل شوې دی. د بېلګه په ډول که يو چا ته په څلوېښت کلنی عمر کې يوګړي او يا دوه ګړي وړانګي ورسيږي نوپه عمودي محور کې د سرطان زياتي کلنی ناروغی د طبيعي ناروغيو په پرتله د پاتي کالونوپه تيريدلو سره لوړ قيمت لري.

دورانګودخطرمطلق موډل دهغو وګړو لپاره چې په څلويښت کلنی کې په يو ګري او دوه ګري رڼا شوي وي اوبيا د ويني سرطان په ناروغی اخته شي د پاتي کالونو په تابع سره ښودل شوئ دی.

۱۱۵ـ شکل: دورانګو دخطر نسبي او مطلق رياضي موډلونه دويني دسرطان (Leukaemia) اودسرطان هر اړخيزه نورو ناروغيو لپاره ښودل شوي دي(18) .

دوړانکودخطرنسبي موډل (Relative Risk Modell)

دوړانکو دخطر نسبي موډل دويني سرطان او دهډوکو سرطا ن څخه پرته د نورو سرطاني ناروغيو د خطرتاکلو په موخه کارول کيږي. په نوموړي موډل کې درنا شوو وګړود ناروغيو د ډير ښت او زياتوالي کچه دهغووګروپه پرتله چې وړانګې ورته رسيدلې نه وي راښيي.

کله چې ديوه چاپيريال اوسيدونکو ته ايونايز کوونکي وړانګې وه نه رسيږي خو سره دهغې هم په خلکو کې د ناځرګنده علت څخه د ويني سرطان او د سرطان نورې ناروغي منځ ته راشي، نوپه رياضي موډلونوکي د نوموړوطبيعي او په خپل سر (Spontaneous) ناروغيو شميرته نسبي خطرموډل ويل کيږي. داسانتيا لپاره يې دخطرکچه يا قيمت مساوي په يو ياني سل په سل کې تعريف کوي (Relative Risk = 1). نودسرطان هغه ناروغی چې يوازې دوړانکو دزيان سره تړاو لري د سرطان هغو ناروغيو سره چې په طبيعي ډول منځ ته راځي (Baseline cancer) دسل په سل نه پورته شمير ل کيږي او داضافه ناروغيو اويا زياتي ناروغی نوم ورکول کيږي.

په جاپان باندي داتوم بم دچاودني څخه وروسته اپيد يمولوژی Epidemiology احسايو په ډاګه کړه چې هغو کسانو ته چې ژوندي پاتي شوه، او څلور ګری (4 Gy) وړانګي ورته رسيدلي وې، په هغوی کې د ويني سرطان کچه د١٩٤٥م کال څخه د مخه په پرتله پينځه لس واره پورته ولاړه شوه. دسرطان ناروغانودغه اضافګي شميرچې دوړانکو سره تړاولري اوپه طبيعي ډول د سرطان دپيښيدلو شميرڅخه تيرئ کوي د زياتي نسبي خطر په نامه سره ياديږي.

دوړانکودخطرمطلق موډل (Absolute Risk Modell)

دويني سرطان اود هډوکوسرطان دخطر ټاکلو په موخه دنوموړي موډل څخه کار اخيستل کيږي. دوړانکودخطرمطلق موډل کي کارپوهان دامني چې تر يوه ټاکلي وخت پورې (Latency time) دناروغيود ډيرښت اندازه د تصادفي اوپه خپل سر (Spontaneous) ناروغيوپه پرتله پورته ځي، خو بيا وروسته د نوموړې مودې څخه زياتي نورې ناروغی منځ ته نه راځي چې دوړانکو دناوړو اغيزې سره تړاوولري .

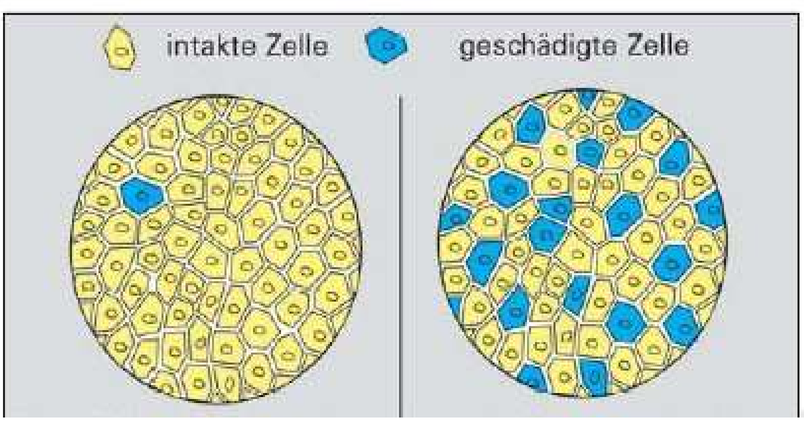
- **(Latency time):** نوموړې وخت هغي مودې ته وايي چې که څه هم بدن په وړانګورنا شوئ وي، خو کومي کلينيکي ناوړه اغيزې اويا کلينيکي نښې (Symptoms) يې نه ښکاري. په بل عبارت نوموړئ هغه وخت دی چې يوه اورګانيزم ته د وړانګوپه رسيدو سره پيل کيږي او تر هغي مودې پورې پايښت کوي، تر څو په کلينيکي اړوند د ناروغي ښکاره نښې را ځرګندې شي.

د روغتیا په تړاو د یورانیوم وسلو د خطر کچې اټکل

دلته اوس داپوښتنه پیدا کیږي چې دپاس یادشووشپړو شمیرنوپه بنسټ ترلاسه شوي ریاضي موډلونه او معادلې تر کومې اندازې پورې د یورانیوم وسلود خطراټکل په ربښتوني توګه بیان کولاې شي اوهم کوم پارامتریا ټکي دهغوې څخه بل ډول او توپیر لري.

لومړي: د یورانیوم په وسلوکي د معادل انرژي ډوزکچه دهغې انرژي ډوزپه پرتله چې په یاد شوو ریاضي موډلونو کي کارول شوې ده ډیره ټیټه ده اودلږ څه لسوملي سیورت په شاوخوا کې اټکل کیږي.

دویم: په یادشوو دوو هستوي چاودنو کي چې په جاپان اوپه پخوانی روسیه کي پیښې شوې دي خلکو ته دګاما وړانګي اونویترون ړانګي رسیدلي دي، په داسي حال کي چې د یورانیوم وسلي څخه په لومړی وخت کي دالفا وړانګي خپریږي. یورانیم د یوکال څخه وروسته په نورو عنصرو تجزیه کیږي چې په دې ترځ کي دالفا وړانګو په څنګ کي دبیتا او ګاما وړانګي هم خلکو ته رسیږي. تجربو ښودلې ده چې د بدن حجروته د الفا وړانګود زیان کچه د ګاما اوبیتا وړانګو په پرتله شل واره زیاته ده. دنوموړووړانګو توپیر لرونکي اغیزې په ۱۱٦ شکل کي ښودل شوي دي. همدا سبب(لامل) دې چې دیورا نیم وسلي څخه د الفا وړانګود خطر احتمال خلکو ته ډیرد اندیښنې وړ ګڼل کیږي.



۱۱٦- شکل: د شي اړخ نسجونه په الفا وړانګوااو کیڼي اړخ همدغه نسجونه په بیتا وړانګورښا شوېدي. په داسي حال کي چې د دواړو وړانګو انرژي ډوز سره یوشان یاني دوه ګری (2 Gy) قیمت لري خو دالفا وړانګو بیالوژیکي زیان د بیتا وړانګوپه پرتله شل خله زیات ښکاري. په نوموړي شکل کي نیمګړي حجرې په شین رنګ او روغی یاني سالمې حجرې په زیړ رنګ سره ښودل شوېدي (31).

دریم: د یورانیم وسلي په افغانستان کي د ډیری اوږدې مودې راهیسې، یاني لږڅه ۲۵ کاله راپدې خوا کارول کیږي، او له دې کبله د وخت په تیر یدلو سره سم چاپیریال په همغه کچه ډیراو پرلپسې توګه په رادیو ایزوټوپ ککړکیږي. درادیو بیالوژي پوهانو له نظره دا په دې ما نا چې دبدن حجرې ۲۵ کاله پرلپسې او پایښت لرونکي ډول دالفا وړانګو تر اغیزی اورښا لاندې قرار لري (پریوځي) اود هغوې د

بیرته جوړوونکی انزایم لپاره ډېر کم وخت پاتې کیږي، ترڅو دالفا وړانګو داغیزي په پایله کې د ټپي شوو کروموزومو نیمګړتیا بیرته له منځه یوسي.

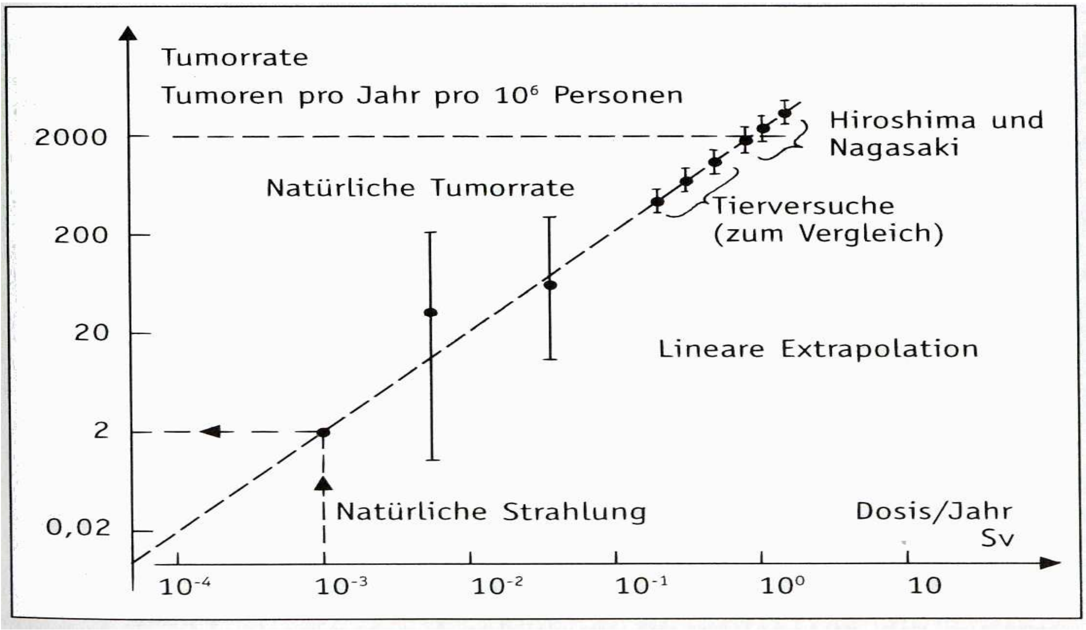
د رادیوبیولوژیکي څېړنوپه اساس تجربووښودله چې نوموړوانزایم ته لږ تر لږه شپږ ساعته وخت په کار دی، تر څووکولای شي زیانمن شوي حجرې بیرته جوړې کړي، خو په دې شرط چې په دغه موده کې نورې وړانګي ورته وه نه رسیږي.

څلورم: څرنګه چې دیورانیم وسلورادیواکتیو موادفلزاتو په ډله کې په لمړی درجه زهرجن دي، نو کله چې د نوموړو وسلود یوې خوا دوړانګوپرلپسي زرر،اود بلې خوادنوموړو وسلو زهرجنې اغیزې دواړه سره یوځای او په ګډه سر ه د بدن په حجرو اغیزې واچوي، نودپاس یادشوي تیوري په اساس، دیوې خوا د سرطان د ناروغی د منځ ته راتلواحتمال کچه سم سیخ پورته ځي، او دبلې خوا د نورو نارو غیو، لکه د پزې حساسیت یا الرګي، ذکام، ټوخیدل، داندامونودرد او نور هم ورسره زیا تیږي. که څه هم دیورانیوم وسلوپه کارولو سره دالفا وړانګو انرژي ډوز، دپاس یاد شوو دریوهستوي پینوپه پرتله خورالږ اود څو میلي سیورت څخه نه اوړي، خوکه دبیلګه په ډول دلته دمقایسي په موخه د نوموړي موډل په بنسټ محاسبه وکړو نیوازې دطبیعي وړانګو ډیره کمه کچه انرژي ډوز یانې دوه میلي سیورت کلنی قیمت دنورو زهرجنوکیمیاوي موادوسره یوځای په یوه ورځ کې د بدن په تقریبا پنځوس زروحجروکې، د اسې بدلون یا موتیشن راولي، چې که د بیرته جوړونکی انزایم (DNA-Polymerase) اوپه وینه کې د مخصوصوحجرو له خوا سل په سلو کې بیرته دغه نیمګړتیا پوره نه شي، نو ددې زیات احتمال شته دی چې نوموړې زیانمنې حجرې زیاته برخه به دسرطان په ناروغوحجرو واوړي.

پینځم: دالارآ پرنسیپ (ALARA): په دې اړوند د ایونایز کوونکو وړانګو د خطر څخه دځان ساتلو نړیوال کمیسیون، چې لنډیز یې په (ICRP) سره کیږي، یوه نامتو سپار ښتنه دا په ګوته کوي، چې باید بدن ته څومره چې امکان ولري دومره لږ وړانګې ورسیږي. دا په دې مانا چې که څه هم دروغتیا په تړاو دیورانیوم وسلوایونایز کوونکو وړانګو، هستوي آزموینو اودناروغیو په پیداکولو کې دوړانګو ناوړه اغیزې په ټیټه اندازه هم ښکاري، خوبیا هم ضرور ده چې تر وسه یې کچه راښکته اویا بیخي مخ نیوئ وشي. دبیلګه په ډول دافغانستان په شاوخوا هیوادونو لکه چین، هندوستان، کازاخپستان، پاکستان (لرافغانستان) او ایران کې داتومي وسلو پروګرامونه مخ په وړاندې روان دي او ځینې یې هستوي ازموینې تر سره کوي. په تیره بیا د پاکستان (لر افغانستان) هستوي ازموینې چې د ۱۹۹۸ م کال څخه راپدې خوا د دیورند مصنوعي کرښې څخه پنځوس کیلومتره واټن کې ترسره کیږي دافغانستان چاپیریال په رادیو اکتیو وړانګوکړ کوي او له دې کبله ددې سیمې او سیدونکو روغتیا یې د خطر او اندیښنوسره مخامخ کړیده.

د ایونایز کوونکو وړانګو د خطر څخه دځان ساتلو نړیوال کمیسیون (ICRP) دسرطان ناروغی د مخ وینې په هکله درياضي هراړخیزاحسایوي موډلونه محاسبه کړي دي. دنوموړو موډلونودپایلو بنسټ د هستوي پیښواو یا لکه په جاپان باندې داتوم بم څخه ژوندي پاتې شوواو دسرطان په ناروغی مړه شوو کسانوپه اپیډیمیولوجي (Epidemoiology) شمیرنه باندی ولاړدي.

په ۱۱۷ شکل کې نوموړي کمیسیون دسرطان ناروغی د منځ ته راتلودزیان احتمال ضریب د ټیټې کچې انرژي برخې لپاره پینځه په سل تقسیم په یو سیورت ($0,05\ Sv^{-1}$) ټا کلی دی.



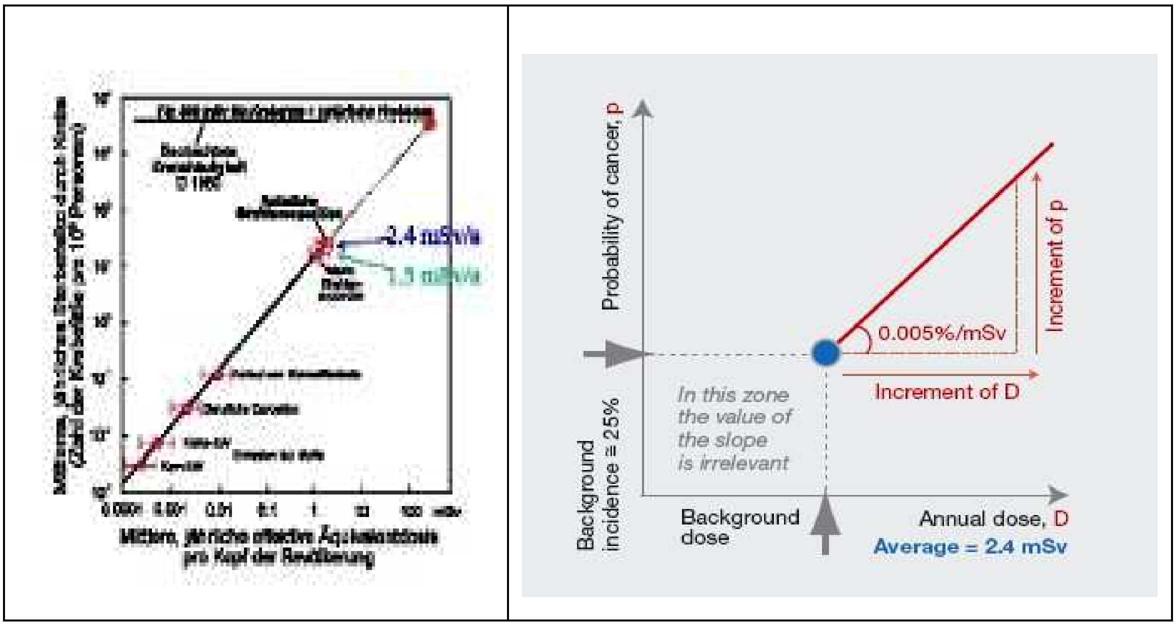
۱۱۷ـ شکل: دسرطان ناروغی کثرت(ډیربښت) او دوړانګوانرژي کلنی ډوزتر منځ اړیکي د یوه سم سیخ او سرحد نه لرونکي تیوري (Linear non threshold theory = LNT) له مخي شودل شوي دي. په افقي محورباندې انرژي ډوزپه واحد سیورت اویوه کال، او په عمودي محورکي د سرطان ناروغی پرلیسي والئ (کثرت) ښودل شوئ، چي په یوه ملیون وګړواویوه کال کي پیداکیږي. دشکل پیل برخه یاني یو ملي سیورت (10^{-3} Sv) د ناروغیو شمیر دوه په یو ملیون وګړوکي اټکل کیږي. دطبیعي وړانګوپه کچه ډوز د سرطان ناروغیو کثرت په یوه کال او په یو ملیون وګړو کي لږ څه شل ته رابښيي. په نوموړو ناروغیو کي هغه کسان هم شامل دي، چي بې له وړانګو څخه یوه ناڅاپه اودنا ځرګنده علته د سرطان په ناروغۍ اخته کیږي.دیوه سیورت نه تر لس سیورت پورې(دشکل اخرنۍ برخه) هغه شمیر ناروغی دي، چي په حیواناتوباندې دتجربوله مخي او یاپه جاپان باندې داتوم بم څخه په ژوندیو پاتي شویو کسانوکي پیداشوې دي. دبېلګه په ډول په جاپان باندې داتوم بم په چاودلوکي که یوه ملیون وګړوته یو سیورت وړانګي وررسیدلي وي نو دهغوی څخه لږ څه دوه ذره کسان په یوه کال کي دسرطان په یوه ناروغی باندې اخته شول (7) .

❋ تورتکي دتجربونتیجه، او عمودي کرښي دغلطئ (ناسمی) لیمیټ ،اوپرې شوې کرښي د سم سیخ او سرحد نه لرونکي تیوري LNT منحني، دلوړې کچې ډوزڅخه تر صفره پورې سم سیخ غزید ل شوې کرښه رابښيي (Extrapolation).

په ۱۱۸ شکل کي د سم سیخ او لیمیټ نه لرونکي تیوري ګراف مشتق یاني tangent ښودل شوئ دی چي د سرطان اضافګي ناروغیو احتمال Δp او دوړانګودوز ΔD توپیر د حاصل تقسیم څخه تر لاسه کیږي.

$$Y = \text{tangent } \alpha = \Delta p / \Delta D = 0{,}005\%/mSv$$

دنوموړي منحني ميل (Inclination) يا ني تانګينت مساوي دي له: 0,005%/mSv دا په دې مانا چې که ديوې سيمي چاپيريال دومره په راديو اکتيو موادو ککړوي، چې هلته سل ذره کسان ژوند کوي او هر يوه تن ته يوملي سيورت وړانګي ورسيږي، نو د دغو سلو زرو څخه به يوازې پينځه تنه د راديو اکتيف وړانګو دخطر په اساس د سرطان په ناروغی اخته شي.



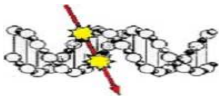
۱۱۸- شکل: په عمودي محور کې د سرطان ناروغی احتما ل (Probability of cancer) او په افقي محورکې د وړانګو کلنی انرژي دوز D په واحد د ملي سيورت ښودل شوئ دی. (27)

لکه چې د۱۱۸ شکل څخه څرګنديږي چې ددوه نيم ملي سيورت څخه راښکته برخه کې شميرنه دباوروړ نه ده. دا ځکه چې دغه برخه د طبيعي وړانګو سره برابره ده. د سرطان ناروغی پينځه ويشت په سل کې د طبيعي وړانګوڅخه منځ ته راځي.

کولېکتيويا دله ايزدوز (Collective dose)

کله چې په يوه چاپير يال کې وړانګې خپرې شي، نو دهغې سيمې اوسيدونکو ته په توپير سره وړانګې رسيږي. دوړانګود خطرشميرنې او اټکل په موخه ددې اړتيا ليدل کيږي، چې دغه او سيدونکي په ځوګروپونواو يا دلوويشل شي. هغه فزيکي کميت چې د نوموړې شميرنې لپاره ګټور دی د کوليکتيو دوز(دله ايزدوز) په نامه سره ياديږي.

- کوليکتيو يا دله ايز دوزعبارت دی له مجموعه دحاصل ضرب د وړا نګومنځنې انرژي دوزاود هغووګړوشمير چې توپير لرونکي دله خلک په رڼا شوي وي.
- د کوليکتيو دوزواحد (يوتن ضرب د سيورت) او يا (man-sievert) سره ښودل کيږي.



* **پوښتنه**: د امریکا سرشمیرنه لږ څه دوه سوه څلورنوي ملیونه ده. که چیرته هر یوه وګړي ته په یوه کال کې د هستوي آزموینو له کبله یو ملی سیورت وړانګي ورسیږي نود کولیکتیوډوز کچه یې څومره ده ؟
* **ځواب:** $249\times10^{6}\times1mSv$ =

د ډوز خطر ضریب (Dose risk coefficient)

که چیرته دیوې سیمی په ذرګونو اوسیدونکو ته د بیلګي په ډول د یوې هستوي او یا نورووړته پیښوله کبله یو سیورت 1 Sv وړانګي و رسیږي اوپه پایله کې د هغوی څخه یوه برخه کسان د سرطان په ناروغی اخته شي، نودغه سلیز تناسب ته د ډوزخطرضریب f_{risk} ویل کیږي. دنوموړي فزیکي کمیت واحد دسرطان په ناروغی مړه شوو کسانو سلیزه برخه تقسیم په یوه سیورت ټاکل شوئ دی. د بېلګه په ډول لکه دوه په زرمه برخه دسیورت) $(f_{risk} = 2\times10^{-3}\ Sv^{-1}$ داماناً لري چي که د یو زرکسانو ($N_{population}$) ټول بدن ته په یوشان یاني متجانس ډول او دیو سیورت $(D_{dose}= 1Sv)$ په اندازه وړانګي ورسیږي، نودیو زر کسانو څخه به دوه تنه د سرطان په ناروغی اخته شي. دبدن هر غړی لپاره د نړیوال کمیسیون (ICRP) له خوا دنوموړي ضریب په هکله ځانګړي قیمتونه د اوړدې څیړنی په پایله کی ټل نوي خپریږي.

☢ د ۱۹۹۰ کال څخه راپدې خوا د نړیوال کمیسیون (ICRP) له خوا دوړانګودډوزخطرضریب پینځه په سل په یوه سیورت($0,05/Sv = 5\%/Sv = 5\times 10^{-2}Sv$) ټاکل شوئ دی. نو کله چې سل تنه په یوسیورت وړانګو رنا شي نو دهغوي څخه به په ډیرا حتمال سره پینځه تنه دژوند په اوږدوکی د خطر له کبله مړه شي.

دلاندنی معادلي په مرسته سره کولاې شو چي دیوه هیواد هغو وګړو شمیر N_{cancer} تر لا سه کړو چي هغوی ته وړانګي رسیدلي وي، او بیا د سرطان په ناروغی اخته او مړه شي. بر سیره په دې کولاې شو چي په دې اړوند دوړانګو ستوخاستیک زیان اندازه مخ وینه او اټکل وکړو. په لاندې معادله کي دوړانګو انرژي ډوزپه واحد دسیورت D(Sv) او د خطرضریب f_{risk} په واحد د سلیزه برخه په یو سیورت $\%Sv^{-1}$ کارول کیږي.

> د سرطان په ناروغی اخته شوو مړو شمیر د لاندني فرمول څخه تر لاسه کیږي.
>
> **دسرطان مړوشمیر = دډوزخطرضریب × درنا شووګړوشمیر× اغیزمن ډوز**
>
> Cancer deaths = Effective Equivalent Dose × Dose risk **coefficient** × Exposed Population
>
> $$\mathbf{N}_{cancer} = \mathbf{D}_{dose} \times \mathbf{f}_{risk} \times \mathbf{N}_{population}$$

په پورتنی معادله کي د (درنا شووګړوشمیر× دمعادل ډوزاندازه) حا صل ضر ب ته دله ایز ډوز (Collective dose) هم ویل کیږي او واحد یې په (یوتن ×سیورت = person ×Sivert) سره ښودل کیږي.

* **پوښتنه:** که چیرته دټول ژوند په موده کې د وړانګو ستوخاستیک وروستی خطر دجر مني هیواد وګړو لپاره تر څیرنې لاندې و نیسو، اوومنو چې دچرنوبیل هستوي پیښی په ترځ کې دیوی سیمي سل ذره وګړو (100 000 persons) ته د یوه سیورت په لسمه برخه یانی سل ملي سیورت (0,1 Sv = 100 mSv) وړانګې رسیدلي وي، نو داحسایې له مخې هغه احتمال چې وروسته له اوږدې مودې به په هغوی کې دطبیعي وړانګوڅخه پرته د سرطان اضافګي ناروغی منځ ته را شي او یوازې دوړانګو سره تړاوولري مالوم کړی؟

* حل:

سل ذره وګړي ×سل ملي سیورت × دخطر ضریب = دمړو شمیر
$10^5 \times 10^{-1}$ Sv $\times 5\times 10^{-2}$ Sv^{-1} = 500

*

* **ځواب:** په سل ملي سیورت وړانګورنا شووسلو ذرووګړو څخه به پینځه سوه تنه د سرطان په ناروغی مړه شي.

په ٤١ جدول کې د بدن هر غړي لپاره دوړانګو دوز خطر ضریب په واحد Sv/ % ښودل شوئ دی او که وغواړو چې دیوه ټاکلي غړي لپاره د بیلګه په ډول لکه دسږي سرطان له کبله د مړشوو کسانوشمیرمخ وینه وکړو، نودنوموړي جدول په کارولو سره د سږي د خطر ضریب، اونوموړي غړي ته ر سیدلي وړانګي دوزپه لاندنی معادله کې اچوو، نو لروچې:

دسږي سرطان مړوشمیر = د سږي خطرضریب × درنا شوووګړوشمیر × سږي ته د اغیزمن دوزاندازه

د بیلګه په ډول که سل ذره وګړي د یوه سیورت په لسمه برخه (0,1 Sv = 100 mSv) وړانګې رنا شي نو دهغوی څخه هغه کسان چې دسږي سرطان په ناروغی به دژوند په اوږدوکي مړه شي او د خطرضریب یې ٤١ جدول له مخې مساوي دی له: ($0,9\times 10^{-2}$ /Sv)

سل ذره وګړي × سل ملي سیورت × دخطر ضریب = دمړو شمیر
$10^5 \times 10^{-1}$ Sv $\times 0,9\times 10^{-2}$ Sv^{-1} = 90

یاني نوي 90 وګړي به د سل ذر رنا شوو کسانو څخه د سږي سرطان په ناروغی مړه شي.

☜ که چیر ته په ٤١ جدول کې دټولوغړو د خطر ضریب سره جمع کړونو قیمت یې پینځه په سل تقسیم په سیورت کیږي ((0,05/Sv = 5% /Sv) .

څرنګه چې د المان نفوس لږ څه اتیا ملیونه وګړي تشکیلوي نو که هغوی هریوه ته د بیلګي په ډول لس ملي سیورت وړانګې $0,01Sv = 10^{-2}Sv$ ورسیږي، نو دهغو کسانو شمیر چې د سرطان په ناروغی به په راتلونکي کوم وخت کې مړه شي په لاندې ډول تر لاسه کیږي.

اتیا ملیونه وګړي × لس ملي سیورت × دخطر ضریب = دمړو شمیر

$$80 \times 10^{6} \times 10^{-2}\ Sv \times 5 \times 10^{-2} / \ Sv = 40\ 000$$

* **ځواب:** داپه دې مانا چې د اتیا ملیونووګړو څخه به ځلوینت ذره وګړي په راتلونکي وخت کې دسرطان په ناروغی مړه شي که هغوی په لس ملي سیورت رڼا شي.

د اټکل شووسرطان ناروغانواضافکي شمیر	دعمر بایلل په کالو	دخطر ضریب $(10^{-2}/Sv) = \%/Sv$	دغړی نوم
52	15	0,52	Bone marrow دهډوکو سره مازغه
1	15	0,01	Bone surface دهډوکو پوستکی
80	18	0,8	Breast سینه یا تیتر
90	14	0,9	Lung سږي
224	12	2,24	Oesophagus + stomach مری او معده
17	15	0,17	Thyroid تایراید
38	15	0,38	د بدن ټول نورغړي
502	**15**	**5,02**	**ټول (Total)**

٤١ جدول: د وړانګو څخه دساتني نړیوال کمیسیون (ICRP 1991) دخپروني په اساس دسرطان ناروغی دمنځ ته راتلوخطرضریب (Cancer Risk coefficient) د هر غړي لپاره په واحد د سلمه په سیورت (%/Sv) ښودل شوئ دی کله چې ټول بدن دوړانګو د یوه سیورت په لسمه برخه (0,1 Sv) رڼا شي

دپورتني جدول ښخه ښرګنديږي چي که سل ذره وګړي (100 000 persons) د يوه سيورت په لسمه برخه (0,1 Sv) رښا شي نودهغوی ښخه لږښه پينځه سوه تنه د سرطان په ناروغی مږه کيږی.

✍ که فرض کړوچي دافغانستان نفوس (سرشميرنه) په او سني وخت کي شل مليونه ومنو، او دجګړوپه ټوله موده کي د افغا نستان هريوه وګړي ته ديورانيوم هر اړ خيزه وسلو وړانګود خپريدلو په پايله کي لس ملي سيورت اغيزمن ډوزوررسيدلی وي (10 mSv = 0,01 Sv) او دسرطان ناروغی دخطرضريب د وړانګو ښخه دساتني نړيوال کميسيون په سپارښتنه (ICRP) پينځه په سلو کي د يوه سيورت ($0,05\ Sv^{-1}$) لپاره ومنل شي نو دهغو وګړو شمير چي د سرطان په ناروغی به په راتلونکي وخت کي مږه شي په لاندې ډول لاس ته راځي.

شل مليون وګړي × لس ملي سيورت × دخطر ضريب = دمړو شمير
$20\times 10^{6}\times 10^{-2}\ Sv \times 5\times 10^{-2}\ Sv = 10\ 000$

✍ دپورتني شميرني په اساس داسي اټکل کيږي چي دشل مليونوافغانانوښخه به په راتلونکي وخت کي لس ذره تنه د سرطان په ناروغی اخته اويا مږه شي.

د تولونوروهرډول سرطان ناروغانواضافکی شمير	د ويني سرطان اضافه وګړوشمير	د نړيوال کميسيون نوم
600 - 1000	100	UNSCEAR 1988
800	100	ICRP 1991
900	100	BEIR 1990

٤٢- جدول: په نوموړي جدول کي د دريو نامتواومنل شوو نړيوال کميسيونواحسا به شودل شوي ده، چي د رياضي موډلونو په اساس يې د سرطان ناروغی په هکله ښيره کړي. دبيلګه په ډول کله چي لس ذره تنه (10 000 persons) دوړانګو په يوګری انرژي ډوز (1 Gy) رښا شي، نوداضافه اخته شووکسانو شمير د هغوسرطان ناروغيو په پرتله، چي په طبيعي ډول منځ ته راځي، دويني سرطان لپاره سل تنه اودنوروسرطان ناروغيولپاره د يو زرکسانو ښخه هم اوړي .

په درمل پوهنه (طبابت) کې دايونايزکوونکو وړانګودخطراتګل

نن ورځ ددرمل پوهنې په هر اړخيزو څانګو لکه راديوتېراپي Radiotion Therapy، راديولوژي Radiology او دهستوي طب Nuclear Medicine کې دايونايزکوونکو وړانګو څخه دناروغيوپه پيژندنه او درملنه کې په پراخه توګه ګټه اخيستل کيږي. څرنګه چې نوموړي وړانګې دناروغانو لپاره ديوې خوا ګټورې دي خو دبلې خوا د ګټې په څنګ کې دروغتياپه تړاو خطرهم لري. دبېلګه په ډول لکه چې دالمان په هيواد کې دتمدن سره سم د درمل پوهنې په نوموړوڅانګو کې دايونايزکوونکو وړانګودانرژي ډوز اندازه د اکسريزيوه عکس اخيستلو په موخه لږ څه (1,2 mSv) ، په هستوي طب کې دراديواکتيو موادو څخه د ناروغيو پيږندنې په موخه لږڅه (0,2 mSv) ته رسيږي. دوړانګو نه دځان ساتنې نړيوال کميسيون ICRP له خوا په وروستي وخت کې د وړانګو په تړاو دخطر ضريب يوځل بيا نوی ټاکل شوي دي، چې قيمت يې پينځه په سل په يوسيورت دی (0,05/Sv). نن ورځ دنوموړي قيمت په کارولو سره کولای شو چې د اکسريز په اړوند دټول عمرلپاره دسرطان ناروغی دخطر دمنځ ته راتلو اټکل په لاندې ډول تر سره کړو..

د اکسريزعکس د خطرپه تړاو دسرطان ناروغی اټکل

څرنګه چې دالمان هيواد سر شميرنه (نفوس) اتيا مليونه دي او که فرض کړوچې په يوه کال کې هريوه تن ته د (1,2 mSv) په اندازه اکسريزورسيږي، نودسرطان ناروغی د منځ ته راتلو له کبله دمړو شمير په لاند ې ډول تر لاسه کولای شو.

د ټول عمرلپاره دخطرضريب × دخلکو نفوس × د وړانګو اندازه = د سرطان ناروغانو شمير
$(1,2 \times 10^{-3} Sv) \times (80\ 000\ 000) \times (0,05/Sv) = 4800$
پايله: په يوه کال کې څلوذره اته سوه عام وګړي په المان کې داکسريزد ناوړه اغيزو له کبله دسرطان په ناروغی مړه کيږي.

د بلې خوا دالمان په هيواد کې دوه سوه شل ذره (220 000) وګړي، بې له دې چې وړانګې ورته رسيدلي وي، دنورونا څرګندو علتونو له کبله په يوه کال کې د سرطان په ناروغی مړه کيږي. دا په دې مانا چې د اکسريزوړانګو خطرد نوموړي ناڅرګنده سرطان په پرتله لږ څه دوه په سل دی (4800/220000= 0,022= 2,2 %) .

دسرطان خطر څخه دیوه تن مړه کیدل	اغیزمن انرژي دوزپه واحد سیورت Sv	دبدن یوه غړي داکسریز عکس اخیستل
$1,3 \times 10^{-6}$	$3,2 \times 10^{-5}$	سینه
6×10^{-6}	15×10^{-5}	شمزی یا ستون فقرات
2×10^{-5}	$5,4 \times 10^{-4}$	دمعدې رښا کول
$1,8 \times 10^{-4}$	$4,4 \times 10^{-3}$	دهډوکو سینتیګرام

۴۲ - جدول: د سرطان ناروغی د خطراحتمال چي دبدن غړو داکسریزعکس څخه پیداکیږي.

دعلت احتمال تیوري (Probability of causation theory)

دعلت احتمال تیوری په ګوته کوي چي که یو چا ته ډیر کالونه تر مخه وړانګي رسیدلي وي، نو د اپیډیمولوژي ځیړنوپه بنسټ خومره سلیز احتمال شته دی، چي ډیره موده وروسته د وړانګوداغیزو له کبله راپاراول شوې سرطان ناروغی دهغه په غړو کي منځ ته راشي (76).

پوښتنه:
یو مسلکي ساینس پوه د ۱۹۴۰ څخه تر ۱۹۶۰ م کال پوري دامریکا یوه ایالت نیواداپه سیمه کي (Nevada state) کي دهستوي وسلودازموینې په موخه په کار بوخت وه. په ۱۹۷۶ م کال کي دوینې دسرطان (Malignant Lymphoma) په ناروغی اخته شو. په ۱۹۵۱ م کال کي دډوزیمتري الو په مرسته سره په ډاګه شوه، چي هغه ته دهستوي آزموینوپه کړنلاره کي لرڅه دری نیم سانتي ګرې وړانګي (3,72 cGy) په یوه کال کي رسیدلي دي. خومره احتمال شته دی، چي پینځه ویشت کاله وروسته نوموړې ناروغي د هستوي وسلو ازموینودچاپیریال وړانګو څخه را پیدا شوی وي ؟

* **حل:** دعلت احتمال (Probability of causation = P.C) عبارت دی له حاصل تقسیم د هغو اضافکي شمیرسرطان ناروغی، چي دوړانګوانرژي ډوز (Radiation cancer =R) له کبله منځ ته راځي، اومجموعه دسرطان ټولي نورې پاتي ناروغی چي په طبیعي ډول (Base line cancer plus the radiation cancer =B+R) او هم دوړانګوسره تړاو لري منځ ته راځي (76).

دنوموړو لنډیز لیکني په کارولو سره دعلت احتمال تیوري **(Probability of causation theory)** ریاضي معادله په لاندي ډول لیکلای شو.

$$\Pr obability \quad of \quad causation = \frac{R\times X}{B\times R\times X}\times 100$$

په پورتنی معادله کي:

☑ X دهرغږی لپاره د سرطان ځانګړي ناروغی مطلق خطردی چي د یوې سانتی ګرې انرژي دوزخخه دیوه کال په موده کي منځ ته راځي. دنړیوال کمسیون بایر (BEIR) د څیرنوسره سم که یوملیون خلکوته په یوه کال کي یوسانتي ګرې 1 cGy وړانګي ورسیږي نو د نومورې بیالوژیکي کمیت قیمت د ویني سرطان (Lymphoma) لپاره مساوي دی له : $0,27/10^6/yr/cGy$

☑ هغه وړانګي چي مسلکي کارپوه ته ۲۵ کاله دمخه رسیدلي دی مساوي ده له R=3,27 cGy

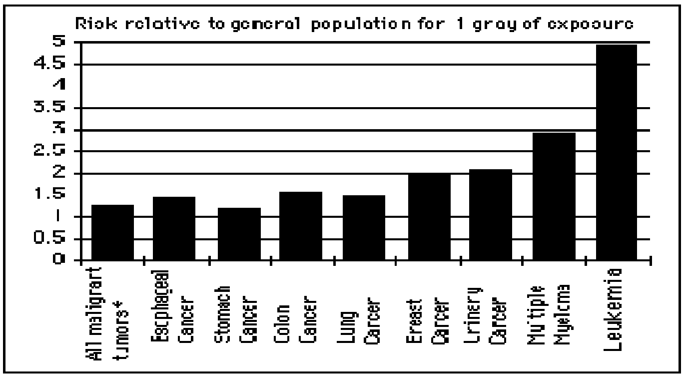
☑ دسرطان هغه ناروغی چي بي له وړانګو څخه منځ ته راځی اودطبیعي هراړخیزواو ناڅرګندو پیښو سره تړاو لري د بنسټیز خطر په شکل (B =Base line risk) داوسنیو څیړنو له مخي (76) په یوه کال او یوملیون وګړوکي لږ څه دوه سوه اته پنځوس اټکل کیږي او مساوي دی له: $258/10^6/yr$

کله چي نومورې قیمتونه په پوتنی معادله کي کیږدو نو لروچي:

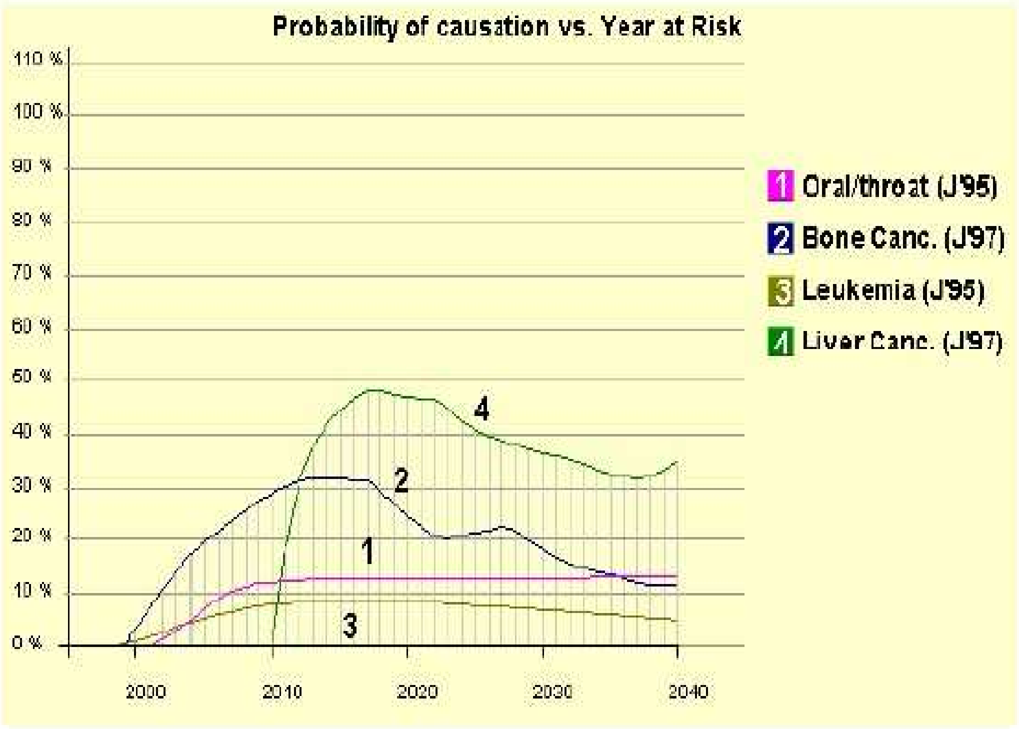
$$\Pr obability \quad of \quad causation = \frac{3,72\times 0,27}{258\times 3,72\times 0,27}\times 100\% = 0,4\%$$

* **ځواب:** ددې احتمال چي دغه مسلکي کارپوه به دهستوي وسلودازموینې په ترځ کي دوړانګوله کبله د سرطان په ناروغی اخته شوی وي، څلور په سل کي اټکل کیږي . دا په دې مانا چي ددوه سوه پنځوس چانسو څخه یوازې یوچانس کیدلای شي چي د لمفوما (Lymphoma) ناروغي اصلي علت د وړانګو سره تړاوولري.

په لاندني ګراف کي دغړو سرطان خطر نسبي احتمال د عام ولس او دټیټي کچي انرژي لپاره ښودل شوې دی کله چي پینځه سوه زره تنه په یو ګرې 1Gy وړانګورنا شي.



*excluding leukemia



۱۲۰- شکل: د تیتي کچي وړانګو لپاره دیوه جرمني نامتو ساینس پوه W.Jacobi یومودل ښودل شوئ دی. په نوموړي شکل کې دوړانګوداغیزې په پایله کې دسرطان ناروغي دخطراحتمال Probability دکالونو په تابع سره راښیي (32) .

د بیلګي په ډول:۱- د ستوني سرطان Throat cancer ، ۲- دهډوکي سرطان Bone cancer ۳- دویني سرطان Leukemia ، ٤- دینې سرطان Liver Cancer

د تیتي کچي وړانګود خطراحتمال په اړوند دیوه جرمني نامتو ساینس پوه W.Jacobi له خوا یو تیوریتیکي مودل په ۱۲۰ شکل کې ښودل شوئ دی. دنوموړي مودل پایله او د احسایي بنسټ د هغو زرګونوکارګرانود ارقامو Data څخه تر لاسه شوئ دی، چې دالمان په ختیزه سیمه کې دیورانیوم په کانوکې د۱۹٤۵ څخه تر ۱۹۹۰ پورې په کار بوخت وو. دغه کارګران د سږي ناروغی څخه پنځوس په سلو کې مړه کیدل.

که فرض کړو چې دجګړوپه ډګرکي یوپینځه ویشت کلن افغان په 2001 م کال کې لس واره د یورانیوم وسلود استعمال په وخت کې په اعظمي کچه رادیو اکتیو ګرد تنفس کړی وي، نودپورتني ګراف له مخې شپږ په سل (6%) کې ددې احتما ل شته، چې دغه سړي لس کاله وروسته دویني په سرطان اوشل په سل (20%) کې دهډوکي په سرطان اخته شي اود سرطان نوموړي ناروغي اصلي علت دیورانیوم وسلي سره تړاولري. که چیرته شل کاله وروسته دغه افغان د ینې (Liver) په سرطان اخته شو، نو لږ څه شپیته په سلوکي ددې احتمال شته دی، چې دغه به دیورانیوم وسلوڅخه پیدا شوې وي.

لنډيز

په ټيټه کچه وړانګي ياني د صفرنه تر دوه سوه ملي سيورت(0-200 mSv) پورې لاندنی اغيزې په بدن کې منځ ته راوستلای شي.

* دحجرې په ډي .اين.اې. کې موټيشن منځ ته راوړي
* د سرطان ناروغی د راپارولو او منځ ته راتلوسبب(لامل) ګرځي
* دبدن ددفاع سيستم دومره کمزوری کولای شي چې په پايله کې د ميکروبونو او وايرسونومخه نه شي نيولای، او له دې کبله هر اړخيزې ناروغی منځ ته راتلای شي. د بدن همغه غړی خپله دنده هم په سم ډول نه شي تر سره کولای.
* دوړانګو ناروغي منځ ته راوستلای شي
* په راتلونکي نسل کې دمعيوبوماشومانوزيږيدلو سبب(لامل) ګرځيدلای شي

پوښتني(Questions) :

١٥-١ په يوه کال کې دالمان هيواد څومره خلک دسرطان په ناروغی نوي اخته کيږي ؟

١٥-٢ د ماليګنوم (Malignom) او سرطان تر منځ توپير څه دی؟

١٥-٣ په درمل پيژند نه کې د سرطان ناروغی په تړاو د ريسيديو (Recediv) کلمه او د ريميزيون (Remission) کلمه څه مانا ورکوي؟

١٥-٤ اپيديميولوژي څه ته وايي؟

١٥-٥ د سرحد يا ليميټ نه لرونکي راديوبيولوژيکي تيوري (Linear non threshold theory= LNT) دتيټې کچې وړانګو په تړاوخه پايله لري؟

لسمه برخه

شپاړسم څپرکی

دوړانګو اندازه کولوتګلارې

(Radiation Measurement methods)

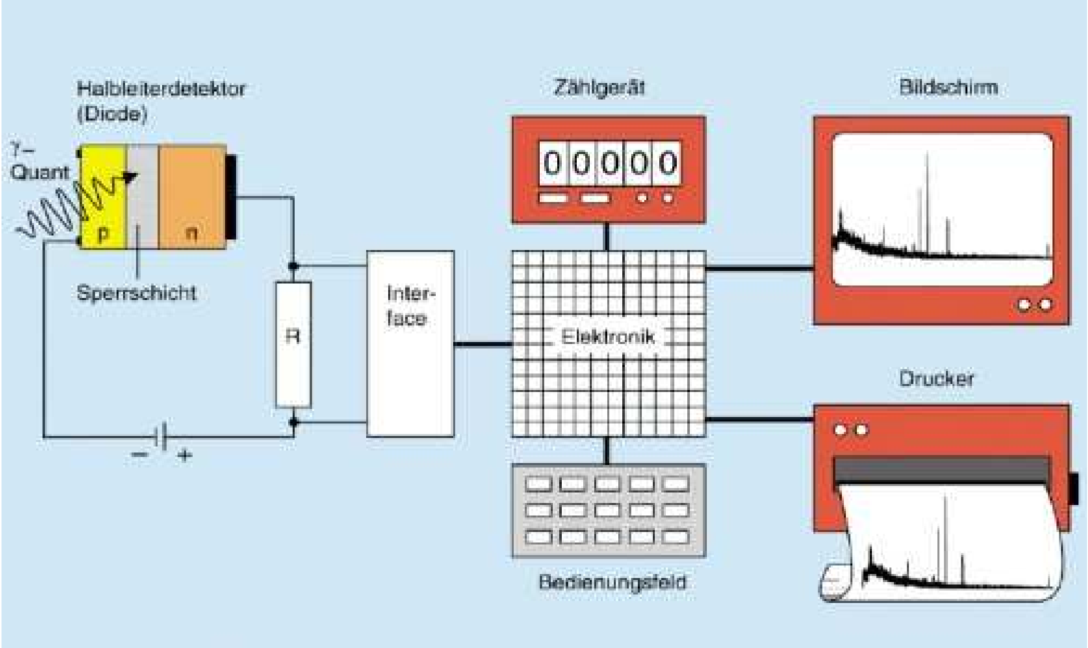
سریزه

څرنګه چې انسانان د حس داسي غړي نه لري، چې ایونایز کوونکي وړانګې لکه الفا، بېټا، ګاما اود پروتون اونیوترون زرې حس کړي او یابې په سترګو لکه نوریانې رڼا ووینې، نو له دې کبله دنوموړو وړانګو پېژندنه او دهغوي دخطر اټکل او ځان ساتنه، ډېر ګران تماميږي. یوازې د تخنیکي آلو په مرسته سره موږ کولای شو چې د وړانګو دناوړه اغېزو څخه ځان وساتو. نن ورځ د ایونایزکوونکو وړانګو د اندازه کولو لپاره ډېر دقیق او هر اړ خیز آلو او تګلارو څخه کار اخیستل کيږي، چې دوړانګو د انرژي کچې، لوړ دوز او ټیټ دوز اودوړانګو دول سره سم ټاکل کيږي. څرنګه چې ددغو تخنیکي تولو آلو بیان کول دلته دکتاب موضوع ډېره اوږده کوي، نویوازې هغه تګلارې ته لومړیتوب ورکول کيږي چې د یورانیوم ایزوټوپونو په اندازه کولو کې زیات حساسیت او پوره دقیق والی بښيي. دا ځکه چې نوموړي ایزوټوپونه په چاپېریال کې په ډېره ټیټه کچه پیدا کيږي.

لومړی: ګاما شپکترومتري (Gamma Specrometry)

ګاما شپیکترو متري د هستوي فزیک یوه ډېره وتلي کړنلاره ده چې په یوه بیالوژیکي نمونه کې درادیواکتیوایزوټوپونوديپژندلو او دهغوي د ګاما وړانګودانداړه کولوپه موخه ور څخه کار اخیستل کيږي. په۱۲۱ ـ شکل کې د ګاما شپکترومتري بنسټیزجوړښت ښودل شوی دی. کله چې د ګاما یوه ذره یانې یوکوانت دنیم هادي ګرمانیم په کریستال (Germanium = Ge) ولګيږي نو هلته دمثبت سوریوېټ (p) او منفي سوریوېټ (n) ترمنځ په یوه بل دریم پټ کې چې دغریب شوي پټ (Depleted layer) په نامه سره یادیږي ګن شمیرد ا لکترون سوریو جوړې(Elctron-hole pairs) منځ ته راولي. په پایله کې یو بریښنایز جریان د ترلي سرکېټ په منځ کې پیل کيږي او له دې کبله د مقاومت (Resistance = R) د سراواخیرپه برخو کې د ولتیج توپیراو دهغې سره سم یو زیګنال منځ ته راځي. نوموړی زیګنال دیوه امپلیفایر (Amplifier) په مرسته سره پرلپسې دومرغټ کيږي، چې د یوه مونیتورپه پرده باندې د انرژي شپکترم په بڼه لیدل کیدای شي. د بېلګه په ډول په ۱۲۱ شکل کې د ایزوټوپو انرژي شپکترم لیدل کیدای شي. نوموړی شپکترم یو خطیز شپکترم دی چې هره یوه لیکه یې، دیوه ځانګړي ایزوټوپ د انرژي سره سمون خوري.

دناڅرګنده ایزوټوپونو انرژي شپکترم پر لیکه کیږي	د ولتیج زیګنال ستروونکي برخه	دګرمانیم بریښنایز نیم هادي ډیډکتور



۱۲۱ـ شکل: د ګاما شپکترومتري بنسټیزجوړښت (Gamma Specrometry)

دګاما شپکترومترالہ د لاندنیو برخو څخه جوړه ده(34) .

- دګرمانیم بریښنایزنیم هادي ډیډکتور(Germanium Semiconductor Detecor)
- د ولتیج زیګنال ستروونکي برخه (Amplification)
- د یوې پیاوړي الکترونیکي ټکنالوژي په مرسته سره د ولتیج زیګنال شمیرل کیږي (Counter)
- د یوه مونیتور (Monitor) پرده باندې کولای شو چې د پیژندل شوي اوپه بیالوژیکي نمونه کې دناڅرګنده ایزوټوپونو انرژي شپکترم ولیدل شي.

نن ورځ د ګرمانیم نیم هادي کریستالونه په دومره سوچه توګه تولید کیږي، چې دنوموړي کریستال د سړولو لپاره د پخوا په پرتله مایع نایتروجن ته هیڅ اړتیا نه شته . دنوموړي نوښت ګټه په دې کې ده چې په ډیره آسانۍ سره دتودوخي په عادی درجه کې هم ورڅخه کار اخیستل کیدای شي. څرنګه چې د ګرمانیم د یوه الکترون سوري جوړې د تولید لپاره په ډیره کمه کچه انرژي په کارده، چې قیمت یې لږ څه دری الکترون ولټه (3 eV) ته رسیږي، نو له دې کبله دګرمانیم ډیډکتوردیوې خوا دایزوټوپود انرژي توپیرکولو وړتیا (Energy resolution) دنوروډیډکتورونو په پر تله ډیره پیاوړې ده او دبلې خوا دګاما وړانګو د اندازه کولو په اړوند ډیر حساسیت شیي. د بېلګه په ډول دوه ایزوټوپونه چې په انرژي شپکترم کې د یوه بل څخه لس کیلو الکترون ولټه (10 KeV) واټن ولري د یوه بل څخه په توپیر سره پیژندلای شي.

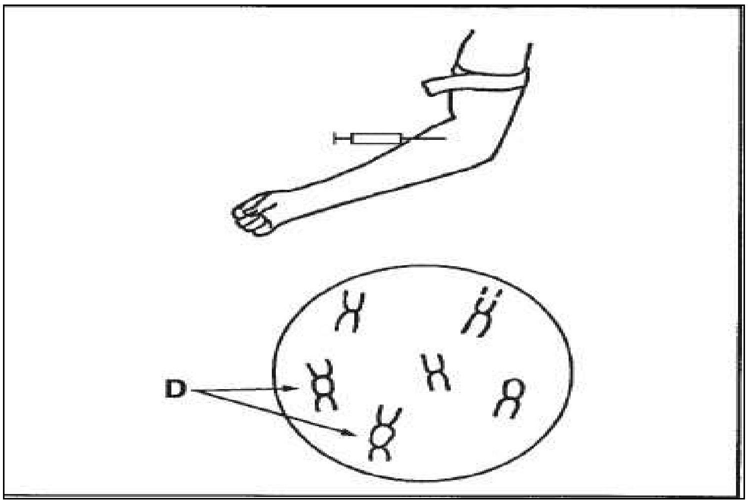
دګاما شپکټرومتري ګټوراستعمال په لاندې ډول سره بیان کولاې شو.

- په راډیواکتیوموادو د چاپیر یال ککړ توب اندازه کول. لکه اوبه، هوا، ځمکه اونور.
- په چاپېریال کې د راډیو اکتیو غاز د مخصوصه راډیواکتیویتي(Specific radioactivity) کچه اود ایزوتوپو کیفي اومقداري تجزیه کول. د بېلګه په ډول د هستوي بټیو، هستوي آزموینو اونورو هستوي پیښو لکه د چرنوبیل په هستوي پیښه کې هغه نجیبه راډیو اکتیو غاز، چې چاپېریال ته ازادکیږي دګاما شپکټرومتري په مرسته سره ډیرشه اندازه کیدلاې شي.
- دځمکې پر مخ لکه ریګ ،شګه، خاوره او ډبرو کې د راډیو اکتیویتي او ایزوټوپوپیژندل
- په اوبو، خوراکي موادو لکه غوښه، تر کاري، میوو او نوروموادو کې د راډیو اکتیویتي کچه اندازه کول.

دویم: بیا لوژیکي ډوزیمتري (Biological Dosimetry)

بیالوژیکي ډوزیمتري په یوه حجره(ژونکه) کې دوړانګو دزر په پیژندلوکې نن ورځ یوه ډیره حساسه تکلاره تشکیلوي. داځکه چې ټول بدن ته د رسیدلو وړانګوانرژي ډوزد ډیرې مودې څخه وروسته هم په ډیر دقیق او سم ډول سره اندازه کولاې شي. په ۱۲۲ شکل کې دنوموړې ډوزیمتري کړنلاره ښودل شوې ده.

دیوې پیچکارۍ یا ستنې په مرسته سره لږ څه پینځه ملي لیتره وینه، د رګونو څخه اخیستل کیږي او په سپینو کرویاتو (Lymphocytes) کې دوړانګو ناوړه اغیزې، لکه دکروموزومو نا سمي (Aberration) د یوه میکرسکوپ په مر سته سره لټول کیږي. ددې موخې لپاره لومړۍ په لابراتوارکې ستاندارد ډوزیمتري تر سره شي، تر څو د وړانګو ډوز او د کروموزومو د ناسمي تر منځ، اړیکې تر لاسه شي. دا په دې مانا، چې یوازې دتجربو په بنسټ د وړانګوانرژي ډوز، او دهغوې ناوړو اغیزو تر منځ، یو ریاضي موډ ل تر لاسه کیږي. دنوموړې موخې لپاره سپین کرویات د کیمیاوي موادو په مر ستة سره تر هغه پورې راپارول کیږي او په هیجان راوستل کیږي (Stimulate)، تر څوهغوی د حجرویه ویشلوباندې پیل وکړي. د میتوز په پړاو کې بیا سرې کولاې شي، د یوه رڼا مایکروسکوپ (light microscope) په مر ستة سره، د دې این اې غبرګ تاو شوې مزي، او همدارنګه دهغوې موتیشن لکه دوه مرکزه (Dicentrics) نا سمي په سترګو ووینې. دنوموړې تګ لارې لپاره د وینې لږ تر لږه پینځه سوه حجروته اړتیا لیدل کیږي، تر څو په پوره باورسره دهغوسپینو کرویاتو شمیر وټاکل شي، په کوم کې چې دوړانګو په واسطه دوه مرکزونه منځ ته راغلي وي. څیړنو په ډاګه کړې ده، چې په سپینو کرویاتو کې د ددوه مرکزونوشمیر د وړانګو دانرژي ډوز سره سم سیخ تړاو لري. د بیالوژیکي ډوزیمتري ړومبیتوب اوبرم دنورومیتودونو په پرتله داده، چې په ټیټه کچه انرژي ډوزناوړه اغیزې د بیلګې په ډول لکه د سل ملي سیورت نه تر لس ملي سیورت پورې هم اندازه کیدلاې شي.



۱۲۲- شکل: د بیالوژیکي ډوزیمتري په مېتود کې د یوې پیچکارۍ په مرسته سره د لاس څخه وینه اخیستل کیږی، اوبیا ترمکروسکوپ لاندې په هریوه سپین کرویات (Lymphocyte) کې ددوه مرکزو کروموزومو شمیرګنل کیږي. په نوموړي شکل کې په (Dicentrics = D) دوه مرکزه کروموزوم په ویکټور(غشي) سره شودل شوي دي (28).

دکروموزوموفلوریسینس تګلاره (Chromosome fluorescence technique)

دوینې په رڼا شوو سپینو کروياتو کې ددوه مرکزو کروموزومو ناسمي Aberration ،یوه داسي بیالوژیکي ډوزیمتري ده، چې بدن ته دوړانګو انرژي ډوزد ټاکلوپه موخه ورڅخه کاراخیستل کیږي. دنوموړې کړنلارې نیمګړتیا په دې کې لیدل کیږي ، چې دسپینو کروياتو په ویشنه کې دکروموزومودوه مرکزه ناسمی، راتلونکي نسل ته نه انتقال کیږي.نو له دې کبله سړی نه شی کولای، چې داوږد مهال لپاره، دنوموړې کړنلارې څخه، دباوروړبیالوژیکي ډوزیمتري په ډول، اغیزمنه ګټه پورته کړي.

دکروموزوموفلوریسینس تګلاره نن ورځ دوړانګو نه دځان ساتنې په اړوند، تر ټولواړینه او ارزښتناکه بیالوژیکي ډوزیمتري ګڼل کیږي. داځکه چې بدن ته دوررسیدلو وړانګوانرژي ډوز،وروسته له ډیرو کالونوڅخه هم ټاکلی شي. دبیلګې په ډول، دچرنوبیل Chernobyl هستوي پیښې څخه لږڅه لس کاله وروسته هم داوکراین په هیواد کې، د نوموړې کړنلارې څخه په لوړه کچه ګټه واخیستل شوه.

دکروموزوموفلوریسینس په تګلاره کې هغه کروموزومونه، چې د وړانګو د ناوړه اغیزو په پایله کې ورته زیان رسیدلی وي اودکروموزوم یوه برخه یې بایللي وی، خوبیا بیرته د یوه بل کروموزوم سره یوکیمیاوي مرکب جوړکړئ وي، کاراخیستل کیږي (Translocation). نوکله چې دغه ناسم کروموزمو نه په یوه داسي ماده ولړل شي، چې دفلوریسینس رنګ اوخاصیت پیدا کړي fluorescence ،نودرڼا شوو کروموزومو رنګ د هغو کروموزومو په پرتله، چې نوموړې ناسمي پکې نه وي پیدا شوي ،شکاره توپیربنیي. هر څومره چې د فلوریسینس کچه زیاته وي، هغومره ډیر د ترانسلوکیشن موتیشن هم ډیر وي، او دهغي سره سم دوړانګو انرژي ډوز هم زیاته ده. په دې هکله یو لړ معیاري او ستاندارد منحني ګان اندازه شوي دي، چې دهغوی له مخې بدن ته دوررسیدلي انرژي ډوز کچه ډیر کاله وروسته هم ټاکل کیدای شي. دا ځکه چې د کروموزومودبې ځایه کیدلوناسمي (Translocation) ، د سپینو کروياتو دویشنې څخه وروسته، راتلونکو نسلونوته هم انتقال کیږي

☜ د بیالوژیکي دوزیمتري پخلی د یو لړاحساياوي شميرنوپه بنسټ تر سره شوئ دئ چي په لاندې ډول بيان کيږي.

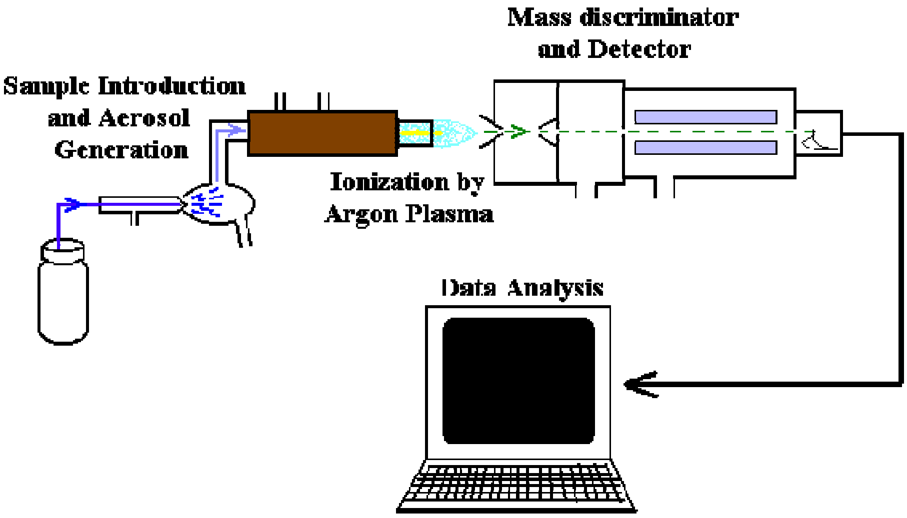
- د اکسريزعکسونواخيستلوپه کړنلاره کې د سرطان ناروغيواضافګي شميرنه
- په جاپان باندې داتوم بم غورځوني څخه وروسته هغه ځوک چي ژوندي پاتي شول اوبيا د سرطان په ناروغی اخته شول.
- د نړی په هغو سيمو کي چي دطبيعي وړاګوانرژي دوزکچه ډيره لوړه ده. د بېلګه په ډول لکه دهندوستان کيرالا(Kerala) په ولايت کي د طبيعي وړانګوکچه لړځه پنځوس ملي سيورټ (50 mSv) په يوه کال کي اندازه شوي ده. نومورې قيمت د عام وګړو دلوړ لېمټ څخه پنځوس ځله ډيره ده.

دريم: د پلازما کتلي شپکتروسکوپي (Plasma mass spectroscopy)

په ۱۲۳ شکل کي يوه فزيکي اوسنئ آله ښودل شوې ده چې د اندکتيو کپلډ پلازما ماس سپيکتروسکوپي (Inductively coupled plasma mass spectroscopy = ICP-MS) په نامه سره يادېږي. دنومورې الي وړتيا د ګاما شپکترومتري په پرتله داده چي په يوه بيالوژيکي نمونه کې، د راديو اکتيو او نه راديو اکتيوايزوتوپونوپه پيژندلو او دهغوی د کچې په اندازه کولوکي يوه بې سارې کړنلاره تشکيلوي.

نن ورځ په نړيواله کچه دنومورې کړنلارې څخه په يوه طبي نمونه لکه وينه (Blood)، ميتيا زی (urine) او غړوکي ديورانيوم دوه سوه اته ديرش (U^{238}) اويورانيوم دوه سوه پينځه ديرش (U^{235}) ايزوتوپونو او همدارنګه نورو عنصرونو د اندازه کولوپه موخه ورڅخه کار اخيستل کيږي. دا ځکه چي د کتلي سپکتروسکوپي آله دنورو په پرتله، د يورانيوم ايزوتوپونوپه توپير پيژندلو (Resolution) کې، يوه بې سارې، دقيقه اوحساسه کړنلاره تشکيلوي.

دنومورې آلي ښه والی په دې کي ليدل کيږي چي ديوی خوا په يوه وار سره ډير عنصرونه او ايزوتوپونه او دهغوی تناسب اندازه کولای شو، اود بلې خوا د څيرونکوبيالوژيکي او جيوفزيکي نمونوښه دغاز په شکل نه بلکه دمايع په شکل کي هم تاکل کيدای شي. له دې کبله لټوونکي عنصرونه په بخار نه شي بدليدلاې اواندازه کيږي. دنومورې آلي داندازه کولو تر ټولوکوچنی يا ني ټيټ ليميټ (Lower Detection limit) په يو ګرام نمونه کي، دبېلګي په ډول دسوډيم Na-23 لپاره لړ ځه پينځه پيکوګرام په يوه ګرام ماده کي(5 pg/g) او حساسيت (Sensitivity) يې يوولس کونتس په يو پيکوګرام په يو ګرام(11 counts/pg/g) ماده کي ثبوت شوئ دی. د ICP-MS آله د لاندنيو برخو څخه جوړه ده.



۱۲۳ـ شکل: د کتلي شپکتروسکوپي (ICP-MS) د کارکولو بنستيز بنه(76)

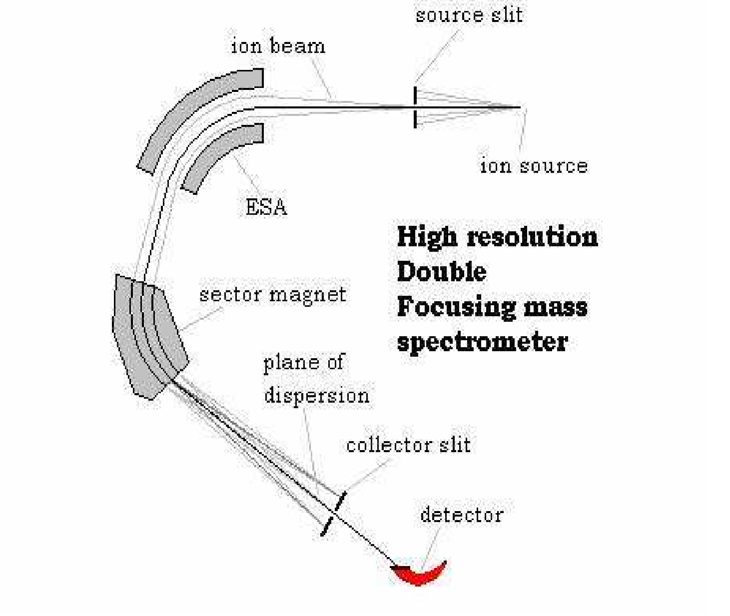
- د سمپل (نمونې) تيارول (Sample introduction)
- دسمپل ايونايزېشن (Sample ionization)
- دکتلي شپکتروسکوپي منځنۍ برخه (ICP-MS Interface)
- د کتلي شپکترومتر (Mass spectrometer)
- ډيډېکتور (Detector)
- دارقاموکمپيوتري تحليل (Data analysis)

دکتلي شپکتروسکوپي دکارکولوکړنلاره (ICP-MS Operating principles)

په ۱۲٤ شکل کې ښودل شوي ده چې په يوه لوښي کې د مايع سمپل (نمونه) د يوې ځانګړې آلې لکه نېبو لايځر (Nebulizer) او د جامد سمپل د ليزر(Laser) په مرسته سره په بخا ر او غاز باندې بدليږي، چې دغه ډول غازد ايروزول (Aerosol) په نامه سره ياديږي. د سمپل غاز بيا سم سيخ د ارګون پلازما سرچينې (Argon plasma source) ته ورننوځي چې هلته د سمپل اتومونه د ډير لوړتودوخې له کبله په ايونواوړي. د ارګون غاز په چاپير کې يو برېښنايز ګوټک (Coil) تاوشوئ دی چې دراديوفريکونس يوه جنراتور سره تړلې دی. دجنراتورځخه داسې څپې راوځي چې څلويښت مېګاهرځ = (Radiofrequency 40 MHZ) راديو فريکونس لري. نوموړئ فريکونس دبرېښنايز ګوټک په مر سته سره چې د اند کسين پر نسيپ په بنسټ (Inductively coupled) کارکوي، الکترو مقنا طيسي انرژي دارګون غازسرچينې ته انتقال کوي . په پايله کې دارګون غاز تو دوخې د کلوين لږ ځه اوه ذره درجې (7000 ° K) ته پورته ځي چې دارګون ټول اتومونه په ايونو بدليږي او په دې ډول دارګون غاز پلازما سرچينه لاس ته راځي.

☜ يو غاز چې ټول خنثی اتومونه يې په ايونواوړول شوي وي، د همغه غاز پلازما (plasma) په نامه سره ياديږي.

کله چې د سمپل ټول اتومونه په ایونوواوښتل نوبیا وروسته دکتلي شپکتروسکوپي منځنی برخي ته دیوه کوچني سورۍ له لارې، چې قطر يې لږ څه يو ملي متردی ور ننوځي. په دې ځای کې د ځانګړو پمپونو په مرسته سره په ډیره لوړه کچه تشیا (Vacuum) منځ ته را ځي، چې قیمت یې داتموسفیر فشار لږ څه د یوه تورسل زرمه برخه (1×10^-5^ torr) تشکیلوي. همدا سبب(لامل) دی چې د سمپل ایونونه په ډیر لوړ سرعت سره د منځنی برخي څخه د کتلي شپېکترومتر (Mass spectrometer) تر ټولومهمي (اړیني) برخي ته وررننوځي چې په ۱۲٤ـ شکل کې ښودل شوئ دی.



۱ـ دسمپل ایونوسرچیني یو ملي مترنری چاک Source slit
۲ـ دسمپل ایونو سرچینه ion source
۳ـ د بریښنایزساحي سکتور ESA
٤ـ دمقناطیسي ساحي سکتور magnet sector
٥ـ دراټولولوچاک collector Slit
٦ـ دیډ يکتور Detector

۱۲٤ـ شکل: د کتلي دوه ګون فوکس کوونکي کتلي شپکترومترآله، چې د مقناطیسي او بریښنایز ساحودوه برخویاسکټرونو (Sector) څخه جوړهده.

د سمپل مثبت چارج شوو ایونو جریان لومړی بریښنایزساحي (ESA) او بیا وریسي د مقناطیسي ساحي په برخو magnet sector کې، چې دواړه دلته لکه دعدسیو (Lenses) په ډول دنده تر سره کوي، د کتلي شپکترومترپه راټولونکي چاک (Collector slit) کې فوکس کیږي. دکتلي شپکترومتر په اخرنی برخه کې د سمپل مثبت چارج شوو ایونو جریان دیوه ځانګړي دېډکتور په مرسته سره چې د چنلترون (Channeltron electron multiplier) په نامه سره یادیږي، اندازه کیږي.

د کتلي شپکتروسکوپي د موندلوتیت لیمیټ(حد) (Detection limit) دیوترلیون (Trillion) یوه برخه یاني لس په طاقت د منفي دوولس تشکیلوي(1×10^{-12} = (Parts per trillion = ppt) .

☜ **د پام وړ:** هغه مواد چې په چاپېریال کې په ډیره کمه کچه پیدا کیږی نو د غلظت (Concentration) لپاره لاندني کمیتونه په کارول کیږي.

➢ یوه برخه دیوملیون (1ppm = 1 parts per million) دا مانا ورکوي چې د بېلګه په ډول که یوګرام (1gramm) ماده لکه یوګرام بوره په یوټن (Tonn= 1 000 000 gramm) محلول لکه اوبو کې حل کړو، نوپه اوبوکې د بورې غلظت یوه برخه یاني یوګرام په یو ملیون ګرام اوبوکې تشکیلوي. په همدې ډول لیکلای شوچې: یوه برخه په بیلیون (1ppb = 1 parts per billion) او یوه برخه په تریلیون (1 ppt = 1 parts per trillon) .

1 kilogram (kg) = 1 million milligrams (mg	یو کیلوګرام = یو ملیون ملي ګرام
sso: 1 mg/kg = 1 part per million	نو لرو: یو ملي ګرام تقسیم په کیلوګرام = یوه برخه په ملیون

نو لیکلا ې شو چې :

1ppm = 1 part per million = 0,0001% = 1 mg/kg	یوملیونمه برخه
1ppb = 1 parts per billion = 0,0000001% = 1 micro g/kg (Mikrogramm per kg)	یوبلیونمه برخه
1ppt = 1 parts per trillion = 0,0000000001 = 1 ng/kg (Nanogramm per kg)	یو تریلیونمه برخه

څرنګه چې د یو لیتر (1 l = 1 Liter) اوبو وزن د یوکیلوګرام سره برابر دی نو لیکلای شوچې:

1 mg/l = 1 part per million	یوملي ګرام تقسیم په لیتر = یوه برخه په ملیون
1 ug/l = 1 part per billion	یو مایکروګرام تقسیم په لیتر = یوه برخه په بیلیون

په ٤٣ جدول کې دویني یوه نمونه (Blood sample) د کتلي شپکترومترپه مرسته سره تحلیل شوې ده. په دغه نمونه کې یوازې هغه عنصرونه اندازه شوي دي چې په وینه کې په ډیره تیټه کچه پیدا کیږي (Trace elements). دنوموړي جدول څخه څرګندیږي چې دویني په یوه ملي لیترنمونه کې د یورانیوم (U^{238})عنصرکچه لږ څه صفرعشاریه دوه نانو ګرام، یاني دیوه ګرام یوپرملیاردمه برخه ($ng = 10^{-9}g$) قمت لري. په دغه نمونه کې تر ټولو عنصرولوړه برخه د جست عنصر (Zinc = Zn) تشکیلوي چې قیمت یې لږ څه پینځه ذره نانو ګرام په یوه ملي لیتروینه کې اندازه شوئ دی.

عنصر	په یوه ملي لیتر ml وینه کې دعنصر اندازه شوې قیمت په واحد د نانوګرام Nanogram = ng = 10^{-9} g	
Element	Certified range ng/mL	Measured Value ng/mL
^{9}Be	5.4–6.4	5.2 ± 0.4
^{27}Al	49.0–68.8	50 ± 3
^{51}V	4.0–4.6	3.8 ± 0.3
^{52}Cr	5.6–6.4	5.5 ± 0.07
^{55}Mn	12.0–14.6	12.2 ± 0.2
^{56}Fe*	423–447	412 ± 4
^{59}Co	5.7–6.5	5.60 ± 0.01
^{60}Ni	4.7–5.9	5.2 ± 1
^{63}Cu	637–695	607 ± 11
^{66}Zn	5109–5323	4830 ± 55
^{68}Zn	5109–5323	4840 ± 66
^{75}As	11.9–14.5	11.4 ± 0.2
^{80}Se	113–133	109 ± 3
^{77}Se	113–133	108 ± 5
^{78}Se	113–133	105 ± 3
^{82}Se	113–133	121 ± 2
^{111}Cd	5.6–6.4	5.7 ± 0.2
^{114}Cd	5.6–6.4	5.70 ± 0.06
^{137}Ba	60.6–68.4	83 ± 2
^{138}Ba	60.6–68.4	81.7 ± 0.7
^{135}Ba	60.6–68.4	82 ± 1
^{205}Tl	4.9–5.5	4.8 ± 0.09
Pb	372–414	392 ± 4
^{238}U	0.176–0.184	0.170 ± 0.002

*in µg/mL
Calibration in 1% IPA + 0.01% EDTA+0.01% TritonX
100 ppb Var-IS used as I/S sample 1:10 dilution corrected

٤٣- جدول: د کتلي شپکترومتر(Varian 820-MS) په مر سته سره د ويني په يوه نمونه ياني سمپل (Blood sample) کې هغه عنصرونه اندازه شوي دي، چې په ډيره لږ کچه پيدا کيږي او له دې کبله ورته (Trace elements) ويل کيږي. (54)

پوښتنې(Questions) :

۱۶-۱ دکروموزوموفلوریسینس تګلاره دنوروبیالوژیکي ډوزیمتري په پرتله څه ګټه لري؟

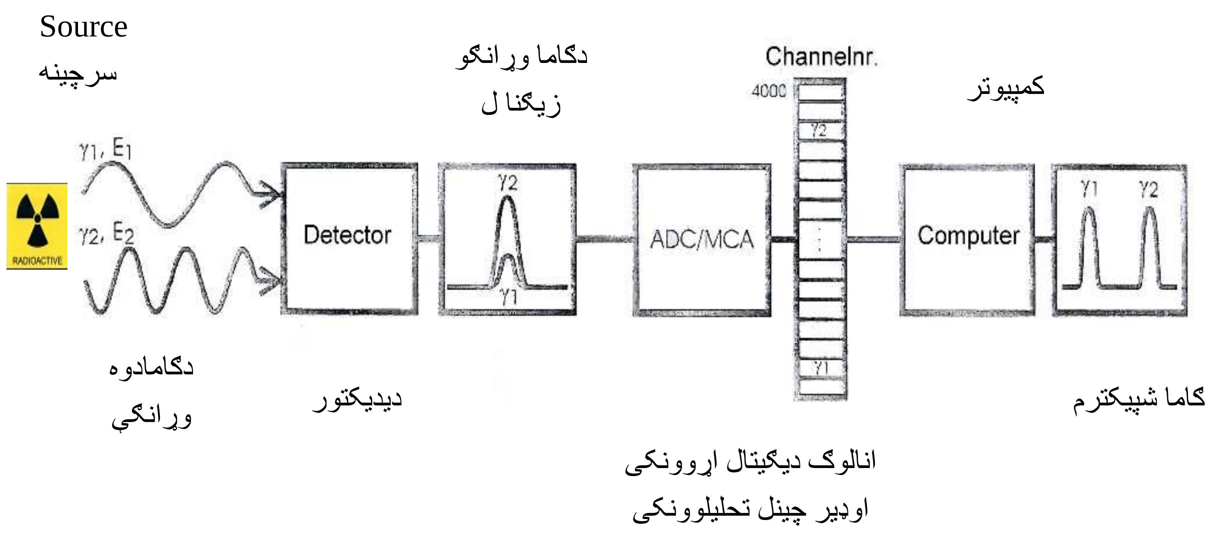
۱۶-۲ یو پي پی ایم 1ppm څه ما نا ورکوي؟

۱۶-۳ ګاما شپیکټرومتري څه ډول کړنلاره ده؟

۱۶-٤ د انډکټیو کپلډ پلازما کتلې شپیکټرومترڅه ډول فزیکي اله ده؟

۱۶-٥ بیالوژیکي ډوزیمتري څه ډول کارکوي؟

۱۶-٦ دیوې کوبا لټ شپیته Co-60 سرچینې څخه دګاما دوه وړانګې γ1 او γ2 خپر یږي اودیوه ګاما شپیکټرومتري آلې په مرسته سره چې په لاندې شکل کې شودل شوې ده اندازه کیږي. دنوموړې آلې د کارکولو کړنلاره تشریح کړی او دنوکلید جدول په مرسته سره چې د کتاب په اخیر کې مل شوئ دی، د نوموړو وړانګوانرژي وټاکئ؟



اوولسم څپرکی

دچاپېریال رادیواکټیویټي څارنه

(Environmental Radioactivity monitoring)

سریزه

چرنوبیل (Tschornobyl) د اکراین (Ukrain) هیواد یو کوچنۍ ښار دی چي هلته شل کاله پخوا، یاني داپریل میاشتي په پینځه ویشتمه نیټه ۱۹۸٦ م کال د ښپې په یوه نیمه بجه د چرنوبیل د څلورم بلاک هستوي بټۍ د مسلکي کارکوونکود ناسم چلن په پایله کي و چاودله، اود هستوي بټۍ په منځ کي د تودوخي درجه دومره پورته ولاړه، چي د هستوي بټي سړوونکي اوبه په بخاراوښتي، او د هغي سره سم د سونګ هستوي مواد ویلي شوه. په دي تر څ کي داوبو بخار فشارتر سل اتموسفیر(Atmosphere) نه هم پورته ولاړ شه، چي په پایله کي د هستوي بټۍ د سونګ لړ څه ټول رادیو اکتیف مواد چاپېریال ته وښیندل شوه. نوموړي هستوي ناوړه پېښه د اتومي انرژي په ټکنالوژي او پېښ لیک کي څکه یوه بې ساري غمیزه ګڼل کیږی، چي دنړۍ هرګوټ ته د نوموړي هستوي بټۍ رادیو اکتیو مواد د باد په واسطه ولیږدول شوه. دغو رادیو اکتیو مواد و، دنړۍ په هر ځای کي لا تر اوسه هم د انسانانورو غتیا د خطر سره مخامخ کړي ده.

دچرنوبیل هستوي پیښي څخه وروسته دنړۍ په لړ څه ټولوهیوادونوکي په رادیو اکتیوموادو د چاپېریال ککړتوب اندازه کول سمدلاسه پیل شوه. هغه آله چي نن ورځ په نړیواله کچه د چاپېریال اکتیویټي د اندازه کولو په موخه ور څخه کار اخیستل کیږی، دخوځیدونکي ګاما شپکترو متر په نامه سره یادیږي. په ۱۲۵ شکل کي د ګا ما شپکترومتري یو ګرځنده لابراتورښودل شوئ دی، چي د یوه هیواد په مختلفو سیمو کي شپه اوورځ یاني د څلرویشت ساعتونوپه موده کي د چاپېریال رادیو اکتیویټي اندازه کوي اود ایزوټوپو ترکیب تر څارني لاندي نیسي.

د بېلګه په ډول د ۱۹۸٦ م کال څخه را پدې خوا د جرمني هیواد بایرن (Bayern) په ولایت کي په سیزیم (Caesium) رادیو اکتیو ایزوټوپ باندې د چاپېریال ککړتوب کچه په ۱۲۵شکل کي ښودل شوي ده، چي د نوموړي آلي په مرسته سره اندازه شوئ دی.

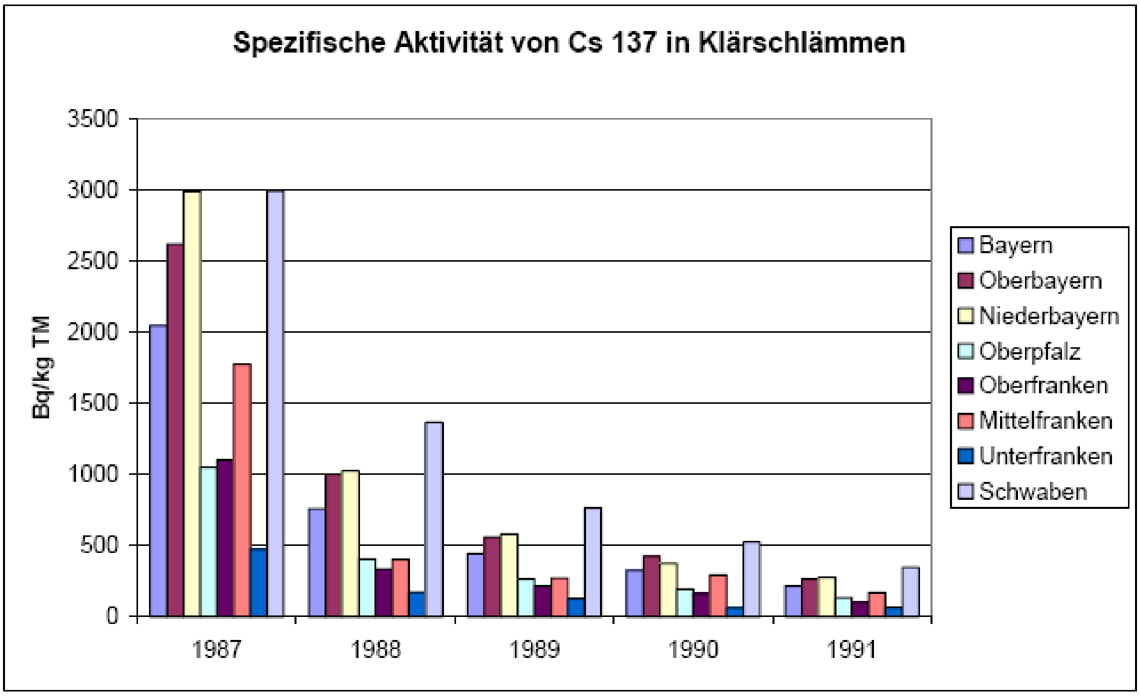


Abb. 6: *Zeitliche Entwicklung des Rückganges der bayernweiten durchschnittlichen Cs 137-Kontamination in Klärschlamm im Zeitraum von 1987 bis 1991.*

۱۲۵- شکل: د ۱۹۸۷ م کا ل څخه تر ۱۹۹۱ م کا ل پورې دجرمني بايرن (Bayern) ولايت په چاپېريال کې دسيزيم (Caesium-137) اکتيويتي ښودل شوي ده. دګراف څخه څرګنديږي چې د چرنوبيل هستوي بتۍ د چاودني په کال کې، د سيزيم مخصوصه اکتيويتي ترټولو جګ قيمت ياني لرڅه درې ذره بېکاريل په يوه کيلو ګرام (3000 Bq/Kg) وچو موادو کې اندازه شوئ دی. نوموړی اکتيويتي بيا د هر يوه کال په تيريدلو سره کمښت مومي. په داسي حال کې چې د با يرن غرنيو سيموپه ځينونباتي موادو،خو په تيره بيا لکه په يوه کيلوګرام مرخيړيو (Fungus) کې د اکتيويتي کچه شل کاله د چرنوبيل هستوي پيښي څخه وروسته هم تر شلو زرو بيکاريل (20 000 Bq/Kg) پورې رسيږي. دا ځکه چې د سيزيم د تجزيي نيمايي عمر لږ څه ديرش کاله دی نو له دې کبله به دنوموړي ايزوتوپ ر اديو کتيويتي تر سلګونو کالو پورې نور هم شتون ولري (29).

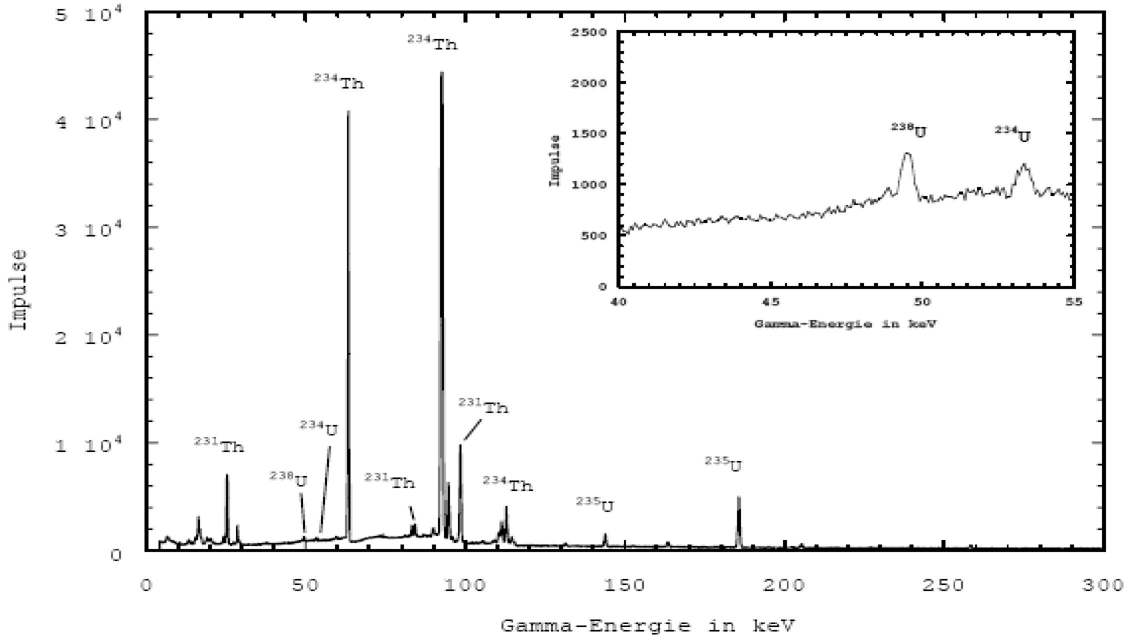
د جرمني هيواد د وړانګوڅخه د ساتني مقررات (Radiation Protection Regulations) په خوراکي موادو کې د منلو وړ لوړاکتيويتي ليمټ درې سوه بېکاريل په يوه کيلو ګرام (300 Bq/Kg) وچو موادو کې ټاکلي دي. همدا سبب(لامل) دی چې په راديوا کتيوعنصروککړشوي خوراکي موادو لکه مرخيړي، د غرڅنی غوښې، د غرني خرس غوښې په خرڅولو باندې ي لا تر اوسه هم بنديزلګول شوئ دی.

نړيوال نامتواو منل شوي کميسيونونه لکه د روغتيا نړيوال کميسيون (WHO) داتومي انرژۍ کميسيون (IAEA) او دوړانګو نه دځان ساتني نړيوال کميسيون (ICRP) د راديو اکتيو موادو څخه دنړۍ اتموسفيرپا ک ساتل او ځارل د هر يوه هيواد حکومت ملي او نړيوال مسئوليت ګڼي .

په ۱۹۵۹م کال کې دنړیوال اتومي انرژۍ ټولنې (IAEA) او همدارنګه داروپا يې هیوادونو ترمنځ په نړیواله کچه يو تړون لاسليک شو(EUROATOM) چې ديوې خوا د هستوي انرژي څخه دسولې په موخه لکه صنعت، طبابت، کرهنه او نورو برخو کې دکټې اخيستلوتګلارې بيان شوي دي، او دبلې خوا دوړانګو دخطر څخه دځان ساتـنې په موخه بنستيزکړنلارې (Basic Safety Standards) په ګوته شوي دي. دبيلګې په ډول داتوم قانون (§1 Euro-Atom) په لومړي پاراګراف څلورمه ماده کې ليکل شوي دي چې (59):

دنړۍ هر حکومت ملي او نړيواله دنده ګڼل کيږي چې دخپل عام اولس ژوند، روغتيا اود چاپير يال ټول شيان لکه هوا، ځمکه، اوبه، څاروي، دکرهنې سيمي، اقليم، ځنګلونه، نباتات او ژوندي اورګانيزم د ايونايز کوونکو وړانګو د خطراو زيان څخه خومره چې امکان ولري خوندي وساتي.

دچاپيريال ساتنې په موخه ددې سپارښتنه هم کوي چې د اعتباروړکړنلارو او آلو لکه ګاماشپکترومتري، د پلازما کتلې شپکترومتري اونورومنل شووآلو په مر سته سره په راديو اکتيو موادو د چاپيريال ککړتوب کچه، تل وڅارې او د خطر په وخت کې نوموړو نړيوالو سازمانونو ته سمدلاسه خبرورکړي.

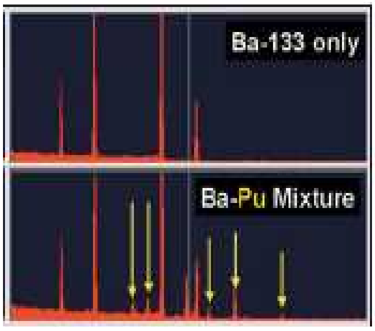


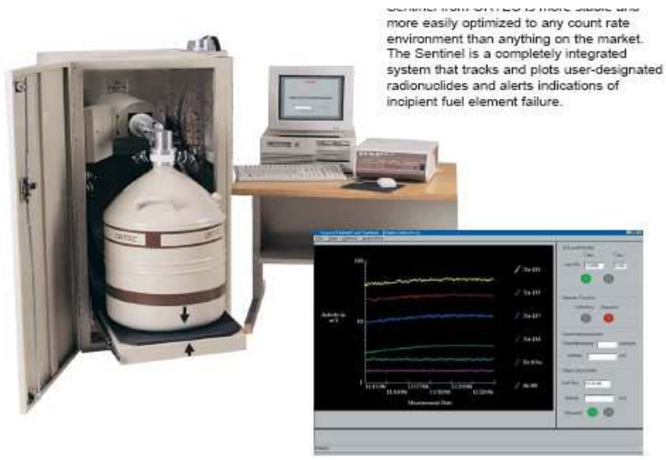
۱۲۵ـ الف: دغريب شوي يورانيوم (Depleted uranium) يوې سرګولې ګاما شپيکترم ښودل شوئ دی چې د پخوانۍ يوګوسلاويا Kosovo په سيمه کې پيداشوې اودجرمني پوهانويوې دولتي ډلې له خوا اندازه شوئ دی. په نوموړي شکل کې ديورانيوم U235;U238;U234 ايزوټوپونه اوپه تجزيه کې نورپيدا شوي ايزوټوپونه لکه توريم Th231;Th234 انرژي کربني ليدل کيږ(92) .

Abb. 4.1.4: Gamma-Spektrum einer untersuchten DU-Teilprobe für die Multi-Group-Analysis for Uranium (MGAU). Ausgewertet werden von der MGAU-Software im Wesentlichen Gamma- und Röntgen-Linien der U-Isotope und ihrer Töchter in einem Bereich von 83 keV bis 130 keV.

د چاپېریال ساتنې په موخه د ګاما شپکترومتري يو موبايل يا ګرځنده لابراتوار ليدل کيږي چي په راديو اکتيو موادود چاپيريال اکتيويتي دځلرويشت ساعتونوپه موده کي اندازه کولای شي (57) .

دباريم Ba او پلوتونيم Pu انرژي شپکترم کي نومړي عنصرونه د يوبل څخه جلا پيژندل کيدلای شي (54)





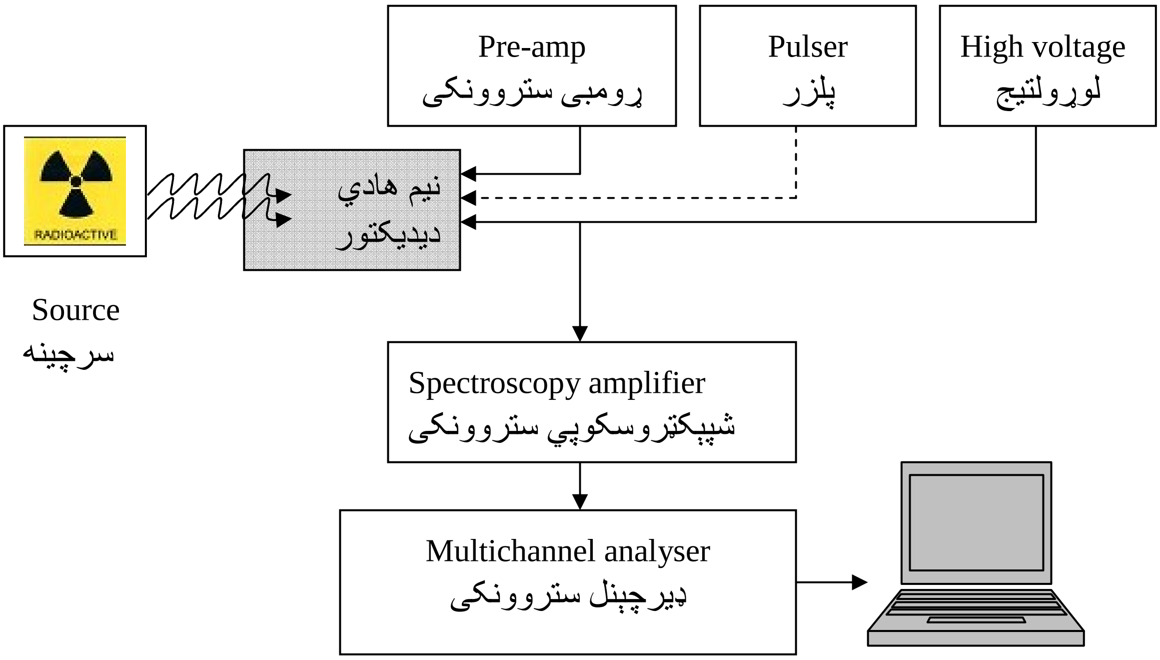
2

دګاما شپکترومتري دوه موبايل لابراتوارونه (54)

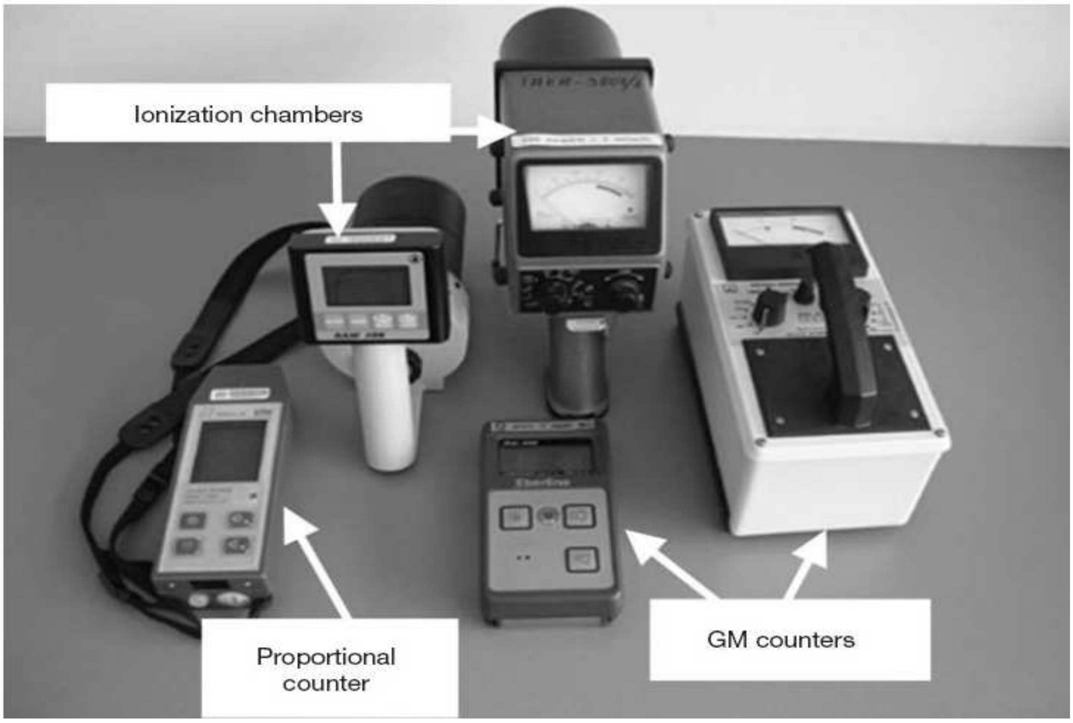
دچاپېریال اکتيويتي اندازه کولو اودراديواکتيوايزوتوپو د پيژندلويوه بله موډرن ګرځنده (موبايل) نيم هادي ګاما شپکترومتري آله چي د لاندنيو برخو څخه جوړه شوي ده ليدل کيږي .

★ دنيم هادی ديډکتور HP-GE
★ دزيګنال ستروونکی .Ampl
★ دډيرکانال تحليلوونکی MCA
★ کمپيوتري سيستم اوشپکترم
★ يوبل کمپيوترچي په ليري واټن کي موقعيت لري او زيګنالونه ورته استوي.

- دګاما شپکترومتري او توماتيک سيستم په مر سته سره د هيوادپه مختلفو سيموکي دچاپيريال راديواکتيويتي د څلرويشت ساعتونو په موده کي څارنه کيدلاې شي.
- که په ګاونډيو هيوادونوکي کومه هستوي پيښه وشي د بېلګه په ډول که يوه هستوي ازموينه تر سره شي او په پايله کي دچاپيريال راديواکتيويتي دنورمال کچي نه پورته ولاړه شي نودغه پيښه سمدلاسه پيژندل کيداې شي.
- که چيرته دچاپېريال راديو اکتيويتي دخپل تا کلي ليميټ څخه واوړي نوپه او تو ماتيک ډول سره يوه مرکزي کمپيوتر ته دخطرخبر ورکول کيږي.
- که چيرته په ګاونډيو هيوادونوکي يوه هستوي بتۍ وچوي، نوپه پايله کي د کسينون (Xenon) راديو اکتيونجيب غازچاپېريال ته خپريږي. څرنګه چي نوموړئ غاز يوازې د يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش U^{235} په چاودنه کي منځ ته راځي نودا مانا ورکوي چي يوه هستوي پيښه منځ ته راغلي ده. په داسي يوه ناوړه حالت کي سمدلاسه عام وکړي خبريدلاې شي تر څو ځانونه دوړانګو دخطر څخه خوندي وساتي.
- په چاپېريال کي دطبيعي راديونوکليدوراديواکتيويتي هم اندا زه کيدلاې شي. د بېلګه په ډول لکه د يورانيوم دوه سوه ا ته ديرش سلسله(U-238) ، ديورانيوم دوه سوه پينځه ديرش سلسله (U-235)، ديوتاشيم څلويښت سلسله Kalium-40 ، اود توريم دوه سوه دوه ديرش سلسله (Thorium – 232) اوبرسيره پر دې هغه عنصرونه چي دنوموړو سلسلو په تجزيه کي منځ ته را ځي هم اندازه کيدلاې شي.



۱۲۶ـ الف شکل: دګاما شپيکترومتري آلي الکترونيکي جوړښت بنه بنودل شوئ ده



۱۲۷- شکل: دهستوي وړانګولکه الفا ، بيتا او ګاما وړانګو داندازه کولواود هغوی دانرژي دټاکلوپه موخه ځيني تخنيکي موبايل آلی ښودل شوي دي IAEA (6) .

پوښتنې(Questions) :

۱-۱۷ په ۱۹۸٦ م کال اود اکراين په هيواد کي دچرنوبيل هستوي پيښه ولي منځ ته راغله؟

۲-۱۷ دچرنوبيل هستوي پيښې څخه اوس لړڅه شل کاله تير شوي دي خو بيا هم دچاپيريال خوراکي شيان په راديو اکتيو موادوککړدي. ددغومواد په يوه کيلو ګرام کي داکتيويتي لوړه کچه همدا اوس څومره اندازه شوي ده؟

۳-۱۷ که چيرته په چاپيريال کې د ګسينون نجيبه Xenon راديو اکتيو غاز اندازه شي نو دغه دول ککړتو موږته څه ثبوت کوي اومالومات راکوي؟

٤-۱۷ هغه کړنلاره چي په راديو اکتيوموادو دچاپيريال ککړتيا اود ايزوتوپوتشخيص کولای شي څه نوميږي اودکومو برخو نه جوړه ده؟

يوولسمه برخه

اتـلسم څپرکی

د سرطا ن ناروغي (Cancer disease)

سريزه

د سرطان ناروغي دبشر په ژوندانه کي تر ټولو پخوانۍ پيژندل شوې ناروغي ده چي لږ څه يونيم زر کاله دمخه دمصرد درمل پوهني اوناروغۍ پيژندني په طبي اثاروکي راغلي ده. ځيني روايتونه وايي چي پخپله دويم رامزيس (Ramses II) د فرعونيانويو پاچا، لږ څه درې سوه کاله دميلاد نه دمخه دهډوکو سرطان په ناروغۍ مرشوی دی. په هغه وخت کي دنومورې ناروغي درملنه ديوه عنصر چي د ارزېن (Arsen) په نامه سره ياديږي تر سره کيده. ترنونسمي پيړی پورې ارزين دسرطان ناروغۍ ددرملني لپاره يوازنۍ پيژندل شوې دوايي ګڼل کيده. د سرطان ناروغي په طبي اثاروکي د کارسينوم (Carcinom) په نامه سره ياديږي.

داسي اټکل کيږي چي کارسينوم يوه يونانۍ کلمه وي داځکه چي پينځه سوه کاله دميلاد نه دمخه د يونان درمل پوه هيپوکراتيس (Hippokrates) دپوستکي سرطان ناروغۍ لپاره په کار اچولۍ دی. دسرطان کلمه دبدن ديوه غړي سره سم يوځای کارول کيږي.

دبيلګه په ډول:

دسړي دپروستاتا غدې سرطان (Prostata cancer)، دښځو دتيو سرطان (Breast cancer) ، د معدې سرطان (Stomach cancer)، درحم (زيلانځي) سرطان (Uterus carcinom) ، دهډوکي سرطان (Bone cancer) اونور.

دسرطان ناروغي يوه خطرناکه ناروغي ده چي په لومړي پړاو کي ديوې نيمګړې ياني موتيشن شوې حجرې څخه پيل کيږي، اود وخت په تيريدلو سره دبدن دهمغه ځای نسجونو حجم يوه نا څا په غټيـد لو پيل کوي او بې له کنتروله پرسيږي. د بيلګي په توګه په امريکا او لويديزه نړی کي پينځه ويشت په سلوکي 25% وګړي ياني دعام ولس هرڅلورم تن د سرطان په يو ډول ناروغۍ اخته او يا مړ کيږي. تر نن ورځ پورې دنومورې ناروغی رښتينۍ علت پوره څرګند نه دی، خود بدن هغه برخي چي د سرطان په ناروغی اخته شوي وي، د نورمال حجروپه پرتله مورفولوژي، پاتولوژي، جينيتيک ،هيستولوژي اوپه هارمونواوريسيپتورونو(Receptors) کي هر اړخيز بدلون ښيي.

د بیلګي په ډول یونامتو پروټین یا ریسیپتورچي د تیوسرطان په ناروغښځوکي پیژندل شوی دی د، اچ اي ار HER2 ریسیپتورپه نامه سره یادیږي.

اچ اي ارریسیپتور (Human epidermal growth factor receptor 2 = HER2)

نومورئ رېسیپتورد یوي نورمال حجرې په باندنی سطحه کي پروت وي او ددغه ځای څخه زیګنالونه (signals) د حجرې منځ او دحجرې هستې ته استوي. دغه زیګنالونه دحجرې دپربشت کنترول په غاړه لري چي د ستروونکی فکتور(growth factor) سره تړاولري. دیوی عادي او روغي حجرې په باندنی سطحه کي نسبتا لږشمیرHER2 رېسیپترونه موجودوي. په داسي حال کي چي دیوي سرطاني حجرې په باندنی سطحه کي دنومورړوریسیپتورونوشمیر د روغي حجرې په پرتله دمالیکولاربیالوژي دڅیړنواو تجربوله مخي په وینه کي ډیرلیدل کیږي. دا په دې مانا چي نومړي ریسیپتورونه په یوه سرطاني حجره(ژونکه) کي ګڼ شمیر زیګنالونه د حجرې هستې ته استوي او په پایله کي دغه حجره(ژونکه) خپل ویشتوب کړنلاره ګړندی کوي او د اړتیا نه ډیري حجرې تولیدوي. په همدې ډول سره ددغو نسجونویو نه کنترول کیدونکي او ډیرزرستریدونکی پرسوب منځ ته راځي. نن ورځ په ډاګه شوې ده چي دیرش په سلو کي 30% هغه ښځې چي د تیوپه سرطان (Mamma carcinom) اخته وي دهغوی په وینه کي د HER2 ریسیپتورکچه لوړه ده.

- دپام وړ: هغه ښځي چي دتیوپه سرطان اخته وي اوپه وینه کي یي داچ اي ار ریسیپتور HER2 کچه ډیره وپیژندل شي نویوه ډیره اغیزمنه درملنه یي د بدن ددفاعي موادو (Antibody) په مرسته سره تر سره کیږي چي د هرسیپتین (Herceptin) په نامه سره یادیږي.

که چیري د سرطان نا روغی علاج (درملنه) وه نه شي، نود کانسر نسجونه په نورو شاوخوا روغو نسجونوکي ور ننوځي او یا داچي د بدن په نورووبرخو باندې فشار راولي. ځرنګه چي دانسان په بدن کي دحجر ود ډولونو شمیر تر لږ څه دوه سوه پوري رسیږي، نو له دې کبله دوه سوه توپیر لرونکي سرطان ناروغی هم شته دي. دبیلګه په ډول ځرنګه چي په سږي کي توپیرلرونکي حجرې شته دې نو کیداې شي چي په سږي کي هم مختلف ډوله سرطان پیدا شي.
ځرنګه چي د سرطان ناروغی دیوې غیر نورمال ستریدونکي (abnormal growth) اوپه خپل سربې کنترولـه ویشونکي حجرې څخه پیل کیږي او دبدن دهر یوه غړي لپاره توپیر لرونکی سرلیک لري، نودهغوي پرسوب سره سم د تشخیص په موخه په لاندې ډول کلینیکي اصطلاحونه ورته په کاریږي.

- ☑ نیو پلازیا(Neoplasia) : کله چي توپیر لرونکي نسجونه په غټیدلو او پرسوب پیل وکړي او په پایله کي هررازناروغی لکه د سرطان ناروغی او یا غیر سرطاني ناروغی ورڅخه پیداشي
- ☑ کارسینوم (Carcinoma) : هغه خطرناک پرسوب ته ویل کیږي چي د اپیتل حجرو څخه منځ ته راځي. دبیلګه په ډول لکه دپروستاتاکانسر، دتیوکانسر، دسږي کانسر اودغټو کولموکانسر
- ☑ لومفوما او لویکیمي (Lymphoma and Leucamia) :هغه خطرناک پرسوب ته ویل کیږي چي د ویني حجرو او د هډوکو حجروڅخه منځ ته راځي

☑ زارکوما (Sarcoma) : هغه خطرناک پرسوب ته ویل کیږي چې د نښلوونکو حجرو (connective tissue) او دمېزونښېمال حجرو (Mesenchymal cells) څخه منځ ته راځي.

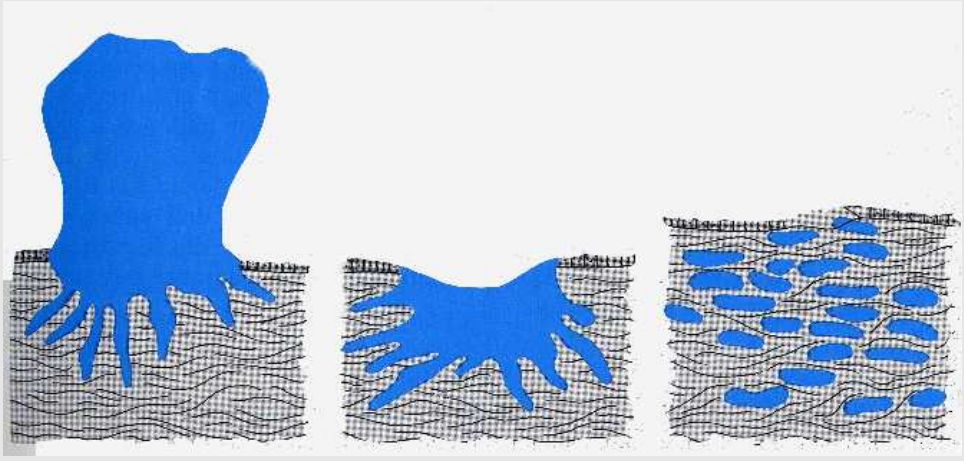
☑ ګلیوما (Glioma) : هغه خطرناک پرسوب ته ویل کیږي چې دماغزو ګلیا حجرو(Glia cells) څخه منځ ته راځي.

☑ جرمینوما(Germinoma) : هغه خطرناک پرسوب ته ویل کیږي چې د جنسي غدو څخه منځ ته راځي. لکه تخمدان (Ovary) اودنارینه جنسي غده (بیضه) تیستیکل(Testicle)

د سرطان هره یوه ناروغي کوم چې د وړانګو په واسطه منځ ته راغلې وي، د سړي د مرګ سبب(لامل) نه ګرځي. د بېلګه په ډول د تایراید سرطان څخه په سل کی لس تنه مړه کیږي. د چر نوبیل هستوي بټی په پیښه کې د چا پیریال یوازې یو په سل کې کوچنیان او تنکي ځوانان د تایراید په سرطان مړه شول. همدارنګه د سینې سرطان څخه پنځوس په سل کې او دپوستکي سرطان څخه یو په سل کې د مرګ سره مخامخ کیږي.

څرنګه چې دنوموړي ناروغی بڼه د سرطان یا نی چنګاش بني ته ډیره ورته ښکاري، نو داسي اټکل کیږي چې د دې کبله ورته دسرطان ناروغي نوم ورکړشوئ دی. د بېلګه په ډول په ۱۲۸ شکل کې د پوستکي سرطان هر اړ خیز ډولونه ښودل شوي دي چې د چنګاش بنی ته ډیر ورته والی لري.

دننه خواته غځیدل Endophytic	پرسوب Ulcer	دبهرخواته غځیدل Exophytic



۱۲۸ ـ شکل: دپوستکي سرطان ناروغیو دغځید لوهراړخیزي کلینیکي بڼي(9).

د سرطان ناروغۍ تعریف (Cancer definition)

د سرطان کلمه یوه عمومي اصطلاح ده او هرډول ناوړه پړسوب (Tumor) ته ویل کیږي چې دروغتیا په تړاوخطرولري او دبدن یوه غړي د ناروغۍ سبب(لامل) وګرځي. د سرطان حجرې په خپل سر اوپه کنترول نه لرونکی ډول ډیریږي چې د هغوی مخ نیوئ ډیر ګران او یا کله نا شونی تمامیږي. دسرطان ناروغی یو واحد ډوله بڼه نه لري بلکه نن ورځ د نوموړي ناروغۍ تر سلو نه زیات ډولونه پیژندل شوي دي. د بېلګه په ډول لکه د پروستاتا سرطان، د معدې سرطان، د تیوسرطان، د سږي سرطان او نور.
دنوموړو ناروغیوتر منځ ډیر تو پیرونه شته دي چې په لاندې ډول بیان کیږي:

- دسرطان ناروغی پیښلیک د یوه بل سره توپیر لري
- دسرطان ناروغی پرمختګ دیوه بل سره توپیر لري
- دسرطان ناروغی د درملنې کړنلار ي دیوه بل سره توپیر لري
- دسرطان ناروغی د درملنې په تړاو توپیر لرونکی غبرګون ښیي

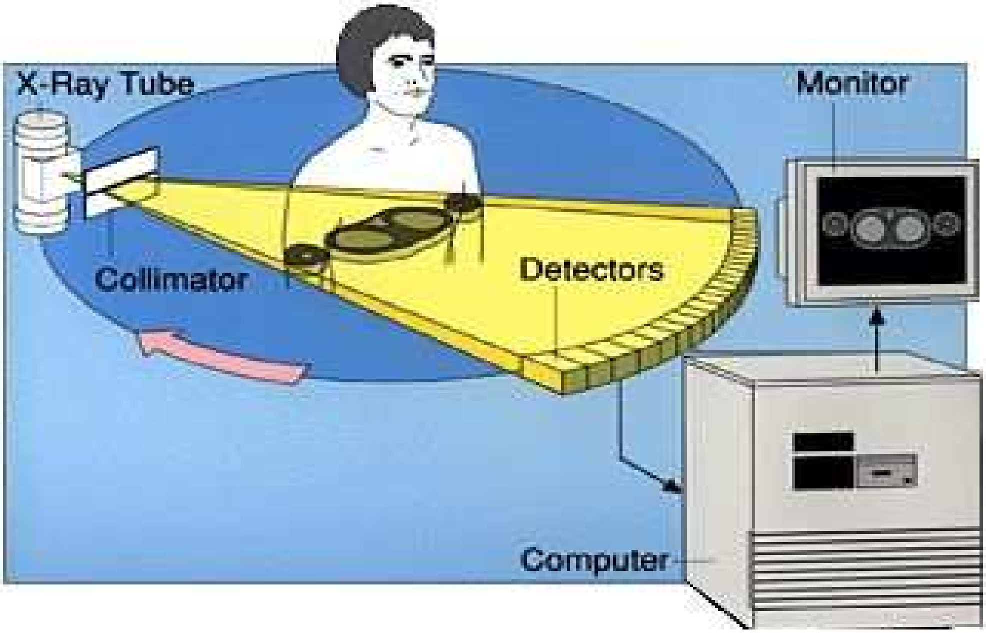
دسرطان ناروغی د پیژند نې (تشخیص) تخنیکي کړنلارې

د سرطان ناروغي د ځانګړو طبي آلو لکه کمپیوتر توموګراف Computer tomography ، دهستوي طب ګاما کمره (Gamma camera) مقناطیسي ریزونانس توموګرافي (Magnetic Resonance tomography)، پوزیترون امیزیون توموګراف (Positron Emmission Tomography) او د اکس وړانګو د عکس اخیستلو او یا په وینه کې د ځینو هارمونو، پروتینو او عنصرو د نورمال لیمیټ څخه د بدلون په مرسته سره پیژندل کیدای شي.

لومړی: کمپیوترتوموګرافي (Computer tomography = CT)

کمپیوترتوموګرافي (CT) په بدن کې دناروغیو د پیژندلو په موخه د عکس اخیستلویوه خورا مهمه اوترټولو دقیقه کړنلاره ده، چې د یوه ځاګړي کمپیوتر په مرسته سره کارکوي. په نوموړي کړنلاره کې د بدن دننه غړودرې بعده (Three dimensional) اکسریزعکسونه تر لاسه کیږي . ددې موخې لپاره داکسریزسرچینه په یوه ځانګړي اکسیال محوردناروغ په ساره سطحه راڅرخي اودوه بعده اکسریزعکسونه اخلي. دیوه کمپیوتر په مرسته سره دغه دوه بعده عکسونه په درې بعده اړول کیږي.

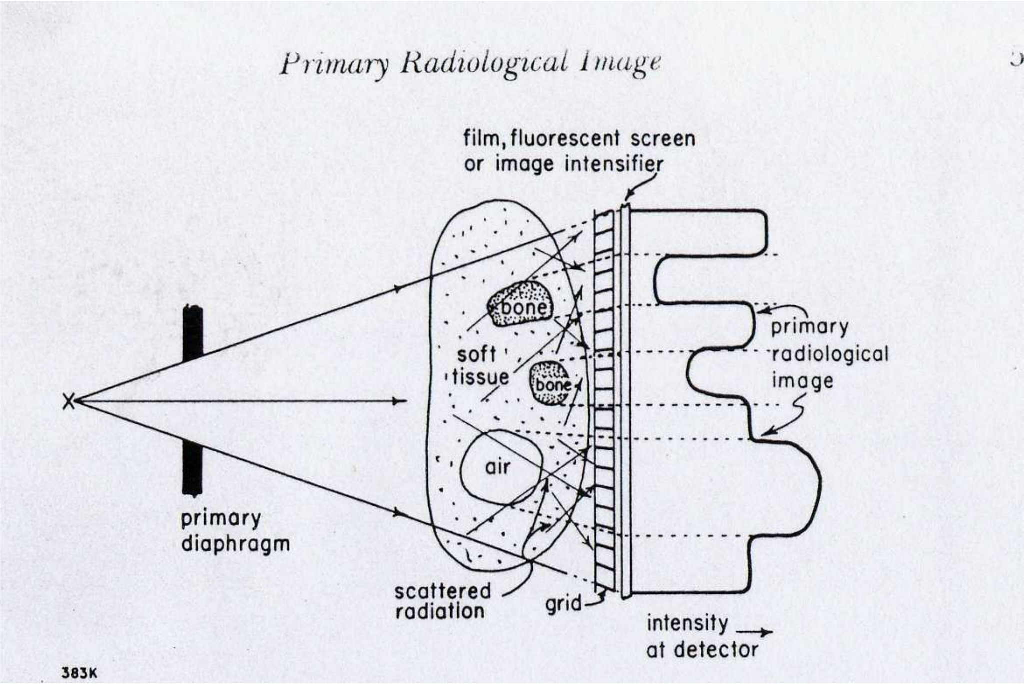
په۱۲۹ شکل کې د نوموړي طبي آلي تخنیکي جوړښت ښودل شوئ دی چې دلاندنیو برخونه جوړدی:



۱۲۹ـشکل: کمپیوتر توموګرافي (Computer Tomography = CT) دناروغیوپیژندلوپه موخه یوه نامتو طبي آله ده چې دیولړ دېډېکټورونو(detectors)، اکسریزسرچینې (X-Ray Tube)، یوکمپیوتر او یو مونیټور(Monitor) څخه جوړه ده.تومو (tomos = slice) یو ه یونانی کلمه ده چې دیوه شي په ساره پرې شوې ټوټې ته وایي اوګراف(graphein = to write) د لیکلو مانا لري. www.Imaginis.com (75)

- ☑ **د اکسریز تیوب (X-ray tube):** په نومورې برخه کې داکسریز تو لید کیږي. دنومورو وړانګو څخه د ناروغیو په پېژندلواوهم د درمل په موخه کار اخیستل کیږي.
- ☑ **ګڼ شمیر دیډېکټورونه (electronic detectors):** الکترونیکی دیډیکټورونه چې په یوه دایروي شکله څرخیدونکی فلزي چوکات باندې کلک تړل شوي دي او هغه وړانګې چې د ناروغ د بدن څخه تیریږي، اندازه کوي. په داسې حال کې چې پخوا به د ناروغیو د پېژندلو په موخه داکسریز فلم څخه کار اخیستل کید ه، نن ورځ د فلم په ځای نیم هادي دیډکټورونه په کارول کیږي،
- ☑ د کمپیوترسیستم چې ددېډ کټورونوانالوګ (Analog) بریښنایز زیګنالونه په ډیګیټال (Digital imaging) زیګنالونو اړوي اوله دې کبله د بدن اناتومي په هره یوه سطحه او دری بعده عکسونو Three dimensional medical reconstruction بدلولای شي. دبېلګه په ډول لکه د ساره سطحه Transversal plane د سرنه پښو خواته په اوږدو سطحه Longitudinal plane اودڅټ نه مخ خواته په اوږدو سطحه Sagittal plane اونور.

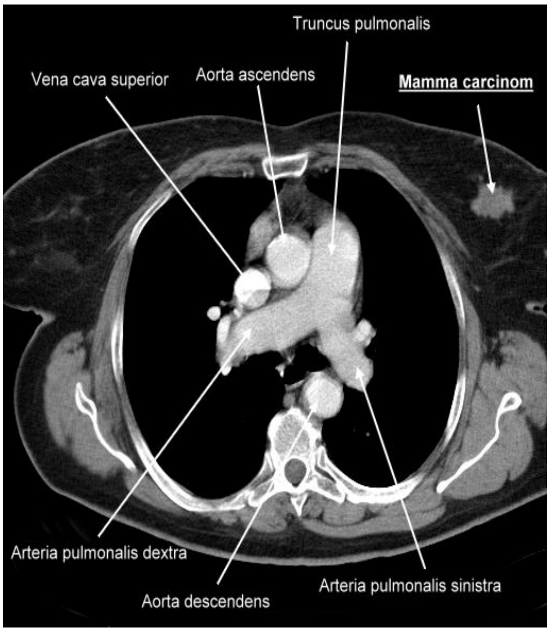
داکسریز تیوب څخه سم سیخ دنومورو وړانګو یو نری او فوکس شوی بنډل راوزي او دناروغ په بدن باندې لګیږي. څرنګه چې داکسریز وړانګې د بدن په هډوکو، وازده (Lipid) او غوښه کې په توپیر سره جذب کیږي، نو له دې کبله د هغوی نسجونو اکسریز عکس هم دیوه او بل څخه توپیر لري او پیژندل یې آسانه تماميږي. دا ځکه چې داکسریزغبرګون په بدن کې د عنصرونود اتومي نمبر (Atomic number) او کثافت سره تړاو لري اوهغه فزیکي کړنلاره ټاکي، چې په څومره کچه وړانګې په بدن کې جذب او څومره تیری شي.

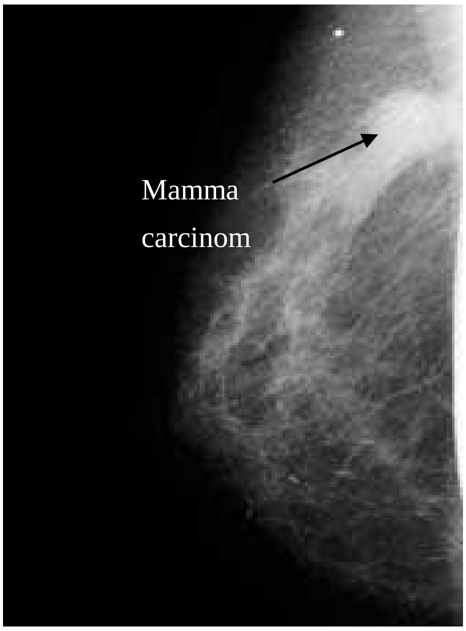


۱۳۰-شکل: کله چې داکسریزوړانګې د عکس اخیستلو په موخه د بدن څخه تیریږي، نو په هډوکو (Bone) کې نسبت د وازدې (Lepid) ، سږي، پاسته نسجونو (Soft tissue) او هوا (Air) په پرتله ډیرجذب کیږي. دا ځکه چې د هډوکو کثافت د نورو نسجونو په پرتله لږڅه دوه ځله لوړدی. په بنې اړخ کې داکسریزد شدت کمښت ښودل شوئ دی چې د یوه دېدیکتور په مرسته سره اندا زه کیږي(15).

هغه اکسریز چې د ناروغ بدن څخه تیري شي نوبیا په مخامخ ګڼ شمیر دیدکتور ونو لګیږي او هلته دځانګړي الکترونیکي سرکټونو په مرسته سره اندازه کیږي. نوموړي دیدیکتورونه په یوه دایروي شکله څرخیدونکی فلزي چوکاټ باندې کلک تړل شویدي، چې د اکسریز تیوب سره په یوه محور او یوځای حرکت کوي. څرنګه چې ټول دیدیکتورونه اود اکسریز تیوب په یومرکزي شریک محورسره یوځای، په دری سوه شپیته درجه زاویه (360°C) حرکت کوي، نو د بدن دیوې برخې په ساره پرې شوې پوړ یا طبقې (Cross section) ،چې پنډوالی یی په خپله خوښه ټاکل کیدای شي او لږ څه یو ملي متر ته هم رسیږي دارتسام (Projection) ډیر اناتومي شکلونه لاس ته راځي. دا په دې مانا چې د بدن د یوه ملي مترپنډپوړاکسریزعکسونه د درې سوه شپیته اړخونوڅخه اخیستل کیږي. په پایله کې دکمپیوتر په مر سته سره د دیدیکتورونو زیګنالونه داسې اړول کیږي چې په یوه پرده (Screen) باندې دبدن دغړو نه تیرې شوې وړانګې په توپیر سره لیدل کیږي.

د بېلګه په ډول هغه غړي چې کثافت یې د یوه نه لوړوي ($> 1g/cm^3$) لکه هډوکی سپین رنګ اوکه دیوه نه کوچنۍ وي($< 1g/cm^3$) لکه هوا او سږي تور رنګ ځانته غوره کوي.



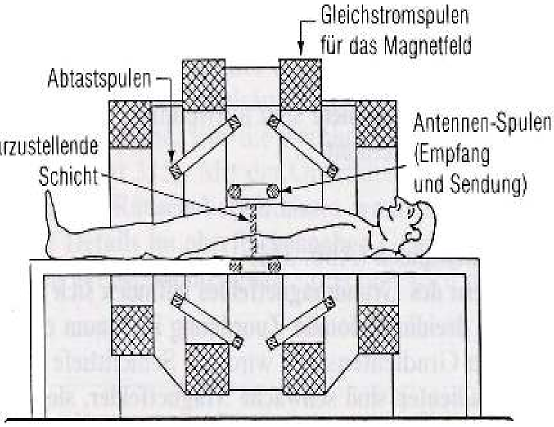


۱۳۱- شکل: داکسریز په مرسته سره ديوي ښځي په تيو کي دماما سرطان (Mamma carcinom) پيژندل شوي چي په ښي اړخ اکسريزعکس کي ديوه وېکتورپه څوکه ښودل شوئ دی. په کيڼ اړخ کي همدغه ناروغي د کمپيوتر توموګرافي (CT) په کړنلاره سره دبدن په يوه سا ره پري شوي سطحه کي (Cross section) هم ډيره جوته ښکاري.

دويم: مقناطيسي ريزونانس توموګرافي (Magnetic Resonance Imaging = MRI)

مقناطيسي ريزونانس توموګرافي يا (MRI) د پستو نسجونو (Soft tissues) ناروغيوخوپه تيره بيا د عصبي سيستم ناروغيوپه پيژندنه (Diagnostic) کي تر ټولو يوه وتلي طبي کړنلاره ده. په نوموړې فزيکي کړنلاره کي د اکسريز په ځای د راديو څپو (Radio waves) اوپياوړي مقناطيسي ساحو څخه کار اخيستل کيږي.

په لومړي پړاو کي ناروغ دنوموړې آلي يوه دايروي شکله سوري منځ ته ورننه ايستل کيږي چي هلته يوه زورروه مقناطيسي ساحه توليد شوي وي. په لومړي پړاو کي د يوه فريکونس جنراتورسرچيني څخه د راديو څپي خپريږي او دناروغ بدن په رڼا کيږي. په دويم پړاوکي دبدن مختلفو نسجونو څخه دراديوڅپي جذب کيږي. په دريم پړاو کي همدغه جذب شوي راديو څپي د هرډول نسجونو څخه بيرته بهرته په توپيرلرونکي انرژي خپريږي. څرنګه چي دتوپير لرونکو نسجونو انرژي شپکترم د يوه او بل سره يوشان نه دی، نو ديوه کمپيوتر په مرسته سره کولای شو، چي د يوې ځانګړې نسج اود هغي څخه په ځانګړي ډول خپرې شوو ورانګوتر منځ اړيکي ديوه عکس په بڼه تر لاسه کړو. ۱۳۲ شکل کي د نوموړې آلي جوړښت ښودل شوئ دی چي په تخنيکي ډول د يوه ستاتيک مقناطيس (Magnet) ، د راديو څپي يوجنراتور، يولړبرېښنايز ګوټکونو (Electrical Coils) او يو پياوړي کمپيوترڅخه جوړه شويده .

دماګنیتیک ریزونانس الي منځنی تخنیکي بڼه ښودل شوې ده چې د ناروغ په چاپیره کې دیولږ بریښنایز ګوټکونو په مر سته پیدا شوې مقناطیسي ساحه راښیي	دماګنیتیک ریزونانس آلې ظاهري بڼه ښودل شوې ده چې یوناروغ د یوه دایروي شکله مقناطیس په منځ کې د عکس اخیستلوپه موخه پروت دی.
	

۱۳۲- شکل: دماګنیتیک ریزونانس آلې تخنیکي جوړښت دیو لړ بریښنایزګوټکونوڅخه جوړدی چې ناروغ ته درادیوڅپې استوي (Transmitter) او همدارنګه هغه الکترومقناطیسي وړانګې چې دناروغ دعکس اخیستلوبرخې څخه بیرته خپریږي اندازه کوي(Receiver).(51)

دنوموړې آلې ګټوراستعمال د کمپیوټر توموګرافي په پرتله دادي چې:

۱- د نوموړې تخنیکي آلې په مرسته سره دبدن اناتومي جوړښت د یوه مقناطیسي عکس په څیر په ساره او هم په اوږدو دهرې خوا او هرې زاویې څخه د یو ملي متره پنډ والي (1mm thin) په کچه هم اخیستل کیدلای شي .

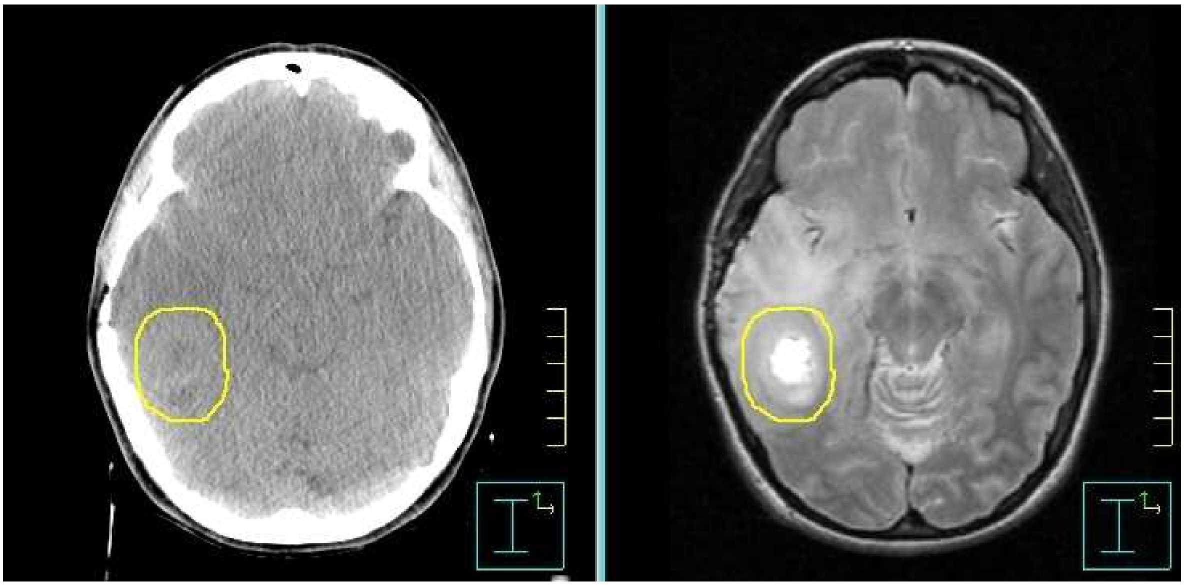
۲- څرنګه چې په نوموړې آله کې درادیو څپو څخه کاراخیستل کیږي نو له دې کبله بدن ته هیڅ ډول زیان نه رسوي. په داسي حال کې چې په کمپیوټر توموګراف کې د اکسریزڅخه کار اخیستل کیږي اود روغتیا په تړاوډیر د اندیښنې وړ دی.

۳- دبدن ځانګړو نسجونوهر اړخیز پاتولوژي، مورفولوژي او میتابالیزم بدلون په پیژندلوکې لکه دسرطان نسجونوډیرکۍ ویشنه اویا د بدن په التهاب اخته برخو په پیژندلوکې ترتولوحساسه ځانګړې کړنلاره تشکیلوي.

خو دنوموړې تګلارې(Method) او د کمپیوټر توموګرافي CT تګلارې ترمنځ توپیر دادي چې د ماګنیتیک ریزونانس توموګرافي په کړنلاره سره یوازې دبدن هغو برخو عکس اخیستل د ناروغیو د سم او دقیق (Precise) پیژندنې په اړوند خورا ډیر ګټورګڼل کیږي چې د پستونسجونو (Soft tissues) څخه جوړې وي او یا په بل عبارت هغه نسجونه چې ډیره برخه یې د اوبومرکب په ځان کې ولري. د بیلګه په ډول لکه دسر ما غزه، د بدن شله غوښه او د بدن نورې بې هډوکوبرخې. په داسي حال کې

چې د کمپیوتر توموګرافي په کړنلاره سره کولاې شو چې د بدن په هډوکو او هم په پستو نسجونو کې د ناروغیو پیژندل سرته رسیږي. څرنګه چې دفزیک نوموړي دواړه کړنلارې خورا حساسي (Sensitive) او د باورړ کړنلارې پیژندل شوېدي ، نودرمل پوهان دیوې ښکمنې ناروغۍ د رښتنوني اود پوره باورګټلوپه موخه ددواړو تګلاروڅخه په ګډه سره هم کار اخلي، چې د فوزیون (Fusion) په نامه سره یادیږي .

په ۱۳۳ شکل کې د سرطان ناروغۍ دپیژند نې په موخه د کمپیوتر توموګرافي CT او هم ماګنېتیک ریزونانس توموګرافي MRI دواړو تګلارې عکسونه اخیستل شوي او بیا وروسته دیوه او بل سره ویلې (Fusion) شوي دي

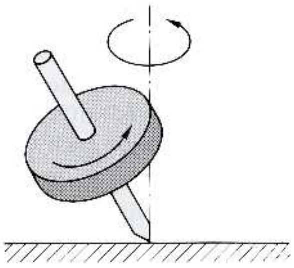


۱۳۳- شکل: شي اړخ ته د سر ماغزو ماګنېتیک ریزونانس توموګرافي MRI او چپ اړخ ته د کمپیوتر توموګرافي CT په ساره سطحه پرې شوي (cross section) عکسونه ښودل شوي دي. د سرطان ناروغي په نوموړي عکس کې دسر شي خواته پیژندل شوې او دیوې دایرې (circle) په بڼه پر لیکه شوې ده. که اوس دواړه عکسونه دیوه بل سره پرتله کړو،نوښکاره ده چې په مګنېتیک ریزونانس توموګرافي په کړنلاره کې د سرطان ناروغي پوره پیژندل کیږي، خو د کمپیوتر توموګرافي په کړنلاره کې پوره نه شي پیژندل کیدای.

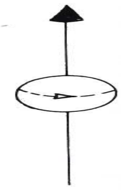
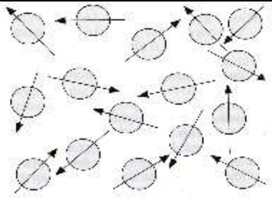
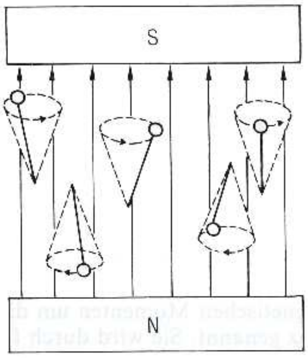
دمقناطیسي ریزونانس توموګرافي فزیکي بنسټ

دمقناطیسي ریزونانس توموګرافي فزیکي بنسټ په دې ولاړدی چې که دیوې مادې داتومونو په هستوکې دپروتونو او یا نیوترونو شمیر یو تاک عدد(شمیره) وي، نو په طبیعي ډول دخپل محورپه شاوخوا یو څرخیدونکی حرکت تر سره کوي، چې د هستي سپین (Nuclear spin) په نامه سره یادیږي. داتوم هسته دپروتون اونیوترون څخه جوړه ده چې نوموړو ذرو ته نوکلیون هم ویل کیږي. دنوکلیونو نوموړې حرکت چې دلته به د هستي سپین (Nuclear spin) په ځاې **دهستي څرخیدل** نوم

ورکړو په ورځني ژوند کې د کوچنیانو دلوبې کولویوي آلې سره ورته بېلګه کېداې شي، چې د سیلی یا لاټو Top په نوم سره یادیږي. دلوبې کولو یوه داسې لاټو چې د ځمکې جاذبې قوې تراغیزې لاندې یو څرخیدونکی حرکت تر سره کوي په ۱۳٤ شکل کې ښودل شوې ده.



۱۳٤- شکل: دځمکې پر مخ یوه سیلی یا لاټو (Top) دیوې خوا په خپل محور تاویږي (Spin) او دبلې خوا دځمکې د جاذبې قوې په اساس د عمودي محور په شاوخوا یو څرخیدونکی حر کت یاني پریځیسیون موشن (precession motion) هم تر سره کوي(75).

الف شکل: دهستې دوه قطبه مقناطیسي (Magnetic dipole) په خپل محور باندې را څرخي چې دهستې سپین (Spin) په نوم یادیږي	
ب شکل: کله چې د باندې خواځخه کومه مقناطیسي ساحه په یوه ماده اغیزه ونه کړي، نو داتوم هستې دوه قطبه مقناطیسونه هرې خواته د یو احسایوې ویشتوب له مخې خواره واره پراته وي	
ج شکل: خو کله چې د باندې خواځخه یوه مقناطیسي ساحه په یوه ماده اغیزه وکړي، نو داتوم هستې دوه قطبه مقناطیسونه د باندنۍ مقناطیسي ساحې د لیکو په اوږدوکې موازي (Parallel) شکل غوره کوي. نوموړې هستې دیوې خوا په خپل محور راڅرخي او دبلې خوا د مقناطیسي ساحې په چاپیره هم یو ګرزیدونکی حرکت تر سره کوي. (شمال= N او جنوب = S)	

په ۱۳٥ - **الف شکل:** په پورتني شکل کې د یو نوکلیون څرخیدونکی حرکت ښودل شوئ دی. د اتوم په هسته کې نیوترونه اوپروتونه د انرژي په ټاکلو مدارونوکې پراته دي او په خپل محورڅرخیږي. ټول هغه اتومونه چې د هغوې په هستوکې د پروتونو اونیوترونو شمیر یو جوت عدد وي (Even number) د هستې څرخیدل (سپین) یې صفرقیمت لري. دا ځکه چې د یونوکلیون څرخیدلوویکټور سمت پورته

خواته او دبل نوکليون ځرخيدلوويکټور سمت ښکته خواته دئ ياني د يو بل سره مخالف سمت لري، نو له دې کبله دهغوئ د ځرخيدلو(سپين) ويکټورمجموعه خنثي کيږي اود ويکټورمطلقه قيمت يې د صفر سره مساوي کيږي. خوټول هغه اتومونه چې په هستو کې د پروټونو اونيوترونو شمير يو تاک عدد وي نو د خپل ځان لپاره يوځانګړی فزيکي کميت لری چې د هستې سپين (Nuclear spin) ورته ويل کيږي. نوموړئ مطلب په لنډ ډول داسي ليکو:

- يوازي هغه اتومونه چې په هسته کې د نوکليونو تاک شمير (Odd number) ولري د هستي ځرخيدني (Nuclear spin) خاوندان دي اوقيمت يې د صفر سره برابر نه دی. هغه اتومونه چې نوموړي خواص ولري او په بدن کې په زياته کچه شتون لري عبارت دي له: هايدروجن، نايتروجن، سوديم او فوسفور. خو په نوموړو ټولو اتومونو کې ډيرکی برخه هايدروجن تشکيلوي. نو له دې کبله د هستي ځرخيدلو په کړنلاره کې د عکس اخيستلوپه موخه يوازي د هايدروجن اتوم پروټون ونده لري.

- په عادی حالت کې، يا نې بې له مقناطيسي ساحي څخه، د بدن د نوموړوهستونوکليونونه د خپل محورپه شاوخوا، او د فضا په يوه نا ټاکلي سمت کې په غسر منظم ډول ځرخيږي. د بېلګه په ډول په **۱۳۵- ب شکل** کې يوه ماده ښودل شوې ده، چې د هستي ځرخيدلو ويکټوروونو ځوکې يې د يوه احسايوي ويشتوب له مخې هرې خواته خوارې واري دي او دهستي ځرخيدني وکتوروونو (Vectors) سمتونه موازي شکل نه لري

- کله چې يو پروټون اويونيوترون په خپل محور ځرخيږي، نو په پايله کې يو مقناطيسي دوه قطبه مومنټ چې د ميو μ په توري سره يې ښيو، ورسره پخپله منځ ته راځي . دا په دې مانا چې داتوم هستي لکه کوچني مقناطيسونه دي، چې په خپل محور ځرخيږی. د بلې خوا هريو اتوم خپل ځانته يو ټاکلي فريکونسي لري، دا ځکه چې د هغوی مقناطيسي مومنټ د يوه بل څخه توپير لري. نوموړی مقناطيسي مومنټ په خپل وار سره يوه مقناطيسي ساحه (B_{nuc}) توليدوي. د بيلګه په ډول د اوبويو (H_2O) ماليکول دهايدروجن اتوم پروتون په طبيعي ډول سره يو مقناطيسي مومنټ (Magnetic moment) لري، چې کله په يوه مقناطيسي ساحه B کې کيښودل شي، نودپوتنسيلي انرژي (E_{pot}) خاوند کيږي. د هايدروجن هستي نوموړې انرژي د هغه د مقناطيسي مومنټ ميو μ او د باندنی مقناطيسي ساحي B د شدت سره سم سيخ متناسب ده ياني ($E_{Pot} = \mu B$) . که څه هم د هايدروجن اتوم هسته يوه کمزورې مقناطيس لري، خو په عادي حالت کې دانسان بدن پخپله، که څه هم ډيره برخه يې د هايدروجن اتوم څخه جوړه ده، په مجموع کې مقناطيسي خاصيت نه ښيي. دا ځکه چې په بدن کې د هايدروجن اتوم هستي په ملياردونو مقناطيسي دوه قطبونه (Magnetic Dipols) يا مقناطيسي ديپول په نا منظم توګه سره خواره واره پراته دي او محصله مقناطيسي ديپول مومنت يې صفر دی.

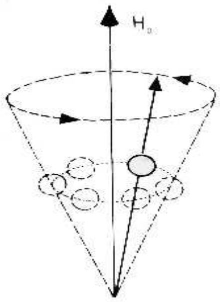
- خو کله چې د بدن نوموړي مقناطيسي ديپولونه په يوه بهرنی ستاتيک مقناطيسي ساحه (B) کې کيښودل شي، نو دنوموړې ساحې او د هستې مقناطيسي ساحې (B_{nuc}) تر منځ غبرګون منځ ته راځي اوپه پايله کې دهايدروجن اتوم هستې مقناطيسي سمت سم سيخ کيږي (۱۳۵ ج شکل).

دبدن اتومونو هغه هستي چې دڅرخېدني ياني (Spins) قيمت يې دصفر سره مساوي نه وي، نود هغوي مقناطيسي دوه قطبونه د باندنى مقناطيسي ساحې د ليكو په اوږدوكي موازي (Parallel) شكل غوره كوي اود څرخيدلو سمت يې، د باندني مقناطيس شمال څخه جنوب خواته سميږي. په داسي حال كې چې د هايدروجن اتوم ځيني نوري هستي هم شته دي، چې دهغوى مقناطيسي دوه قطبونه د باندنى مقناطيسي ساحې په اوږدوكي ضد موازى (Antiparallel) شكل ځانته غوره كوي. دا په دې ما نا چې د نومړو هستود څرخيدلوسمت د باندنى مقناطيسي ساحې د جنوب څخه شمال خوا ته سميږي. په **۱۳۵ج شكل** كې د هستو مقناطيسي دوه قطبونو موازي او ضد موازي څرخيدني ښودل شوئ دئ.

د بېلګه په ډول كه چيرته د تودوخي درجه 37°C اود باندنى مقناطيسي ساحې شدت يو تيسلا (1Tesla) ومنو، نود هايدروجن اتوم هستو موازي څرخيدني د ضد موازي څرخيدني په پرتله لږ څه اووه برخې په مليون تشكيلوي (7 ppm). دا په دې مانا چې د بدن يوې برخې د يومليون اتومونو څخه يوازې اوه اتومونو شته دې، چې دهغوې مقناطيسي دوه قطبونه موازى شكل لري اود هغوې د پوتنسيلي انرژي زيګنال د اندازه كولو وړدى. د يو مليون اتومونو څخه ټول هغه هستي چې د هغوى دهستي څرخيدلووكتوررونه، په يوه سمت كې پراته وي، سره جمع كيږي، اوټول هغه وكتوررونه چې د يو بل سره مخالف سمت ولري، مجموعه يې خنثى كيږي. په پايله كې يوازې اوه هستي پاتي كيږي، چې د هغوې په مرسته سره د ماګنېتيک ريزونانس كړنلاره سر ته رسيږي. ددغواووه هستودڅرخيدني مجموعي مقناطيسي زيګنالونوڅخه د عكس اخيستلو په موخه كار اخيستل كيږى. دنومړو اووهستو مقناطيسي انرژي اندازه كول په تخنيكي لحاظ ډير سخت تماميږي، اوددې اړ تيا ليدل كيږى چې په زرګونو ځله زورروه شي. دبلې خوا په نسجونو كې داتوم هستي په ځانګړي توګه نه بلكه په يوه كيمياوي مركب كې خوندي پټي شوې وي. د بېلګه په ډول يو ملي متر مكعب او به ($1mm^3$ H_2o) لږ څه اووه ضرب د لس په طاقت د نونس ($6,7\times10^{19}$ $protons/mm^3$) پرو تو نونه لري.

د لارمور فريكونسي (Larrmor frequency = ω_L)

كه چيرته دبدن په يوه برخه كې چې هلته پوره هايدروجن موجودوي، دباندې خوا څخه دوخت په تړاو يوه ثابته او ډيره زورروه مقناطيسي ساحه B، چې قيمت يې د بېلګه په ډول د ځمكې د مقناطيسي ساحې په پرتله يو زرځله لوړوي، په كارواچول شي نو د همغي برخې پروتونو(H^+) مقناطيسي مومنټ يو ټاكلي موازي سمت ځانته غوره كوي (Alignment). په دې ترځ كې د هايدروجن اتوم هسته په يوه وخت كې دوه ډوله حركتونه تر سره كوي. لومړى داچې په خپل محوربانډى څرخيږي (Spin) دوهم دا چې دهايدروجن اتوم هريو پروتون (H^+) د باندنى مقناطيسي ساحې د ليكو په شاوخوا په يوه ټاكلي فريكوينسي (frequency) سره يو څرخيدونكى حركت پيل كوي . نومړئ څرخېدونكى حركت د يوې سيلى سره ورته دئ او له دې كبله ورته د پرېسيزيون موشن (precession motion) ياني د سيلى حركت او په يوه ثانيه كې د څرخيدلو شميرته د څيرونكو هستود پرېسيزيون فريكوېنسي (precession frequency) په نامه سره ياديږي.



۱۳٦- د شکل: ديوې هستې دوه قطبه مقناطيس په خپل محور را څرخي (Spin) او هم ورسره جوت د باندنۍ مقناطيسي ساحې H په چاپېره يو ګرزېدونکې پرې سيسيون (precession motion) حرکت تر سره کوي (51)

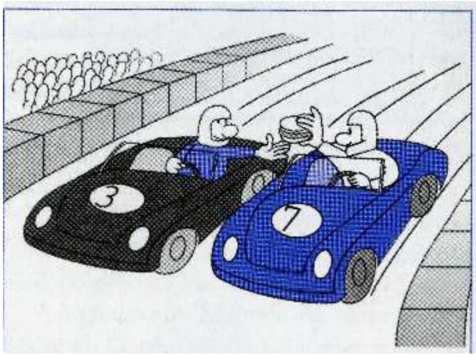
داتوم هستود پرېسيزيون فريکوېنسي (precession frequency) چې د بهرنۍ مقناطيسي (B) ساحې ليکو په شاوخوا يې سرته رسوي، يو بل نوم هم ورکړشوئ دی او د لارمور فريکوينسي (Larrmor frequency $= \omega_L$) په نامه سره يادېږی. نوموړئ فريکوينسي په همغه کچه نورهم زيا تيرېږي، څومره چې د بهرنۍ مقناطيسي (B) ساحې شدت زياتيږي. دا په دې مانا چې د لارمور فريکونسي د بهرني مقناطيس (B) د شدت سره سم سيخ متناسب دی اود يو بل سره لاندنی اړيکې لري.

$\omega_L = \gamma \times B$	
دبهرنۍ مقناطيسي ساحې B په شاوخوا د هستو پرېسيزيون فريکوېنسي	ω_L =
د بهر نۍ مقناطيسي ساحې قوه	B =
د هر يواتوم هستې لپاره يوه ځانګړې ثابته ده	γ =
د بېلګه په ډول د پروتون لپاره چې بهرنۍ مقناطيسي ساحه يې يو تيسلا (T) قيمت ولري لړ څه دوه ځلويښت ميګا هرځ ده (42,6 MHz/T). دا په دې مانا چې يو پروتون په يوه ثانيه کې لږڅه دوه ځلويښت مليونه ځله د بهرنۍ مقناطيسي ساحې په شاوخوا راڅرخيږي.	

دهستې ريزونانس (Nuclear Resonance)

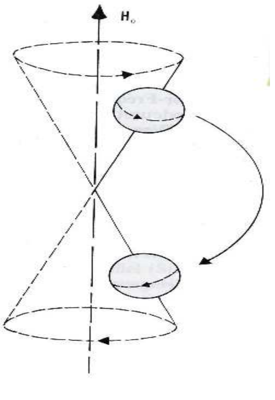
کله چې يوناروغ د MRI آلې منځ ته ور ننه ايستل شي نود شاوخوا ثابتې مقناطيسي ساحې په مرسته سره دهايډروجن هستې پروتون (H^+) مقناطيسي دوه قطبه مومنټ سم سيخ کيږي، اود لارمورپه فريکونسي سره (42 MHz) د مقناطيسي ساحې په چاپېره راڅرخيږي. که چيرته اوس ديوه بريښنايزګوټک په مرسته سره، چې د فريکونس جنراتورسرچينې سره تړلې ده، الکترومقناطيسي څپې د ناروغ بدن ته ولېږل شي، چې کټ مټ همغه فريکونسي ولري، لکه دهايدروجن هستې د پروتون مقناطيسي دوه قطبه مومنټ ياني دوه ځلويښت ميګا حرځ فريکونسي قيمت ولري، نو د انرژي راکړه ورکړه کيدلای شي. نوکله چې د لوړ فريکونسي جنراتوراوپه بدن کې دپروتونوڅرخيدونکی فريکونس سره يو شان شي، نو د رېزونانس (Resonance) حالت منځ ته راځي.

په ۱۳۷ شکل کې د ریزونانس فزیکي پېښه ددو موټرود سرعت سره پر تله شوې ده. د بېلګه په ډول د انرژي راکړه ورکړه د دوو موټرچلوونکو تر منځ هغه وخت تر سره کیدای شي چې ددواړو موټرونوسرعت سره یو شان وي.



۱۳۷- شکل: ددواړوموټرچلوونکو ترمنځ د انرژي (Energy exchange) او یا دیوه شي راکړه ورکړه په هغه صورت کې تر سره کیدای شي چې دهغوې دموټرو سرعت سره یوشان وي(9).

په دې ترڅ کې د هایدروجن اتوم سم سیخ شوي هستوي مقناطیسونه، د نوموړې لوړفریکونسي سرچینې څخه انرژي تر لاسه کوي اوله دې کبله دموازي سمت څخه لکه دصفردرجې زاویې (0°) څخه ، د ضد موازي سمت خوا ته لکه یو سلواتیا درجې زاویې (180°) ته را اوړي، یانې سرچپه کیږي. نوموړې فزیکي کړنلاره په ۱۳۸ شکل کې ښودل شوې ده.



۱۳۸ - شکل: کله چې د اتوم هستې دوه قطبه مقناطیس ته د باندې خوا څخه انرژي ورکړه شي نو خپل اوسنۍ موازي (Parallel) څرخیدونکی پرې سیسیون حرکت (0°) سمت بدلوي، او سر په پښو خواته (180°) یانې موازي ضد (Anti parallel) څرخېدونکی حرکت غوره کوي(51)

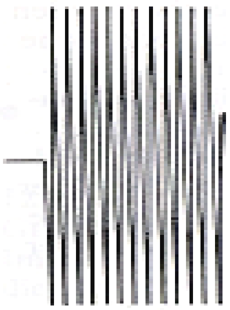
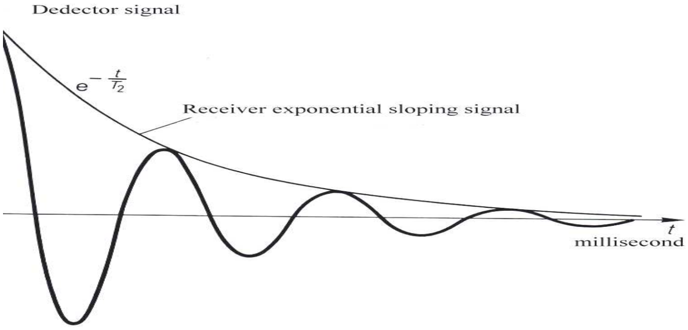
کله چې درادیو څپې د ناروغ په بدن ولګیږي نو دهایدروجن اتوم پروتونه د ټیټې انرژۍ مدار څخه د انرژي یوه لوړ مدار ته پورته کوي. دا ځکه چې دنوموړو وړانګو شپکترم څخه یو داسې فوتون ځان ته

را جذب کوي چې مساعده انرژي ولري. په دې تر ځ کې دهايدروجن اتوم هسته تر هغه وخته پورې د تحريک په حالت کې پاتي کيږی تر څو چې د باندنی سرچينې څخه د راديو څپې زيګنالونه ورته رسيږي. څرنګه چې داتوم په هسته کې لکه داتوم د پوښ (Atom shell) په شان هم دانرژي مدارونه شته دي، نودغه کړنلاره داتوم د مدارونو سره ورته ده يا نې کله چې يو الکترون د بېلګه په ډول لکه د K مدار الکترون يو فوتون جذب کړي نو د L پا سني مدار ته پورته خيږي. خو کله چې بيرته خپل پخواني مدار ته رواليږي، نود نوموړو مدارونو د انرژي توپيرد الکترومقناطيسي وړانګي په شکل خپروي. دهايدروجن اتوم په هسته کې هم نوموړې کړنلاره تر سره کيږي.

څرنګه چې اوس د هايدروجن اتوم هسته په يوه هيجاني حالت کې قرار لري (پريوځي) نو ډير زيار وباسي چې دغه جذب شوې انرژي بيرته دځان څخه ليرې کړي. نوموړې پينه هغه وخت پيل کيږي چې دالکترومقنا طيسي څپوباندنی سرچينه ورڅخه بيرته ليرې شي، نود هايدروجن هستو مقناطيسي مومنت بيرته خپل پخواني سمت خواته را ګرځي، او په دې ترڅ کې درادیوڅپو په ساحه کې الکترومقناطيسي وړانګې د ناروغ د بدن څخه خپريږي. نوموړې وړانګې د يوه بريښنايز ګوټک (Electrical Coil) په مر سته سره اندازه کيږي چې په ۱۳۹ شکل کې ښودل شوئ دی. په اخير کې دهايدروجن هستې همغه اضافګي انرژي د الکترو مقناطيسي څپو په څير د لاسه ورکوي کوم چې لوړفريکونس جنراتور څخه يې تر مخه جذب کړې وه. نوموړې کړنلارى ته په فزيک کې ماګنيټيک ريزونانس شپيکټروسکوپي (Spectroscopy) هم ويل کيږي، داځکه چې دنوموړووړانګوپه مرسته سره دهمغه ځاى نسجونو دهايدروجن هستوکثافت ويشتوب اوشاوخوا کيمياوي مرکباتوجوړښت په هکله مالومات تر لاسه کيږي. همدا سبب(لامل) دی چې دهايدروجن هستې کثافت د ويشتوب سره سم، د بدن هرډول نسجونوترمنځ توپير لرونکي شپيکټروسکوپي عکسونه لاس ته راځي. د بېلګه په ډول که دباندنی مقناطيسي ساحې شدت يو تيسلا (Tesla) وټاکل شي نو د هايدروجن اتوم هستې څخه خپرې شوې وړانګې چې د ډيکټورونو په مر سته اندازه کيږی لږ څه څلويښت مېګا هرڅ(40 MHz) قيمت لري.

دلوړ فريکونسي جنراتورسرکټ (High-frequncy generator circuit)

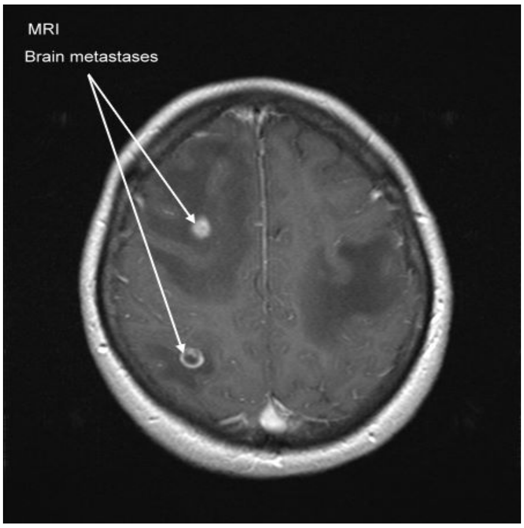
دالکترومقناطيسي وړانګوسرچينه يو لوړفريکونسي جنراتوراو يوبريښنايزګوټک تشکيلوي چې ټول د يوه بريښنايزسرکټ په شکل سره تړلي دي. په نوموړي سرکټ کې دبريښنايز ګوټک د الکترومقناطيسي وړانګو ليږونکي ياني ټرانميټر(Transmitter) په ډول کارکوي، چې دجنراتور لوړفريکونسي زيګنالونه (Signals) د بدن هغو برخو ته استوي چې هلته د ناروغيو دپيژندلوپه موخه ټاکل شوي وي. دغه بريښنايز ګوټک درادیوستيشن (Radio station) سره ورته دې چې د يوې خوا د راديو څپې استوي او دبلې خوا يې بيرته رانيسي (Receive) . دهمدغه بريښنايزګوټک په مر سته سره هغه زيګنالونه اندازه کيږي چې د بدن څخه راوزي. دنوموړي زيګنال څپې د ترانسميټر څپې سره يو شان، خو امپليتود (Amplitude) يې ډيرکوچنئ وي او په دې پورې اړه لري چې په څومره شمير پروټونه په نوموړې کړنلاره کې برخه اخلي او په هيجان راغلي دي (Excitation) . په نوموړي سرکټ کې بريښنايز ګوټک د يو ډيډکټور(Detector) دنده په غاړه اخلي چې په لومړې ځل د زيګنال ټرانسميټر(Transmitter) اوبيا په دوهم ځل د زيګنال رانيوونکي (Receiver) په صفت کار ورکوي. په ۱۳۹شکل کې د ترانسميټر زيګنال او رانيو ونکی زيګنال شودل شوئ دی.

د بريښنايز ګوټک په مرسته سره دراديوڅپې د ناروغ بدن ته ليږل کيږي چې لاندنی بڼه لري (زيګنال ترانسميټر Transmiter) 	هغه الکترومقناطيسي وړانګې چې د ناروغ بدن څخه د پروتونود تحريک په پايله کې بيرته خپريږي د يوه ديډکتور(بريښنايزګوټک) په مرسته سره اندازه کيږي. نوموړې زيګنال د وخت په اړوند د يوې اکسپونينسيال تابع په بڼه کمښت مومي 

۱۳۹- شکل: دمګنېټيک ريزونانس په کړنلاره کې ديوه جنراتورڅخه دراديو څپې يو زيګنال دناروغ بدن ته استول کيږي او بيا انعکاس شوئ زيګنال اندازه کيږي. دراديو څپې دواړه ليږونکی (Transmitter) اوبيرته رانيوونکی (Receiver) زيګنال د يوه بريښنايز ګوټک په مر سته سره اندازه کيږي.(51)

دا څرګنده ده چې رانيوونکی زيګنال د ليږونکي زيګنال په پرتله ډيرکوچنئ وي او له دې کبله بايد په زرګونو واره زورور شي تر څود اندا زه کولووړوګرزي.

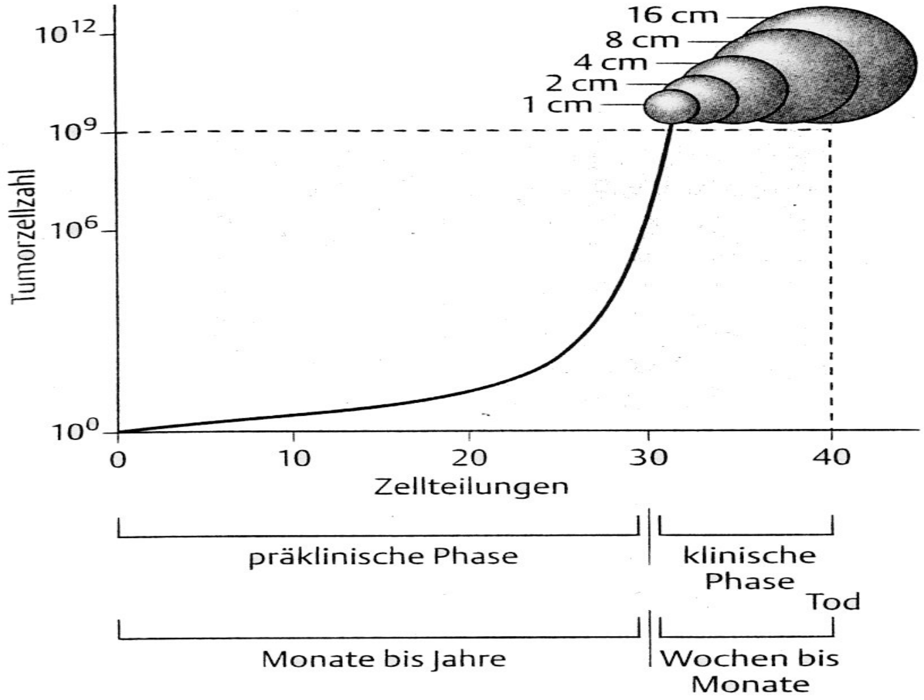
په ۱٤۰ شکل کې د يوې مقناطيسي ريزونانس توموګرافي آلې يوه بڼه شودل شوې ده.



۱٤۰- شکل دماګنېټيک ريزونانس (MRI) په مر سته سره د ناروغ په ماغزو کې د سرطان ناروغی ميتا ستاز (Metastase) پيژندل شوې ده.

دسرطان ناروغی د پیژندلو لومړني پړاونه

سرطان يوه داسي ناروغي ده چې په پيل کې دبدن په يوه روغه او عادي حجره(ژونکه) کې د نا څرګنده علتونو په بنسټ د موتيشن (Muation) بدلون منځ ته راځي او په پايله کې بيا دغه حجره(ژونکه) په خپل سر او دکنترول نه وتلې ويېنل کيږي. په لومړي پړاو کې د روغې او ناروغې حجرې تر منځ توپير پيژندل ډير سخت تماميږی. خو د سرطان يوه داسي د کنترول څخه وتلي ځانګړې حجره(ژونکه) د وخت په تيريدلو سره ګڼ شمير نورې نوې حجرې پيداکوي، چې دبدن همغه برخه پړسيږي. دغه ډول پړسوب د تومور (tumour) او يا کانسر (cancer) په نامه سره يا دېږي. کله چې د کانسر حجروشمير ديوه ټاکلي کچې او يا حجم څخه واوړي، نو بيا وروسته دنومورو طبي آلو لکه کمپيوتر توموګرافي، اکسريزاو ماګنېتيک ريزونانس توموګرافي په مرسته سره پيژندل کيدلای شي. په ١٤١ شکل کې د دسرطان حجرو شمير د نومړو حجرودوېشتوب شمير په تابع سره ښودل شوئ دی. په کلينيکي تړاو د سرطان ناروغي دعکس اخيستونکو طبي الوپه مر سته سره يوازې هغه وخت پيژندل کيدای شي چې غټوالی يې لږ څه يو سانتي متر قطرته ورسيږي.



١٤١- شکل: په عمودي محور کې، دسرطان ناروغی دحجروډيربښت شمير، او په افقي محور کې دنومووړې ناروغی کلينيکي نښانې، دوخت په تيريدلو او د حجرودويشتوب (Mitose) شمير ښوول شوې دی. دبيلګې په ډول دحجرو تر لږڅه ديرش ځله ويشتوب پورې يومخکنی کلينيکي پړاو ترسره کيږي، چې مياشتې اوکالونه وخت نيسي. دنوموړي وخت څخه وروسته ياني دحجروددیرشوځلو ويشتوب څخه وروسته کلينيکي پړاوپيل کيږي او يوه ناروغی دغټوالي اونوروکلينيکي کړنلاروپه مرسته پيژندل کيدای شي(9) .

دبېلګه په ډول که ومنو چې دوخت په اړوند د سرطان نسجونو غټوالی د یوه اکسپونېنسيال تابع (Exponential) په بنه سترېږي، نومياشتي او کالونه تيرېږي تر څو قطر يې لږڅه يو سانتي مترقيمت ځانته غوره کړي. په دې ترڅ کې د پيدا شوو حجرو شمير، لږڅه لس مليونوته (10 Millions) رسيږي. ددې لپاره چې د سرطان نسجونه ديو سانتي متر په کچه غټ شي، نوورته ضرور ده چې د ميتوز په هره يوه ويشنه کې خپل حجم لږ څه ديرش ځله دبل (Redoubling) کړي. کله چې د سرطان ناروغی غټوالی يوه ګرام ته ورسيږي نودحجرو شمير يې لږ څه يو مليارد اټکل کيږي. دسرطان ځيني ناروغی شته دي چې تر ځود ليدلو وړ پراو ته رسيږي، نو ډيروخت لکه مياشتي او کالونه ورته په کاردي او دهغې نه ترمخه يې پيژندل ډير سخت تماميږي (8)

د سرطان نسجونو هيستولوژي(Histology) اومورفولوژي (Morphology) بڼه

هيستو لوژي يوه يوناني کلمه ده، چې مانا يې په ډيره نرى (Thin slices) کچه د نسجونو پرې کول دي. مورفولوژي دسانسکريت (Sanskrit) ژبې يوه کلمه ده چې دنسجونومينځنی جوړښت اواناتومي بڼه تر څيرنې لاندې نيسي .دبدن هغه غړې او يا نسجونه چې د سرطان ناروغی شک ور باندې کيږي او پرسيدلي بڼه ولري، لکه بڼه ډوله پرسوب (Benign tumor) اوناوړه پرسوب (Malign tumor) ،نو په لومړي ګام کې د هيستولوژي ټکلارې په مرسته تر پلټنې لاندې نيول کيږي.

دسرطان ناروغی دپيژندنې او تشخيص په موخه دبدن هغه برخي څخه چې د سرطان او يا نوروناروغيو شک ور باندې کيږي، دعملياتوپه کړنلاره سره يوه برخه نسجونه پرې کيږي. نوموړې کړنلارې ته بيوپسي (Biopsy) ويل کيږي . د غه نسجونه دپاتولوژي ډاکټر (Pathologist) له خوا په يوه هيستولوژي لابراتوارکې دځانګړو ټکلارو(Methods) په مرسته سره لکه دنسجونو اوبنتون عمليه (Tissue processing) ، ټينګول - فيکسيشن (Fixation) ، ننه ايستل - امبيډينګ (Embedding) ، ټوټه کول (Sectioning) ، کنګل کول (Frozen section) ، رنګول- سټينينګ (Staining) اوپه پايله کې د يوه مايکروسکوپ (Microscope) لاندې ترپلټنې لاندې نيول کيږي.

دنسجونو ټينګه ساتنه (Fixation)

دنوموړې کړنلارې موخه داده چې نسجونه ديوې خوا دتل لپاره په خپل لومړني بيوکيمياوي حالت کې خوندي وساتل شي اوپه ميخانيکي ډول کلک پاتي شي اود بلې خوا په طبيعي چاپيريال کې ځانته دانزايموړانيوولوپه پايله کې دنسجونوپه خپل سر تجزي(Enzyme Autolysis) مخنيوی وشي. نوموړې پروسه بايد چې دنسجونودعملياتو څخه وروسته سمدلاسه ترسره شي، ترڅود باکټرياوو،وايرسونو او نوروناوړوکيمياوي اغيزوله کبله، نسجونه خراب نه شي اود خوسا کيدو څخه خوندي پاتي شي. دنسجونود ټينګ ساتنې لپاره لاندنيومواودو څخه کاراخيستل کيږي. لکه فورم الديهيد (formaldehyde) ، ميرکيوريک کلورايد(mercuric chloride) ، ميتانول (Methanol) ،پوتاسيم پرمنګانات (Potassium permanganate) اونور.

د بیلګه په ډول دبیوپسي نسجونه میخانیکي او بیوکیمیاوي کلکوالي د ساتنې په موخه دلس په سلو کې فورمالین (Formalin) څخه کار اخیستل کیږي .

1: Organ dissection Kidney cancer   2: Tissues embedding in paraffin   3: Paraffinblock   4: Staining   5: Histological slices (View under microscope)

۱- د یوه غړي پرې شوی برخه   ۲- نسجونه په مایع شوي پارافینوکې ډوب کیږي   ۳- نسجونه په کنګل شوی پارافین بلاک کې   دنسجونورنګول   دهیستولوژي نمونی یوه ټوټه تر مایکروسکوپ لاندې لیدل کیږي.

په پارافین کې دنسجونونه ایستل (Tissues embedding in paraffin)

ددې لپاره چې دنسجونومیخانیکي کلکوالی ډیر شي او بیا یې په اسانی سره پرې کړای شو، نو په تاودو اومایع شویو پارافینو کې لمبول (ډوب) کیږي. په نوموړې کړنلاره کې دالکولوپه مرسته سره،چې غلظت یې پرلپسي پېنځه اویا، پېنځه نوي او سل په سل کې وي(75%;95%;100% Alcohols)، دنسجونوڅخه پرلپسي اوبه ایستل کیږي (Dehydration). په ورپسې پړاوکې، دیوی بلې کیمیاوي مادې، یانې کسولین (Xylene) په کارولو سره، الکول دنسجونودمنځ څخه بیرته ایستل کیږي. په پایله کې نسجونه پاک، شفاف اوروڼ (Clearing) شکل ځان ته غوره کوي. دکسولین کیمیاوي مواد دیترولوڅخه تر لاسه کیږي.

دنسجونوپرې کول (Tissues sectioning)

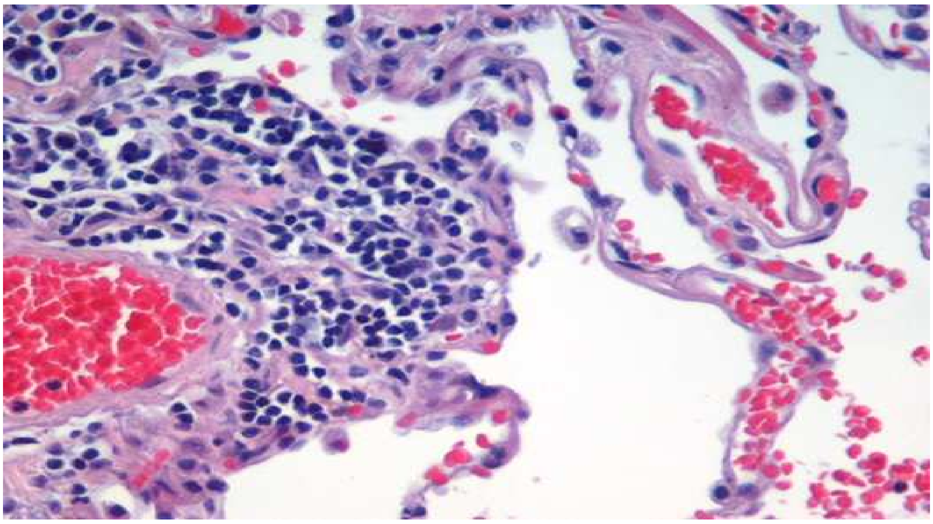
ددې موخې لپاره چې دنسجونوڅخه ډیرې نرۍ ټوټې تر لاسه شي، نو په پارافینوکې ننه ایستل شوي نسجونه دلږ څه منفي اویا درجوساتی ګراد (C° 70-) په شاوخوا کې ساړه ساتل کیږي. ورپسې دیوه تیره چاقوډوله آلې په مرسته سره، چې د مایکروتوم (Microtome) په نامه یادیږي، دپارافینوبلاکونه په کوچنیوبرخوپرې کیږي. دنسجونو هغه نرۍ پرې شوې ټوټې، چې دناروغیود تشخیص په موخه دشیشه یې سلاید (Glas Slides) پر مخ دمایکروسکوپ لاندې لیدل کیږي، پنډوالی یې ددریومایکرون نه تر لسو مایکرون (3-10 microns) پورې داړتیا سره سم ټاکل کیږي.

د نسجونورنګول (Staining)

ددې لپاره چې دیوې حجرې تولې برخې لکه دحجرې هسته، دحجرې سیتوپلازما (Cytoplasma) اونورې توپیر سره وپیژندلای شو، نودنسجونورنګولوته اړتیا پیدا کیږي. دنوموړې موخې لپاره په لوموړي پړاو کې دنسجونوپه مینځ کې کارول شوی پارافین موم (Paraffin wax) باید بیرته لیرې شي(Deparaffinization). دغه کړنلاره پرلپسي د کسولین، الکول اوبیا داوبوپه کارولوسره سرته رسیږي. په هیستولوژي کې د نسجونورنګولونامتوموادو هیماتوکسیلین (Hematoxylin=H) اواې اوزین (Eosin = E) مواد تشکیلوي. دبیلګه په توګه هیماتوکسیلین دحجرې هستې (Nuclei) ته اسماني رنګ

اواي اوزين دحجرې سيتو پلازم (Cytoplasm) ته ګلابي اويا سور رنګ ورکوي. په پايله کې د يوه مايکروسکوپ په مرسته د نومړو حجرو مورفولوژي بدلون تر څېړني لاندې نيول کيږي.

Haematoxylin and Eosin (H&E) stained lung tissues of emphysema patient
دايمفوزيما ناروغ دسږي نسجونوته دهيماتوکسيلين او اي اوزين موادوپه مرسته رنګ ورکړشوی دی

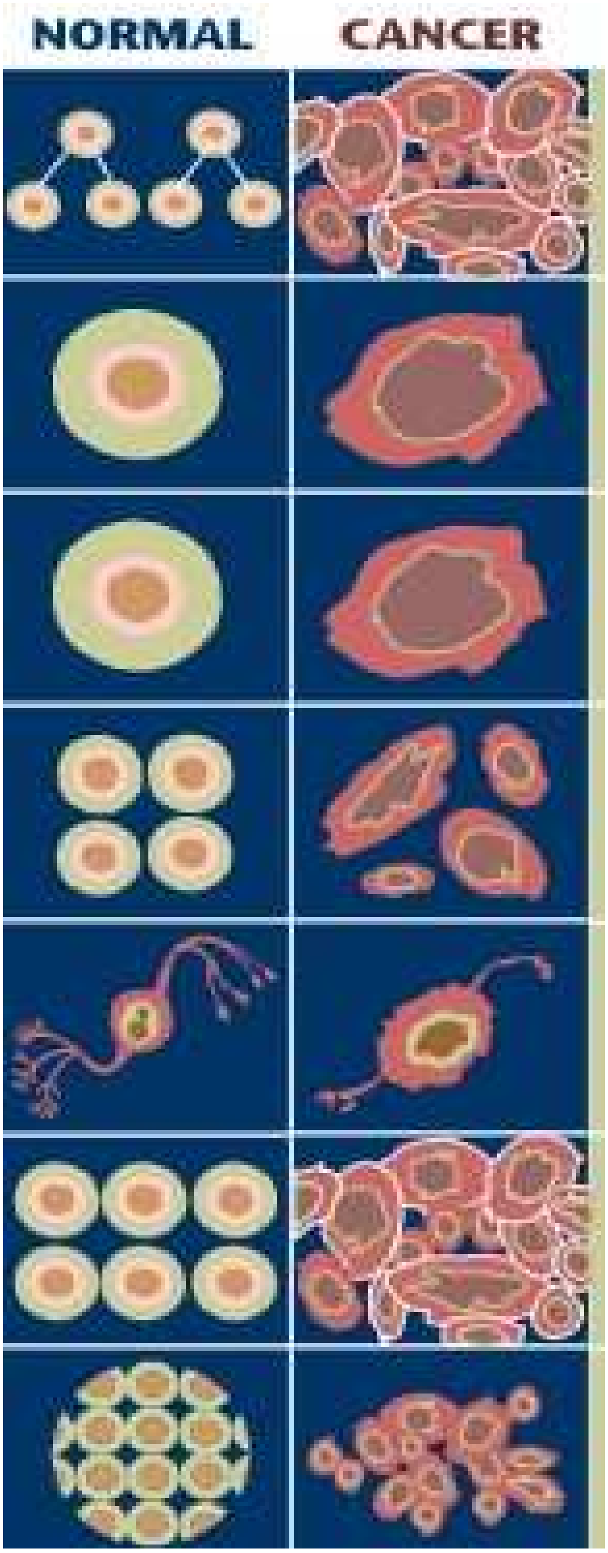


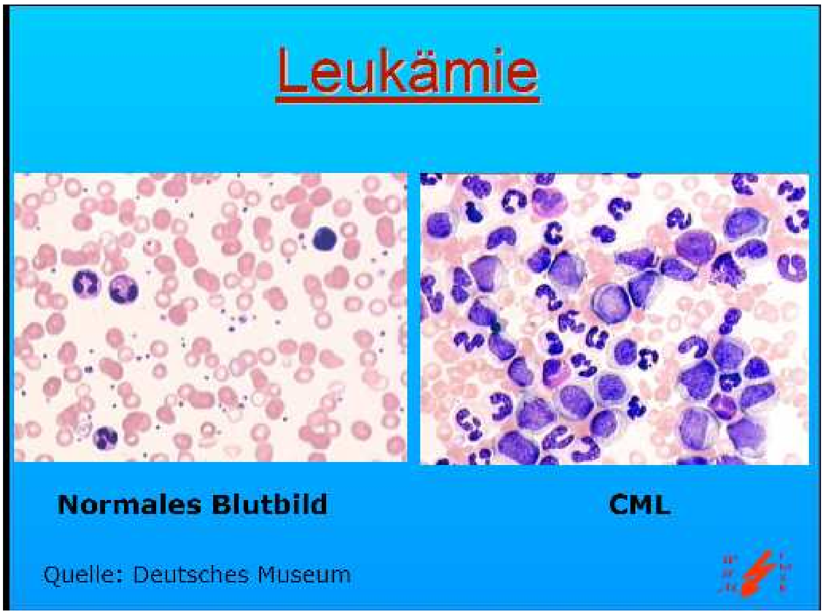
ديوه ناروغ سږي د سږي نسجونو هيستولوژي بڼه ښودل شوي ده چې د ايمفوزيما emphysema په ناروغی اخته دی. دحجرو هستې اسماني-ارغواني رنګ، دويني سره کرويات سور رنګ، دحجرې بهرني مواد (Extracellular) مواد ګلابي رنګ او دهوابرخې سپين رنګ لري(71)

دسرطان حجروسيتولوژي (Cytology) او مورفولوژي (Morphology) خواص

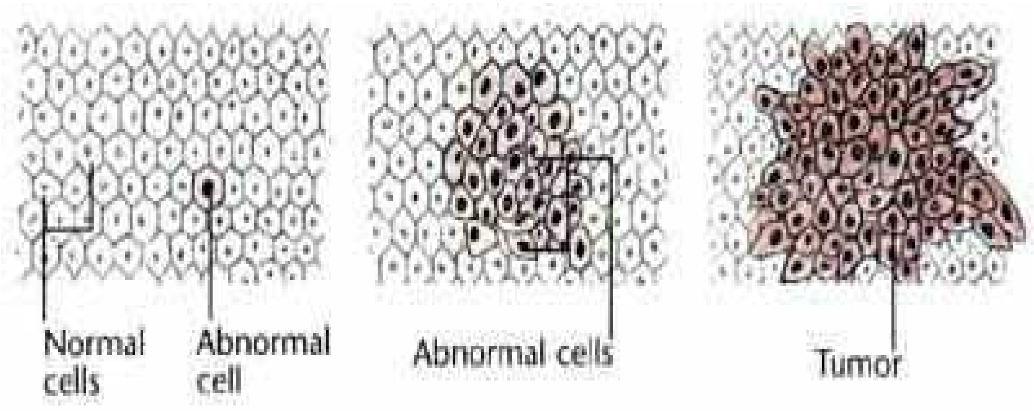
- دنورمال حجرې په پرتله د سرطان حجرې هر اړخيز بڼه (Cell polymorphy)
- د هستو هراړخيزبڼه، غټوآلي او ډولونه (Nuclear polymorphy; atypia)
- دهستو هراړخيز اويا خورا ډير رنګ کيدل (Polychromasia; Hyperchromasia)
- دهستې او سيتو پلازما غټوالي په تناسب کې ډيرتوپيرليدل کيږي
- د سرطا ن حجره(ژونکه) ديوې هستې په ځای ډيرې هستې هم لرلای شي (Poly nucleus)
- د کروموزوموشميريې د نورمال حجرې سره توپيرلري اويا نيمګړي وي(Aneuploidy)

د بېلګه په ډول په ۱٤۲ شکل کې د ويني يوډول سرطان (CML) هيستولوژي بڼه ښودل شوې ده. د نوموړې ناروغی سبب(لامل) دادی چې د هډوکو په ماغزوکې ديوې خوا داړتيا نه ډيرکرويات لکه ګرانولوځيت Granulocytes توليد کيږي او دبلې خوا نوموړي کرويات په سپينوکروياتو نه اوړي ياني د پوخوالي پړاو ته نه رسيږي. نوموړي کرويات چې د بلاست په نامه سره ياديږي Blasts کومه ځانګړې دنده نه شي تر سره کولای او دګټې په ځای بدن ته دزهرويوه سرچينه ګرزي.

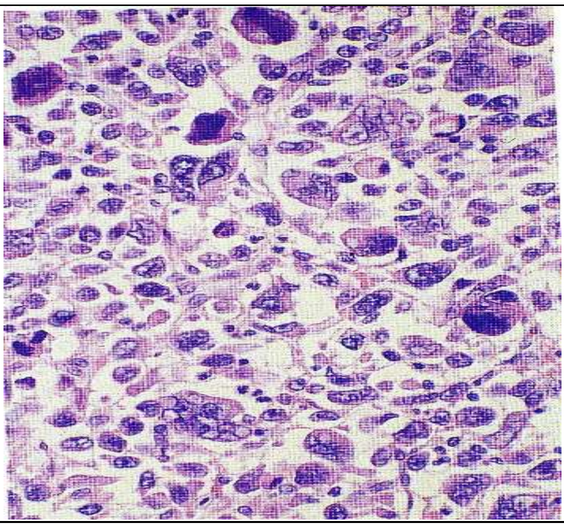
دسرطان حجرو مورفولوژي او هیستولوژي خواص	نورمال حجرې
دسرطان په ناروغی کې دارتیا څخه ډیري حجرې ویشل کیږي	
دسرطان حجرې هسته دنورمال حجرې په پرتله غټه کیږي اواناتومي بنه یې تغیر کوي	
د سیتوپلازما حجم د هستې په پرتله ډیرکوچنۍ وي	
د سرطان حجروتر منځ مورفولوژي بنه اوغتوالی یوشان نه وي	
دسرطان حجره(ژونکه) خپل تاکلی نورمال اناتومي او هیستولوژي شکل دلاسه ورکوي	
د سرطان حجرې په ډیرغیر منظم شکل سره هرې خوا خورې ورې پرتې وي	
دتومورسرحدي پوله په بشپړ توګه نه ښکاري	



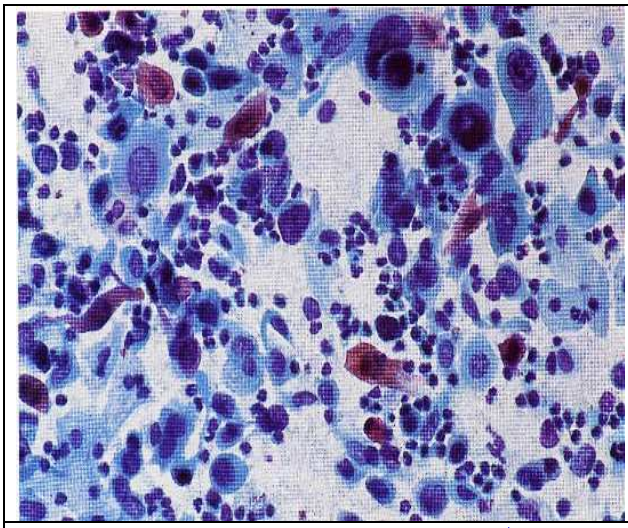
۱٤۲ شکل: په کيڼ اړخ کې دويني سپينو کروياتوعادي هيستولوژي بڼه اوپه ښي اړخ کې دويني سرطان (CML) يوه هيستولوژي بڼه ښودل شوې ده. په ښي اړخ کې د ګرانولوخيتو Granulocytes شميردکيڼ اړخ په پرتله ډيرليدل کيږي چې په ارغواني نيلي رنګ سره ښودل شوي دي.



۱٤۳ـشکل: د سرطان حجرې (Tumor) د نورمال روغو حجرو(Normal cells) سره يوځای ښودل شوې دي(39) دتومورحجرو مورفولوژي بڼه د نورمال حجرو سره ښکاره توپير لري.

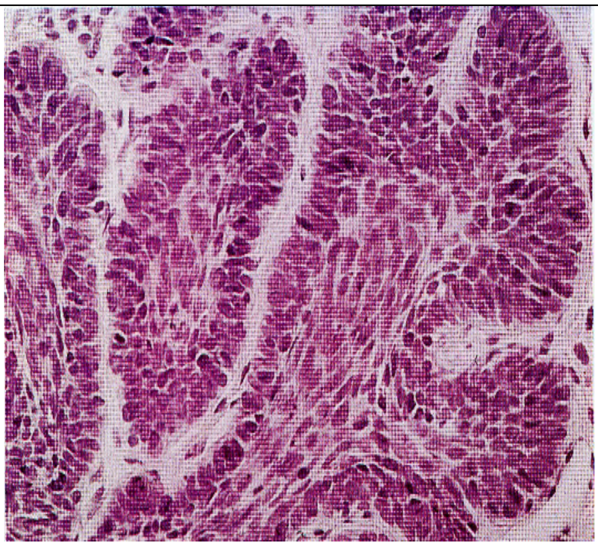


دتايرايد سرطان:
دحجروجوړښت او غټوالی یوشان نه دی(Polymorphy) ، ډيري اوتوپيرلرونکي هستي ليدل کيږي (Anisokaryosis) د رنګ ډول H.E.



درحم سرطان:
دهستورنګ خوراډير Hyperchromasia او غټوالی يي توپير لريPolymorphy ، سيتو پلازما سپين بخون بازوفيل basophil رنګ لري اودپلاټين اپيتيل سرطان حجروپه منځ کي ګڼ شميرسپين کرويات ليدل کيږي.

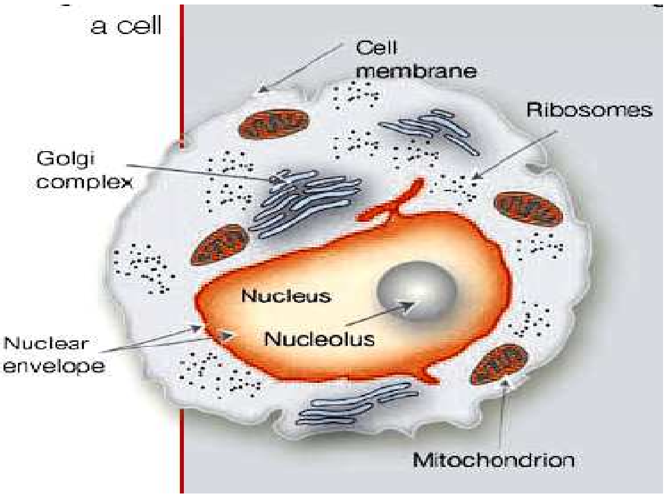
دپوستکي سرطان (Basalioma) :
تر سترګي لاندي دايروي شکله تومور ليدل کيږي چي په منځ کي يي خنډنه برخه ده اوپرسيدلی دی (Ulceration)



دپوستکي سرطان هيستولوژي بڼه ښودل شوي ده چي ګڼ شميرحجرې ديوې ليکي په شکل او ډېرې نږدې سره پرتې دي او د هرې خوا څخه ديوې(Basal membran) باذال غشا څخه احاطه شوي دي

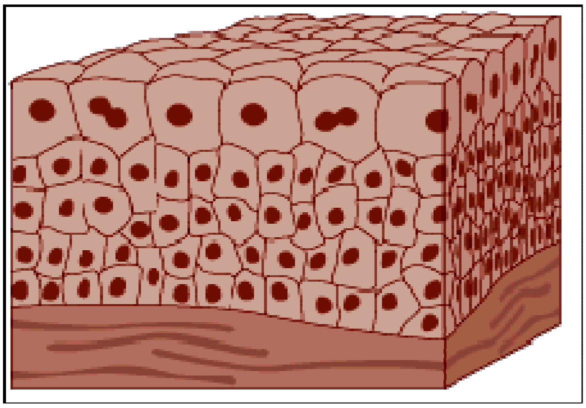
د بدن يوې نورمال حجرې جوړښت

دهرسړي بدن د بيليونو (Billions) حجروڅخه جوړشوئ دی چي دژوند په اوږدو کې داړتيا سره سم دخپل ځان څخه يوه کاپي کولای شي اويا دا چي په نورونويو حجرووېشل کيږی. يوه حجره(ژونکه) يوازې ديوه مايکروسکوپ لاندې ليدل کيدای شي. په ١٤٤ شکل کې ديوې نورمال حجرې جوړښت شودل شوئ دی:



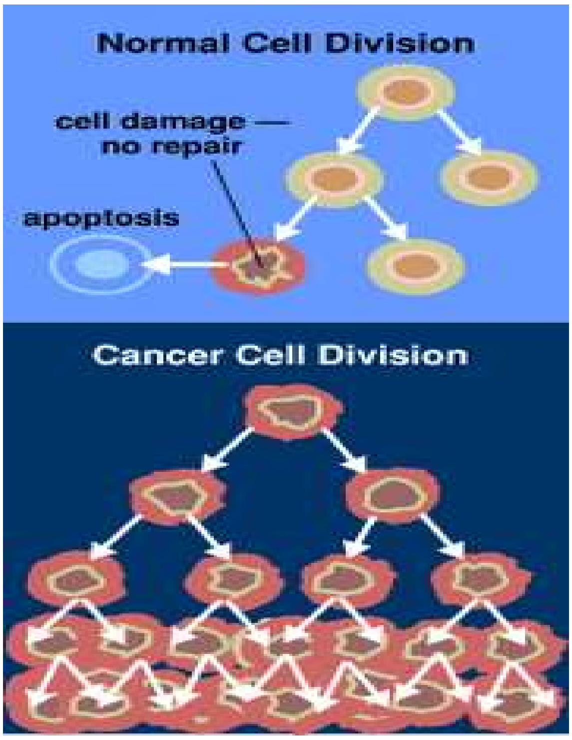
١٤٤ـ شکل: ديوې نورمال حجرې جوړښت(69)

دبدن روغو حجروهيستولوژي بڼه داسې ښکاري چي په ډله ايزه توګه سره يوځای يوه په بل نښتي وي، اوپه دې ډول غړي او نسجونه سره کلک يوځای ساتي. په ١٤٥ شکل کې د بدن يوه غړې د روغو حجرو بڼه ښودل شوي ده چي د يوه بلاک شکل لري.



١٤٥ـ شکل: د بدن د يوه روغ رمټ غړي د حجرو جوړښت(69)

څرنګه چي په بدن کي توپير لرونکي حجري شته دي چي ځانګړي دنده سرته رسوي، خوبيا هم دهغوی اصلي بنسټ سره ډير ورته والی لري.

 	**د نورمال حجر ي د ويښتوب کړ نلاره.** يوه نورمال حجره(ژونکه) تر هغه وخته پوري ويشتو ب ته پايښت ورکوي تر څو د ارتيا وړحجرو شمير پوره شي. کله چي يوه حجره(ژونکه) نيمګړی منځ ته راشي او دجوړېدلو امکان موجودنه وي نود ځان وژني لاره غوره کوي (Apoptosis)
	د سرطان حجرې د ويشتوب کړنلاره ديوی حجرې څخه په خپل وار سره دوه حجرې، بيا څلور حجرې، بيا اته حجرې، شپاړس حجرې .... اوهم داسي نور منځ په زاتيد وپا يښت کوي. د پيدا شوو سرطان حجروشمير رياضي فرمول داسي ليکلای شو: 2^N په دې ځای کې N د صفرنه تر لايتناهي پورې قيمت اخيستلای شي.

۱۴٦ـ ب شکل: د سرطان يوی حجرې او دنورمال يوې حجرې تر منځ د ويشتوب توپير پر تله کول ښودل شوي دي(69).

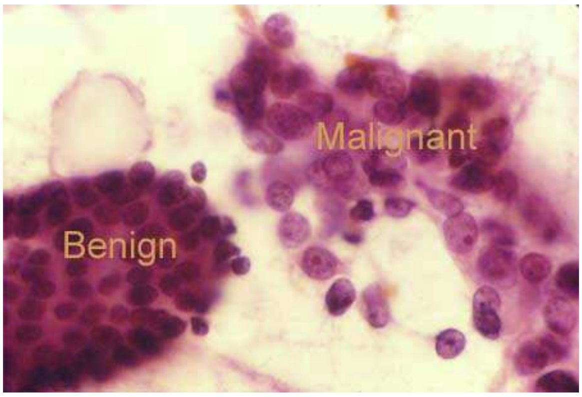
سرطان او جين (Genes and cancer)

هره يوه حجره(ژونکه) يوه هسته لري چي د نوکليوس (Nucleus) يا هستي په نامه سره ياديږي. جين په رښتوني کي د يوه کوډ code بيټونه bits جوړوي. هغه مالومات چې په جين کي موجود وی، کيدلای شي لکه د يوه بريښنايز سويچ په شان بل اومره شي او يا په بل عبارت مالومات پيل او بند شي. جين د يوې حجرې تولي دندې کنترول کوي. جين ددې پريکړه هم کوي چي يوه حجره(ژونکه) کله خپل ځان وويشي، يوه حجره(ژونکه) څه وکړي او کله ځان وژنه (Apotosis) وکړي. په عادي حالت کي جين ددې مسئوليت په غاړه اخلي چي د بدن حجرې په يوه منظم او تر کنترول لاندې شکل سره سترې شي، بيرته پوره شي اود اړ تيا سره سم ډيري شي اود خپل ځان عوض يا ني کاپي پيدا کړي. خو که چيرته نوموړې سيستم او کړنلاره ديوه نا څرګنده سبب(لامل) څخه په نا سمه لاره روان شي، نو پا يله يې داسي ختميږي چي دغه حجره(ژونکه) مړه کيږي. دا په دې مانا چې مخکې له دې څخه چي يوه روغه حجره(ژونکه) د سرطان په حجره(ژونکه) واوړي او کانسر ناروغي ورڅخه جوړه شي نو دغه

حجره(ژونکه) دځان وژني لاره غوره کوي.
خو په ډېره نادره توګه rarely سره داسي هم پېښېږي چي دغه ټول سیستم په یوه نا سمه لاره روان شي اوپوي حجرې ته ددې اجازه ورکړي چي دویشتوب کړنلاره مخ په وړاندې بوزي تر څو چي د سرطان یاني کانسرنا روغي منځ ته راشي.

د نسجونو شه او بد ډوله پرسوب (Benign and Malignant tumors)

که چیرته د بدن یوې برخي نسجونه وپرسیږي نو کیدای شي چي دداسي نسجونو دحجم غټوالی دسرطان د ناروغی سره هیڅ تړاو هم ونه لري نو له دې کبله ورته د نسجونو شه ډوله پرسوب او یا شه تومور (Benign tumours) وايي. خو که چیرته د نسجونو پرسوب د سرطان ناروغي له کبله منځ ته راغلی وي، نودنسجونودغه ډول حجم غټوالي ته خراب ډوله پرسوب (Malignant tumours) ویل کیږي.



۱٤٧ـشکل: د نسجونو ښه ډوله (Benign) او خرا ب ډوله (Malignant) پرسوب (37)

دنسجونو شه ډوله پرسوب دا مانا لري چي د سرطان ناروغي موجوده نه ده. د شه ډوله پرسوب یاني تومور خواص په لاندې ډول دي:

- په عادې ډول سره ډېر وروروسترېږي
- دبدن نورو برخوته نه غوړېږي یا نې انتقال نه کوي
- په عادی ډول سره یوپوش لري چي د نورمال حجروڅخه جوړوي

دا په دې مانا چي شه ډوله تومور د داسو حجرو څخه جوړشوئ دی چي د نورمال حجرو سره بیخي ورته والی لري. خو دغه پرسوب هغه وخت د اندیښني وړ دي کله چي :

- دومره غټ شي چي په ګاونډیو غړو باندې فشار راولي
- داسې هارمونونه ازادوي چي د بدن نوروغړو په دنده باندې ناوړه اغیزه کوي

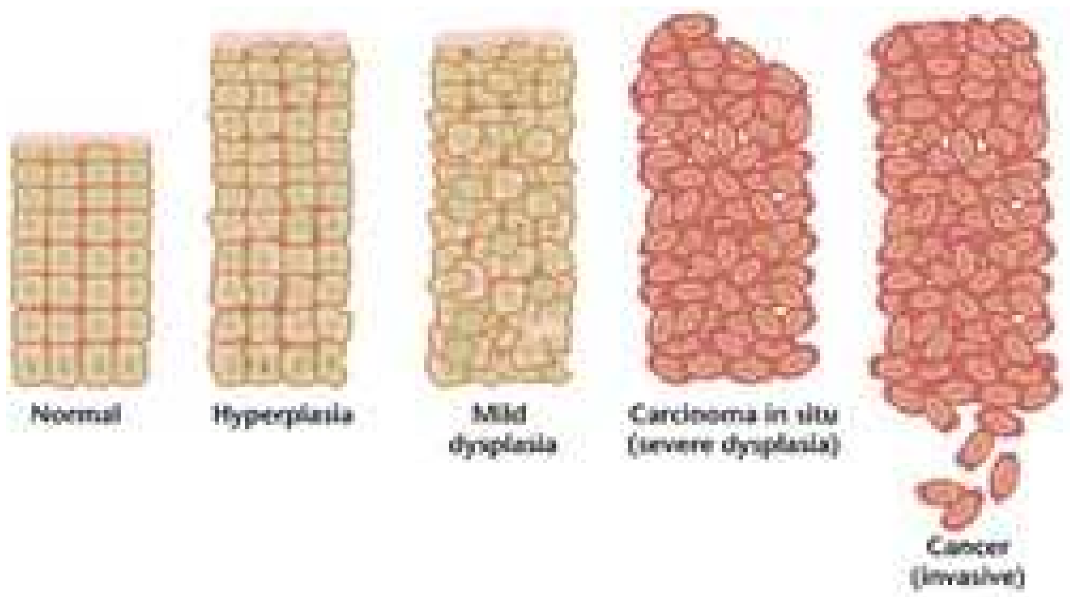
دنسجونوخراب ډوله پرسوب یاني خراب ډوله تومورونه (Malignant) د سرطان ناوړه حجرو څخه

جوړ وي. دنومړي تومور خواص په لاندې ډول دي:

- د شه تومور (Benign) په پرتله ډير ګړندي ستريږي
- د شاوخوا نسجونه خرابوي او پکي ننوځي
- د بدن نورو برخو ته هم غوړيږي او انتقال کوي

په ۱٤۸ شکل کې د نورمال حجرو او د سرطان حجرو توپير ښودل شوئ دی.

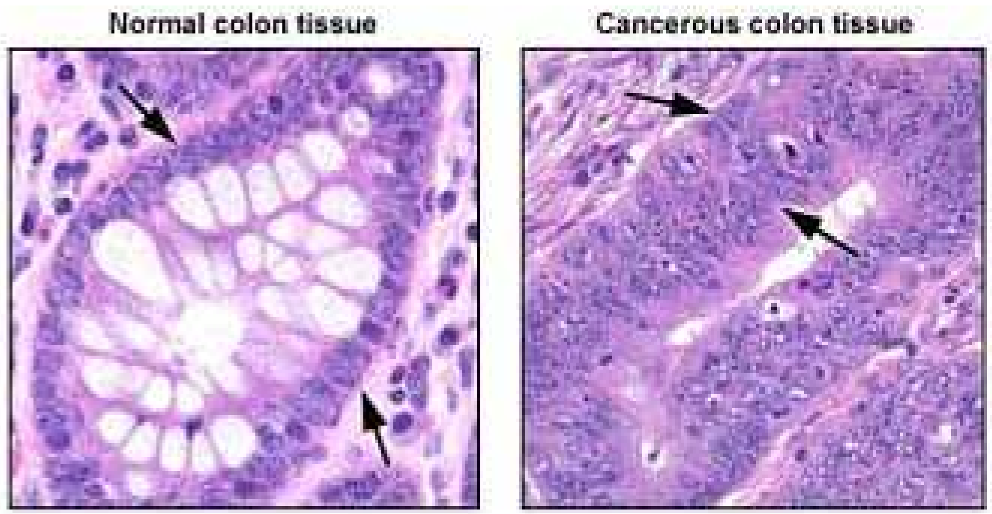
Normal نورمال حجرې	Hyperplasia دحجروډيريښت	Dysplasia غيرنورمال حجرې	Carcinoma in Situ سرطان په خپل ځای کې دی	Cancer سرطان دبدن نوروبرخو ته غزيږي



۱٤۸- شکل: په نومړي شکل کې کيڼ خوا ته نورمال حجرې اوپاتي ښيئ خواته دسرطان حجرو دمنځ ته راتلوڅلورپړاونه ښودل شوې دي(90).

د سرطان حجرې دومره زياتيږي چې د خپل بنستيز پوښ يا ميمبران څخه راوځي او د بدن په روغواو ګاونډيو نسجونو په تيره بيا که په اعصابو، غړو او رګونو باندې فشار راوړي، نو خطر يې لا زيات اټکل کيږي. که د سرطان يوه حجره(ژونکه) د تومور څخه را بيله شي، نو کيداې شي چې دويني او يا لومپا تيک سيستم جريان ته لاره پيدا کړي، او بيا د بدن نورو برخو ته ورسيږي او هلته د سرطان نورې نوی حجرې منځ ته راولي.

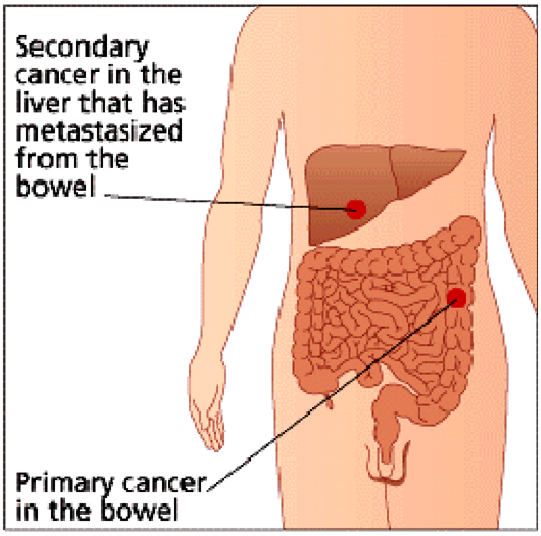
☜ نومړې کلينيکي کړ نلاره چې د سرطان ناروغي د بدن يوه ځاې څخه و بل ځا ې ته انتقال وکړي د ميتا ستاز (Metastase) په نا مه سره ياديږي.



۱٤۹- شکل: په بني اړخ کې دغټو کلموسرطان نسجونويو هيستولوژي بڼه اوپه کيڼ اړخ کې د روغو نسجونو هيستولوژي بڼه ښودل شوئ ده.

لومړنی او دوهم سرطان (Primary and secondary cancer)

په هغه ځاې کې چې د سرطان ناروغي پيل کيږي، د لومړني سرطان په نامه سره ياديږي. خوکله چې د سرطان حجرې دخپل ځاې څخه راووځي، او د ويني اويا لومپاتيک سيستم (lymphatic system) په مرسته سره د بدن نوروغړو ته وغوړيږي، نو د بدن دغي برخی ته چې په سرطان ناروغی اخته شوې ده، دوهم سرطان ويل کيږي. د بيلګه په ډول په ۱۵۰ شکل کې لومړنی سرطان په نری کولمو (bowel) کې پيل شوئ او د مېتاستاز کړنلارې په پا يله کې د بدن بلې برخې ياني سږو ته ر سيدلې دی.



۱۵۰- شکل: لومړنی سرطان په غټوکولموکې پيدا شوئ دی او بيا د مېتاستاز دلارې د ينې (Liver) نسجونوته رسيدلې(69) .

د بدن مختلف غړي د توپیر ډوله حجرو څخه جوړشوي دي. دنوموړوحجرو یو ډول یا تیوپ کیداې شي چې په لومړني سرطان واوړي. د توپیر ډوله حجروسرطان هم مختلف خاصیت لري. د بېلګي په ډول :

- په توپیر لرونکي سرعت سره غټ کیږي
- کله چې کیمیاوي مواد وینو ته ازادوي نو په بدن باندې مختلفې اغیزې لري
- د دوایي په مقابل کې مختلف غبرګون شیي
- د ایو نایز کوونکووړانګو په مقا بل کې مختلف حساسیت شیي

د سرطان ناروغي کیداې شي چې په مختلفو وګړو کې د مختلفو سمپتومو (symptoms) سبب(لامل) و ګرځي.

د بدن حجرویشتوب کړنلاره

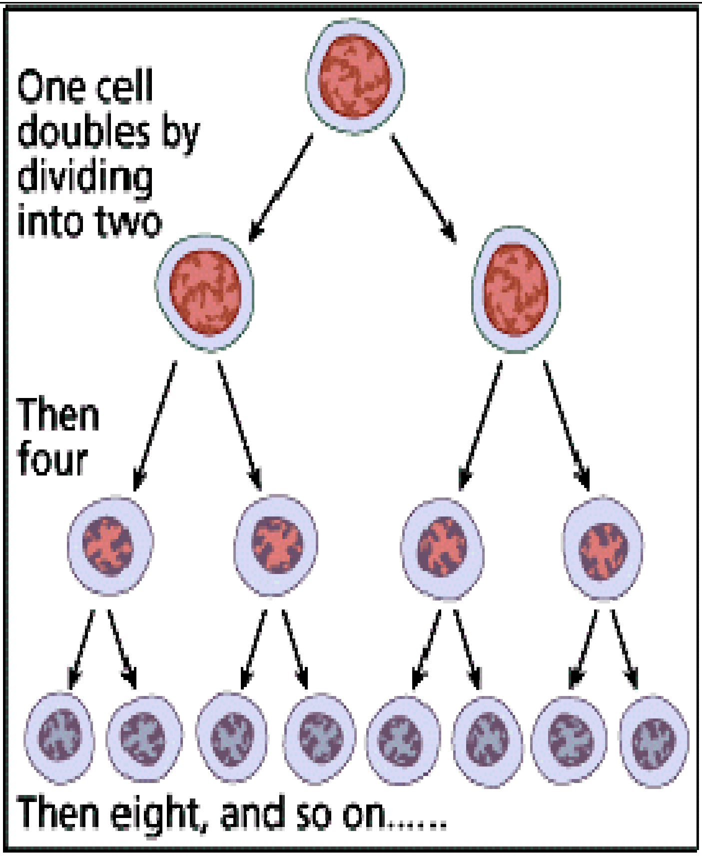
کله چې د بدن په یوه غړي کې حجرو ته اړتیا پیدا شي نو ځیني حجرې خپل ځان په دوه برخو ویشي تر څو د هغوې شمیر ډیر شي. نوموړې حجرې دغه ډول کړنلاره په دومره سم او دقیق صورت سره تر سره کوي چې نوې حجرې دزړو حجرو سره کټ مټ یو شان وي.

په ۱۵۱ شکل کې د بدن دحجرو د زیاتوالي کړنلاره ښودل شوې ده. هره یوه حجره(ژونکه) دخپلو ټولو جین (Genes) یوه کاپي کوي. بیا دغه جین په دوه ډیله کیږي یاني په دوه برخوویشل کیږي، چې هرې یوې حجرې ته یو جین ور رسیږي. هره یوه حجره(ژونکه) په دقیق ډول او کټ مټ یو شان په دوه نورو غبرګو حجرویشل (Mitose) کیږي. دغه دوه نوې حجرې بیا په خپل وار سره خپل ځان ویشي او په پایله کې څلورنورې نوې حجرې منځ ته راځي. دڅلورو حجرو څخه اته حجرې او داتو حجرو څخه شپاړس حجرې اود شپاړسو حجرو څخه دوه دیرش حجرې منځ ته راځي او دغه پرو سه په همدې ډول مخ په وړاندې ځي. د بدن حجرود میتوز دغه ډول بیالوژیکي کړنلاره دکوچني توب د وخت نه راپدې خوا د یوه سړي د ځوانۍ تر موده پورې په ډیره چټکي سره پایښت مومي. خو کله چې یو سړی بالغ شي، نو د حجرو د ویشتوب پروسه سوکه یا وروکیږي او یوازې دومره نوې حجرې پیدا کیږي چې ورته اړتیا موجوده وي. د بېلګه په ډول هغه حجرې چې دناروغي او یا د بدن د یوې برخې د ټپي کیدلو په اساس دمنځه تللي وي نو ددغو حجرو په ځاې نورې نوې حجرې منځ ته راځي تر څو دهمغه غړو دنده په سمه توګه پایښت وومومي. دوخت په تیریدلو سره دیوه تومور غټیدلومنحني څوډولونه لري.

دتومورخطیزغټوالی (Linear growth): دتومورحجرووډیربښت دوخت سره سم سیخ متناسب دی او خطیزشکل لري. یاني دحجروډیربښت په واحد وخت کې ثابت پاتي کیږي.

دتوموراکسپونینسیال غټوالی (Exponential growth) : دتومورحجروشمیردیوه ټاکلي وخت څخه وروسته دوه برابره کیږي.دبیلګي په ډول لکه دڅلوروساعتوڅخه ترشپږوساعتو پورې دتومورحجروشمیرډبل کیږي. دنوموړې موخي لپاره باید چې دتومور ټولي حجرې دویشتوب په کړنلاره کې برخه واخلي. هغه وخت چې دتومورحجرو شمیر دوه برابره کیږي دپوتنسیل توموردبل وخت په نامه یادیږي.

دتومورزیګموید ډوله غټوالی (Sigmoid growth) : په پیل کې دتومورحجرې اکسپونینسیال ډیربښت مومي خو بیا وروسته کمیږي. داځکه چې یوه برخه حجرې دوخت په تیریدلوسره مړې کیږي او بله برخه یې ضایع کیږي.



په لومړي پړاو کې يوه حجره(ژونکه) وي

يوه حجره(ژونکه) خپل ځان ويشي او دوه نوی حجرې ورڅخه منځ ته راځي

همدارنګه د ويشتوب په پاتې کړنلار کې ددغو دوو حجرو څخه څلور حجرې پيدا کيږي .

بيا وروسته په خپل وار سره اته حجرې، شپاړس حجرې ، دوه ديرش حجرې ..... پيداکيږي

۱۵۱- شکل: دبدن حجرو دډيريدلو کړنلاره چې د ويشتوب (Mitose) په پايله کې منځ ته راځي او هره حجره(ژونکه) په دوه برخو ويشل کيږی. نومورې کړنلاره تر هغه وخته پورې پايښت مومي تر څو داړتيا وړحجروشمير پوره شي(69).

خود بدن ځينې حجرې خپل وينتوب ته داړتيا سره سم همداسې پايښت ورکوي. د بېلګه په ډول لکه جنسي حجرې (Sperma cells)، د و يشتانو حجرې، هغه حجرې چې دهډوکو په مازغوکې وينه جوړوي او داسې نور.

د بدن تولې حجرې د ويشتوب قابليت لري ؟

دبدن تولې حجرې ددې وړتيا نه لري چې ځان وويشي او د خپل ځان عوض حجره(ژونکه) پيدا کړي. په بدن کې ډېرې داسې ځانګړې حجرې هم شته دي، چې د يوې مودې څخه وروسته يوه پوخ پړاو ته رسيږي اوبيا په بدن کې يوه ټاکلې دنده په غاړه اخلي. کله چې د بدن ځينې حجرې يو ځل بشپړ اوپوره پخې شوئ وي، نوکيداي شي چې خپل ويشتوب او دبيرته توليد کولو (Reproduce) خاصيت دلا سه ورکړي . خو بيا هم تل په کافي اندازه سره نه پخې شوې (immature cells) حجرې پاتې وي چې د ستم يا نې ستې حجرې (called stem cells) په نامه سره ياديږی. نومورې حجرې کولای شي چې په همغه شميرسره چې حجرې دمنځه تللې او يا نيمګړې شوې وي په ځای يې نورې روغې حجرې منځ ته راوړي.

دبدن حجرې څرنګه پو هيږي چې خپل ډيربښت ودروي؟

دحجرو ډيربښت، د حجرو سټروالی او د بدن يوې برخې رغونه داټول دجين له خوا کنټرول کيږي. د بدن حجرې په دې هم پوهيږي چې څومره حجرو ته اړتيا ده او کله دحجرو د غټيدلو مخنيوئ وشي. ساينس پوهان اوس هم په دی لټه کې دي چې څرنګه حجرې دغه کړنلاره تر سره کوي. خو داسې اټکل کيږي چې حجرې په خپل منځ کې يوه بل ته د کيمياوي تعاملاتو په بنسټ زيګنالونه او د مالوماتو راکړه ورکړه کوي. دغه خبر يا زيګنال پخپله د جين څخه راځي، چې د حجرې په ډې اېن اې کې پراته دي. د دې لپاره چې پوره باور ترلاسه شوې وي نو ځينې جېن فعال کيږي او حجروته داسې وايي چې په ټاکلې کچه نوې حجرې توليد کړی. په دې اړوند بيا يوبل جين هم فعال کيږي او هغوی ته وايي چې د اړتيا نه زيات حجرې تو ليد نه شي. دا په دې مانا چې دلومړي جين په ضد کارکوي.

دبدن حجرې کولاې شي چې خپل ويشتوب ته تل پايښت ورکړي؟

د بدن حجرې د تل لپاره خپل ويشتوب ته پايښت نه ورکوي بلکه وروسته له لړ څه پنځوس او يا شپيته ځله بيرته توليد ياني ويشتوب څخه نور نه زياتيږي. داځکه چې دهغوی په جېن کې يو مخکنی داسې پروګرام شوئ کوډ موجوددی چې دهغوی ډيروالی ته يو لېمېټ ټاکلی دی. وروسته د نوموړي ويشتوب څخه پخپله مړې کيږي. په داسې يوه حالت کې چې د حجرو کمښت منځ ته راشي، نو بيا د سټم حجرې فعالې کيږي او دهغوی پر ځاې نوې حجرې تو ليد کوي. خو هغه وخت چې پخپله د يوی حجرې جين ته زيان ورسيږي نوځپل ځان پخپله له منځه وړې چې دغه ډول کړنلاره د ځان وژنې يا اپوپټوزيس (apoptosis) په نامه سره يادېږي.

د سرطان حجرې او د يوې نورمال حجرې تر منځ څه توپير دی؟

لومړې: ديوې نور مال حجرې خواص

د بدن نورمال ياني عادي حجرې يو لړ ځانګړي خواص لري چې په لاندې ډول بيان کيږي:

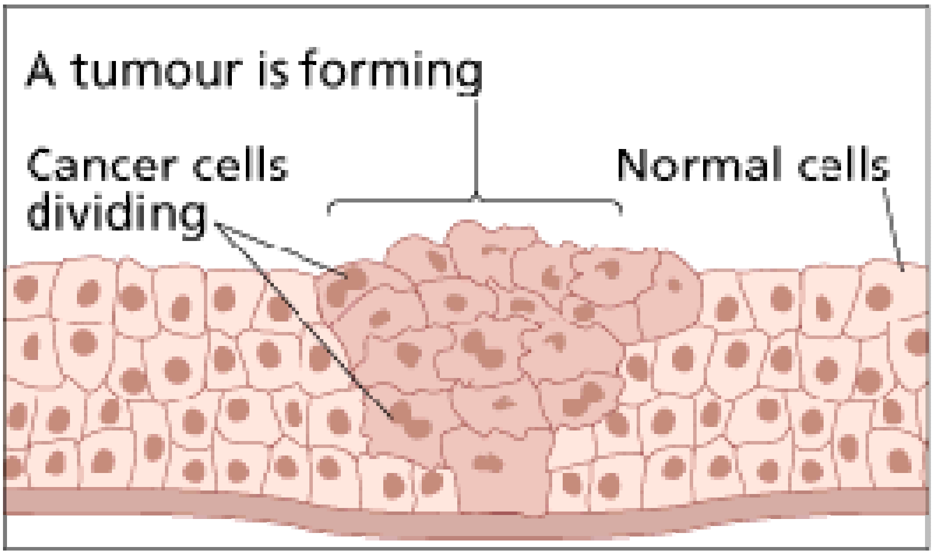
- هغوی کولاې شي چې خپل ځان پخپله په دوه بشپړپوره برخوو ويشي اوپه دې ډول بيرته دارټيا وړنوې حجرې توليد کړي
- خپل بيا توليد کړنلاره په رښتوني وخت کې ودروي
- د يوې او بلې سره په سم ځاې کې ونښلي
- کله چې نيمګړې او يا زيانمنې شي نو پخپله ځان له منځه وړې (apoptosis)
- کله چې د پوخوالي پړاو ته ورسيږي نوځانګړې او ټاکلې دنده تر سره کوي

دويم: د سرطان حجره(ژونکه)

د سرطان حجره(ژونکه) د نورمال حجرې سره تو پير لري. ديوې سرطان حجرې ځيني خوا ص په لاندې ډول سره بيان کولاي شو.

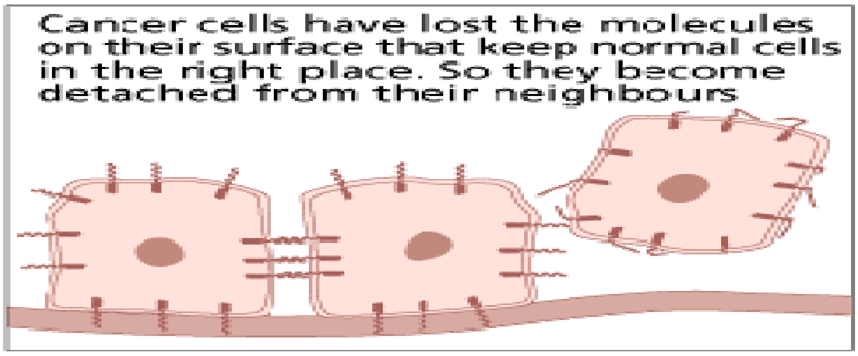
- خپل بيا توليد اوويشتوب ته همداسي پايښت ورکوي او په خپل سر ډيريږي
- د خپلو گاونډيو حجرو زيگنالونوته نه پام کوي او نه يې اطاعت کوي
- دسرطان حجرو ترمنځ اړيکي پرې کيږي اوديوې بلې سره نه نښلي
- هغوې خپل پاخه شوي پړاو ته نه رسيږي او له دې کبله ځانگړې دنده هم تر سره کولای نه شي
- که د بدن بل ځا ی ته هم وخوځيږي بيا هم ژوندي پا تي کيږي.

دسرطان حجرې د نورمال حجرې په برخلاف له پنځوس او يا شپيته ځله ويشتوب څخه وروسته خپل بيا توليد نه دروي بلکه همداسي نور هم پايښت ورکوي. دا په دې مانا چې د يوې حجرې څخه دوې، د دوو حجرو څخه څلور، بيا اته، بياشپاړس ..... نوې حجرې جوړيږي. په ۱۵۲ شکل کې د سرطان حجرو د ويشتوب اوډيرېدلو کړنلاره ښودل شوې ده.



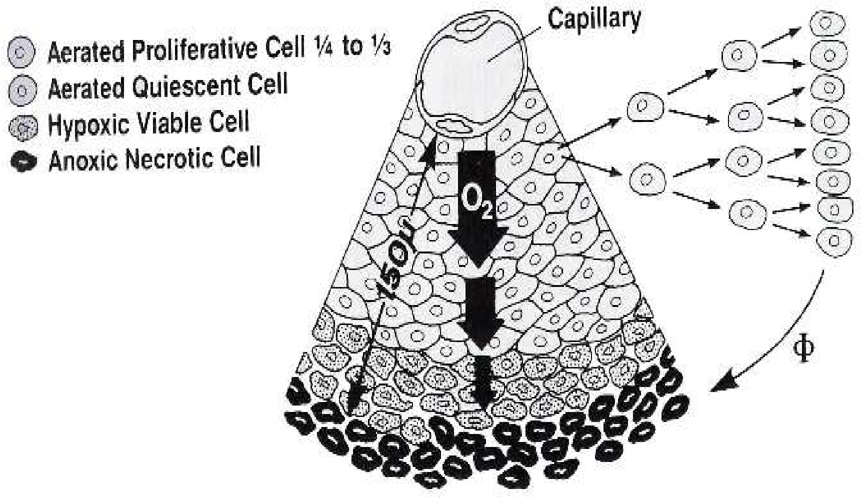
۱۵۲- شکل: ديوستکي سرطان حجرو ويشتوب او د تومور جوړيدلوکړنلاره ښودل شوې ده. په دغه شکل کې ښي او چپ اړخ ته نورمال حجرې او په منځ برخه کې دسرطان حجرې د ويشتوب په پړاوکې ليدل کيږي.

که چيرته د سرطان حجرودزيا تيدلو مخه وه نه نيوله شي نو دوخت په تيريدلو سره دهغوې شميردومرهډيريږي چې دبليونوحجروڅخه هم اوړي (69)



۱۵۳- شکل: د سرطان حجرې هغه ما لېکولونه د لاسه ورکوي کوم چې د هغوی سطحې پر مخ پراته وي او نورمال حجرې په خپل ټاکلي او صحيح ځای کې سره يوځای ساتي. همدا سبب(لامل) دی چې هغوی دخپل سم ځای څخه بېليږي(69)

په ۱۵٤شکل کې ښودل شوې ده چې څرنګه د سرطان حجرې د يوه کاپيلار په شا وخوا کې په زيتيدلو پيل کوي .



۱۵٤- شکل: دويني يوه کاپيلار (Capillar) په شاوخوا کې د سرطان حجرو درې ډوله هيستولوژيکي بڼه را ښيي. ۱- کاپيلارته ورڅرمه برخه هغه حجرې دي چې پوره اکسيجن لري او په بشپړتوګه زياتوالي مومي ۲ - د لږ اکسيجن حجرو برخه (Hypoxic cell) ۳- د پياوار يا نيکروتيک اکسيجن نه لرونکي برخه (Anoxic Necrotic Cell) چې د کاپيلار څه په يو سلو پنځوس مايکرو متر کې پراته ده (26).

د پاتولوژي ځانګو درمل پوهانوډېر پخوا دسرطان حجرو يوډېر ځانګړی خاصيت وپيژندلو په دې ما نا چې دسرطان ناروغوحجرو هيستولوژيکي او مورفولوژيکي بڼه د روغو نسجونو سره توپير لري. په ۱۵٤ شکل کې ښودل شوې ده چې د ويني يو ډير کوچني رګ (Capillary) په شاوخواکې د سرطان حجرې درې ډوله پراونه او يا په بل عبارت درې ډوله برخې جوړيږي. د لومړې پړاو نسجونه هغه

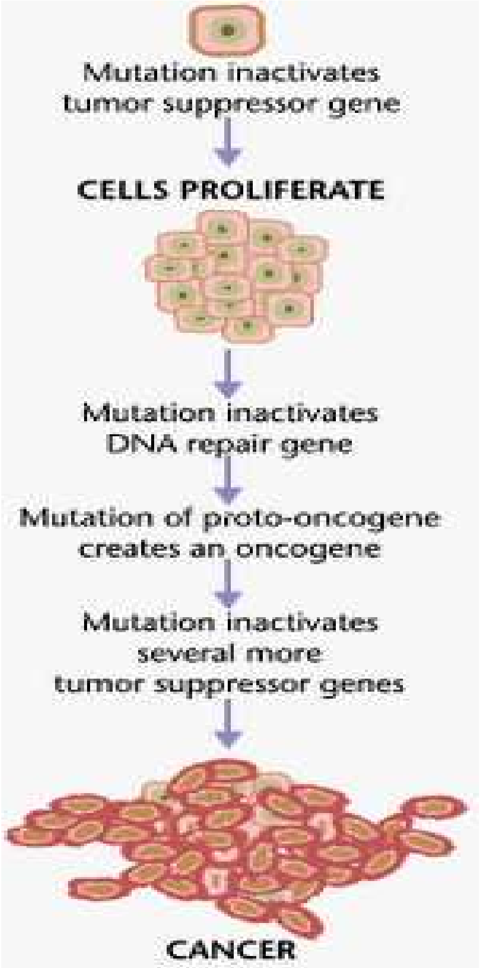
دي چي د سرطان ناروغی په پيل کي پيداشوي وی، خو دنورو نويو سرطان حجرو د زياتيدلو په کړنلاره کي شاته تمبول شوي وي او د کاپيلار څخه په يوسلوپنځوس مايکرو متر (150 µm) واټن کي پرتي وي. څرنګه چي نوموړو حجرو ته اکسيجن هيڅ نه رسيږي نو په پايله کي په يوه پياوار شکله (Necrotic) نسجونو اوړي او له دې کبله ورته (Anoxic Necrotic cell) ياني اکسيجن نه لروونکي پياواري حجرې ويل کيږي. په دوهم پړاوکي دسرطان هغه حجرې دکاپيلار په شاوخوا کي پرتي وي چي لږاکسيجن يکي وي (Hypoxic cell) اود نيکروتيک حجرو سره شريکه پوله او سرحد لري. ددريم پړاوړحجرې د کاپيلارڅنډې ته ور څرمه او نږدې نسجونه تشکيلوي چي د يوې خوا پوره اکسيجن ورته رسيږي اودبلې خوا د ويشلو او ميتوز کړنلاره په پوره ډول تر سره کولای شي. دغه ډول حجروته د نورونويورا پيد ا کيدونکو حجرو برخه ياني سرچينه ويل کيږي (Proliferative cell). په دې اړوند د يادولو وړ خبره خو داده چي په راديوتيراپي کی، يوازې هغه حجرې دوړانګو په واسطه دمنځه وړل کيدلای شي چي پوره اکسيجن ولري. دا ځکه چي يوازې اکسيجن لرونکي حجرې د وړانګو پمقابل کي زيات حساسيت څرګندوي او له دې کبله ورته (Radio sensetive cell) هم ويل کيږي. په داسي حال کي چي د سرطان هغه نسجونه چي هيڅ اکسيجن وه نه لري لکه دنيکروتيک نجسونه دوړانګو پمقا بل کي مقاومت شيي او له دې کبله يې راديوتيراپي هم په پوره ډول نه شي تر سره کيداې. دسرطان نسجونو پورته ويل شوي خواص د ناروغيو په پيژندنه کي ډير مهم رول لوبوي. د بيلګه په ډول دوړانګو درمل پوهان د سرطان ناروغی په پيژندنه کي د بدن په شکمنو برخوپه تېره بيا لکه تيو (Mamma)، تايرايد (Thyroid)، پروستاتا(Prostata) اوغدو باندې لاس مشي، اودفشار او تماس په اساس د نيکروتيک په ډول کلک غونډ شوي نسجونه لټوي.

سرطان څرنګه پيل کيږي؟

نن ورځ ساينس پوهانو ته پوره جوته ده چي د سرطان ناروغي ديوې حجرې څخه پيل کيږي. يوه نيمګړې حجره(ژونکه) په عادې حالت سره ډير کلونه پخوا مخکي له دې نه چي سرې يې پخپله حس کړي د سرطان په حجره(ژونکه) اووښتي وي. په هغه وخت کي چي د سرطان ناروغي پيژندل کيږي د سرطان يوې حجرې خپل بې کنټروله ويشتوب اود بيا توليد کړنلاره ډيره پخوا پيل کړې وي. داځکه چي دسرطان حجرې ځينو جينو ته يا داچي زيان رسيدلی وي او يا بيحي دمنځه تللي وي. ساينس پوهان نوموړي بدلون ته **موتيشن** وايي.

دتومورحجم د بل کيدلووخت (Tumor doubling time)

دتومورحجم دبل کيدلووخت هغه وخت ته وايي چي په نوموړې موده کي دتومور اويا سرطان نسجونوحجم دلومړي وخت په پرتله دوه ځله غټ شي. کله چي يو تومورپه کلينيکي ډول پيژندل کيږي نودهغه دستريدني دوه په دريمه برخه وخت تيرشوئ وي. دبيلګي په ډول د تيو سرطان (Mamm carcinom) دحجم دبل کيدلووخت لږڅه دوه سوه ورځي اټکل کيږي. ترڅو چي په تيوکي يوه دانه دتماس له لارې د پيژندلووړګرځي دا په دې مانا چي په دومره کچه غټيدلو لپاره يې لږ څه پينځلسو کالوته اړتيا ليدل کيږي. په داسي حال کي چي په نوموړې موده کي شل په سلوکي ميتاساز(Metastasis) د بدن په نورو برخو کي غوړيدلي وي.



موتیشن دتومور سپرېسر ګېن غیرفعال کوي
دحجرود ډیروالي پروسه ترسره کیږي
موتیشن ددي این اې جوړونکی جېن غیر فعال کوي
د پروتواونکوګېن موتیشن یواونکوګېن تو لید کوي
موتیشن دتومورسپرېسر ګېن څونورجېن هم غیرفعال کوي
سرطا ن

۱۵٦ـ شکل: دیوې حجرې د موتیشن په پایله کې دسرطان ناروغی دمخنیوی جینونه لکه (P53) (Tumor suppressor genes) غیرفعال کیږي اود سرطان ناروغی منځ ته راځي(69).

جین او موتیشن (Genes and mutation)

جین د حجرې په منځ کې کوډ شوي پیغامونه او مالومات دي چې حجرې ته دا لارښوونه کوي چې څرنګه خپل چلن دډیربنت او ویشتوب په تړاوپر مخ بوزی. جین داسی کوډ لري چې حجرې ته وایي چې څرنګه ډیر ډوله او توپیر لرونکي پروټیېن proteins جوړکړي. **دجین له خوا یو کوډ نمبر هریوه پروټیېن ته تاکل کیږي**. ځینی پروټیېن بیا داسی دنده لري چې دیوه بریښنایز سویچ په څیرکارکوي چې بل کیږي او مړکیږي. د بېلګه په ډول دیوه هارمون زیګنال په یوه حجره(ژونکه) اویا پروټیېن باندی اغیزه کوي. همدغه پروټیېن بیا یو زیګنال استوي چې دیو لړ نورو ځنځیری سویچونو څخه تیریږي، هغه وروستی زیګنال بیا یوې حجرې ته وایي چې ځان په دوه برخو وویشه.

موتيشن دا مانا لري چې يو جين دمنځه تللی او يا داچې ورته زيان رسيدلی دی نو له دې کبله يوه داسې حجره(ژونکه) نيمګړې ده. موتيشن دی ته هم ويل کيږي کله چې دارتيا نه زيات پروتيين توليد شي او يا داچې پروتيين هيڅ جوړ نه شي. د بېلګه په ډول د يوه زيګنال خپروونکی پروتيين سويچ (switch) د تل لپاره بل يا ترلی پاتې شي اويا داچې ځينې نور پروتيين چې هغوې ديوې حجرې د وېشلوشميراو ليميت کنترول دنده په غاړه لري د تل لپاره خلاص پاتې شي. هر هغه شی چې يوې حجرې ته زيان رسوي او په پايله کې په يوه سرطاني حجره(ژونکه) اوړي د کارسينوګن (carcinogens) په نامه سره ياديږي. دبېلګه په ډول لکه سګرټ څکول، ايونايزکوونکي وړانګې، وايرس اونور.

د سرطان په حجره(ژونکه) کې کوم جين غير نورمال شکل لري؟

درې ډوله توپير لروونکي جين شته دي چې د يوې سرطان حجرې په منځ ته راتللو کې مهم رول لوبوي.

- هغه جين چې يوه حجره(ژونکه) ودې ته هڅوي چې خپل شمير زيات کړي
- هغه جين چې هغوې د حجرو د ډيريدلو مخ نيوی کوي
- هغه جين چې نيمګړې وي اويا داچې د کارسينوګن موادوپه واسطه ورته زيان رسيدلې وی

لومړی: اونکوجين (Oncogenes)

داونکو Onco کلمه يو يوناني لغت دی اود پړسوب مانالري. اونکوجين هغه جينونوته ويل کيږي چې د نسجونود پړسوب سبب(لامل) ګرځي. نومړي جينونه په دوه ډوله دی.

- **الف:** وايرسي اونکوجين (Viral oncogen): کله چې يو وايرس يوې نورمال روغې حجرې ته ننوځي نودغه حجره(ژونکه) دسرطان په يوه ناروغه حجره(ژونکه) اړوي. تر نن ورځ پورې لږڅه شل وايرسي اونکوجين پيژندل شوي دي.

- **ب:** حجروي اونکوجين اويا پروتواونکوجين (Cellular oncogen = proto oncogen)

حجروي اونکوجين هغو جينونوته ويل کيږي چې په عادي حالت کې ديوې حجرې دو يشتوب ، ستريدلو، توپيرکولو Differentiation اود حجرې سايکل Cell cycle دندې کنترول کوي.په عادي صورت سره د بدن ډيرې حجرې يواځې هغه وخت نورې نوې حجرې جوړوي چې اړتيا ورته پيدا شي. د بېلګه په ډول کله چې د بدن کومه برخه ټپي شوې وي او ياداچې کوم طبي عمليات تر سره شوي وي. يونورمال جين چې نومړې دنده تر سره کوي د پروتو اونکوګين (Proto-oncogen) په نامه سره ياديږي. څوکله چې يونورمال پروتواونکو جين دايونايزکوونکووړانګواويا د کانسروجين موادو(Cancerogene) داغيزې له کبله په غير نورمال شکل واوړي او مو تيشن پکې منځ ته راشي نوداونکوجين (Oncogenes) په نامه سره ياديږي. دا ځکه چې نومړئ جين حجرې ته داسې زيګنالونه استوي چې ګڼه خپل شميرداړتيا نه نور هم زيات کړي. نومړو جينو ته يو هانواونکوجين او يا دسرطان جين (Cancer genes) نوم ورکړې دی.

دویم: دتومور سپرېسرجين (Tumour Suppressor genes)

په حجره(ژونکه) کې ځينې داسې جين هم شته دي چې دهغوی ځانګړې دنده په دې کې ده چې د حجرودډيرښت مخه هغه وخت ونيسي کله چې دارتيا نه زيات نورې حجرې توليد شي.

نومړو جينو ته دسرطان سپرېسرجين (Tumour Suppressor genes) او يا دتومورمخنيوونکي جين ويل کيږي. داځکه چې دغه جين د سرطان ناروغۍ دمنځ ته راتلومخنيوۍ کوي اوپه ټپه يې دروي. دا په دې مانا چې داونکوجين په ضد (antagonist) عمل کوي .کله چې اونکو جين او يا تومورسپريسر جين ضررمن اويا نيمګړي شي او خپله دنده په سمه توګه تر سره نه کړي نو يوه حجره(ژونکه) خپل ډيرښت ته دتل لپاره پايښت ورکوي. د سپرېسرتومور جين د ډلو څخه يو نامتو جين د p53 په نامه سره ياديږي. نومړې جين په عادي صورت سره ديوې حجرې دډيرښت ټول سرليک تر کنترول لاندې لري او هغو حجروته چې نيمګړې وي اوخپله دنده پوره او سمه نه شي تر سره کولای داسې سپارښتنه کوي چې ځان وژنه (apoptosis) وکړي. په هغو وګړو کې چې دسرطان په ناروغۍ اخته وي همدغه جين p53 يا داچې نيمګړی وي او يا داچې بيخي دمنځه تللی وي.

دريم : هغه جين چې نور نيمګړي جين بيرته جوړوي

د حجرې په کروموزومو کې خينې نور داسې جين هم شته دي چې پخپله د ډي اين اې. (DNA) نيمګړي جينونه بيرته جوړوي. نو کله چې نومړي جين زررمن شي نو د يوې حجرې موټيشن نيمګړتيا په خپل حال پاتې کيږي اوکه ومنو چې همدغه حجره يوه جنسي حجره وي، نو کولای شي چې نورو راتلونکو نسلونو ته نومړې نيمګړتيا دموټيشن په ډول انتقال کړي. نومړې جين په هغو ناروغانو کې چې د غټو کولمو سرطان په ناروغي اخته وي نيمګړي پيدا کيږي.

موټيشن څرنګه منځ ته راځي ؟

څر نګه چې يوازې لوی ځښتن (ج) بشپړ دی اوپه خپلو کارونو کې غلطي نه کوي، خودا بايد ومنو چې طبيعت پخپله هم کله کله تير وتنه کوي ياني د طبيعت په قانونو کې پخپله هم کله کله ناسمي اوغلطي منځ ته راځي. دبېلګه په ډول کله چې دحجرې موټيشن پيښنه منځ ته راشي نودنورو علتونوپه څنګ کې يو سبب(لامل) يې پخپله دطبيعت غلطي هم کيدای شي. نومړې پيښنه کېدلای شي چې هغه وخت منځ ته راشي کله چې يوه رک رمټ روغه حجره(ژونکه) خپل ځان ويښي اود بيرته توليد کولو کړنلاره پيل کړي او په دې ترڅ کې يوه نيمګړې حجره(ژونکه) منځ ته راشي. يوه داسې نيمګړی حجره(ژونکه) يا داچې خپل ځان پخپله وژني او يا داچې د بدن د دفاع سيستم له خوا ديوې غيرعادي ياني پردۍ او دښمني حجرې په صفت پيژندل کيږي، او له دې کبله د منځه يوورل کيږي. دا په دې مانا چې ډيرې زياتې او د سرطان لومړي پړاوحجرې مړې کيږي، مخکې له دې چې هغوی د سرطان ناروغي سبب(لامل) وګرزي.

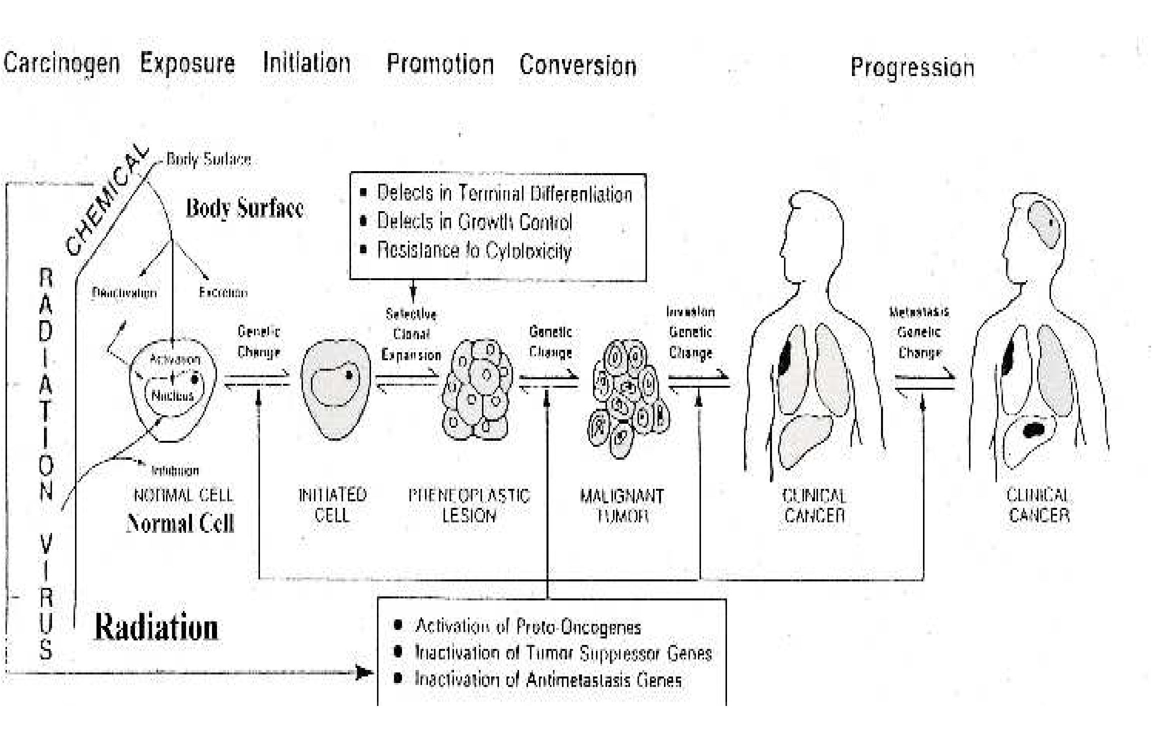
خوسره دهغې هم يو داسې ډير کم توکلې چانس او پيښنه هم منځ ته راتلای شي، چې يوازې يوه حجره(ژونکه) کوم چې دموټيشن نيمګړتيا پکې پاتې وي مړه نه شي او د سرطان په ناروغه حجره(ژونکه) واوړي.

کوم شيان د سرطان ناروغی سبب(لامل) گرځي؟

ځرنګه چې پخپله د سرطان ناروغی ډير ډولونه لري نو دلاند نيو شيانو ځخه لږ تر لږه يوشي ددي سبب(لامل) کيداي شي چې د سرطان ناروغی سبب(لامل) وگرځي:

- ديرو فکتورونو علتونه
- کارسينوگين مواد Carginogens
- عمر Age
- د بدن دفاع سيستم Immune system
- دهر سري جنيتيک جوړښت Genetic predisposition
- دخوراک او ځښاک کړنلاري
- د چاپيريال هر اړخيزې اغيزې
- دراديو اکتيوموادوطبيعي اومصنوعي وړانگي
- وايرسونه، ما يکروبونه Viruses

دسرطان ناروغی پرمختگ او کلينيکي نښې منځ ته راځي	دتومورمخه نيوونکي جين غيرفعال کيږي	په حجرو کې جنيتيک بدلون	په يوه حجره کې موتيشن پيل کيږي	دسرطان ناروغی راپاراوونکي مواد واغيزه



۱۵۷ـ شکل: د سرطان ناروغی دراپارولولپاره هراړخيزفکتورونه لکه وړانگي ، کيمياوي زهرجن

مواد وایرس اونورددې سبب(لامل) ګرځیدلای شي چې د بدن یوه روغه حجره(ژونکه) د سرطان په حجره(ژونکه) واړوي. په نوموړي شکل کې د یوې روغې حجرې کلینیکي بدلون په سرطا ني حجره(ژونکه) بنودل شوئ دی.

لومړی: د ډیرو فکټورونو علتونه

دسرطان لړ. څه دوه سوه توپیرلروونکي ډولونه شته دي چې دبدن په مختلفوحجرو باندې ناوړه اغیزه کوي. نو که یوکارسینوګېن شي دبدن یوې برخې نسجونو باندې ناوړه اغیزه اچوي ددې مانا نه لري چې د بدن په یوه بله برخه باندې هم ناوړه اغیزه اچوي. د بېلګه په ډول، که څوک زیات سګرټ څکوي نو کیداې شي چې د سږي په سرطان اخته شي. همدارنګه که چیرته د چا پوستکي ته زیات لمر ورسیږي نو کیداې شي چې د پوستکي سرطان (melanoma) ورته پیدا شي. نو کله چې نوموړي دواړه اغیزې او همدارنګه نور فکټورونه سره یوځاې پیښ شي نو د سرطان ناروغۍ دمنځ ته راتلو احتمال هم ورسره زیاتیږي. نو ډیر فکټورونه دا مانا لري چې د سرطان نا روغي نه یوازې دیوه فکټور بلکه دیو لړ ډیرو فکټورونود حاصل ضرب په پایله کې منځ ته راځي.

دویم: کارسینوګن مواد (Carginogens)

کارسینوګن هغو موادوته ویل کیږي چې دسرطان ناروغۍ په منځ ته راتللوکي مرسته کوي او سبب(لامل) یې ګرځي. د بېلګه په ډول سګرټ څکول، الکوهول څښل د کارسینوګنو نامتو موادو په ډله کې شمیرل کیږي.

دریم: عمر (Age)

د سرطان ډیر ډولونه شته دي چې د سړي عمر په اخیرکي زیات خود ځواني په وخت کې ډیر لږ پیدا کیږي. داځکه چې هغه بدلون چې په یوه نورمال حجره(ژونکه) کې پیل کیږي او بیا په سرطان حجره(ژونکه) اوړي ډیر وخت نیسي. دبېلګه په ډول د پروستاتا سرطان (Prostata cancer)

څلورم: جنېټیک جوړښت (Genetic predisposition)

ځیني داسي موتیشن هم شته دی چې د سړي د پیدا ېښت سره یوځاې په یوه حجره(ژونکه) کي موجودوي. نو کله چې ددغه موتیشن سره بیا د ژوند په اوږدو کې نورموتیشن یوځاې شي نود احسایي له مخې ددې زیات احتمال شته دی، چې سړی دسرطان په ناروغۍ اخته شي. نوموړئ موتیبنن ته جنېټیک پرې دېسپوزیسیون (genetic predisposition) ویل کیږي. د تیوسرطان (breast cancer) دوه جېنونه لکه BRCA1 او BRCA2 د جنېټیک پرې دېسپوزیسیون وتلي بیلګې دي. نو هغه ښځې چې یوله نوموړو جینوڅخه په خپل ځان کې لري دهغو ښځو په پرتله چې نه یې لري یوډیر لوړاحتمال شته دی چې د سرطان په ناروغۍ اخته شي.

پنځم: د بدن دفاع سیستم یا ایمون سیستم (Immune system)

هغه کسان چې دبدن دفاع سیستم سره ستونځې لري نوددې احتمال یې زیات دی چې دسرطان په ناروغۍ اخته شي. د بېلګه په ډول هغه چاته چې په بدن کې د منځه تللي یوه غړي پر ځاې ورته دبل چا یونوی غړی اچول شوئ وي نو داسي دواګاني ورکول کیږي چې هغوې ددفاع په سیستم باندې فشارراولي تر څود انتقال شوي غړي په مقابل کې ناوړه غبرګون وه نه شیي او ضد مواد لکه (Antibody) جوړنه کړي.

شپږم: دخوراک او څښناک اغیزه:

په لویدیزه نړۍ کې وګړي نه یوازې ډېرخوراک او څښناک کوي بلکې دحیواناتوډېره وازده هم خوري. داډول ژوند کول دا پایله لري چې د سرطان ناروغۍ د پیښیدلواحتمال لږخه دېرش په سل کې پورته بیايي.

اووم: د چاپیریال اغیزه:

په چاپیریال کې هم ډېر شیان شته دي چې د سرطان ناروغۍ سره تړاولري. دبیلګي په ډول لکه د لمر وړانګې، طبیعي او مصنوعي ایونایزکوونکي وړانګې، په تنباکوککړه هوا، دفابریکوڅخه راوتلي فاضله مواد او اسبېست (Asbestos) او داسې نور.

اتم: وایرسونه (Viruses)

- ☑ ځیني وایرسونه هم ددې سبب(لامل) کیدلای شي چې دسرطان ناروغۍ منځ ته راولي. وایرس کولای شي چې دحجرې په جېن کې بدلون راولي او دسرطان په حجره(ژونکه) واوړي. ځیني ناروغۍ هم شته دي چې د یوه ټاکلي وایرس سره تړا و لري. د بېلګه په ډول :
- ☑ دغاړې سرطان او د جنسي ناروغۍ دمنځ ته راتلو وایرس چې د (HPV= **H**umanpathogenen **P**apilloma-**V**irus) په نامه سره یادیږي.
- ☑ د ینې سرطان او د هیپاتیتیز بي وا یرس (Hepatitis B virus)
- ☑ د وینې تي حجرې سرطان (T cell leukaemia) اود وینې تي حجرې وایرس
- ☑ Epstein-Barr virus (EBV) یو داسې وایرس دی چې د هوجکین لیمفوم ناروغۍ Hodgkin's Lymphoma) سره تړاولري. نوموړې داسې ناروغي ده چې دبدن دلومف سیستم حجرې په غټیدلو پیل کوي.

د سرطان ناروغۍ پړاوونه (The stages of a cancer)

کله چې په یو ه سړي کې دسرطان ناروغي دلومړي ځل لپاره وپیژندل شي، نو تر ټولومهمه پوښتنه داوي چې دنوموړې ناروغۍ دپرمختګ کچه څومره ده اودسرطان حجرې دخپل ځای څخه دبدن کومونوروبرخو ته غوړیدلی او انتقال شوي دي، ترڅو ددرمل په اړوند یوه پریکړه تر سره شي. نوموړې تګ لارې ته دسرطان ناروغۍ پړاوونه وايي. په دې اړوند دډیرو سرطان ناروغیو لپاره د درجې سیستم (Staging systems) څخه کار اخیستل کیږي. نن ورځ دوه مهم سیستمونه منل شوي چې د ډاکترانو له خوا استعمال کیږي او یو یې د تي این ایم سیستم (TNM) او بل یې د شمیر سیستم (AJCC) په نامه سره یادیږي. په نوموړې لندیز کې د تي توری (T= Tumour) د تومور او د این توری (N= Noode) لومف او د ایم توری (M=Metastasis) مېتاستاز مانا ورکوي. ددغه سیستم په مرسته سره کولای شو چې د تومور لوړنۍغټوالی وښیو،او داچې د بدن په کومو لومف غدوکې دسرطان حجرې پیداشوې دي، او په اخیر کې داهم چې دسرطان حجرې دبدن کوم بل ځای پورې رسیدلې دي.

د **T** توری دسرطان ناروغی غټوالي اود شاوخوا نسجونوسره اړیکي ښيي او قیمت یې د یوه نه ترڅلورو‌پورې دی. (T=1- 4) او یو دا مانا لري چې دتومورغټوالی کوچنۍ دی او څلور په دې مانا چې تومور ډیر غټ شوئ دی. دبېلګه په ډول:

- T_0 د کانسر(Cancer) ناروغي په لومړي پړاو کې ده او د ومره کوچنۍ ده چې پېژندل یې سخت تماميږي.
- T_1 کا نسر د دوه سانتي متره څخه کوچني دي (< 2 cm) .
- T_2 کانسر ددوه سانتي متره څخه ستر دی (> 2 cm)
- T_3 کانسردغړي سرحد ي برخي ته رسیدلي اود پینځو سانتي مترو (> 5 cm) څخه هم اوړي.
- T_4 کانسر ګاونډیو غړو ته غوړېدلي دي.

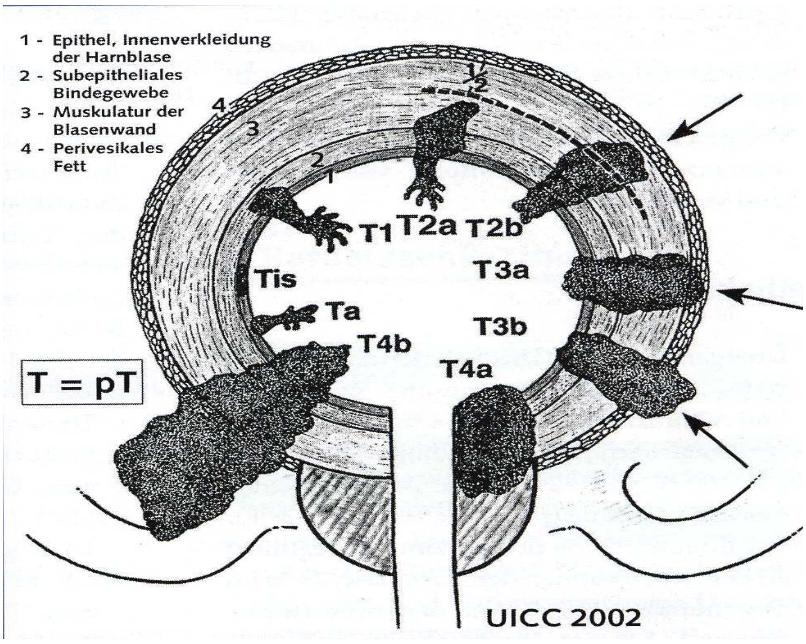
د **N** قیمت د صفر نه تر دریو پورې رسیږي (N= 0-3) اوصفردا مانا لري چې هیڅ مثبت لومف موجودې نه دي او دری په دې مانا چې خورا ډیرې مثبت لومف موجودی دي.

- N_0 دسرطان لومفاوي غدې نه شته، او د بدن نورو برخو ته نه دې غوړېدلي، یاني مېتاستاز نه شته.
- N_1 دسرطان دلومفا وي غدې شته، خوپه خپل ځاې کې پرتي دي، او د بدن نورو برخو ته نه دي غوړيدلي.
- N_2 دسرطان دلومفا وي غدې شته او د بدن نورو برخو ته غوړيدلي دي یاني مېتاستازې شته دي.
- N_3 دسرطان ګڼ شمیر لومفا وي غدې شته ، چې غټوالی یې د شپږ سانتي مترو نه هم اوړي.

د **M** قیمت یاداچي صفر او یا یووي (M= 0-1) او صفر په دې مانا چې سرطان په خپل لومړني ځاې کې دی اویو په دې مانا چې دسرطان ناروغي دبدن نوروبرخو ته غوړيدلي ده.

☜ $pT_1pN_0M_0$ په دې ځاې کې د يې توری P دا مانا لري چې د عمليا ت څخه وروسته د سرطان ناروغی پړاونه لکه T_1 او N_0 وټاکل شول. دا په دې مانا چې دبدن عملیات شوې برخي مواد د پاتو هیستولوژي په کړ نلاره سره تر څېرنې لاندې ونيول شوه او بیا یې د سرطان ناروغی پړاونه وټاکل شول او له دې کبله دعملیا ت څخه وروسته یاني (Post operative) نوم وکړ شوئ دی.

که چیرته د ارتوری (r) پر لیکه شوئ وي نو دا مانا لري چې د سرطان ځیني پاتي شوي نسجونه شته دي او یا دا چې د سرطان ناروغي بیرته راګرزیدلي ده (r = recidive) .



۱۵۸- شکل: د کیسه مثاني سرطان (Bladder cancer) هر اړخیزپړاونه چې د (TNM) سیستم په اساس د یوه ګراف په شکل ښودل شویدي. دکیسه مثانه د ننه برخې اپیتېل (Epihel) په یو(1) اوورپسې لاندنی پوست اپیتېل په دوه (2) او د عظلاتو(Muscle) برخه یې په دریو (3) سره ښودل شوې ده (9).

تومورمارکر (Tumormarker)

نن ورځ د سرطان ځینې داسې ناروغۍ هم پیژندل شوې دي چې دسرطان حجرې پخپله یو ډول مواد لکه انتیګین Antigen، پروتېین، اینزایم او هارمونونه جوړوي. په وینه او یا پخپله دسرطان په حجروکې دنورمال په پرتله د نومورو موادودغلظت ډېرښت او یا کمښت دا مانا ورکوي چې دنومړې غړي دکارکولودنده د خطرسره مخامخ ده او کیدای شي چې دسرطان ناروغۍ دلومړي پړاو مخکنۍ نښاني وي. نومړي مواد د تومور مارکر په نامه سره یادیږي چې ځینې یې د یوه غړي سرطان ناروغۍ سره سم سیخ تړاو لري. دبیلګې په ډول لکه مولتیپل میولوما Multiple myeloma دسرطان یوه داسې ناروغي ده چې دپلازما په حجروکې پیل کیږي.نومړې حجرې د سپینو کرویاتو څخه منځ ته راځي. مولتیپل میولوما دسرطان یوه داسې ناروغي د ه چې د یوې خوا د هډوکو په ماغزو اووینه کې د پلازما حجروشمیرډیریږي اودبلې خوا یې په جوړښت کې هم بدلون راځي. نومړې حجرې کولای شي چې دبدن د دفاع سیستم دوینې جوړونکو حجرو په تولید باندې ډیره ناوړه اغیزه واچوي. دپلازما حجرې د هډوکو په ماغزو کې راټولیږي او هلته یو تومورمنځ ته راولي چې د پلازما سیتوماس plasmacytomas په ناه سره یادیږي. هغه ناروغان چې د مولتیپل میولوما په ناروغۍ اخته وي د هغوی په میتیازو کې یوټاکلی پروتین د Bence jones proteine پیژندل کیدلای شي. نومړئ پروتین یوازې د پلازما حجروڅخه جوړیږي.

دبیلګې په ډول پروستاتا (Prostata) یوه غده ده چې په عادي حالت کې هم یو ټاکلی پروتېین افرازکوي او د پروستاتا سپیسیفیک انتیجن (Prostata specific antigen = PSA) په نامه سره یا دیږي. نومړئ پروتېین یوداسې اینزایم دئ چې دسپرم حرکت سره مرسته کوي اودهغه جین په نونسم کروموزوم کې

موقعيت لري (Chromosom 19q13). خو کله چې پروستاتا وپرسيږي او غټه شي نو په وينه کې د نومورې انتيجن اندازه د پخوا په پرتله بدلون کوي. په عادي صورت کې د پي اېس اې PSA قيمت په وينه کې دصفر څخه ترځلورنانوګرام په ملي ليترکي ټاکل شوئ دی(0-4 ng/ml). خو په دې اړوند بايد وويل شي چې په وينه کې د پي اېس اې PSA قيمت لوړوالی سل په سلو کې ددې مانا نه لري چې ګنه د سرطان ناروغي سره تړاوولري. دا ځکه چې د پي اېس اې نوموړئ قيمت هغه وخت هم پورته ځي کله چې پروستاتا بنه پرسوب (Benigne tumor) ولري. په ٤٣ الف جدول کې د يو لړمهمو کلينيکي تومور مارکرنومونه او دناروغيو سره د هغوی تړاو ښودل شوئ دی.

Tumormarker تومور مارکر	Tumortyp دتومور ډول
CEA (karzinoembryonales Antigen)	دسږي سرطان، دمعدې سرطان، دتيوسرطان Mamma او د ينې سرطان Liver
CA 15-3 (Cancer Antigen 15-3)	دتريخي سرطان pancreas ، دتيوسرطان
CA 19-9 (Cancer Antigen 19-9)	دمعدې سرطان، د ينې سرطان Liver دتريخي سرطان
CA 125 (Cancer Antigen 125)	دجنسي غدو سرطان، د تيوسرطان Mamma
Calcitonin	د تايرايد سرطان Thyride carcinom
PSA (prostata specific antigen)	دپروستاتاالتهاب،غټوالی اويا دسرطان ناروغی په پايله کې پورته ځي. د صفر نه تر ځلورنانوګرام په ملي ليتروينه
Ferritin	دسږي سرطان، دينې سرطان ، دوينې سرطان او دتريخې سرطان
IgM (Immunoglobuline)	پلازما سيتوم، په وينه کې د ماکروګلوبولين ډيرښت
Bence-Jones-Proteine	په وينه کې د پلازما حجروډيرښت ، multiples myelom

٤٣- الف جدول: دسرطان هغه ناروغی ښودل شوي دي چې ديوه ټاکلي تومور مارکرسره تړاولري.

دسرطان ناروغی د درمل يا دعلاج تګ لارې (Cancer Treatment methods)

که څه هم دسرطان ناروغی د درملنې (علاج) په اړوند په اوسني وخت کې ډيرې زياتې او پرمخ تللې تګ لارې ښتنه دي، خوبيا هم دياودونې وړخبره داده، چې هغوې تولې يوازې هغه وخت ګټوره اغيزې لرلای شي، چې د سرطان ناروغی ډير پرمختګ نه وي کړی. دسرطان د درملنې ياني علاج (Therapy) پيژندل شوې تګ لارې په لاندې ډول دي:

- عمليات (Surgery)
- کيمياوي تيراپي (Chemotherapy)
- دوړانګو درملنه يا راديو تېراپي (Radiotherapy)
- دهډوکوماغزو او د ستم حجرو ترانسپلانت (Bone marrow and stem cell transplants)
- بيالوژيکي تيراپي (Biological Therapy)
- هارمون تيراپي (Hormone therapy)
- جين تېراپي (Gene therapy)

دنومورو تولوکړنلاروخخه عملیات، کیمیاوي تیراپي او راديو تيراپي خورا پراخ استعمال موندلی دي.

لومړی: دعملیات کړنلاره (Surgery)

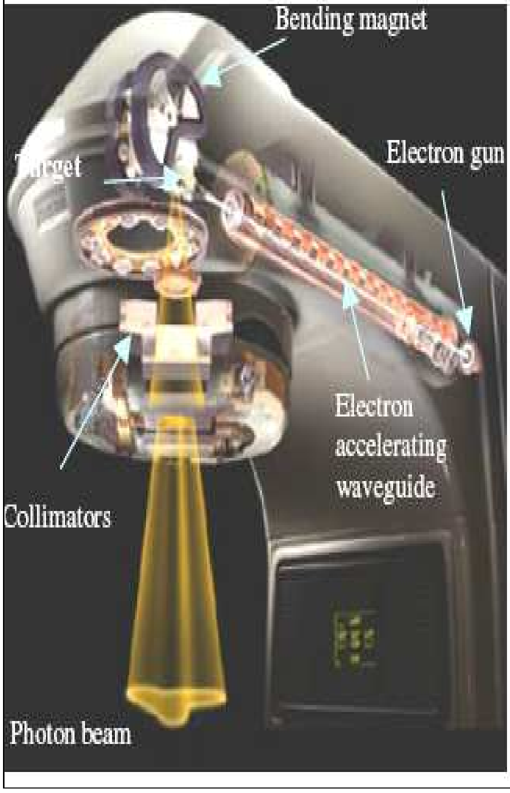
دعملیات په تګ لاره کې پخپله دسرطان نسجونه او د هغه د سرحد خو ملي متره روغ نسجونه او کله هم د روغ غړي يوه برخه، کوم چې د کمپیوترتوموګراف اونورو طبي الاتو په مر سته پيژندل شوي وي، ليري کوي. نومورې کړنلاره په هغه وخت کې تر سره کيږي کله چې دسرطان ناروغي دبدن نورو برخوته نه وي غوړيدلي ياني ميتاستاز يي نه وي کړی او په يوه ترلي او محدود ځای پورې اړه ولري.

دوړانګودرملنه یا راديو تيراپي کړنلاره (Radiotherapy)

نوموړې تګ لاره هغه خت په کار اچول کيږي چې د سرطان نسجونو سرحد پوره څرګند نه وي اود شا و خوا روغو نسجونوسره دومره شريک شوي وي چې پيژندل يي سخت تماميږي، اويا داچې سرطان د بدن نورو برخو ته هم غوړيدلی وي. راديو تيراپي دسرطان ناروغی ددرملني يوه داسي کړ نلاره ده چې د راديو اکتيو ايزوتوپو او ايونايزکوونکو وړانګو څخه کار اخيستل کيږي. په نوموړې کړنلاره کې لوړ انرژي الکترونو، فوتونو،نيوترونو او ايونوزرو په مرسته سره د سرطان حجرې د منځه وړل کيږي. دنومړو وړانګو نورې ګتورې اغيزې په لاندې ډول دي:

- مخکې د عملیات څخه د سرطان نسجونه سره راغوړنډ اوحجم يي کوچنۍ کوي
- د عملیات څخه وروسته د سرطان ناروغی دبيرته پيل کيدلوخطر کم کوي
- پخپله وړانګې هم دسرطان حجرې وژني خو سالمي ياني روغي حجروته دومره زيات زيان نه رسوي دا ځکه چې روغي حجرې خپل ځان بيرته چمتو کولای شي
- کله چې دسرطان ناروغی ډيره پر مخ تللي وي او دعلاج چانس يي ډير کم وي نو د وړانګو په مرسته دناروغ د پاتي ژوند کيفيت ورشه کو لای شي.

په ۱۵۹ شکل کې د فوتون او الکترون وړانګو يوه آله ښودل شوي ده چې د سرطان ناروغی ددرملني په موخه ورڅخه ګټه اخيستل کيږي او دکلينيکي خطي تعجيل کوونکي (Clinical Linear Accelerator) په نامه سره ياديږي. د نوموړې آلې په کوپـړې کې دالکترونو او فوتونو يوه سرچينه ځای په ځای شوې، چې وړانګې يې سم سيخ دالکترومقنا طيسي ساحې په مرسته د ناروغ بدن په هغه برخه کې فوکس کيږي، چې د سرطان نسجونه پکې پيژندل شوي وي. دخطي تعجيل کوونکې ښه والی په دې کې دی چې انرژي يي دداکتر دزړه په خوښه ديومېګا الکترون ولټه څخه تر لړ څه شلو مېګا الکترون ولټه پورې تاکل کيدلای شي. د نوموړې تکنالوژي ګټه په دې کې ده چې په بدن کې دسرطان ناروغی د ژوروالي سره سم دوړانګو انرژي په ازاده توګه ټاکلای شو. د بېلګه په ډول پوستکي ته نږدې سرطان لپاره لږڅه پينځه مېګاالکترون ولټه انرژي او د سرطان هغه نسجونه چې په بدن کې ژور پراته وي د بېلګه په ډول لکه لس سانتي متره داسي وړانګې ورکولای شو چې انرژي يي شل مېګا الکترون ولټه قيمت ولري.

د خطي تعجيل کوونکي کلينيکي کړنلاره	دخطي تعجيل کوونکي تخنيکي بڼه
	

۱۵۹- شکل: د راديولوژي متخصص ډاکترغازي محمد سلطانزی ديوه کلينيکي خطي تعجيل کوونکي (Clinical Linear accelerator) په څنګ کې ليدل کيږي. دوړانګودرمل پوه په دې لټه کې دی چې د سيمولاسيون (Simulation) ټکنالوژي په مرسته سره د خطي تعجيل کوونکي هغه زاويه او نورهندسي پارامټرونه ولټوي ، ترڅو د سرطان ناروغو نسجونو ته تا کل شوې انرژي ډوزپه بشپړ توګه ورسيږي. په نوموړې کړنلاره کې ډيره پام لرنه دې ته وشي، چې دشاوخوا روغو نسجونوته تر څېله وسه لږ وړانګې ورسيږي، تر څو سالمې حجرې د وړانګو د زيان څخه وژغورل شي.

دکلينيکي خطي تعجيل کوونکي سرچينې Electron gun څخه الکترونونه راوځي او د الکترو مقناطيسي څپوپه مرسته سره تعجيل ورکول کيږي(Accelerating waveguide). ديوه مقناطيس په مرسته سره نوموړي الکترونونه په نوي درجه زاويه (90°) څېل سمت بدلوي او بيا په يوه فلزي نښه (Target) لګيږي. کله چې دغه الکترونونه دنښې اتومونوهستې په نږدې کې تيريږي نو دکولومب بريښنايزقوه وربانډې اغيزه کوي اولکه يو موټر چې بريک ووهي، نو الکترونونه هم بر يک کيږي او خپله حرکي انرژي د لاسه ورکوي اولوړانرژي فوتون وړانګې ورڅخه منځ ته راځي. نوموړې وړانګې ناروغ ته مخامخ د يوه کوليماتور (Collimators) په مرسته سره فوکس کيږي.

دراديو تېراپي په کړنلاره کې د سرطان حجرو د بيخي له منځه وړلو په موخه دوړانګو بشپړ ډوز په عمومی ډول سره د پنځوس څخه تراويا ګرې (50- 70 Gray) پورې ټاکل کيږي. نوموړې وړانګې داسي ويشل کيږي (Fraction) چې په يوه ورځ او يووار سره دوه ګرې 2 Gy او پينځه واره په اونی کي ناروغ ته ورکول کيږي او له دې کبله لږ څه شپږ اوني وخت نيسي.

د کيمو تيراپي (Chemotherapy) کړنلاره

دسرطان ځيني داسي ناروغی هم شته دي چې د راديو تېراپي او عملياتو په پرته د دواګانوپه مرسته سره هم له منځه تللاي شي. نوموړې کړنلاره د کيمو تېراپي په نامه سره ياديږي.

کيمياوي تېراپي ددرمل پوهني يوه داسي کړنلاره ده چې دسرطان ځانګړو ناروغيود حجرود منځه وړلو او همدارنګه دځينوميکروبونودوژلو په موخه ديولړطبيعي اومصنوعي دواګانو څخه کار اخېستل کيږي. نوموړې دواګاني چې د کيموتېراپويتيک (Chemotherapeutic) په نامه سره ياديږي داسي خواص لري، چې د سرطان حجروپه ميتابالېزم باندې اغيزه کوي. په دې مانا چې دحجرې په يوه ګرځيدونکي ځانګړي پړاو کې (Cell cycle) چې د (DNA-Synthesephase) په نامه سره ياديږي د دې اين اې بيرته غبرګ جوړيدلو(Reduplication) اوکاپي کولو مخنيوئ کوي. په نوموړې تګلاره سره کيموتېراپويتيک دواګاني د سرطان حجرو لپاره داسي پايله لري لکه ذهر او له دې کبله يې وژني او په روغو حجرو باندې نسبتا کم ناوړه اغيزې لري. د کيموتېراپويتيک دواګاني په لاندې ډول ويشل شوې دی.

- الکايل انځين (Alkylating agents = Alkylanzinen) :
  د بيلګه په ډول لکه Cisplatin; Cyclophosphamid; Dacarbazin; Mitomycin; Procarbacin
- انتي مېتابوليستين (Antimetabolisten) :
  دبيلګه په ډول لکه: Methotrexat; Fluoruracid; Azathioprin; Mercaptopurin
- انتي بيوتيک (Antibiotics)
  د بيلګه په ډول لکه Daunorubicin; Doxorubicin; Mixoantro; Epirubicin

دکيمو تېراپي کړنلارې ښه والی د عمليات او راديوتيراپي په پرتله په دې کې ده، چې دبدن په هره برخه کې دواګاني کولای شي، چې د ويني او دلومف سيستم په جريان کې ننوځي او دسرطان حجروته ځان ورسوي او هغوی دمنځه يوسي. د کيموتيراپي دواګاني دسرطان ناروغی د ډول سره سم دعمليات او راديو تيراپي څخه وړاندې او يا وروسته ناروغ ته ورکول کيږي.

لومړی: اد جیووانت کیموتیراپي (Adjuvant Chemotherapy)

د کیموتیراپي دواګاني ناروغ ته د عملیاتو او یارادیوتیراپي ددرملني په اخیر کي پیل کیږي. دنوموړې کړنلارې ګټه په دې کي لیدل کیږي چي د عملیات څخه وروسته دیوې خوا د سرطان ناروغی دبېرته راګرزیدلو (Rezediven) خطر کم کیږي او دبلي خوا د میتاستازو (Metastase) منځ ته راتلومخ نیوی وشي.

دویم: نیو ادجیووانت تیراپي (Neoadjuvant Chemotherapy)

د کیموتیراپي دواګاني ناروغ ته د عملیاتو او یارادیوتیراپي ددرملني څخه په مخ کي ورکول کیږي . دنوموړې کړنلارې ګټه په دې کي لیدل کیږي چي د عملیات څخه مخکي د سرطان نسجونه سره راغونډ وي اوحجم یې کوچنۍ کوي.

دسرطان ناروغی د خطرړومبی نښی

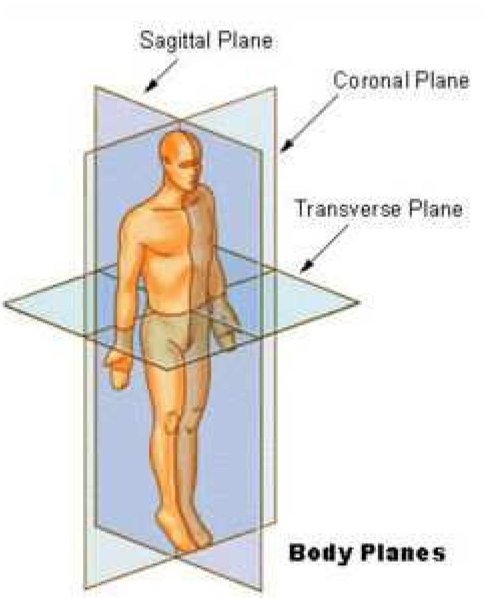
١ - د یوې غدې ستریدل او دبدن په یوه برخه کي دغوښي څخه د یوه کلک غوندارې لکه مرغرې په شکل دیوی داني منځ ته راتلل. د ښیلګي په ډول لکه دښځوپه تیوکي Breast knots
٢ - دیوستکي یوه خال او یا زخي warts په بڼه کي بدلون او د نوروخالونومنځ ته راتلل
٣ - دکولمو او یا د میتیازو کڅوړې bladder په کار کولوکي بدلون
٤ - دستوني دیرتخماریدل او دیر توخیدل
٥ - دویني کمښت Anemia اویا دبدن خینو غړولکه د نس او یا مهبل (Vagina) څخه دویني بایلل
٦ - دهارمونوپه میتابالیزم اوکچه کي بدلون او همدارنګه د ښځي جامي یا حیز دریدل
٧ - دستوني څخه دخوراکي موادو تیرولو ستونځه
٨ - داشتها نشتوالي او دغوښي څخه کرکه کول
٩ - د زخم او پر هاربېرته نه جوړیدل
١٠- دسترګود لید کمښت او په غوږو ناڅاپي کونیدل
١١- په لنډ وخت اویوه ناڅا په دوزن کمښت
١٢- پایښت لړونکی درد

دسرطان ناروغی د تشخیص په موخه یوه ډیره وتلي فزیکي کړنلاره د کمپیوترتوموګرافي په نامه سره یادیږي چي د بدن په درې بعدونوکي د اکسریزعکسونه اخیستل کیږي

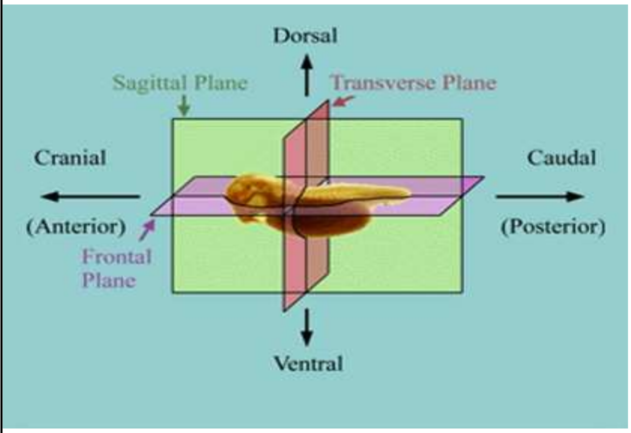
☑ دافقي محورسطحه (Transversal plane) : هغې عمودي سطحې ته ویل کیږی چې بدن په افقي ډول د سرنه پشوخواته په ساره پرې کوي.

☑ کورونال سطحه (Coronal plane = frontal plane) : هغې عمودي سطحې ته ویل کیږی چې بدن په اوږدوسره په مخ یوه برخه اوپه څټ یوه برخه ویشي

☑ زاګيتال سطحه (Sagittal plane): هغي عمودي سطحي ته ويل کيږي چي بدن د مخ نه شا خواته په دوه
ځنګځنوبرخوويشي



دښت خواته Dorsal ، دپښوخواته Caudal
دسرخواته Cranial ، دمخ خواته Ventral



۱۲۸ **- الف شکل:** په کمپيوتر تومو ګرافي کي د بدن اناتومي دری بعده محوررونه اوسطحي ښودل شوي دي.

پوښتني(Questions) :

۱۸-۱- دسرطان ناروغی ددرملني نامتوکرنلاري په ګوته کړی .

۱۸-۲- يو ښه ډوله پرسوب benign او د يوه ناوړه ياني خطرلرونکي پرسوب mallignant پرسوب تر منځ توپير څه دی؟

۱۸- ۳ يوه ناروغی چي د درملني وروسته بيرته راوګرزي څه نوميږي؟

۱۸- ٤ د سرطان ناروغی د غتوالي اوانګړوخواصو په اړوند د تي، اين، ايم T,N,M درجه ورکولوڅخه کاراخيستل کيږي. نوموړئ تکی د سرطان ناروغی او يا پرسوب په تړاو څه ما لومات وراندي کولئ شي؟

۱۸-٥ دايونايز کوونکووړانګوسوماتيک ستوخاستيک زيان څه ډول اتکل کولای شو چي کنه د سرطان ناروغي به منځ ته راولي او دخطر ضريب يي څومره دی ؟

۱۸- ٦ دسر طان ناروغی دخطر دوولس نامتوپيژندل شوي ږومبی نشي په ګوته کړی؟

۱۸- ۷ تومورمارTumor marker کرڅه ته وايي ؟

۱۸- ۸ څيتو ستاتيکا Zytostatika څه ډول مواد دي او اغيزه يي څه ده؟

د یورانیم مخ نیوی اودککړشووکسا نو ددرمل کړنلارې

- تر نن ورځ پورې یوه اغیزمنه فزیکي اویا طبي کړنلاره نه شته چې د تنفس شوي او یا بدن ته ورننوتلي یورانیم مخنیوئ او یادرمل وکړي
- هغه چا ته چې یورانیم دتنفس، څښاک او یا خوراک له لارې بدن ته ور ننوتلی وی نوددې لپاره چې دیورانیم ذرې په غړوکي جذب نه شي، اود بدن څخه زر ووځي، نو دسوډیم بیکاربونا ت (Sodium bicarbonate) یونیم په سل % 1,5 تینګ شوئ محلول د رګونو له لارې بدن ته ورتیر شي (Intravenous transfusion)
- که په چا ددې شک وشي چې ګنه د یورانیم په موادوبه ککړ شوي وی، نو تر ټولو دباوروړاوچټکه کړنلاره داده، چې هره ورځ په رنې میتیازو(urine) اوخړې میتیازو(Faeces) کې دالفا شپیکترومتري تر سره شي او دیورانیم اکتیویتي اندازه شي. نوموړې اکتیویتي د پښتورګودکارکولوپه اړوندرښتونی اوګتورمالومات ورکوي.
- په بدن کې دغریب شوي یورانیم کچه د یوې حساسي فزیکي الې (کتلي ماس شپیکترومتر) په مرسته ترسره کیږي. ددې موخې لپاره د ځلرویشت ساعتولپاره د ککړشوي وګړي رنې میتیازې راټولیږي اود یورانیم دوه سوه پینځه دیرش او یورانیم دوه سوه اته دیرش تناسب (U^{238}/ U^{235}) ټاکل کیږی.
- هغه او به اوخوراکي مواد چې دیورانیم په موادو ککړ شوي وي وه نه خوړل شي
- هغه سیمی چې د یورانیم سرګولی پکي چاودلي وي د فزیکي الا توپه مرسته سره یې رادیو اکتیویتي اندازه شي اوبیا دهر لوري څخه د ازغن تار په مرسته سره احاطه شي. نوموړې سیمه د یوه رادیو اکتیو سمبول په مرسته نښانه شي اودعام اولس په ټګ او راتګ بندیزولګول شي.
- دیورانیم په رادیو اکتیو موادو ککړشوی سیمه د مسلکي کارپوهانو په مرسته پاکه شي او نوموړې مواد یوه خوندي ځای ته ولیږدول شي.
- په هغه سیمه کې چې دیورانیوم سرګولۍ چاودلي وي او هلته کوچنیان په ریګ اوخاوروکې لوبې کوي، نوددې امکان ډیراتکل کیږي چې لاسونه او بدن یې په رادیواکتیو موادوککړشي اود تنفس اوخوراک څښاک له لارې ډیرزیان ورته ورسیږي. دمخ نیوی لپاره بایده دي چې د اړتیا وړسرښتي ونیول شي اودکوچنیانودککړتوب اکتیویتي اندازه شي
- دیورانیم هغه سرګولی چې په خاوروکې ښښې پرتې وي او نه وي چاودلي هیڅ کله په لاس کې وه نه نیول شي . داځکه چې دوړانګو کچه یې دوه ملي سیورت په ساعت کې ده
- که چیرته په ککړشوي سیمه کې څوک د پښتورګودرد څخه دیرشکایت لري نو ددیالایزیس درمل (Dialysis treatment) سپارښتنه هم اړینه ده. که چیرته د پښتورګوتوبولوس ته زیان رسیدلي وي نو په رنې میتیازو کې د دبیټا مایکروګلوبولین پروتوتین کچه پورته ځي. β_2-microglobolin
- دسیني اکسریزعکس اخیستل دیورانیم غټي ذرې په سږو کې رابرسیره کوي

دوولسمه برخه

نونسم څپرکی

لنډيز (Summary)

- طبيعي يورانيوم يوراديواکتيو فلز دئ چې دهستوي بتۍ لپاره د سونګ موادوپه موخه ورڅخه کاراخيستل کيږي. طبيعي يورانيم ددوايزوتوپوڅخه جوړدئ چې يو يې يورانيوم دوه سوه اته ديرش نوميږي او نهه نوي عشاريه درى په سل اوبل يې يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش نوميږي او درى په زرمه برخه تشکيلوي. په هستوي بتۍ کې د يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش برخه دسونګ موادو په موخه بډاى کيږي او تر لږڅه درى په سلو کی پورته کيږي.

- غريب شوئ يورايم (Depleted Uranium) دطبيعي يورانيوم هغه ډول مرکب تشکيلوى چې د غني کولوپه کړنلاره کې ديورانيوم دوه سوه پينځه ديرش سليزه برخه د صفر عشاريه اووڅخه (0,7%) تر صفر عشاريه دوو(0,2%) پورى راټيټه شوي وي. نوموړئ فلز د طبيعي يورانيم هغه وروسته پاتې فاضله مواد و ته ويل کيږي، چې د چاوديدونکي يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش U-235 د بډاى کولو په کړنلاره کې پاتې کيږي.

- د۱۹۹۱ څخه راپدې خوا دنړۍ ډير هيوادونه دغريب شوئ يورانيوم څخه په پوځي موخه لکه په ټانکونو، سرګوليواوتوغنديو کې ديوه کلک اوچاوديدونکي فلزپه صفت کاراخلي. څرنګه چې دنوموړي فلزکثافت د اوسپنې پرتله لږ څه درى ځله لوړدئ نو له دې کبله د يورانيم سرګولۍ دهغوى د سرعت سره سم په ډيره اسا نۍ سره دپوځي الوتکو، ټانکونو او نوروهغوپوځي وسلو څخه چې د اوسپنې او يانورو فلزاتوڅخه جوړې وي تيريدلاې شي او هغوى بيخي له منځه وړي.

- کله چې ديورانيم يوه سرګولۍ په نښه ولګيږي نو سمدلاسه په کوچنيوذرو اوړي او بيا وروسته لکه چاوديدونکي کيمياوي مواد پخپله اوراخلي اوپه پايله کې چاپيريال ته دغاز يا ايروزول (Aerosol) په بڼه دباد په واسطه خواره واره کيږي. دغه راديو اکتيو ګرد داتموسفيرڅخه دځمکې په مخ پريوځي اوبيا ژورواوبوته هم لاره پيداکوي چې په دې ډول په چاپيريال کې ټول ژوندي اونه ژوندي شيان په راديو اکتيوموادو ککړ کيږي. نوموړي مواد کيدلاى شي چې دخوراک، څښاک او دتـنـفس له لارى بدن ته ننوځي.

- په دغه راديو اکتيوغاز کې ديورانيوم دوړو ذرو قطر لږڅه لس مايکرو متره دي نو له دې کبله په آسانۍ سره د تنفس له لارې سږو ته ور ننوځي . يوه برخه يې په سږو کې جذب کيږي او پاتې برخه يې د وينې له لارې دبدن ټولو غړو ته ليږدول کيږي چې بيا هلته د هرغړي څخه په توپير سره جذب کيږي. دبيلګه په ډول شپيته په سل (60%) په هډوکو، شپاړس په سل (16%) په سږو،

اته په سل (8%) په پښتورګوکي جذ ب کيږی. په سږو کي ديورانيوم بيالوژيکي نيمايي وخت دښپاړسوکالوڅخه هم اوږي.

- ديورانيوم هغه برخه چي دبدن په پلنو هډوکوکي جذ ب شوې وي کوم چي د تول بدن لپاره وينه جوړوي نود هډوکوماغزوته وړانګي رسوي. که چيرته دويني حجرې دوړانګودناوړه اغيزې په پايله کي زيا ن وموميي نوتولې هغه حجرې چي دهغوی څخه نورې نوې حجرې جوړيږي هم نيمګړي وي، اوله دي کبله دموتيشن او د ويني سرطان ناروغی سبب(لامل) ګرزيدلاې شي. په پايله کي دويني کمښت، دويني دفاع سيستم (Imunsystem) کمزورتيا، درنګ سپينوالی، د انتاني ناروغي اونورې ناروغی منځ ته راځي.

- دلږ څه يوکال نه وروسته يورانيوم په توريم (Th-234) او پروتاکتينيم (Pa-234) تجزيه کيږي اودالفا وړانګو په څنګ کي د بيتا او ګاما وړانګي هم خپروي نوله دي کبله دچاپيريال تولواوسيدونکو، نباتاتو، ځنګلونو،ځلورپښيواونورو ژوندسوري اورګانيزمو ته په راتلونکوڅو لسيزوکي دخطريوه سرچينه ګرزيدلاې شي. داځکه چي دنوموړو اورګانيزمو دې اين اې ديورانيوم وسلود کيمياوي، فزيکي، بيالوژيکي، اووړانګيزو زهرجنوناوړواغيزوپه پايله کي موتيشن منځ ته راولي.

- دغريب شوي يورانيوم فزيکي نيمايي وخت څلورنيم مليارده کاله دی. دا په دې مانا چي دنوموړي وخت څخه وروسته د يورانيم اکتيويتي د لومړي وخت په پرتله نيماييی ته رالويږي .نو له دې کبله هغه سيمي چي ديورانيوم وسلي پکي خورې ورې شوې او په راديو اکتيو موادو ککړې شوې وي تر زرګونو کالو پورې به هم په نوموړي عنصراودتجزيې په کړنلاره کې پيدا شوو نويوراديواکتيوعنصرونو ککړې پاتي شي.

- ديورانيوم فلز لکه سيماب (Hg) ، ارزين (Arsen) ، سرب (Pb) او نيکل (Ni) يوډير زهرجن فلز دی چي د بدن ډير وغړو دندې په تيره بيا د پښتورګو کارکول نيمګړی کوي. دنړيوال روغتيا سازمان د سپار ښتني سره سم دعام وګړو لپاره په يوه ګرام پښتورګوکي د يورانيوم اندازه د دريو ما يکروګرام (3µg) څخه وا نه وړي.

- څرنګه چي د يورانيم وسلوڅخه په ډيره ټيټه کچه وړانګي خپريږي، چي ليول يې د ځوملي سيورت نه هم نه اوړي نو له دې کبله دوړانګو زيان يې يوه تصادفي اغيزه يا ستوخاستيک اغيزه ګڼل کيږي چي اټکل يې يوازې د احسايوې شميرنې په بنسټ ولاړدی. خو د تيوري له مخي لکه د الفا وړانګو يوه ذره او يا يو فوتون هم کولای شي چي د بدن په حجرو Somatic cell او يا جنسي حجرو Genetic cell کي دومره بدلون يا موتيشن راولي چي په پايله کي ډير کاله وروسته په همغه نسل کي دسرطان ناروغی اويا په راتلونکو نسلونو کي عيبناک (Malformation) او لادونه منځ ته راشي. دوړانګو ستوخاستيک اغيزې يوازې هغه وخت بې زرره ګڼل کيدای شي چي دوړانګوانرژي دوزيې صفر قيمت ولري ياني چاته هيڅ وړانګي وه نه رسيږي.

اخرنى خبرې اوپايله

دګران افغانستان په خاوره کې اوه ويشت کلني جګړې دا په ډاګه کړه چې ترنن ورځ پورې افغان ولس ديوې خوا ګڼ شمير ژوندي دښمنان او دبلې خوا نه ژوندي دښمنان لري. دبېلګه په ډول د نه ژونديو اواوړدې مودې دښمنانو په ډله کې لاندنی وسلې شميرل کيږي.

- د ۱۹۸۰م کال څخه راپدې خواد هيوادپه هرګوټ کې ديورانيوم وسلوڅخه دجګړې په ډګرکې کار اخيستل کيږي او په پايله کې چاپيريال په راديواکتيو او زهرجنوموادو ککړکيږي.
- په ټول هيوادکې د ماينونو(land mines) شته والی داسې پايله رامنځ ته کړې چې په راتلونکو لس ګونو کالونوکې چاپيريال د افغان ولس لپاره دخطريوه ستره سرچينه او غميزه وګرځي.
- د۱۹۹۸ م کال څخه راپدې خوا دافغانستان ګڼ شمير ګاونډي هيوادونه هستوي ازمويني تر سره کوي. په نومړې کړنلاره کې دهيوادچاپيريال په راديو اکتيو موادوککړ کيږي.

څرنګه چې ديورانيوم وسلود ناوړواغيزوپه اړوند تر ننه پورې ديوې علمي اود باور وړڅيړنې د بې پلوه حکومتونواونامتو پوهنيزتولنوله خوا نه دي تر سره شوې نو ديورانيوم وسلود هستوي وړانګود ربښتونی زيان اټکل تر اوسه پورې ډير سخت او ګنګ پا تې شوئ دی. داځکه چې:

تجربو وښودله چې دسرطان هغه ناروغی کوم چې د يورانيم وسلو د استعمال په پايله کې منځ ته راتلای شي، اود سرطان هغه ناروغی کوم چې په چاپيريال کې دنوروناوړواغيزو، لکه کيمياوي زهرجنو موادو، په طبابت کې د وړانګوکارول، په چاپريال کې طبيعي وړانګې، دچرنوبيل هستوي وړانګې، هستوي ازمويني او د هستوي بټيو څخه را پيدا کيږي دنوموړوتولو تر منځ په کلينيکي تراوکوم توپيرکيدلای نه شي.

ددې لپاره چې په دې هکله يوه غوڅه پريکړه وکړای شو،په دې مانا چې ګنه د يورانيوم وسله په کومه کچه داولس په روغتيا اوپه چاپيريال باندې ناوړه اغيزې لرلې، نو اړينه ده، چې په دې اړوند د ټيټې کچې وړانګوپه هکله نورې علمي څيړنې په ملي اونړيواله کچه تر سره شي. دټيټې کچې وړانګې او لوړې کچې وړانګې بيلګې په لاندې ډول دي.

- په لوړه کچه وړانګې (High level radiation) لکه په جاپان باندې داتوم بم وړانګې، او یا داتومي وسلود کارولوپه پایله کې چاپیریال ته خپرې شوې وړانګې چې دانرژۍ ډوزیې دیو ګرې (>1Gy) نه پورته وي.
- په ټیټه کچه وړانګې (Low level radiation) لکه دیورانيم وسلووړانګې، په طبابت کې د وړانګواستعمال، په چاپریال کې طبيعي وړانګې، دچرنوبيل هستوي وړانګې، دیورانیوم دکان کېندنې وړانګې، او د هستوي بټیوڅخه ازاد شوې وړانګې چې دانرژۍ ډوزیې دیو ګرې څلورمې برخې (<0,25Gy) نه ښکته وي. نوموړې وړانګې دطبيعي وړانګوپه پرتله لږ څه سل برابره دی.

د ۱۹٤۰ م کال څخه راپدې خوادلوړې کچې وړانګې په هکله ګڼ شمیر اپیډیمولوژي Epidemiology څیړنې تر سره شوې دي چې د تجربو په بنسټ دوګړوروغتیا او چاپیریال ته د زیان خطراتکل وړاند وړینه درياضي موډلونه په مرسته تر سره کیدای شي.

په داسې حال کې چې د خلکو روغتیا په تړاو د لوړې کچې وړانګو دزیان اوخطر په هکله دنړیووالومسلکي ساینس پوهانو تر منځ پوره یووالی شته دی خو د ټیټې کچې وړانګو په هکله ساینس پوهان په دوه ډلو ویشل شویدي.

لومړۍ ډله پوهان:(3;4;79;83)

هغه ډله پوهان اونړیوال سازمانونه دي چې دخلکو روغتیا اوچاپیریال ته د ټیټې کچې او دیورانیوم وسلې وړانګې داندیښنې وړ نه ګڼي او په لاندې ډول خپل نظروړاندې کوي.

- دیورانیوم وسلودخطر کچه دهغو حکومتونوله خواچې دجګړو په ډګر کې دیورانیم وسلو څخه کار اخلې نه منل کیږي اود زیان احتمال یې په چاپیر یال کې د طبيعي وړانګو اونورو زهرجنوکیمیاوي اوبیالوژیکي موادو سره برابراټکل کوي.
- داتومي انرژۍ نړیوال سازمان (IAEA)، دملګرو ملتودچاپیریال ساتنې کمسیون(UNEP) او د نړیوال روغتیا سازمان (WHO) د یورانیوم وسلو زهرجنې اووړانګوناوړه اغیزې منې، خو د زیان کچه یې ډیره ټیټه او داندیښنې وړ نه ګڼې.
- په نړۍ کې وتلې مسلکي کارپوهان (83;57;47) دیورانیم وسلودخطر کچه دعامو وګړو روغتیا ته داندیښنې وړ نه بولې . دبیلګې په ډول مېکډیارمید (McDiarmid et al 83) لږ څه دوولس کاله وروسته په هغو عسکرو باندې چې په ۱۹۹۱ م کال کې یې دګلف خلیج په جګړه کې برخه اخیستې وه بیالوژیکي او کلینیکي تجربې تر سره کړې .نوموړو کارپوهانوډګن شمیر عسکرو میتیازې په یوه موده کې د ځلرویښت ساعتونولپاره راټولې کړې اود یورانیوم غلظت کچه یې دځانګړې (ICP-MS) تکنالوژۍ په مرسته سره اندازه کړه. دتجربوپایلو په ډاګه کړه چې دعسکروپه بدن کې د یورانیوم کچه دطبيعي کچې سره برابره وه.

دویمه ډله پوهان:(1;2;5)

هغه ډله پوهان اونړیوال بې پلوه علمي سازمانونه دي چې دخلکو روغتیا اوچاپیریال ته د تیتې کچې او دیورانیوم وسلې وړانګې په راتلونکو څو کالونو کې بیخي داندیښنې وړ ګڼي او خپل نظر په لاندې ډول وړاندې کوي.

دویمه ډله نړیوال بې پلوه مسلکي ساینس پوهان اوپوهنیزنا دولتي ټولنې د بیخي نوو څیړنو او اپیدیمولوژی شمیرنوپه بنسټ نه یوازې دلوړې کچې، بلکه د تیتې کچې وړانګې دخطر څخه هم ډیره اندیښنه ښیي. نومړې ډله مسلکي پوهان په ډاګه کوي، چې د هغو پخوانیو فرضیو(Hypotheses) کلاسیک موډلونه، کوم چې په جاپان باندې داتوم بم دکارولونه وروسته د ژوندیو پاتې شوواو دسرطان په ناروغۍ اخته کسانوڅیړنواواپیدیمولوژی شمیرنوپه بنسټ ترلاسه شوي دي، دتیتې کچې وړانګو لپاره د باوروړنه دي. داځکه چې دغه کلاسیکي موډل دتیتې کچې وړانګو دخطرضریب کچه ددرندو هستوي ذرو لکه د الفاذرې لپاره کله چې دخوراک څښاک له لارې بدن ته ننوځي بیخي لږ ښیي. نومړې ډله پوهان د تیتې کچې وړانګې لکه دیورانیوم وسلې دخطرضریب په هکله خپل دریزونه لاندنیوورته هستوي پیښو، نویوڅیړنواواپیدیمولوژی شمیرنوپه بنسټ په ډاګه کوي (61-65).

- هغه حجرې چې دوړانګودرنا کیدوپه پایله کې ورته زیان رسیدلې وي خوبیا هم ژوندې پاتې شوې وي. په ډیر احتمال سره به په نوموړوحجرو کې څوکاله وروسته دغه وررسیدلې نیمګړتیا را برسیره شي (Genomic instability)
- دبایسټینډراغیزه (Bystander effect) دتیتې کچې وړانګو یوه بیخي نوې او ازمویل شوې بیالوژیکي هغه ناوړه اغیزه په ګوته کوي چې درنا شوو حجرو په شاوخواګاونډیوحجروکې پیښیږي او زیان ورته رسوي. په داسې حال کې چې ګاونډیو حجروته هیڅ وړانګې هم رسیدلې نه وي. دبیلګه په ډول دځانګړوحجرو په کلچرکې (Cell culture techniques) یولړتجربو وښودله چې دهستوي درندوذرولکه دالفا ذره اود تیتې کچې انرژي ډوزلپاره د پیژندل شووفرضیو (Hypotheses) پرخلاف په ډې این اې کې دوړانګو د موتیشن خطرکچه لږ څه دلسو نه تر سل ځله پورې لوړه ده(61-65) .
- دتیتې کچې وړانګو دخطر وړاند وینې اټکل تراوسه پورې دیوې خطي برید نه لرونکې فرضې (Linear-non threshold hypothesis =LNT) په بنسټ تر سره کیږي چې په نړیواله کچه ددیرو مسلکي پوهانوله خوا منل شوئ او دباوروړموډل تشکیلوي. نوموړئ فرضیه داسې مني، چې که دوړانګویوه ذره د ډې این اې یوه مالیکول سره غبرګون وکړي، نو په پایله کې کولای شي چې د سرطان ناروغۍ منځ ته راولي (66) . دا په دې مانا چې دسرطان حجرود راپاریدلو احتمال د الفا ذرو دشمیر سره سم سیخ متنا سب دی. نوکه دالفا لس ذرې د بدن یوه ډې این اې په یوه مالیکول ولګیږي نود سرطان دمنځ ته راتلو خطر یې هم لس ځله پورته ځي. دا په دې مانا چې څومره ډیرې ذرې د ډې این اې. (DNA) په مالیکول ولګیږي نو په

همغه کچه يې د زيان احتمال هم زياتيږي. دنومړي تيوري په اساس دوړانګودخطرڅخه که په هره کچه هم وي خلاصون نه شته (No level of radiation is safe).

- ځيني نړيوال بې پلوه اونه حکومتي پوهنيز ټولنې په ډاګه کوي چې په عراق ، په پخواني يوګوسلاويا (کوسوو) ، کوواېټ او افغانستان کې د يورانيوم وسلې کارول شوئ دي (1;2;5). په نومړوسيموکي خلک ديو لړناروغيواخته کيدوڅخه وروسته شکايت لري. دبېلګه په ډول:

د هډوکوخوږيدل، دغړوکمزورتيا، تبه لرل، عصبي تکليف، دسترګو ديد کمښت، سرخوږيدل، دحافظې کمښت، ژورخفګان (Depression) او داسي نور.

دبيلګه په ډول دنړی بې پولې ډاکتران (84) په ډاګه کوي چې په ځينوهيوادولکه عراق اويوګوسلاويه کي دسرطان ناروغۍ کچه د پخوا په پرتله څو ځله پورته تللې ده. دنومړو وسلو په کارولو سره د سيمي وګړو په تيره بيا په کوچنيانوکي دويني سرطان، د معيوبو ماشومنوزيږيدل (Malformation) ديخوا په پرتله ډيرښت موندلي دی.

- هغو عسکرو چې پخپله ديورانيوم وسلو په کارولو او يا دخليج جګړې په ډګرکې دنده تر سره کوله په ګوته کوي چې دنومړو وسلوله کبله دهغوی روغتيا ته زيان رسيدلی دی.د بيلګي په ډول دهغوی په رنې ميتيازوکي (Urine) دنوروکنټرول کسانو په پرتله په لوړه کچه يورانيوم اندازه شوئ دی او دبډوډي په ناروغۍ اخته دي(Nephritis) . په دغو عسکرو او د سيمي په وګړو کې يو ډول نوې ناروغي منځ ته راغله چې د ګلف جګړې سينډروم (Gulf war syndrom) په نامه سره ياديږي.د نومړي ناروغۍ وتلي کلينيکي نښې دبدن ددفاع سيستم (Immune system) کمزورتيا اود معيوبوماشومانوزيږيدل دي(68).

- دملګروملتو دچاپيريال ساتنې پروګرام ټولنې (UNEP) دراديو کيمياوي تحليل تجربوپه ډاګه کړه چې په پخواني يوګو سلاويا کوزوو (Cosovo) کې د يورانيوم داسي سرګولی کارول شوې دي چې نور ډير راديو اکتيو اوډير زهرجن ايزوټوپونه لکه يورانيوم دوه سوه شپږديرش، پلوتونيم دوه سوه نهه ديرش، پولونيم دوه سوه لس او نيپتونيم عنصر هم پکي شته دي. نومړي ايزوټوپونه په مصنوعي ډول سره په هستوي بټۍ کې منځ ته راځي او دروغتيا په تراو تر ټولو د انديښنې وړ دي. داځکه چې هغوی ديوی خواډيرسخت زهرجن مواد اودبلې خوا ډير راديواکتيو خاصيت لري(82).

- يوه بله اړينه اوديورانيوم وسلو سره ډيره ورته اپيډ يمولوژي شميرنه په هغوپينځه ځلوينت زرو کارګرانوتر سره شوې ده، چې د۱۹٤٦ م کال څخه تر ۱۹۹۰ م کال پورې دجرمني هيواد يورانيوم په کانو کې په کارونو بوخت وو. دنومړو کارګرانو څخه تر نن ورځ پورې لږ څه نيمايي د سږي سرطا ن، دهډوکو سرطان او دويني سرطان په ناروغۍ مړه شوئدي او دغه لړی نورهم پايښت لري. دغوکارګرانو د رادون راديواکتيو غاز (Radon) چې الفا وړانګې خپروي په ټوله موده کې تنفس کړی وه. په دې تړاو بايد وويل شي چې دغريب شوي يورانيوم دالفا وړانګواکتيويتي درادون غاز په پرتله ډيره لږ ده. خو که ديورانيوم په وسلو کې دهستوي بټۍ د سونګ سوځيدل شوي فاضله مواد وکارول شي چې دپلوتونيم اونور ايزوټوپونه هم پکې ګډ شوي وي نو د روغتيا په تړاوډير دانديښنې وړګڼل کيږي(29).

دافغان دولت چارواکو ته وړاندیزونه

په پښتو کي یو متل دی چي: (هغه ځای سوځي چي اور په بلیږي). د ا رښتیا خبره ده چي نن ورځ په افغانستان کي اوربل دی، خو هغه څه چي دکارپوهانوپه وس کي پوره وي باید دګرته راووځي. دا په دې مانا چي که څیرته دافغا ن دولت چارواکي د خپل ولس دروغتیا، سلامتیا اودهیواد چاپیریال ساتني سره دزړه له کومي مینه لري نوپه لاندنیو وړاندیزونو، دخپل ملي اونړیوالو مسئولیتونو په پام کي نیولو سره په دي اړه ټینګ او موثر ګامونه واخلي.

- خړنګه چي افغانستان د اتومي انرژی نړیوال سازمان (International Atom Energy Agency = IAEA) او هم دنړیوال روغتیا سازمان (World Health Organization = WHO) یو ډیرپخوانی او ټینګ غړی دی، نو د نوموړو سازمانو دمنشور سره سم مجبور او مکلف دی، چي په رادیواکتیو هستوي موادو او زهرجنو کیمیاوي او بیالوژیکي موادوباندي دچاپیریال ککړتوب کچه دخپل تخنیکي، علمي اومالي وس سره سم ټیټه وساتي او دیوه ټاکلي کچي یا لیول(Level) څخه وا نه وړي. په دې اړوند دایونایز کوونکو وړانګودخطر څخه دځان ساتني نړیوال کمیسیون، (International Commisstion of Radiation Protection = ICRP) په یوه څیرکي کي لاندنی سپارښتنه لیکل شوي ده:

د هریوه هیواد وګړ و روغتیا او چاپیریال دایونایزکونکووړانګو دخطر څخه چي څومره په تخنیکي، تنظیمي، او علمي توګه امکان ولري باید دوس سره سم خوندي او په امن کي وساتل بني. نوموړی ماده په علمي اثاروکي د الارا (ALARA) پرنسیپ په نامه سره نامتو ده.

- دافغان دولت مسئول چارواکي باید دنړیوال اتومي انرژی سازمان (IAEA) او همدار نګه د روغتیا نړیوال سازمان (WHO) څخه په رسمي توګه غوښتنه وکړي چي په ښکمنو سیموکي داوسیدونکو د ناروغیو پیژندلو په تړاوچي دیورانیوم وسلو سره اړیکي ولري څیړنه پیل کړي.

- نوموړي موخي ته درسیدلوپه خاطر باید دافغانستان واکمن چارواکي سمدلاسه دنړیوال اتومي انرژی سازمان (IAEA) او دنړیوال روغتیا سازمان (WHO) په مرسته یوه څیړونکي پروژه پرانیزي چي دیوي خواپه رادیواکتیو موادو دټول هیواد دچاپیریال ککړتیا کچه شپه اوورځ یاني د ځلیروبینت ساعتونو په موده کي دیوي څارونکي آلي (Environmental Monitoring) په واسطه اندازه کړي اودبلي خوا دسرطان ناروغی په تړاود ثبت اوبر لیکه کولو یوه ابپي ډیمولوجي شمیرنه (Epidemiological cancer register statistic) په ټول هیواد کي پیل کړي.

- ددې لپاره چې په افغانستا ن کې دیورانیوم وسلو په هکله دنړیوالوبې پلوو پوهنیزو ټولنو څپور شوې طبي مالوماتوربښتونوالی وازمویل شي، نوددې اړتیا لیدل کیږي چې پخپله افغان مسلکي کار پوهان داړوندو سیمو اوسیدونکو په رنو میتیازو(Urine) ، وینه اوچاپیریال، لکه اتموسفیر، نباتاتو، ځنګلنو، دڅښاک اوبواو دځمکې پرمخ دیورانیوم کچې او اندازې څیړنه او سپیناوی وشي. څرنګه چې په رنو میتیازو اووینه کې دفزیکي او بیالوژیکي ډوزیمتري په مرسته سره دیورانیوم ټاکل شوې کچه، د هغه یورانیوم سره چې په ټول بدن کې جذب شوې وي سم سیخ اړیکې لري نود نوموړې کرنلارې له مخې سرې کولای شي چې تر ډیرو کالوځخه وروسته هم په بدن کې دیورانیوم کچه وټاکل شي او دروغتیا دناوړو اغیزوپه هکله وړاند وینه تر سره کړي.

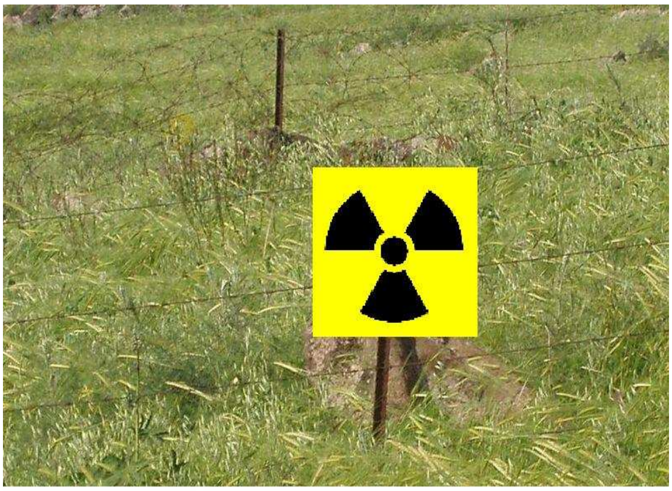
- د یورانیوم په وسلوکې ددؤ اړینوایزوټوپونو لکه (U235/U238) د پیژندلوپه موخه یو لړ فزیکي آلي لکه دکتلې شپکټرومتریوه وتلې د ستګاه (Inductively coupled plasma mass spectrometry)، او دالفا، بیتا او ګاما وړانګو د یدکتورونه دکابل پوهنتون طبیعي علومو پوهنځي په واک کې ورکړه شي. بیا د یو شمیرافغاني اونړیوال وتلواستادانواوکارپوهانو له خوا پراخ بنسټیزریسرچ او څیړنې پیل شي. نوموړې دستګاه دنړیوال مرستو دپروژوپه لړکې تر لاسه شي.

- څرنګه چې د افغا نستان حکومتي چارواکي دهراړخیزوناوره موادو لکه بیالوژیکي،کیمیاوي اوراديواکتیوموادو څخه دچاپیریال د پاک ساتلو اودعام ولس دروغتیا د ساتلومسئو لیت په غاړه لرې، نو له دې کبله مجبور او مکلف دي چې په د ې هکله خپلې ټولې هغه څیړنې چې د چاپیریال ککړتوب په هکله په لاس کې لري خپل ولس اونورونړیوالو سازمانونوته په رسمي ډول وړاندې کړي.

- دتجربو په بنسټ باید ددې لټونه وشي چې دهیواد په کومه یوه سیمه کې خوبه دیورانیوم په وسلوکي دهستوي بټی د سونګ سوځیدل شوي فاضله مواد (Nuclear power plant waste fuel) نه وي کارول شوي. داځکه چې په نوموړوموادو کې په هستوي بټی کې په مصنوعي ډول جوړ شوي رادیو ایزوټوپونه لکه پلوتونیم دوه سوه نهه دیرش Plutonium 239 اونورهم ور ګډ شوي وي.

- هغه سیمې چې د یورانیوم سرګولی پکې چاودلې وي د فزیکي الا تویه مرسته سره یې رادیو اکتیویتي اندازه شي. دیورانیوم په رادیو اکتیو موادو ککړشوی سیمه باید د مسلکي کارپوهانو په مرسته پاکه شي او نوموړي مواد یوه خوندي ځای ته ولیږدول شي. وروسته بیا دهر لوري څخه د ازغن تار په مرسته سره احاطه شي. نوموړې سیمه د یوه رادیو اکتیو سمبول په مرسته نښانه شي اودعام ولس په ټک او راتګ بندیزولګول شي. په ۱۹۶ شکل کې دورانګو دخطررادیو اکتیونښانه یا سمبول ښودل شوی دی.

Radiation hazard symbol



Forbidden Zone دبندیزسیمه

Radioactive contamination

رادیو اکتیوککړتیا

١٩٦ ـ شکل: د وړانګود خطرنبه یا سمبول

(ومن الله توفیق)

اخځونه
(References)

1. A. Durakovic: Uranium Medical Research Center, Washington DC –USA
2. Dai Williams: "Mystery Metal Nightmare in Afghanistan", 2002
3. WHO , Depleted Uranium (Sources, Exposure and Health Effects) , 2001
4. International Atomic Energy Agency Reports Series 2003,Vienna
5. World Uranium Weapons Conference ; Hamburg/Germany Oct. 2003
6. E.B. Podgorsak, „Radiation Oncology Physics", A Handbook for Teachers and Students, IAEA 2005
7. Th. Herrmann: „klinische Strahlenbiologie;Gustav Fischer Verlag, 2000
8. Pschyrembel :" Klinisches Wörterbuch 260 Auflage 2004
9. Sauer, Rolf: Strahlentherapie und Onkologie 2004 (Urban & Fischer)
10. Achakzi, D. : Deutsch –Afghanisch, 1990
11. Günter, Rack : Mathematisch Naturwissenschaftliches Wörterbuch; Deutsch- Dari ; Julius Gross Verlag 1977
12. WAK Foundation for Afghanistan : The ethnic composition of Afghanistan, Safi Druck Verlag 1998 ; Peshawar–
13. W.Jacobi et all ; Verursachungs-Wahrscheinlichkeitvon Lungenkrebs durch die berufliche Exposition von Uran-Bergarbeitern der WISMUT AG; GSF-Bericht S-14/92
14. H. Fritzsch, Eine Formel verändert die Welt, Piper Verlag GmbH Münden, 2003 Germany
15. JRCunningham, The Physics of Radiology, Charles Thomas Publischer, 1983 USA
16. Samuel Glasstone, P.Dolan " The Effects of Nuclear Weapons" 1964"
17. Spektrum der Wissenschaft: " Radioaktivität" 1/1997
18. International Commission on Radiological Protection, Report No. 60 (1991) 1990 Recommendations of the International Committee on Radiological Protection
19. Annals of the ICRP, vol. 21, no. 1-3. Oxford, New York: Pergamon Press, 1991, p. 15.
20. National Research Council, Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiations. "Health Effects of Exposures to Low Levels of Ionizing Radiation (BEIR V)". Washington, D.C.: National Academy Press, 1990, pp. 27-30.
21. National Research Council 1990, pp. 5-8.

22. U.S. Environmental Protection Agency. Issues Paper on Radiation Site Cleanup Regulations. EPA 402-R-93-084. Washington, D.C.:Office of Radiation and Indoor Air,September 1993, p.7.
23. Hanno, KriegerStrahlenphysik,“ Dosimetry und Strahlenschutz“, Band 1, 5. Auflage, Teubner Verlag, 2002
24. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). “Sources, Effects, and Risks of Ionizing Radiation”. New York: United Nations, 1993, pp. 16-17
25. Carlson A.Perez, W.Brady ,”Principles and practice of Radiation Oncology”; J.B.Lippincott Company; Fourth Edition, 2002
26. Eric J.Hall, “Radiobiology for the Radiologist”, Fifth Edition , Lippincott & Williams Willkins, NewYork,2000
27. International Atomic Energy Agency (IAEA), “Radiation, People and the Environment”, Veinna ,2004
28. International Atomic Energy Agency (IAEA), Scientific & Technical Publication , 2005
29. P.Jacob, “Von Roentgen bis Tschernobyl” 2006, http://www.gsf.de/
30. www.sprawls.org/ppmi2/RADIOACT/
31. www.infokreis-kernenergie.org/informationskreis/de
32. www.wise-uranium.org/
33. www.chernobyl.info/ - 66k - 3. Mai 2006
34. www.kernenergie.net/documentpool/basiswissen2005.pdf
35. www.science.mcmaster.ca/mciars/Doug%20Boreham/Website_July2/basic clinical.htm
36. www.wisc.edu/wolberg/breast.html#anatomy
37. www.sprawls.org/ppmi2/RAD
38. www.wellesley.edu/Chemistry/chem227/nucleicfunction/cancer/adeno-p53.gif
39. www.Imaginis.com¸ Copyright © 1997-2006 Imaginis Corporation,
40. www-pub.iaea.org/MTCD/publications/ PDF/eprmedt/Day_3/Day_3-10.pps
41. www.uic.com.au
42. International Commission on Radiological Protection (ICRP)
43. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR)
44. National Council on Radiation Protection and Measurement (NCRP)
45. Biological Effects of Ionizing Radiation (BEIR)
46. Radiation Effects Research Foundation (RERF)
47. Strahlenschutzkommission (SSK)
48. Vano E., Gonzalez L., et al ,Br.J. Radiol. 71، 954-960 (1998)
49. H. Cember, Introduction to health physics, 3 rd ed., McGraw-Hill, 1996, p.132
50. Siemens Aktiengesellschaft ,Medizinische Technik,Daten,Formeln,Fakten,Ausgabe1991

51. T.Laubenberger,“Technik der medizinischen Radiologie“ Deutscher Ärzte Verlag 1986
52. www.practicalphysics.org
53. www.google.de/search?hl=en&q=chart+of+plato
54. www. Varianinc.com
55. The Lancet Volume 351, issue 9103 , 28 Feb. 1998
56. www.Ortec-online.com
57. www.gsf.de
58. www.arpansa.gov.au/basics/units.htm
59. www.duob.org.uk/minutes23.pdf
60. www-ns.iaea.org **“**International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources , 2003)
Safety Series No. 115”
61. http://www.traprockpeace.org/1476-069x-4-17.pdf
62. Hall E.J.; „The bystander Effect“ Health Physic 2003; 85(1);31-5
63. Zhou H, et all ;”Radiation inuced bystander effect .” Adv. Space Res. 2004, 34(6); 1368-72
64. Suzuki M; “Heavy charged particles produce a bystander effect ”; Biol Sci Space, 2004,18(4);241-6
65. www.nupecc.org/iai2001/report/B41.pdf
66. www.newscientist.com/article.ns?id=dn6550
67. www.haciendapub.com/article50.html
68. Hodge SJ et al; „Detection of depleted uranium in biological samples from gulf war veterans“; Mil.Med. 2001, Dec;166(12 suppl):69-70
69. www.cancerhelp.org.uk/
70. Bushberg J,T,Seibert J.A.,Leidholdt et al ;”The essential physics of medical imaging”; Baltimore , Williams & Wilkins 1994
71. wikipedia.org/wiki/Uraninit
72. www.iaea.org/NewsCenter/Features/DU/du_qaa.shtml
73. Chadwick, KH, and HP Leenhouts” The Molecular Theory of Radiation Biology. Springer Verlag. Berlin. 1995
74. Sinclair, W.K.;“Risk research and radiation protection“;Radiation Res.112(1987)191-216
75. Morenburg,H,”Bildgebende systeme für die medizinische Diagnostik“ Siemens Aktiengesellschaft MCD Verlag Erlangen 1995
76. Bond, V.P.“The cancer risk attributable to radiation exposure” , Health phys. 40(1981)108-111
77. Steven A. Belinsky : http://carcin.oxfordjournals.org “Plutonium targets the p16 gene for inactivation by promoter hypermethylation in human lung” Carcinogenesis, Vol. 25, No. 6, 1063-1067, June 2004
78. Chris Busby; www.llrc.org/2ndevent/2ndeventframes.htm” The second events theory” 2001

79. www.epa.gov/US Environmental Protection Agency
80. www.physik.uni-oldenburg.de/Docs/puma/radio/Uran_Munition.html
81. www.doctorswithoutborders.org/link.cfm
82. www.deploymentlink.osd.mil/du_library/pdfs/unep_du_kosovo_1999.pdf
83. www.environmental-expert.com/ Melissa A McDiarmid et all/Biological monitoring and surveillance results of gulf warI veterans exposed to depleted uranium 2005
84. www.ippnw.org/DUStatement.html
85. www.nrc.gov/“ "Uranium enrichment”;U.S. Nuclear Regulatory Commission
86. www.answers.com/topic/uranium-enrichment
87. Bushberg Jerrold T; et al “The essential physics of medical imaging”; Williams & Wilkins, Baltimore 2001.
88. http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hframe.html
89. Grundmann E., “Spezielle Pathologie” , Urban & Schwarzenberg 1986
90. http://en.wikipedia.org/wiki/Cancer
91. http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Worldwide_nuclear_testing.png
92. U.Oeh, H. Paretzke „Untersuchungen zur Gesundheitsgefärdung durch Munition mit abgereichertem Uran“ : Institut für Strahlenschutz; GSF-Bericht 03/05
93. Robert W.Nelson „Low yield Earth penetrating nuclear weapons „ http://www.fas.org/faspir/2001/v54n1/weapons.htm
94. Veith, “Strahlenschutzverordnung 2001”; Bundesanzeiger Verlag
95. Haken,W.: Atom- und Quantenphysik,Springer Verlag 1990
96. Mayer-Kuckuk,T.:Kernphysik, Teubner Stuttgart1992
97. DIN 6814: Begriffe und Benennungen in der radiologischen Technik 1985
98. Richtlinie Strahlenschutz in der Medizin 2001
99. Jaeger,R.G. Hubner,H.: Dosimetrie und Strahlenschutz
100. Faiz:M.Khan,: The physics of Radiation Therapy, Lippincott Williams&Wilkins 2003
101. Selman,J.: The basic physics of Radiation Therapy, C.C. Thomas 3rd edition 1990
102. Attix,F.H.:Introduction to radiological physics and radiation dosimetry,Wiley interscience 1986
103. Mark Oldham, Radiation physics and application in therapeutic medicine, 2001 IOP publishing Ltd; p 460-470
104. Bushberg et al;”The essential physics of medical imaging; 2nd ed.819; Lippincott Williams & Wilkins; 2.00 edition (December 15, 2001)
105. G.F.Knoll;Radiation detection and measurement”, Wiley; 3 Sub edition (January 5, 2000)
106. W.Huda,:”Review of radiological physics”, Lippincott Williams & Wilkins; 1.00 edition (January 13, 2003)
107. Kenneth S.Krane,”Introductory nuclear physics”; Wiley & Sons; Auflage: 1 (November 1987)

دډاکترغازي محمد سلطانزي ژوندليک

نوم	دطب ډاکترغازي محمد د ډاکترنظر محمد زو
کورنی نوم	سلطانزی
دزيږيدلونيټه	١٩٦٣/٨/١٠
دزيږيدلوځای	ځدران د پکتياولايت
په خته	پښتون
دزده کړې لړ ليک	
١٩٧٠ ـ ١٩٧٦م کال: د کابل ښاربي بي مهروپه ښوونځی کي لومړنی زده کړې	
١٩٧٦ ـ ١٩٨١م کال: د کابل ښار داماني په ليسه کې زده کړې	
١٩٨٢ ـ ١٩٩٠م کال: د المان روستوک په ښارکي د طب لوړي زده کړي	
١٩٩٠ ـ ١٩٩٤ م کال: دالمان مالښين ښار روغتون د داخله طب په څانګه کي د مرستيال په توګه په کاربوخت وه	
١٩٩٤ ـ ١٩٩٩م کال: دالمان فرانکفورت (اودر) په ښارکي د راديولوژي په څانګه کي تخصص تر لاسه کړ	
١٩٩٩ م کال څخه را په دې خوا دالمان فرانکفورت (اودر) ښار روغتون او د راديولوژي په څانګه کي د متخصص په توګه دنده تر سره کوي	

Answers
دپوښتنوځوابونه

لومړی څپرکی

۱-۱ په نوموړي سیستم کې کتله په کیلوګرام kilogram ، وخت په ثانیه second اواوږدوالی په
متر meter سره ښودل کیږي.

۱-۲ دراديواکتيويتي پخوانی واحد کیوري اونړیوال واحد يې بيکاريل نوميږي.

۱-۳ يو رونتګن په هوا کې لږخه صفرعشاريه نهه سانتي ګرې 0,9 cGy انرژي ډوز منځ ته راولي

۱-٤ يوګرام کتله د لږ خه لس په طاقت د ځوارلس ژول کيمياوي انرژي اويا شل کيلو ټن 20 kiloton
TNT هستوي انرژي سره برابر قيمت لري

۱-٥ په فضا کې دنورسرعت په يوه ثانيه کې لږخه دری سوه زره کيلومتره دی 300 000 km/s

دويم څپرکی

۲-۱ په يوه سانتي مترمکعب تومورنسجونوکي لږخه لس په طاقت دنهو 10^{9} cells ياني
يوملياردحجرې اتکل کيږي.

۲-۲ تريسيوم يا تريتون، دويترون او پروتون

۲-۳ ايزوتوپ هغو عنصرو ته ويل کيږي چې د پروتونو شميريې سره يو برابر خو د نيوترونو شمير
يې د يوه بل څخه توپير ولري

۲ - ٤ په يوه مول کې لږخه لس په طاقت ددرويشت اتومونه اويا $N_L = 6{,}022\times10^{23}$
particle /Mol

۲-٥ داتومي کتلي واحد د څنڅی کاربون اتوم کتلي ($^{12}C_6$) يو په دوولسمي برخي سره مساوي دی
۲-٦ داتومي کتلي واحد مساوي دی له:

$$u = 1{,}66\times10^{-24} g = 1{,}66\times10^{-27} kg = 931\ Mev/c^2 = 1{,}5\times10^{-10}\ J/c^2$$

دريم څپرکی

۳-۱ داتوم کلمه يو يوناني ويی (لغت) دی اوپه کيمياوي کړنلاروسره نه ويښونکی مانا لري. اتوم د يوه
کيمياوي عنصر تر ټولوکوچنۍ عنصر تشکيلوي چې که تر دې نورووېشل شي نوديوه
عنصرټاکلي کيمياوي خواص د لاسه ورکوي.د اتوم په مرکز کې يوه هسته ده چې دپروتونو
اونيوترونوڅخه جوړه ده

۳-۲ يواتوم چې د کتلي شميره او داتوم شميره په واسطه بشپړټاکل شوئ وي

۳-۳ ديوه اتوم په ايزوتوکې د نيوترونوشميرسره يوشان نه وي او داتوم په ايونوکې دالکترونو شمير
سره يوشان نه وي

٣-٤ اکسریز داتوم په مدارونواو دګاماوړانګي د هستي په مدارونوکي منځ ته راځي. د بلې خوا دهغوی
دانرژي شپیکترم سره یوشان نه دی
٣-٥ ډیرتونوشمیره یې سره توپیر لري
٣-٦ ایزوتوپ هغو عنصرونو ته ویل کیږي چې په هسته کې دهغوی د پروتونو شمیرسره یوشان خو د
نیوترونو شمیر یې د یوه بل څخه توپیر ولري
٣-٧ ایونایزیشن یوه داسي فزیکي کړنلاره ده چې یوخنثی اتوم او یا مالیکول یو یا ډیر الکترونونه د
لاسه ورکړي او یا یې ځان ته راونیسي.

څلورم څپرکی

٤-١ کله چې دیوه اتوم په هسته کې دنیوترونوشمیر او دپروتونوشمیر تناسب دیوه بل څخه ډیرتوپیر
ولري نو په پایله کې هستې څخه دفوتون وړانګې اودبخرکووړانګې خپریږي. نوموړې کړنلارې
ته رادیواکتیویتي وایي.
٤-٢ درادیواکتیویتي واحد بیکارل دی اویوه تجزیه په یوه ثا نیه کې ده
٤-٣ دوړانګوپه ډول ، فزیکي نیمایی وخت ، دوړانګو انرژي، بیالوژیکی نیما یې وخت اواغیزمن
نیمایي وخت پورې اړه لري
٤-٤ څلورنیم ملیارده کاله
٤-٥ دکتلي نمبر یې دوه سوه دیرش اواتومي نمبریې نوي دی ځکه پلارنی عنصردالفا وړانګه خپروي
٤-٦ دنیماي عمرشمیر HVL دلاندني فرمول په مرسته تر لاسه کولای شو $(N=N0/2^{HVL})$ اومسا وي
دی له الف: یونیمایي وخت1HVL، دری عشاریه دری نیمایي وختونه3,3 HVL او شپږعشاریه
شپږنیمایي 6,6HVL وخت
٤-٧ الف: څرنګه چې د کوبالټ سرچینې نیما یې وخت پینځه عشاریه دری کاله دی 5,3 years
اودهغه وخت نه تر اوسه پورې لږڅه دوه دیرش کاله تیرشوي دی اونوموړې موده د
شپږونیمایي عمر 6HVL سره مسا وي ده نو دیونیماي وخت څخه ٥٠٪ ددوه نیمایي وخت
نه ٢٥٪ دری نیمایي وخت نه یو په اتمه برخه دڅلورنیمایي وخت نه یوپه شپاړلسمه برخه
دپینځه نیمایي وخت نه یوپه دوه دیرشمه برخه اود شپږنیمایي وخت نه یوپه څلورشپیتمه برخه
کمښت مومي.
٤-٧ ب: دکوبالټ سرچینې وزن یو ګرام نه دی داځکه چې نوموړئ عنصر په نیکل تجزیه کیږي. ددوه
دیرش کالونوڅخه وروسته دکوبا لټ یو ګرام څخه یوازې لږڅه پینځه لس ملي ګرام پاتې کیږی
اوپاتې یې یا نی نهه سوه پینځه اتیا ملي ګرامه په نیکیل (Ni) اوړی
٤-٨ وروسته له شپږونیمایي وخت څخه د ترکاریواکتیویتي صفر ته رالویږي او دخوراک وړ دي.

پینځم څپرکی

٥-١ په دوه ډوله ویشل شوې دي چې د سم سیخ اونه سم سیخ ایونایز کوونکووړانګوپه نامه سره
یادیږي. نوموړې وړانګې په ماده کې اتومونه ایونایزکوي اوپه تحریک یې راولي.
٥-٢ په فضا کې دانرژي انتقال ته وایي
٥-٣ هستوي وړانګې هغو وړانګوته ویل کیږي چې د اتوم یوې هستې څخه خپریږي اود الفا ، بیتا
اوګاما وړانګو په نامه سره یادیږي.
٥-٤ لږڅه شپږ زره ایونونه په یوه سانتي متر هواکې تولیدوي
٥-٥ دهستې څخه دوه پروتونه اودوه نیوترونونه راوځي چې دهیلیم اتوم هسته ده . دکتلي نمبر(A-4)
یې دڅلورو په واحد او داتوم نمبر یې ددویه واحد (Z-2) را ښکته کیږي

۵-۶ ایونایزکوونکي وړانګي د اتوم هستي بریښنایزچارج اوداتوم په مدارونوکي بریښنایزچارج تعادل دمنځه وړي په دي مانا چي یو الکترون داتوم څخه راوبا سي او یا داچي ورباندي زیاتوي یي.
۵-۷ دغه ډول هستوي کړنلاره دالفا تجزیي په نوم یادیږي اودتجزیي په پایله کي دالفا یوه ذره اودرادون غاز پیداکیږي. په نوکلید چارت کي درادون هسته د بلار مور هستي په پرتله دوه واحده کیني خواته اودوه واحده ښکته خواته ځای نیسي داځکه چي دنوموړیدغاز دوه نیوترونه اودوه پروتونه درادیم په پرتله لږدي.

شپږم څپرکی

۶-۱ دفوتواغیزه اود جوړي ذروپیداینت اغیزه کي دوړانګوتوله انژي په ماده کي جذب کیږي او دکمپټون په اغیزه کي دانرژي انتقال تر سره کیږي.
۶-۲ د وړانګو لومړني شدت I_0 لسمه برخه ور څخه تیریږي اونوي په سل کي په ماده کي جذب کیږي.

۶-۳ داوبولباره د لسم ارزښت پنډوالی پینځوس سانتي متره، دپخوخښتو لپاره دوه دیرش سانتي اود کانکریت لپاره یوویشت سانتي متره قیمت لري.

۶-۴ د مادي په پنډوالي، کثافت، اتوم نمبر او دوړانګو په انرژي پوري اړه لري.

۶-۵ داځکه چي په یوه ماده کي دفوتواغیزه داتوم نمبرسره په طاقت د څلور متناسب ده

اووم څپرکی

۷-۱ دایون ډوز په نامه سره یادیږي اوواحد یي کولومب پر یوکیلوګرام دی

۷-۲ کله چي دوړانګویوژول انرژي په یوه کیلوګرام ماده کي جذب شي نویو ګری ورته ویل کیږي

۷-۳ څرنګه چي دالفا او بیتا وړانګي په هواکي جذب کیږي نودکارګرټول بدن ته یوازې دګاماوړانګي رسیږي چي قیمت یي یوملي سیورت دی.

۷-۴ هو، دواړوته دمعادل ډوزکچه یوشان ده. داځکه چي ډوز مساوي ده له انرژي تقسیم په کتله

۷-۵ لس ژول تقسیم په سل کیلوګرام مساوي ده له سل ملي ګری(0,1 Gy)

۷-۶ دالفا وړانګومعادل ډوزدوه سوه ملي سیورت اودبیتا وړانګومعادل ډوز لس ملي سیورت دی. داپه دې مانا چي ددواړوډول وړانګومعادل ډوزسره یوشان نه دی.

اتم څپرکی

۸-۱ دوړانګوسم سیخ ایونایز کوونکي اغیزه هغه غبرګون ته وایي چي د یوه بیومالیکول سره سم سیخ د ایونایزیشن او تحریک کولوپه پایله کي تر سره کیږي. دوړانګونه سم سیخ اغیزه هغه غبرګون ته وایي چي یوه بیومالیکول ته د کیمیاوي تعامل په کړنلاره سره زیان ورسیږي. دا په دي مانا چي دوړانګودانرژي جذب کیدل اودوړانګوبیالوژیکي اغیزه په توپیر لرونکومالیکولوکي تر سره کیږي. د بیلګي په ډول لکه د وړانګو په واسطه داوبوتجزیه یا نی رادیو لایز

۸-۲ رادیکال بریښنا یز خنثی چارج لري خودانرژي په تراو راپارول شوي اتومونه دي چي دوړانګود نه سم سیخ اغیزوپه پایله کي منځ ته راځي . رادیکال په باندني مدار کي یوطاق سپا ین الکترون (Spin elctron) لري ا و له دي کبله کیمیاوي ډیر فعال خاصیت ښيي او دحجرو لپاره سخت زهر تشکیلوي.

۸-۳ په DNA کې دبازونیمګرتیا، دبازوبایلل، دیوه تار پرې کیدل، دغبرګو تارونو پرې کیدل او دموتیشن نور هر اړخیزډولونه

۸-٤ په DNA کې د غبرګو تارونو پرې کیدل د وړانګوانرژي ډوز سره سم سیخ او د یوه تار پرې کیدل دوړانګوانرژي ډوز سره په مربع تړاو لري.

۸-۵ حجره(ژونکه) ځان وژنه کوي اویا د اچې دسرطان په حجره(ژونکه) اوړي.

۸-٦ د مالیکولویونایزیشن، دازادورادیکالو لکه OH^- او H^+ منځ ته راتلل، دبیومالیکولونوکیمیاوي تجزیه بیالوژیکي بدلون لکه په دې این اې DNA کې موتیشن او په پایله کې کلینیکي ناوړه اغیزې

۸-۷ په دي این اې کې بدلون، دکروموزومونامسي، دحجرې ویش په ټپه درول، په حجره(ژونکه) کې دمیتابا لیزم بدلون،دحجروپه میمبران کې بدلون اودحجرې مرګ تر سره کول

۸-۸ یونایزیشن، دازادو کیمیاوي رادیکالومنځ ته راتلل، ددي این اې DNA زیا نمن کیدل ، په کروموزومو کې ناسمي ، موتیشن او په اخیر کې یا داچې حجره(ژونکه) ځان وژنه کوي او یا داچې په یوه سرطاني حجره(ژونکه) اوړي

۸-۹ لومړی ستوخاستیک اغیزې: دوړانګویو ټاکلي لیمیټ(حد) نه لري دا په دې مانا چې په هره کچه وړانګې کولاې شي چې دسرطان نا روغی منځ ته راولي.، دپیښیدلو احتمال یې د وړانګو ډوز سره سم سیخ تړ اولري، په کروموزوموکې موتیشن منځ ته راولي اوپه کالونه وروسته دسرطان ناروغی رابرسیره کیږي.

دویم: نه ستوخاستیک اغیزې: نوموړي پیښه هغه وخت پیښیږي چې دوړانګوډوز د یوه ټاکلي لیمیټ څخه واوړي، ناوړه اغزه یې په زیاته کچه په یوه غړي کې منځ ته راځي اوپه دي این اې کې ډیر لږ لیدل کیږي، دزیان کچه یې د وړانګوډوز سره سم سیخ پورته ځي. په پایله کې دوړانګو ناروغي منځ ته راځي (Radiation sickness)

نهم څپرکی

۹-۱ طبیعي یورانیم دیورانیوم دوه سوه اته دیرش، یورانیوم دوه سوه پینځه دیرش اویورانیم دوه سوه څلوردیرش څخه جوړدی.

۹-۲ په غریب شوئ یورانیوم کې د چاودیدونکي یورانیوم دوه سوه پینځه دیرش برخه نیمایي ته رالویږی او له د ې کبله ورته غریب شوې یورانیوم ویل کیږي

۹-۳ هستوي بټی یوه داسي دستګاه ده چې هلته هستوي انرژي په حرارتي انرژي بدلیږي. دبیلګي په ډول دیورانیم دوه سوه پینځه دیرش ایزوټوپ په چاودنه کې انرژي ازاده کیږي اوبیا په حرارتي انرژي بدلیږي

۹-٤ د د سنتریفوګ کړنلاره ، د ډیفوزیون یا د نفوذ کړنلاره او د لیزر کړنلاره

۹-۵ دیورانیم دوه سوه پینځه دیرش کچه په طبیعي یورانیم کې لږترلږه نوي په سل کې بداې شي

لسم څپرکی

۱۰-۱ د طبیعي یورانیم هغووروسته پاتي فاضله مواد و ته ویل کیږي کوم چې د چاو دیدونکي یورانیوم دوه سوه پینځه دیرش U-235 د بډای کولو په کړنلاره کې خوشې پاتې کیږي. دغریب شوي یورانیوم رادیو اکتیویتي د طبیعي یورانیوم په پرتله لږ څه شپیته په سلو کې ټیټه ده.

۱۰-۲ دبېلګه په ډول د هډوکوخوږېدل، دغړوکمزورتیا، تبه لرل، عصبي تکلیف، دسترګو دید کمښت، سرخوږېدل، دحافظې کمښت، ژورخفګان (Depression) او داسي نور.

۱۰-۳ دغریب شوي یورانیم فزیکي نیما یي عمر څلورنیم ملیارده کاله او بیالوژیکي نیمایي عمریې ترشپاړسو کالونواټکل کیږي.

۱۰- ٤ دغریب شوي یورانیم پوځي استعمال او هم ملکي یاني غیر نظامي استعمال وښیې؟

۱۰-٤ دغریب شوي یورانیوم پو ځي استعمال لکه : دټانکنوپه جوړولو کې، دسرګولويو اودتوغندیو په جوړښت کې. ملکي استعمال لکه: په الوتکوکې، په طبابت کې درادیواکتیوسرچینې د وړانګومخ نیوي په موخه اونور.

۱۰-٥ په چاپیریال کې دغریب شوي یورانیوم کوچنۍ ذرې دکومو لارو څخه بدن ته ننوتلای شي؟

۱۰-٥ دتنفس له لارې ، دخوراک څښاک له لارې او د بدن پوستکي له لارې

۱۰-٦ په طبیعي یوانیم کې دچادیدونکي یورانیوم دوه سوه پینځه دیرش کچه لږڅه دوه ځله لوړه ده.

۱۰-۷ دغریب شوي یورانیوم څخه دالفا وړانګې خپریږي او انرژي یې لږڅه څلورمیګا الترون ولټ ده.

یوولسم څپرکی

۱۱-۱ ب: نیمایي رښا شوې حجرې مړې کوي

۱۱-۲ دحجرې میتوزیا نې ویشنې پړاوG2 پړاو

۱۱-۳ سپرما تید حجرې (جنسي غدې Gonads)

۱۱-٤ الف :ستوخاستیک یا نې تصادفي پیښه ده اوددې احتمال شته دې چې دیوزرړنا شووکسانو څخه د پینځو کسانو په ماغزوکې د سرطان ناروغي راپارول شي(0,5% per Gy)

۱۱-٥ الف: شیږ سیورت

۱۱-٦ الف: یو ملي سیورت

۱۱-۷ دلږڅه دوه زرو بازو Base په جوړښت کې بدلون راځي، د دې این اې DNA لږڅه یو زرځانګړي تارونه او پینځوس دواړه غبرګ تارونه پرې کیږي.

۱۱-۸ دبدن په غړوکې دسرطان ناروغی راپارول ، دعمرلنډیز، اوجینټیک نا وړه اغیزې

۱۱-۹ تولې هغه ناروغۍ چې دوړانګود اغیزوسره سم سیخ د بدن په یوه غړي کې پیل کیږي (Radiationsyndrom) لکه نس ناسته، قی کول، د سپینو کرویاتوکمښت، دسترګو لید کمښت، د اوبنتانو تویدل، دپوستکي سوروالی، اونور

۱۱-۱۰ دسکیلیت کوچنیوالی ، یو په سل دذکاوت تناسب کمښت Intelligence quotient = IQ

هایدروسیفالوس Hydrocephalus

دسرکوچنیوآلي Microcephaly

کوچنې سترګې Microphthalmus دسترګو نشتوالی Anophthalmus

دوولسم څپرکی

۱۲-۱ د عام ولس سلو څخه به پنځوس په سل کې 50% رڼا شوي کسان ددیرشو ورځو 30 days په موده کې مړه شي.

۱۲-۲ په ۱۹۰٤ م کال د یوه نامتو امریکایي انجینر اډیسن یو مرستیال د سرطان په ناروغی مړ شو. نوموړي ته درونټګن د ستګاه د پلورلوپه کړنلاره کې داکسریز وړانګې رسیدلې وې.

۱۲-۳ هغه ناروغۍ چي دوړانګو سره تړاولري لکه استفراق (لوستل)، نس ناسته ، دويني په جوړښت کي بدلون، دپوستکي سوروالی ،خواګرزی او نور

۱۲-٤ لومفو سيت (Lymphocytes) سمدلا سه دپيتځو زروڅخه تر يو زر پورې کمښت مومي

۱۲-٥ کله چي ټول بدن ته په يوه واردشپږسيورت څخه پورته وړانګې ورسيږي نودمرګ سبب(لامل) ګرځي؟

ديا رلسم څپرکی

۱۳-۱ دوړانګو سرچيني څخه په ليرې واټن دريدل ، دتم کيدو وخت لنډول، ديوه شي تر شټ ځان خوندي کول اود راديو اکتيو موادوڅخه د ځان ککړتيا مخ نيونه

۱۳-۲ يو ملي سيورت 1 mSv

۱۳-۳ ځلور نيمايي پندوالی

۱۳-٤ ب: يو ملي سيورت

۱۳ - ٥ دالارا پرنسيپ ALARA په ګوته کوي چي د هر اړخيزوکړنلارو په مرسته سره تر خپله وسه پورې هڅه و شي چي په ورځني ژوند کي دوړانګو نه دګټي اخيستلو په موخه دوړانګواندازه دومره ټيټه وساتل شي څومره چي ديوی خوا ورته اړتيا ليدل کيږي او دبلي خوا امکان ولري

۱۳ - ٦ هغه مرغی چي په يوه متر کي ناسته ده اته اتيا نانوسيورت 88 nano Sv او په نيم مترکي دری سوه دوه پينځوس نانوسيورت 352 nano Sv وړانګې ورته رسيږي.

څوارلسم څپرکی

۱٤-۱ طبيعي وړانګې هغه وړانګې دي چي د طبيعي سرچينو څخه خپريږي. د بيلګي په ډول لکه دالفا، بيتا اوګاما هستوي وړانګې ، هستوي ذرې لکه پروتونه ،نيوترونه الکترونونه او ميونونه او نور. نوموړې وړانګې دځمکي لاندي راديواکتيو ډبرو اوهمدارنګه د فضا څخه دځمکي مخ خواته راځي. دطبيعي وړانګو په څنګ کي په مصنوعي ډول هم وړانګې تر لاسه کيدای شي.
د مصنوعي وړانګو سرچيني لکه هستوي ازمويني ، هستوي بټی اوپه طبابت کي دراديواکتيو ايزوتوپوکارول او نورو تلي بيلګي دي

۱٤-۲ دطبيعي وړانګو کچه دځمکي په هرځای کي توپير لري خو منځنی قيمت يي لږ څه دوه نيم ملي سيورت او يوه کال کي اټکل شوئ دی.

۱٤-۳ دځمکي لاندي څخه د يورانيوم دتجزيي په سلسله کي د رادون راديواکتيو غاز منځ ته راځي چي بيا دځمکي مخ ته اوهم دکورونوپه تکاويوکې راټوليږي. د بيلګي په ډول په امريکا کي لږڅه ديرش زره کسان په يوه کال کی دنوموړي غازدالفا وړانګوله کبله د سږي سرطا ن په ناروغی مړه کيږي.

۱٤-٤ دطبيعي وړانګولپاره دسرطان ناروغی د خطر ضريب صفرعشا ريه صفرصفر پينځه په سل اويو ملي سيورت اټکل کيږي (0,005% per mSv) . دا په دې ما نا چي که سل زره وګړي په يو ملي سيورت وړانګو رڼاشي نودهغوی څخه به پينځه تنه دسرطان په ناروغی اخته شي.

۱٤-٥ نوموړی تيوري په ډاګه کوي چي دانرژي دوزاود هغي د ناوړه اغيزوترمنځ سم سيخ اړيکي شته دي. دبيلګي په ډول که چيرته سل ملي سيورت ايکس ناروغی x منځ ته راولي نو پينځوس ملي سيورت نيماي ناروغی x/2 منځ ته راولي.

پینځلسم څپرکی

۱-۱۵- ددوه سوه اویا زرو څخه تر دری سوه زره وګړو پورې اټکل کیږي

۲-۱۵- مالیګنوم یو خطر لرونکی پړ سو ب دی او سرطان هم یو خطرنا ک پړسوب دی چې د اپیتېل نسجونو (Epithelial tissue) نسجونو څخه پیل کیږي

۳-۱۵- کله چې د سرطان ناروغي د درمل کړنلارې څخه یو څه موده وروسته بیرته راوګرزي نو د ریسیدیو کلمه ورته کارول کیږي او کله چې دسرطان نسجونه ددرمل کړنلارې په پایله کې کمښت ومومي یاني دسرطان ناروغی په ښت وګرزي اویا داچې د ناروغ دردونه د پخوا په پرتله لږ شي نو د ریمیزیون کلمه ورته کارول کیږي. نوموړئ کمیت په سلیزه سره ښودل کیږي.

۴-۱۵- اپیدمیولوژي دپوهنی یوه څانګه ده چې په یو ه ټولنه کې دهر اړخیزونا روغیو دویشتوب ، دنا روغیو تکثریا ډیربښت اوپه خلکو باندې ددغو ناروغیو کلینیکي، فزیکي روحي او کیمیاوي ټاکونکي وروستی اغیزې تر څیړنې لاندې نیس

۵-۱۵- نوموړې تیوري په ډاګه کوي چې دوړانګو دخطر احتمال که په ټیټه اوکه په لوړه کچه وي شته د ی او له دې کبله یوه څانګړې هستوي ذره هم دسرطان ناروغی را پارولی شي

شپاړلسم څپرکی

۱-۱٦ هغه موټیشن چې په کروموزوموکي منځ ته راغلي وی ډیر کاله وروسته هم ثبوت کولای شو او دوړانګو انرژي کچه یې اټکل کولای شو. دبیلګي په دول که دوه کروموزومونه یوه اوبل ته ځیني جینونو برخې انتقال کړي دا په دې مانا چې دیوه کروموزوم یوه برخه په بل یوه کروموزوم ونښلي او برعکس نو دغه ډول موټیشن د Translocation ویل کیږي.
دکروموزوم هغه برخه چې دجینو راکړه ورکړه پکې تر سره شوې ده په توپیر سره رنګ اخلي او له دې کبله پیژندل کیدای شي.

۲-۱٦ د یو ملیون یوه برخه یا 1 parts per million

۳-۱٦ یوه فزیکي کړنلاره ده چې دګاما وړانګوانرژي او اکتیویتي اندازه کولای شي او له دې کبله هریورادیوایزوټوپ په ځانګړي ډول سره پیژندل کیدای شي
٤-۱٦ د انډکتیو کپلډ پلازما کتلي شپیکترومترپه یوه مرکب کې درادیواکتیو اونه رادیواکتیوایزوټوپوپه پیژندلوکي تر ټولوتلې، دباوروړ، حساسه اودقیقه فزیکي کړنلاره ده
۵-۱٦ په وړانګو رڼا شوي وینه کې د مکروسکوپ په مرسته سره په هریوه لمفوځیت (Lymphocyte) کې ددوه پلازمینو کروموزومو شمیرګڼل کیږي.

اوولسم څپرکی

۱-۱۷ ځکه چې کارکونکو دنوموړې بټۍ په څلورم بلاک کې ډیر ناسم تخنیکي چلن کړې وه .
۲-۱۷ د بیلګي په ډول په غرنیوحیواناتو کې داکتیویتي کچه شل زربیکاریل یه یوه کیلوګرام غوښه کې د شلو کالو وروسته اندازه شوې ده.

۳-۱۷ نوموړي غاز ثبوت کوي چې په ګاوندی چاپیر یال کې یوه هستوي بټۍ نا سم کارکوي او یا چاودلې ده.

٤-١٧ دگاما شپيکترومتري په نامه سره ياديږي اود يوه نيم هادي ديديکتور، يوه زيگنال ستروونکی، يوه انا لوگ زيگنال په ديگيتال زيگنال اړونکی، يوه ډيرچينل تحليلونکی او يوه کمپيوتري سيستم څخه جوړدی.

اتلسم څپرکی

١٨-١- لومړی عمليات ، دويم دوړانگو درملنه او دريم کيمياوي درملنه

١٨-٢- يو ناوړه پړسوب بې کنترولہ غټيږي، په گا وندیو نسجونواوغړوکي ننوځي او دمنځه يې وړي. نوموړئ پړسوب کولای شي چې په لمفايد غدوکي اوهمدارنگه د ويني جريان له لاری د بدن په نورو غړوکې ميتاستازې metastases منځ ته راولي. يو ښه ډوله پړسوب د سرطان حجری نه لري او بې کنترولہ هم نه غټيږي. همدارنگه د بدن نوروبرخو ته هم ميتاستاز نه کوي

١٨- ٣ دريسيديو Rezidive په نامه سره ياديږي

١٨-٤ د تي ټکی د پړسوب غټوالی ، داين ټکی دلمفاد غدو غټوالی اوپه ناروغۍ اخته کيدنه او دايم ټکی دا په ډاگه کوی چې گنه يوه ناروغي خو به د بدن نورو برخو ته نه وي غزيدلې.

١٨-٥ ايونايزکونکې وړانگې کولای شي چې دسرطان ناروغي منځ ته راولي او د خطر ضريب يې پينځه په سل په سيورت Sv /5% دی. داپه دې مانا چې که يومليون وگړي په ټول بدن اوپه 0,01Sv رښا شي نوبه د سرطان پينځه سوه زياتی ناروغۍ منځ ته راشي. نوموړئ قيمت د هغه سرطا ن څخه چې په طبيعي ډول منځ ته راځي لږڅه لسمه برخه تشکيلوي.

١٨-٦ ددې کتا ب ٣٤٢ مخ وگوری

١٨- ٧ تومور مارکرهغه پروتين او بيالوژيکي موادو ته وايي چې د يوه ټاکلي تومور څخه پخپله جوړيږي

١٨- ٨ څيتو ستاتيکا Zytostatika يوډول کيميا وي مواد دي چې د سرطان حجرودويشلوکړنلاره په ټپه دروي او له دې کبله دهغوی د ډيرښت مخه نيسي

ويـــيـپـــا نـكه
(Glossary)

English انګليسي	Pashto پښتو
	A
Atom	اتوم يا ذره : اتوم ديونانى اتوموس (Atomos) كلمې څخه اخيستل شوئ دى او مانا يې ده (نه ويشونكئ). اتوم دهركيمياوي عنصر تر ټولوكوچنئ برخه ده چې په كيمياوي كړنلارونور دويشلوړ نه دى، ځكه چې خپل كيمياوي خواص دلاسه وركوي. نن ورځ جوته شوې ده چې اتوم په فزيكي كړنلاروسره په نوروكوچنيوبخركو ويشل كيداى شي چې شمير يې تر څو سووپورې رسيږي. داتوم هسته دپروتونواو نيوترونو څخه جوړه ده چې دهغې په شاوخوا بيضوي بڼه مدارونواوټاكلي واټن كې الكترونونه راڅرخيږي
Atomic Energy	داتومي انرژى چې دهستوي تعا مل په پايله كې ازاديږي
Absorbed Dose	انرژي ډوز: دوړانګوهغه اندازه انرژي ده چې ديوې مادې په كوچنى كتله كې جذب كيږي. واحد يې يو ګرې دى چې مساوي دى په يوژول تقسيم په يو كيلوګرام
Absorbed dose rate	دانرژي ډوزقدرت
Activity (Bq)	اكتيويتي : هغه عنصرونه چې بې له بهرنئ اغيزې څخه يوه نا ځاپه په نورونوو عنصرونوتجزيه كيږي اوپه څنګ كې وړانګې خپروي. كله چې يوه هسته په يوه ثانيه كې تجزيه شي نو واحد يې بېكاريل دى.
Accelerator	يوه آله ده چې په يوه الكتروستاتيک اويا الكترومقناطيسي ساحه كې هستوي بخركي ګړندي كوي او انرژي يې ډيروي
Aerosol	غاز يا ايروزول ، ګرد

ALARA As low as reasonably achievable	آلارآ: دایونایزکوونکو وړانګو څخه دځان ساتنی نړیوال کمیسیون یوه نامتو سپار ښتنه په ګوته کوي چي عام ولس ته دوس سره سم خومره چي امکان ولري دومره لږ وړانګي ورسیږي.
Alpha decay	دالفا تجزیه: دیوه اتوم هستی څخه دالفا یوه ذره یاني دهیلیم اتوم هسته خپریږي
Alpha particle	دالفا بخرکی:دهیلیم اتوم هسته ده چی ددوه نیوترونواودوه پروتونوڅخه جوړه ده اودیوه درانده رادیواکتیوعنصر لکه یورانیوم دوه سوه اته دیرش اویا پلوتونیم دوه سوه نهه دیرش څخه خپریږي
Alpha irradiation	دالفا په وړانګوسره رڼا کول
Alpha ray	الفا وړانګه: دهلیم اتوم هسته ده چي د دوو پروتونو اودوو نیوترونو څخه جوړه ده
Annual Limit of Ingestion=ALI	دخوراک له لاري کلني لوړ لیمیټ
Annual Limits of Inspiration=ALI	دتنفس له لارى کلني لوړ لیمټ
Anode	انود: دیوی بریښنایزسرکټ یا آلي مثبت قطب الکترود ده چي الکترو نونه وربانديلګیږي
Anoxic Necrotic Cell	اکسیجن نه لرروونکي پیاوارلرونکي حجري
Apoptosis	دیوي حجري د ځان وژني پروګرام شوي کړنلاره ده چي د سرطان ناروغی په پرمختیا اوپارولوکی اړین رول لوبوي
Appendices	ملونه
Archaeology	لرغون پوهنه
Aristoteles	یونانئ فیلوسوف اود لوي اسکندر ښوونکئ چي لږ څه څلورسوه کاله دمیلاد نه دمخه یي ژوند کولو
Asbestos	اسبیست: یومینرال دی چي داور او اسید په مقابل کي دیر مقاومت بنیي او نه سو ځي
Atomic Mass Unit = amu = 1u	داتوم کتلي واحد: دکتلي ترتولوکوچنئ واحد دی چي داتوم او مالیکول کتله وربانديبنودل کیږی. نومورئ واحد دکاربون اتوم C^{12} دکتلي دوولسمه برخه تشکیلوي. $1\ u \approx 1.66053886 \times 10^{-27}\ kg \approx 931.49\ MeV/c^2$
Atomic Weight	اتومي وزن: نوموري کمیت ته اتومي کتله هم وایي. دعنصرواتومي وزن دتاکلوپاره دکاربن عنصرچي شپږپروتونه اوشپږ نیوترونه لري د یوه ستاندارد یاني معیاري واحد په توګه تاکل شوئ دی. نور ټول عنصرونه چي دکاربن عنصر څخه درانده او یا سپک دی ورسره په تله کیږي. دبېلګه په دول

	دکاربن اتومي وزن د هايدروجن اتوم په پرتله لږ څه دوولس واره زيات دی.
Atom diameter	داتوم قطر: يو انګستروم Å يا ديوه متر لس په طاقت دمنفي لس دی. $0{,}0000000001 = 10^{-10}$ m = 1 Å
Attenuation coefficient	دکمزورتيا فکتور
Atto	لس په طا قت د منفي اتلس 10^{-18}
Average time = Ta	د يوه راديواکتيو عنصردتجزيې منځنی وخت
Avogadro constant	داووګادرو عدد(شميره) $N_A = 6{,}022\times10^{23}$ mol^{-1}
B	
Background radiation	تولې هغه ايو نايز کوونکې وړانګې دي چې دطبيعي سرچينو لکه فضا ، اتموسفير، ځمکې لاندې راديو اکتيوموادو اومصنوعي سرچينوڅخه راوزي
Base ten	قاعده د لسو (log $10^7 = 7$)
Basis	قاعده
Becquerel (Bq = s^{-1})	بيکارل: د اکتيويتي واحد دی اومساوي ده له يوه تجزيه په يوه ثانيه کې
Benign tumours	د نسجونو شه دوله پرسوب او يا شه تومورچې دسرطان نا روغي ورڅخه نه پيداکيږي
Beta decay	بيتا تجزيه: د يوه راديواکتيواتوم هستې څخه الکترونونه اويا پوزيترونونه خپريږي.
Beta rays	بيتا وړانګې ګړندی الکترونه دي چې دراديواکتيو اتوم هستې څخه راوځي. داتوم په هسته کې يو نيوترون په پروتون اوالکترون باندې اوړي. دنومړو وړانګو سرعت لږڅه دنورسرعت پورې ورنږدې کيږي.
Binding energy	دترون انرژي: هغې انرژي ته ويل کيږي چې داتوم هستې څخه ديو پروتون او يا نيوترون دبيلولواويا ازادولو لپاره په کارده.
Biological Dosimetry	بيا لوژيکي دوزيمتري يوه کړنلاره ده چې دکروموزومو نا سمی دوړانګوداغيزوپه اړوند ترخيرنی لاندی نيسي. د بيلګه په دول دکروموزومودوه مرکزونه او يا کله چې د يو کروموزوم يوه برخه پري شي اوپه يوه بل کروموزوم ونښلي(Translocation)
Biological half life = T_{bio}	بيالوژيکي نيمايي وخت: هغه وخت ته وايي چې په دي موده کې بدن ته دجذب شوي

	راديواکتيو موادو څخه د فزيکي او بيالوژيکي پروسو په بنسټ نيمايي برخه د بدن څخه ووځي
Biological Therapy	بيالوژيکي تيراپي
Biopositive Model	دورانکوکتور هورميزيس موډل
Bone marrow and stem Cell transplants	دهډوکوماز غو او د ستم حجرو ترانسپلانت
Bonesarkome	د هډوکو سرطان
Breast cancer	دښځو دتيو سرطان
Bremsstrahlung	دبريمز (بريک break) ورانګي کله چې يوالکترون د هستې په نږدې ساحه کې تيريږي نود کولومب قوي داغيزي او غبرګون په پايله کې د رونتګن يا اکس غير کرکتريستيک يابريمز ورانګي منځ ته راځي
Bunker Bomber	سمڅ يا سنګر بمونه
	C
C	دکاربن عنصر
c $(c = 3 \times 10^8 \text{ m/s})$	دنور سرعت: دري سوه زره کيلو متره په ثانيه کې
Cancer disease	دسرطان ناروغي: دنسجونوبي بريده، بې بنديزه پرسوب او دحجم غټوالی چې ګاونډی نسجونه ترفشارلاندی راولی اودبدن نوري برخي ته غوريږي
Cancer genes	دسرطان جينونه
Cancer Treatment	دسرطان ناروغی د درملني يا دعلاج تګ لاري
Capillary	د ويني يو ډير کوچني رګ (شريان)
Carcinogen	تول هغه مواد يا اجنټ agent چې دسرطا ن ناروغی فريکوينسی اوراپارول په ولس کي ډيروی
Carcinogenesis	
Carcinom (Krebs)	کارسينوم:(دسرطان ناروغي ډيپل پړاو). داسي اټکل کيږي چي دغه يوه يوناني کلمه وي داځکه چې پينځه سوه کاله دميلاد نه دمخه د يونان درمل پوه سوکراطيس دپوستکي سرطان ناروغی لپاره په کار ولي ده. هغه نسجونه چې بې له کنترولـه او په خپل سر غتيږي خودشاوخواګا ونډيونسجونواو غړوته لا نه وي غوريدلي
Cataract	دسترګو دليد کمښت

Cathod Rays	دکتود وړانګي چي الکترونوڅخه جوړې دي
Cell	حجره(ژونګه): دژوند دټولو نه ورکوتی واحد دی چي ځان ساتونکی، ځان پایونکی او دځان په څیر کټ مټ یوشان بله حجره جوړولای شي
Characteristic X- Ray)	داکسریز هغه وړانګي چي داتوم په قشرونوکي منځ ته راځي
Chemotherapy	کیمیاوي تیراپي
Chromosomes	کروموزومونه (رنګوړو): دحجرې په هسته کي د ډي این اې DNA یوغټ مالیکول تشکیلوي چي هلته دژوند ټول جنیټک مالومات خوندي شوئ دی .
Clinical dosimetry	کلینیکي ډوزیمتري
Computer tomography (CT)	کمپیوتر توموګرافي دناروغیو دتشخیص یوه کړنلاره ده چي درونتګن و ړانګي څخه کار اخلي
Concentration	غلظت
Cosmic rays	کازمېکي وړانګي
Contamination	ککړتیا: په رادیواکتیوموادود بدن ، چاپیریال اویا یوه شي ککړتیا
Coulomb force	د چارج شوو ذرو تر منځ دفع کونکي اویا ځکوونکي قوه
Curie	میرمن کیوري یوه فرانسوی فزیک پوهه وه
Curie = Ci	داکتیویتي پخوانی واحد کیوري نومیږي. یو کیوري د اوه دیرش بیلیارده تجزیې په یوه ثانیه کي اویا مساوي ده 37000000000 Bq
D	
Decay Shema	د اتوم هستي تجزیې شیما
Dehydration	دبدن څخه داوبو بایلل (ضایع)
Deka	لس
Democrit	دیموکریت یو یونانئ فیلسوف اود لویکیپوس شاګرد چي داتوم تیوري یي نوره هم پراخه کره
Depleted uranium	غریب شوئ یورانیم: د یورانیوم ایزوتوپونویومرکب دی چي په هغه کي د یورانیوم دوه سوه پینځه ایزوتوپ برخه دطبیعي یورانیوم په پرتله لږڅه شپیته په سل کي را کمه شوې وي.
Depression	ژورخفګان
Desamination	دامینوګروپ NH_3 د لاسه ورکول
Determinesic effects	دوړانګو ټاکونکي ناوړه اغیزې: هغه وخت منځ ته راځي چي د انرژي دوزقیمت دیوه ټاکلي لیمیټ

	ثخه واوړي لکه دپوستکي سوروالی
Deoxyribonucleic acid (DNA)	ډي اوکسي ريبونوکلېک اسيد - ډي.اين.اې. يا ژونځور دحجرې په کروموزومو کې يو ډيرمهم ماليکول دی چې دحجرې دژوند سرليک اوجېنېټيک ټول مالومات پکی خوندی دی. نوموړئ ماليکول دحجرې دنده اوجوړښت کنټرول کوي.
Dezi	يوپه لسمه (1/10)
Dicentric Mutation	دوه پلازمينې موتيشن
Dose risk factor	د ډوز خطر ضر يب
Dose	په طبابت کې د دواګانو واحد دی او اندازه يې په يوه ګولئ ښودل کيږي. په فزيک کې هغه کچه انرژي ده چې په بدن اويا نورو اورګا نيزمو کې جذب شوې وي.
Double helix	**ډي.اين.اې.** تاوشوئ غبرګ مزي
E	
Effective dose (1G ray= Gy)	اغيزمن ډوز: مجموعه د حاصل ضرب دبدن هريوه غړي معادل ډوزاو دهمغه غړي د وزن فکټور
Effective half life = T_{eff}	اغيزمن نيمايي وخت
Electromagnetic radiation	الکترو مقناطيسي وړانګې
Electron volt	الکترون ولټ: هغه انرژي ده چې د الکترون يوه ذره يې د يوولت پوتنسيال توپيرپه تيريدلوسره ترلاسه کوي
Element	عنصر(ټوکی):
Elementary particles	بنسټيز بخرکي
Embryo	نطفه يا زيږوړی : دمورپه رحم کې هغه جنين دي چې وروسته يو ماشوم ورڅخه لويږي
Energy dose (1Gray=Gy)	انرژي ډوزيا انرژي اندازه
Epidemiology	اپيډيميولوژي: دطبي علومو هغه برخه ده چې په اولس کی دساري ناروغيود خپريدلواو يا نه خپريدلوشميرنه او دهغوې دمخ نيولو لارې، علتونه، خطرونه او په راتلونکي وخت کې ناوړه اغيزې تر څيړنې لاندې نيسي
Epidemiological cancer register statistic	د سرطان اپيډ ېميولوژي شميرنې پر ليکه کول
Epidermis	د پوستکي پاسنی پټ
Epithel tissue	اپيتېل نسجونه

Equivalent dose (1Sievert = Sv)	معادل ډوز
Erythem	دوړانګو دناوړه اغیزې په پایله کې د پوستکي سوروالي
Excited state	هیجاني حالت
Exitation	داتوم تحریک کول:کله چې دفوتون وړانګې داتوم ا لکترونوته یوازې دومره انرژي انتقال کړي چې دنني مدار څخه باندني لوړپوړي مدار ته وخیږي.
External Radiation	بهر نی وړانګې
F	
Fission	فیزیون: دیوه درانده عنصرچاودیدنه لکه U^{235}په دوه سپکواولږ څه یوبرابرعنصرونولکه څنګه چې په هستوي بټۍ کې تر سره کیږي. په دې ترځ کې دواړه سپکې ذرې په لوړه کچه حرکي انرژي لري اودوه تر دریونیوترونونه او ګاما وړانګې خپریږي
Force	قوه یا ځواک:
G	
Gamma rays	ګاما وړانګې الکترومقناطیسي وړانګې دي چې داکسریزیا د رونتګن وړانګوته ورته دي خوانرژي یې دنوموړووړانګو په پرتله ډیره لوړه ده. کله چې د یوې رادیواکتیف هستې څخه دبیتا او الفا وړانګې راووځي نوهغه نوی هسته سمدلاسه بنسټیزاوترټولوټیټ انرژي لیول نه غوره کوې بلکه د هیجان په حالت کې پریوځي .ددې لپاره چې نوموړې هسته د اضافه انرژي څخه ځان خلاص کړي وي نودګاما وړانګو په شکل یې خپروي.
Genes	دوراثت بیالوژیکي واحددی چې په کروموزمو پراته دي.
Genetic cell	جنسي حجری
Giga	یو میلیارد
Glioblastom	د مازغو سرطان یوډول ناروغي نوم دی
Gray (1Gy = 1Joule/1 Kilogramm)	ګرې: یوژول انرژي تقسیم په یو کیلو ګرام کتله
Ground state	ټیټ لېول یا بنسټیز ترټول لږ انرژي لیول
H	
Half life = $T_{1/2}$	فزیکي نیمایي وخت یا دعمرموده هغه وخت ته ویل کیږی چې په نوموړې موده کې د یوه ټاکلي رادیواکټیو عنصردهستو شمیردلومړني وخت هستوشمیرپه پرتله نیماي ته راولویږي.
Half-value layer = HVL	د نیمایي ارزښت پنډوالی د یوې مادې هغه پنډوالي ته وایي چې دوړانګو شدت د هغې

	دتيريدلو څخه وروسته د لومړني شدت په پرتله د جذ ب کولولواوانعکاس په پايله کې نيمايي ته را کم کړي.
Hekto	سل
Henri Becquerel	يو فرا نسوي فزيک پوه چې په ۱۸۹٦ م کال کې يې ديورانيوم معدني ډبرې راديواکتيويتي کشف کړه
Herz (Hz)	فريکونس يا داهتزاشميرپه واحد ٍثا نيه کې
Hippokrates	يويونانئ درمل پوه چې لږ څه پينځه سوه کاله دمخه ديونان اتن په ښار کې ژوند کولو
Hypoxic cell	د لږ اکسيجن لرونکي حجرې
I	
Immune System	د بدن دفاع سيستم
Impulse Mass Spectrometer	د يورانيوم ايزوتوپونو د پيژندلو يوه نامتو دستګاه
Incident photon	رالويدونکی فوتون
Induction	راپارول يا ديوې نارو غۍ منځ ته راوستل
Ingestion	د خوراک او څښاک له لارې بدن ته ننوتل
Inhalation	تنفس کول
Interaction of ionizing radiation with matter	دمادې سره د ايونايزکوونکو وړانګو غبرګون
International Atomic Energy Agency = IAEA	داتومي انرژۍ نړيوال سازمان
International Commisstion of Radiation Protection =ICRP	دايونايز کوونکو وړانګودخطر څخه دځان ساتنې نړيوال کميسيون
In vitro	هغه تجربې چې د ژوندی اورګانيزم څخه بهرپه يوه لابراتوارکی تر سره کيږي
In vivo	ټول هرارخيزي تجربې چې په ژوندي اورګانيزم باندی او باژوندیوحجروباندی تر سره کيږي
Ion	يو اتوم او يا ما ليکول چې د الکترونونوپه رانيولواويا بايللو سره يې يوبريښنايزچارج پيداکړی وي.
Ion dose (1C/kg)	دايونو دوز چې واحد يې يوکولومب پريوکيلوګرام
Ionization	ايونايزيشن: يوه فزيکي کړنلاره ده چې يو اتوم يا ماليکول يو بريښنايز چارج ګټي او يايي بايلي
Ionization Chamber	د بريښنايز چارجونو اندازه کولو اله

Ionizing radiation	ا یونایزکوونکي وړانګې: هغو وړانګو اويا هستوي بځرکو ته ويل کيږي چې په يوه بيالوژيکي ماده کې دايونوجوړه منځ ته راولي. د بيلګي ډول لکه د ګاما وړانګې، بېټا وړانګې اونيوترونه
Isomers	ديوې هستې هيجاني حالت چې نسبت نوروته اوږد عمرلري
Isotopes	ديوه اتوم هغه نوکليد چې دپروتونوشمير يې سره يوشان خودنيوترونوشميريې توپير ولري
J	
Joule = J	د ميخانيکي انرژي واحد
K	
Kathode	کتود: ديوه بريښنايزسرکټ دمنفي قطب برخه
Kelvin (K)	کلوين :دتود وخې (حرارت) واحد
Kinetic energy = E_k	حرکي انرژي (خوځېدونکې) انرژي
L	
Laser processes	د ليزر کړنلاره
Laser rays	دليزر وړانګو
Lens	د سترګو کسي
Letal Dose = LD_{50}	د وړانګو هغه اندازه چه پنځوس په سل کې وګړي وژني
Leukaemia	دويني سرطان
Leukippos	لويکيپوس يونانئ فيلوسوف چې لږخه پينځه سوه کال دميلاد نه دمخه يې داتوم نظريه راپيدا کړه
Light Water Reactor	دسپکو اوبو هستوي بټۍ
Linear Energy Transfer = LET	دانرژي سم سيخ يا خطيزانتقال
Linear non threshold theory = LNT	سم سيخ ليميټ نه لروونکی تيوري په ډاګه کوی چې دوړانګوخطردانرژي ډوز سره سم سيخ خطي تناسب لري. دا په دې ماناچې که وړانګې په ډيره ټيټه کچه هم وي بيا هم دروغتيا لپاره خطر لري اوله دې کبله کوم لاندنی بريد نه شته چې بې خطره وګڼل شي. نو ددې احتمال شته دی چې حتې يو فوتون هم دسرطان ناروغۍ راوپاروی
Linear Particle accelerator	دبځرکي خطيزتعجيل کوونکې دستګاه
Linear Quadratic Theory	سم سيخ مربع تيوري
Lipid	وازده
Liver	ينه

Logarithmus Naturalis = Ln	طبيعي لوګاريتم
Longitudinal plane	په اوږدو سطحه
M	
Macrophages	دبدن په غړو کې ځانګړو حجرو ته وايي چې دبشمني حجرې اويا مايکروبونه داپنزايمو په مرسته سره دمنځه وړي
Magnetic moment	مقناطيسي مومينټ
Malignant tumors	دنسجونناوړه پرسوب چې بې پولې او بې بنديزه ستريري او کاوندي ي غړی ترفشارلاندې راولي او هم د بدن نوروبرخو ته غوريږي
Mamma	شځينه او يا نارينه تي
Mass Spectrometer	دکتلې شپکټرومېټر
MBq	ميګا بيکارېل: يو مليون بيکارېل
Mega	يو ميليون
Metastase	ميتا ستاز: کله چې دسرطان نا روغي د بدن نوروبرخو ته هم وغوريږي
Mikro	يو مليونمه برخه (0,000001)
Milli	زرمه برخه
Milling/Refining	ديورانيوم اکسايد اوړه کول
Mining	د يورانيوم دراايستلو کرنلاره
Mitosis	ميتوزيس: د حجروديربنتی ويش
Mol (mol)	مول - دمادي اندازه کولوواحد.کله چې ديوه عنصراتومي وزن په ګرام سره وښيونو دمادي يو مول لا س ته راځي
Mother nuclid	مورنی هسته
MRT= Magnetic Resonance Tomography	ماګنېتيک ريزونانس توموګرافي
Mutation	موتيشن: دبدني او يا جنسي حجروپه دي اين ايي کې بيالوژيکي اوکيمياوي بدلون ته وايي.
N	
Nano	يو په مليارډمه برخه
Natural Logaritm	طبيعي لوګريتم
Natural radiation sources	د طبيعي وړانګومنابع

Natural radioactivity	طبيعي راديواکټيويټي
Neutrino = υe	نيوترينو: يوبنسټيز هستوي بځرکی دی چي بريښنايزچارج نه لري اودليپټونو Leptons ذروپه ډله کې شميرل کيږي
Nuclear energy levels	داتوم هستی دانرژي ليول
Nuclear forces	هستوي قواوي، هستوي ځواکونه
Nuclear medicine	هستوي طب
Nuclear radiation	هستوي وړا نګي
Nuclear Energy	هستوي انرژي : کله چي ديورانيوم ۲۳۵هسته په حرارتي نيوترونو بمبارد شي نو په نتيجه کې د يورانيوم ۲۳۵ هسته په څو برخو جلا کيږي او په پايله کې په منځني ډول د دوو نه تر دريو پورې نيوترونه ازاديږي او ۲۰۰ميګا الکترون ولټه انرژي په لاس راځي
Nuclear Reactor	هستوي بټۍ: دبريښنا د توليد په موخه يوه هستوي دستګاه ده چې هلته تر کنترول لاندې يو چاوديدونکی ځنځيري هستوي تعامل صورت نيسي اوپخپله پايښت مومي.
Nuclear reaction	هستوي تعامل: کله چې يوه لوړ انرژي ذره لکه پروتون، نيوترون، پروتون او نور په يوه نښه (Target) لکه داتوم يوه هسته ولګيږي اوپه پايله کې دغه هسته وچوي اونورې ذرې، ګاما وړانګې، الکترومقناطيسي وړانګې اوراديونوکليد مينځ ته راشي
Nucleid	نوکليد: هغه اتوم چې په ځانګړي ډول داتوم نمبر، اتوم کتلې او انرژي ليول سره ښودل شوئ وی
Nucleus	هسته يا منځې
O	
Orbits	مدارونه يا پيړونه
Organ Dose	دغړي دوز
P	
Pair Production	د جوړه بځرکو پيداښت
Particles radiation	د ذرو يا بځرکو وړانګې
Pb= Plumbum	يو فلزدئ چي سرپ ورته وايي
Pellets	ټوټۍ يا مردکي
Photon	فوتون : د يوناني ژبې کلمه ده چي مانا يي رڼا ده . فوتون دنورانرژي ترټولوکوچنۍ ذره تشکيلوي
Photon radiation	د فوتون وړانګې
Physical effects	فزيکي اغيزې

Pico	لس په طاقت د منفي دوولس
Positron	پوزيترون: يوهستوي بڅرکی دی چي کتله يي دالکترون سره برابره خومثبت بريښنايزچارج لري
Positron Emmission Tomography = PET	پوزيترون ايميزيون توموگراف : دهستوي طب يوه فزيکي کړنلاره ده چي دسرطان ناروغيوپه پيژندنه کي کارول کيږي. دنومړي موخي لپاره ناروغ ته يو راديواکتيوايزوټوپ لکه کاربن يوولس، نايتروجن ديارلس، اکسيجن پينځلس اوفلور اتلس نوکليد په رګونوکي ور پيچکاري کيږي. نومړي نوکليد په هغو نسجونو کي چي د سرطان په ناروغي ، انتاني ناروغی اخته وي او يا التهاب ولري دنورويه پر تله ډيرجذب کيږي. څرنګه چي نومړي ايزوټوپونه د پوزيترون ذري خپروي او د بدن څخه بهرته را وتلای شي نوديوه ديډيکتورپه مرسته سره اندازه کيدلای شي.
Proton	پروتون يوه داتوم هستي يو ه بنسټيزه ذره ده چي مثبت بريښنايزچارج لري او کتله يي مساوي ده $1,673\times10^{-27}$ kg
probability	احتمال اوددي چانس چي يوه تا کلی پيښه کيدای شي چی منځ ته راشي
Profelax	پروفيلا کس: تولي هغه کړنلاري لکه واکسين، دوايی خوړل، ځانګړی خوراک اونوري لاري چاري چي ديوی ناروغی دمخ نيوي په موخه پخوا پيل کيږی
Prostata	پروستا تا غده
Q	
Quality Factor = Q_R	کوالتي فکتور يا دوړانګو دوزن فکتور: دتوپير لرونکو وړانګو بيالوژيکي اغيزی په پام کي نيسي دبيلګه په ډول که يوه ناروغ ته د ګاما وړانګو په ځای الفا وړانګي ورکړشي نودمعادل دوز په مرسته يي د خطرکچه اټکل کولای شو
Quant	کوانت: دالکترو مقنا طيسي وړانګود انرژي تر ټولوکوچنۍ اندازه ده چي دخپريدلووړتيا لري اوانرژي يي مساوي ده له حاصل ضرب فريکوينسي اودپلانک ثابت عدد. د بيلګه په ډول لکه دنورکوانت (فوتون کوانت)، د ګاما کوانت، اکسريزکوانت (رونتګن کوانت)
R	
Radiation Attenuation law	په ماده کي دوړانګودکمزورتيا قانون
Radiation Measurement	دوړانګو اندازه کول
Radiation Physics Terminology	دراديوفزيک نومونيونه

Radiation Protection	دورانگو نه ساتنه
Radiation sickness syndrome	دورانگو دناروغی سینډروم
Radio sensetive cell	دورانگو په مقابل کې حساسيت لرونکي حجرې
Radioactive decay	راديواکتيف تجزيه
Radiobiolgy	دورانگو بيالوژي
Ralative biological effectiveness = RBE	نسبي بيالوژ يکي اغيزمن ضريب : په نسجونوکي دکوبا لټ شپيته راديواکتيو عنصر د مقايسه کوونکو وړانگو يا د ستاندارد (Standard) وړانگو اوډخیرونکو وړانگوانرژي اندازې د حاصل تقسيم سره مساوي دی
Radiocarbon Methode	دراديو کاربن طريقه
Radiochemistry	راديوکيميا
Radiological weapons	راديولوژيکي اويا د يورانيوم وسلې
Radiolyse	داوبودتجزيي کرنلاره
Radiophysics	دورانگو فزيک
Radiotherapy	دورانگوپه واسطه درملنه
Radiation Range	د وړانگو دخپريدلوواټن
Range in water	په اوبو کې دخپرېدني واټن
Reciprocal value	معکوس قيمت
Recombination	بيرته يو ځای کيدل
References	اخځونه
Regeneration	بيرته پوره کيدل، بيرته جوړيدل
Retina	د سترگي تر ځټ پوستکی
Röntgen	رونتګن: يو جرمنی فزيک پوه وه چې په ۱۸۹۵ م کال کې يې د اکسريز وړانگې کشف کړې
Röntgen unit =R	درونتگن واحد: يو رونتگن په يو کيلو گرام وچه هواکې دايونايز کونکو وړانگو په او سطه پيداشوي بريښنايز چارجونه دي چې قيمت يې لږ څه دوه نيم په لس زرمه برخه د کولومب ده $(1R = 2{,}58\times10^{-4})$
S	
Sagittal plane	د بدن په اوږدو سطحه
Screen	پرده
Sensitive	ډيره حساسه

Shell	قشر ، مدار، کرشی،
Sievert	سیورت: د معادل ډوزواحد سیورت دئ اودتوپیرلرونکو وړانګو زیان په پام کي نیسي. نوموړئ واحد په بدن کي دجذب شوي انرژي ډوز او د کواليتي فکتور د حاصل ضرب څخه تر لاسه کيږي
Single strand break	دیوه مزي یا هیلکس پرې کیدل
Somatic cell	د بدن حجري پرته له جنسي حجرو
Somatic Mutation	دبدن حجرو موتيشن
Spectrum	شپيکټرم یا طیف او یا وړانګویش: دوړانګوتولي ځپي د بر سر نه تر ښکته سره پوري پکي وي. دبيلګه په ډول لکه د کازميکي وړانګي څخه تر راديوي ځپي پوري
Spectroscopy	شپیکټروسکوپي: دفزيکي او کیمیا وي کرنلارو په مر سته سره دمادي دیوی نموني ماليکولي جوړښت، دوړانکوطیف تحلیل اوترکیب رابرسيره کوي
Spontaneous cancer	دسرطان هغه ناروغیوته وایي چي بي له کوم څرګند علته په طبیعي ډول یوه ناڅاپه او پخپله پیدا کيږي.
Staging systems	دسرطان ناروغی د ستروالي اود بدن نورو برخو ته دغوړيدلو درجي سیستم په ګوته کويئ
Stimulate	هيجان
Stochastic effects	ستو خاستیک اغیزی: د وړانګو تصادفي زیان ته ویل کيږی چي د پیښیدلواحتمال یي دوړانګوډوز سره سم سيخ پورته ځي اودوړانګوکوم ټاکلي ټيټ لیمیټ نه لري. دوړانګو نوموړئ زیان په کالونو وروسته منځ ته راځي. د بيلګه په ډول لکه دسرطان ناروغی.
Surgery	عملیات
System International de Units = SI	دواحدونو نړیوال سیستم
T	
T cell leukaemia	د ويني تي حجري سرطان
Target	نښه
Tenth-value layer = TVL	لسم ارزښت پنډوالی : دیوی مادي هغه پنډوالی دی چي دلویدونکو وړانګوشدت لسمه برخه ورڅخه تيريږي
Terrestric radiation	دځمکي لاندي وړانګي
Therapy	درملنه یاعلاج
Thyroid Cancer	د تایراید سرطان ناروغی
TNT (Trinitrotoluene)	تي اين تي : د کيمياوي او یا هستوي انرژي هغه کچه راښيي چي په یوه چاودنه کي د تودوخي په شکل منځ ته راځي. دبيلګه په ډول

	يو کيلو ګرام تي ان تي د لږ څه ځلورنيم مليونوژول ميخانيکي انرژي سره سمون لري
Trisomie 21	تريزومي يوويشت: ديوې جنسي حجرې موتيشن يوډول دى چې اولادونه يې د بدن په ټولو حجروکي يوويشتم کروموزوم ديوې جوړې په ځاى درى واره پيداکيږي.
Tumor	تومور: دبدن نسجونوهر اړخيزپرسوب اود حجم غټوالي ته ويل کيږي. لکه التهاب او د سرطان نسجونوبې کنټروله ويشتوب
Tumorsuppressorprotein	په بدن کي يولړپروتيين شته دي چې د سرطان ناروغى دمنځ ته راتلومخ نيوي کوي. دبېلګه په ډول لکه P53 پروتين چې په اوولسم کروموزوم کې ديوه جين په مرسته جوړيږي.
U	
Uranium enrichment	د يورانيوم دغني يا بډاي کولو کړنلاره
Uranium mining and production	د يورانيم د لاس ته راوستلو او توليد ټکنالوژي
Urine	ميتيازى
Uterus carcinom	درحم سرطان (زيلانځي سرطان)
V	
Vectors	ويکتورو نه
Virus	وايرس
Visible light	د ليدلو وړ وړانګې
W	
Watt	وات: دقدرت واحد دى. يووات مساوي دى يوولټ ضرب امپير.
World Health Organization = WHO	دنړيوال روغتيا سازمان
X	
X – Bremsstrahlen	د اکس برېمز وړانګې
X-ray tube	د اکسريز دستګاه
X-rays	اکسريز يا رونتګن وړانګې الکترومقناطيسي وړانګې دي چې دنور وړانګو څخه يې انرژي لوړه ده. نوموړې وړانګې په طبابت کي دناروغيو د پيژندلو او درملنې په موخه ورڅخه ګټه اخيستل کيږي.
Z	
Zygote	زايګوټ : نطفه يا زيږوړى:

Subject index
داصطلاحاتو لیست

الف	
اتوم،١٧،١١،	الفا ذري انرژي،٥٢
اتوم بم،١٧،٦،	الکترو مقناطيسي وړانګي،٥٣
اتوم هسته،١٨،١٩،٦	انتي نيوترينو ،٥٩
اتوم تحريک ،٣٧٢،٢٣،	الفا تجزيه،٦١
اتوم قانون،١٦٧،٩	اکسريز عکس،٧٤
اتوم کتله،١١	ارتجاعي ضربه،٨٣،
اتوم کتلي واحد،،١٢،٧	ايون دوز،١٠٠،٩٨،٩٦،٩٥،
اتوم مطلق کتله،،١٣،١٤	ايونايزيشن چمبر،٥٢،٩٨،
اتوم موډل،١٨،١٧	اکسريز آله ،٩٩،
اتوم نسبي کتله،١٤،١٢	انرژي دوز،١٩٢،١١٦،١٠٩،١٠٠
اتوم نمبر،٦١،٢٨	اغيزمن معادل دوز ،١٢٨،١١٩،١١٨
اتومي انرژي،٢٤١،١٦٧،٦	انژي دوز قدرت،١٠٥،
اتومي بتی،١٦٧،٢٥٢،	انرژي خطيز انتقال ،١٢٢،١٢١،
اميپر متر ،٣٨١،٩٩،٥	انتشار فاصله،١٢٥،
اتومي وزن،١٢	اوبو تجزيه،١٣٢،
اتومي وسلي،٣٤٨،٢٧٠،	آزاد راديکال،١٣٥،
اغيزمن دوز،١٥٤،١١٩،	اوبه زن الکترون،١٣٠
الفا تجزيه،٦٠،٧٧،٦١،٣٦٧	اپيتيل نسجونه،١٣٩،
الفا ذره،٧٠،٦٣،٦١،	اپوپتوزيس،١٤٣،١٤٢،
الکترومقناطيسي وړانګي،٥٧،٥٤	اونکوجين،١٥٢،
اتوم شعاع،٨	اتومي انرژي قانون،١٦٧،
الکترون،٧٤،١٨،٧٠	ايزوتوپ،١٧٦
الکترون ولټ،٧٧،٧٣،٧١	ايروزول،١٨٠،
اتوم مدار،٢١،	اينشټاين، ١٧٤،
اووګادرو عدد،١٣،٣٢،١٢	ايروتيم،٢٠٨،٢٠٤،
ايزوتوپ،٧،٥٨،٤٣،٣٩،٣٦	اورګانوګېنيزيس،٢٢١
ايزوتون،٧	الارا پرنسيپ ،٢٤٥
ايزوبار،٧	اپي ډيميولوجي،٢٤١،٣٥١

ایکسپونینسیال تابع، ١٤	اپپي ډېميولوجي شميرنه، ٣٥١
ایکسرېز، ٢١،١٨٥،	اتوم جورښت، ١٧،
ایونایزیشن، ٥٢،١٥	اتوم کلمه، ١٧
اتومي انرژی سازمان، ١٧٧،٢٦١،	ایونایزیشن انرژي، ٥٢
اکتيويتي واحد، ٣١	اتوم او قرآن، ١٧
اويلر عدد، ٣٤	اريستوتيل، ١٨
اکسپونينسيال تابع، ٣٥	اتوم مودل نیلزبور، ١٨،١٩
اغيزمن نيمايي وخت، ٤٥	الکتروستاتيک قوه، ١٩،
الفا وړانګي کتله، ٥١ ،	انرژي طيف، ٢١
ب	
بلاستوکينېزيس، ٢٢١	بنستيز واحد، ١
بحراني کتله، ١٦٥،	بيتاانرژي، ٦٩،١٢٩،٢٤٤
بدن اناتومي محوورونه، ٣٤٣	بوراتوم مودل، ١٨،١٩
براګ کلېمن قانون ، ١٢٦،	براګ کلېمن قانون، ١٢٦
بريډرهستوي بتی ، ١٥٨،	بيوپسي، ١٩٥،
بريمز وړانګي، ٧١،٧٤	بيو کيمياو تعامل، ١٩٥
بهرني وړانګي، ١٨٠،	بيالوژيکي اغيزي، ٣٤٦،،١١٤،٣٤٩
بيا لوژيکي ډوزيمتري ، ٢٨٥،٢٨٤،	بايستندراغيزه، ٣٤٩،
بخرکووړانګي، ٥٣	بيالوژيکي بدلون، ٣٦٢،
بيالوژيکي نيمايي وخت، ٤٥	بيوماليکول، ٣٦٢،
بيتا تجزيه،، ٦٤،٦٥	بيالوژي، ٩
بيتا وړانګي،، ٧٦،،٣٦٠،٥١	بيالوژيکي نمونه، ٣٢،
بيکاريل، ٢٤٠،٢٦	بيالوژيکي غبرګون، ١٣١
بينيګن پرسوب، ٣٢٢	بيتا ذره، ٨٢،٥٢،
بيتا مثبت تجزيه، ٦٥	بيتا وړانګوانرژي، ١١
پ	
پلوتونيم، ٢٨	پروتون، ٢٥،٢٧،٣٠،٥٩
پلازما ، ٢٨٧	پاراسپلزيوس، ٩٥،
پلازما کتلي شپکتروسکوپي، ٢٨٦	پلانک ثا بته ، ٢١،٥٦
پلانک ثابته، ٥٦	پروتون کتله، ٨،٥
پلوتونيم، ١٥٧،١٥٨،	پي ميزون، ٥٣،
پلوراديواکتيوسلسله، ٢٨	پي پی ایم، ٢٨٩
پوزيترون ، ٣٠،٨١،٣٧٨،٦٥،	پي ميزون، ٣٠
پولي ميرازي انزايم، ٢٢٠	پيسلبلبندي، ١٢٧،
ت	
تايرايد، ١٥٣،٣٣٨	تجزيي ثابت ، ٣٨

تجزيي ثابت ،۳۸	تخنيسيم نيمايي وخت،۳۸
تخنيسيم،۳۷	ترا نسمپسيون ۹۲،
ترا نسمپسيون ۹۲،	تريزومي،۲۱۱،
تريزومي،۲۱۱،	توريم راديو اكتيو سلسله،۲۸
توريم راديو اكتيو سلسله،۲۸	تومور،۱٤۷،
تومور،۱٤۷،	تومورسپريسرجين،۱٥۰،۱٥۲،
تومورسپريسرجين،۱٥۰،۱٥۲،	تومورماركر،۳۳۷
تومورماركر،۳۳۷	ترون انرژي ،۷٥،۷۸،٦۸،
ترون انرژي ،۷٥،۷۸،٦۸،	تومور مخه نيوونوكي جين،۱٤۸
ټ	
ټي اين ايم سيستم ،۳۳٥	ټيټه كچه ورانگي،۳٤۸،۳٤٦
ټيټي كچي اغيزمن دوز،۲٥٦	ټيټ ليول،۳۷۳،
ټی ان ټي ،۱۷۸،۲۲۸،۳۸۰،	ټيټ لېمپټ،۳۸۰
ټي اين ايم سيستم،۳۳٥،	ټي حجرې سرطان،۳۸۰
ټي انټي هستوي انرژي،٦	ټي ان ټي معادل حرارتي انرژي،٥
ټيټ مدار،۱۹	دټيټ فريكونس برخه،٥۷
ج	
جوړه ذرو پيدايښت،۸۰، ۱۳۰،۷۸،	جوړه ايونونه،۷۲
جنيټيک موتيشن،۲۰۹،	جوړه مثبت ايونواوالكترونو،۹٦
جين تيراپي،۳۳۸	جوړه چارجونو،۹۹
جنسي حجرې،۱۳۹،	جين،۲٥۱،۲۱٥،۲۰٥،
جينيټيک وروستی اغيزې،۲۳۳	جين حجرې،۳۳۱
جين نمبردرې پنځوس،۱٤۸،	جول،۱۰۱
ح	
حجره (ژونكه) ،۱۳۷،	حجرې كثافت،۱۲۳
حجرې چېک پوينټ،۱٤۰،	حجرې حجم،۱۲۳
حجرې گرزيدونكي پړاونه،۱٤۰،	حجرې راديولايزيشن،۱۳۲
دحجرې ډي اين اې DNA، ۱۳٥	حجرې جوړښت،۱۳۷
خ	
خطي طيف،۳۷۹،۲۸۲	خنثي ليول،۱۳۲
خطي تعجيل كوونكی،۷۱،	خپلواک راديكال ،۱۳۲
خطراټكل،۱۰۹،	خنثی ماليكول،۱۳٦
خطر احتمال،۱۱۸	خطيز شپكترم،۲۸۲
د	
دويټرون،۱٥	ديد كمښت،۱٦۸
درندي اوبه،۱٥	دوه مركزه موتيشن،۲۱۰،

دلتا الکترون،۸۳،	دیدیکتور،۲۰٤،۲۸۳
ډبل انرژي ډوز،۲۱۳،	ډي این اې. غبرګ تارونوپرې کیدل،۲۱٦
ډبل سترانګ،۲۱٦،۲۱۷	ډي این اې کریک واټسن موډل،۱٥۲،
ډبل هیلیکس،۲۱٦،۲۱۷	ډي.این.اې.هیلیکس ،۱۳۸،۱۳۸،
ډوز ضریب،۱۷٤	ډي اوکسي ریبونوکلیک اسید،۱۳۸، ۱،
ډوز،۹٥،	ډي این اې ،۱۳۸،۱،۱٤۰،
ډوزخطرضریب،۲۷۳	ډوزیمتري،۹٥
ډبل وخت،۳۲۹	ډبل حجم،۳۲۹
ر	
رادون،۲۰۱،۲٥۲،۲٥۷،	رادیواکتیف،۲٦،۳۷،٥۱
رادیواکتیویتي،۲٦،۳۲،۲۹	رادیواکتیو سلسلې،۲۸
رادیم،۲۷،	رادیوتیراپي،۳۳۸
رادیو اکتیو قانون،۳٤	رادیولوژیکي وسلې،۱٦۷،
رادیو اکتیوتجزیه،۲۹	رادیوم، ۱۸٤،
رادیو ایزوتوپ	رونتګن وړانګې،۷۱،۷۲،۷۳،۲٤۸
س	
سرطان ناروغي،۱۸٦،۲۰٥،۲۱۷،۲٤۰	سیمولاسیون ټکنالوژي،۳٤۰
سپکو اوبو بتی،۱٦۰،	سیورت،۱۱٥،۱۱۸،۱۲۰،۱۲۹،
سپکې اوبه،۱٥	ستم ججرې،۱۳۹
سرطان ناروغی جین، ۲٥٥،۲٥۷،۳۱٦	سیکلوترون،۸۱،۱٦،
سرطان ناروغی ږومبی شکمني نښې،۳٤۲	سوپر نووا،۱٥٥،۱٥٦،
سره کرویات،۱۳۹،	سوماتیک حجرې ،۱۳۹
سم سیخ ایونایزکوونکي وړانګې، ٥۳	سوماتیک موتیشن،۲۰۹،
سم سیخ لیمیټ نه لرونکی تیوري،۲٦۲،۲۷۱	سم سیخ مربع تیوري،۲٦۳
ط	
طبیعي رادیواکتیویتي،۲٦	طبیعي سرچینې،۳٦٤،
طبیعي لوګاریتم ،۳٤	طبیعي رادیو اکتیومواد،۲۸
طبیعي یورانیوم ،۱٥٥،۱٥٦،	طبیعي رادیو اکتیو عنصر،۲٥۳
طبیعي وړانګې،۲٥۱	طبیعي رادیواکتیوسلسله،۲۸
غ	
غریب شوي یورانیم،۱٦۲، ۱٦٥، ۱۷۰،۱۷۱	غري ډوز،۱۱٦،۱۱۷،
ف	
فوتو اغیزه،۷۸،۱۳۰،	فوتون انرژي،٥٦
رادیواکتیو باران(فال اوټ)،۲۲۹	فوتون وړانګې،٥۳
فزیکي نیمایي وخت	فوزیون،۱۸٤،

فزيکي نيمايي وخت،٣٤	فيلا دلفيا کروموزوم،١٥٠،
فلوريسينس تګلاره ،٢٨٥	فېتوګېنېزيس،٢٢١
فوتون،١٩،٢١	فوتون متمادي طيف،٢٢
ک	
کولومب قوه،٣٠	کروموزوم،١٣٨،
کازمېکي وړانګي،٢٥١	کارسينوجېنيک،١٧٠،
کتلي نمبر،١١،١٩،٦١	ککړ تيا وړانګي،١٩٠،
کوانت،٦٦،٢٨٢،٣٧٨،	ککړتيا،١٩٩،
کيوري،٣،٣١،	کاتارکټ ناروغي،٢٠٧،
کيلوبيکاريل،٣١	کازميکي وړانګي ،٢٥١
کازمېکي وړانګي،٤٣	کولېکتيوډوز،٢٧٢
کلوډ چيمبر ،٥٢	کتلي شپېکترومتر،٢٨٨
خپريدلوواټن،٥٩	کانسر،٣٠١
دوړانګوکمزورتيا قا نون،٨٣	کمپيوترتوموګرافي،٣٠١
کمزورتيا فکتور،٨٥،٨٧	کيمياوي تيراپي،٣٣٨
کمزورتيا خطي ضريب،٨٥،٨٨	کواليتي فکتور،١١٥
کتلي کمزورتيا ضريب،٨٧ ،٨٨،٨٩	کتلي دروونکي قدرت،١٢٥،
کمپټون اِغيزه،٧٩، ١٣٠،	کيمياوي ډوزيمتري،١٣٦،
کوبا لټ شپيته ،١٢٨،٢٩٢،٣٧٩،	کلونوګېنيک مرينه ،١٤٣،
ګ	
ګاما شپيکترومېتري،١٦٧،	ګراف،٨٩،
ګري،١٠٢،١٠٣،١١٠،	ګري تقسيم په وخت،٩٠
ګلف سيندروم،١٧٠،١٨٣،	ګرام پرسانتي متر مربع،٩٣
ل	
لسم ارزښت پنډوالی ، ٩٢،٩١	لوړ فشاراوبوبتی ،١٦٠
لارمور فريکونسي ،٣٠٩	لوړي کچي اغيزمن ډ وز ،٢٥٦
لومفوسيت،٢١٢،	ليتال ډوز،١٢٨،
م	
مدار،١٨،١٩،٢١	متمادي طيف،٢١،٤٨،٥٤
مېکا بيکاريل،١٠٩،	مخصوصه ايونايزيشن،١٢٤،١٢٥،
ماري کيوري،٢٧	مخصوصه راديواکتيويتي،٣٢،١٧٤،
ماليګن پرسوب،٣٢٢	مشخصه طيف ٢٢،
مايکروخپي،٩٤،٥٣،٥٢	معادل انرژي ډوز،٢٠٠،١٢٩،
مايوزيس،١٣٩،	مقناطيسي ريزونانس توموګرافي ،٣٠٤
مايوزيس،١٣٩،٢٠٩،	ملي سيورت،١٠٧،١١٧،١٢٨
ملي کيوري،،٢٥٨،٤١	مولارکتلي وزن،٣٨

منځنۍ وخت،۴۰	موډراتور،۱۵
مولټیپل میولوما،۳۳۷	میرمن کیوري،۱۸۵، ۳۷۲،۷۵
موتوجېنیک،۱۷۰،	میتاستاز،۳۲۲
موتیشن،۱۳،۱۱۴،،۱۵۳،۱۹۵،۲۲	میتولیشن،۱۹۶،
مول،۱۲،۱۴،۳۲	متمادي طیف، ۲۲،
ملي سیورت،۱۰۵،۱۱۰،۱۸۶	ملي ګرې،۱۱۵،
ن	
نوکلید،۱۷۶،۲۷	نیپتونیم،۱۵۸،
نسبي بیالوژ یکي اغیز منتیا ،۱۲۷،	نیکروزیس،۱۴۲،
نسجونو وزن فکتور،۱۱۸،۱۲۱،۱۲۰،	نیمایي عمر،۲۸
نسجونوخراب ډوله پرسوب،۳۲۱	نیمایي پنډوالي،۸۹،
نطفه،۲۲۱	نه سم سیخ ایونایزکوونکي وړانګي،۵۳
ننه وړانګي،۱۹۰،	نورسرعت،۵۵
نه ایونایزکوونکي وړانګي،۵۳	نوکلید چارټ ،۷۵،۷۶،۳۶۲،
ه	
هارمون تیراپي،۳۳۸	هستوي ځنځیري تعامل،۱۶۵،
هایدروسېفالوس،۲۲۳	هستوي بتې سونګ مواد ،۱۶۵،
هایدروجن پر اکساید ،۱۴۸،	هستوي طب،۲۵۳
هسته،۱۳۷،۱۳۸،۱۵۷،۱۸۶	هستوي قوه،۳۰
هستوي ازمویني،۲۳۰،۲۳۱	هستوي وړانګي،۵۸
هستوي انرژي،۱۶۶،	هستوي بتي،۱۵۹،
هستي ریزونانس ،۳۱۰	هستوي چاودنه،۶۳،۶۸،۱۶۶
هورمېزیس موډل ،۲۶۳	هیرسیپټین،۲۹۹
هډوکو سرطان ،۱۸۵،	هېنري بېکاریل ،۱۸۵،
و	
وړانګي،۱۵،۱۸،۲۴،۲۸،۵۱	وړانګو درملنه،۳۳۹،۳۴۱،
وینې سرطان،۱۵۰،۱۹۴،	وړانګو ستوخاستیک اغیزې،۲۰۵،۲۰۶،۲۰۷،۲۴۰،
وړانګو اغیزې،۱۳۰،	وړانګو فزیکي اغیزې،۱۳۰،۱۴۸،
وړانګو اندازه کول،۱۳۰،	وړانګو کلنۍ ډوز،۲۴۵،۲۴۷،۲۷۳،
وړانګو انرژي،۱۲۷،۱۲۸،۱۳۰،	وړانګو کوالیټي فکټور،۱۹۹،
وړانګو بایستیندر اغېزه،۲۶۵،۳۵۰،	وړانګو ناروغی زیندروم،۲۲۶،۲۲۸،۲۳۴،۲۳۸
وړانګو بیالوژي	وړانګو ناروغی زیندروم، ۲۳۳،۲۳۴،۲۳۸
وړانګو خطر نه ژغورنه،۲۴۲،۲۴۶،	وړانګو ناوړه اغیزې،۲۵۵،۲۶۰،۲۶۲،۲۶۴،۲۶۶،
وړانګو خطر،۲۰۳،۲۵۶،۲۶۲،	وړانګو نه ساتنه،۲۴۰،۲۴۲،۲۴۶،
وړانګو دخطرمطلق موډل،۲۶۸،۲۶۹،	وړانګو نه سم سیخ اغیزې،۱۴۶،۱۴۷،
وړانګو وزن فکټور،۱۱۸،۲۴۴،	وړانګواندازه کولوتګلارې،۲۸۳،۲۸۴،۲۸۶،۲۹۸،

وړانګو ډوزاو دواتن مربع قا نون،۱۰۹،	وړانګوانرژي ډوز،۲۰۴،۲۱۶،۲۵۳،۲٦۲،
وړانګوبيالوژيکي اغيزې ،۱۳۲،۱٤۸،	وړانګوزهرجنې اغيزې،۱۸۵،
وړانګوبيالوژي،۱۲٦،۱۲٦،	وړانګوژروراني،۲۱۰،
وړانګوتصادفي اغيزه،۱٥٤،۲۷٤،	وړانګوسرچينې،۲٥۱،
وړانګوتيراتوګين اغيزې،۲۲۲،	وړانګوسم سيخ اغيزې،۱٤٦،۱٤٥،۱٤۷
وړانګود خطرنسبي موډل،۲٦۸،۲٦۹،	وړانګوسوماتيک وراني،۲۱۰،
وړانګودخپرونې واټن،۱۲٦،	وړانګوفزيک
وړانګوکمزورتيا قا نون،۸٤،۲٤٤	وړانګوکمزورتيا قا نون،۸٤،۲٤٤
وړانګوکيمياوي اغيزې ،۱۳۲،۱٤۸،	وړانګوکيمياوي اغيزې ،۱۳۲،۱٤۸،
وړانګولوړ ليميټ،۱۸۷،۱۸۹،	وړانګوډوزخطر ضريب،۲۷٦،۲۷۷،۲۷۸،۳٥۰،
وړانګوموتيشن اغيزې،۲٦۲،	وينې دفاع سيستم،۱۹٤،
وړانګوټاکونکې اغيزې،۲۰۷،۲۰۸،۲۱۱،	وړانګوڅخه دځان ساتنې سيمې،۲٤۹
ي	
يورانيم اکسايد،۱٥۸،۱٦۰،	يورانيوم نفوز کړنلاره ،۱٦۱
يورانيم دوه سوه اته ديرش،۱٥٦،۱٥۸،	يورانيوم وسلې،۱٦۷،
يورانيم دوه سوه پينځه ديرش،۱٥۸،۱٥٦،	يورانينيت، ۱٥۹،
يورانيم سلسله،۲۸	يورانيوم اوږه کول،۱٦۰
يورانيوم استخراج،۱٥۹،	يورانيوم بډای کول،۱٥۹،۱٦۱
يورانيوم تجزيه،۱۷٤،	يورانيوم هيکسا فلورايد،۱٦۰
يورانيوم زيرمې ،	يورانيوم سېنتريفوګ کړنلاره، ۱٦۳
يورانيوم سرګولی،۱۷۷،	يورانيوم معدني ډبره،۱٥۹،۱٦۰،
پای	

ملونه
Appendices

درادیوایزوټوپوجدول (Radioisotops Table)

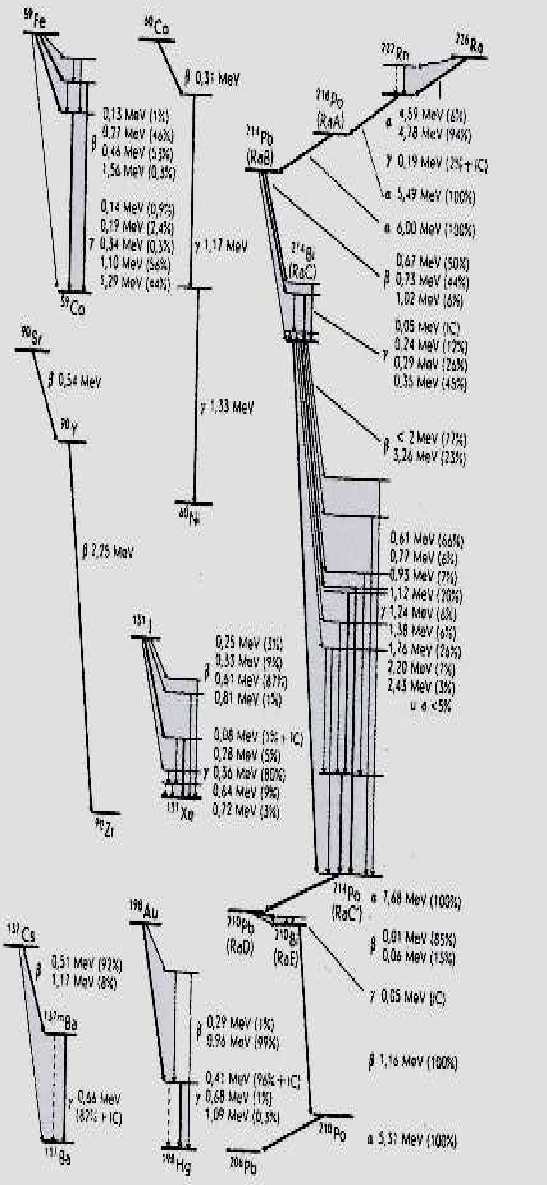
په ٤٤- جدول کې د مهمو رادیونوکلید (Radionuclides) فزیکي خواص راټول شوي دي چې هر یو یې په لاندې ډول تشریح کیږي.

- ★ دکتلي تورلیکل شوئ شمیر هغه ایزوټوپونه تشکیلوي چې په طبیعت کې اکثر(ډیرځلي) پیدا کیږي .
- ★ دکتلي شمیرچې په قوس کې لیکل شوي وي هغه طبیعي رادیو ایزوټوپ دي چې فزیکي نیمایي عمر یې بې حده اوږد وي.
- ★ هغه رادیو ایزوټوپونه چې په درملنه کې ورځخه ګټه اخیستل کیږي په (Therapeutic = Th) سره ښودل شوي دي.
- ★ فزیکي نیمایي عمر ($T_{1/2}$) ساعت (h = hour)) کال (a = Year) اوورځ په (d = day) تورو باندې لنډ لیکل شوي دي.
- ★ درادیوایزوټوپونوعمده (بنسټیز) انرژي کمپو نېنت (برخه) په مېګا الکترون ولټ (MeV) ښودل شوې ده.
- ★ د ګاما توری Γ_H د همغه رادیو ایزوټوپ د ډوز قدرت ثابته ده چې واحد یې مایکروسیورت متر مربع په ساعت په ګیګا بېکارېل ($\mu Sv\ m^2\ h^{-1}\ GBq^{-1}$) ده.

د عنصرنوم	دمستقرواوراديوايزو توپو د کتلي شمير	فزيکي نيماي عمر	دوړانګوانرژي MeV	د ګاما ثابته Γ_H

Zerfallschema für ^{59}Fe, ^{60}Co, ^{90}Sr, ^{131}I, ^{137}Cs, ^{198}Au und ^{226}Ra

Erläuterung: Der Abstand zwischen den Energieniveaus ist proportional der Ener-
gie der β oder γ-Strahlung (nicht der α-Strahlung). Schräge Pfeile nach links: α-
Zerfall, nach rechts: β-Zerfall, senkrechte Pfeile: γ-Übergang, gestrichelte Pfeile.
innere Konversion (IC).



Literatur: Martin, M.J. u. Blichert-Toft, P.H., „Radioactive Atoms", Nuclear Data 8 (Oct. 1970), Nr. 1/2

14

Isotopentabelle mit den wichtigsten radioaktiven Nukliden

Eine Tabelle der in der Nuklearmedizin verwendeten radioaktiven Isotope befindet sich im Kapitel Nuklearmedizinische Diagnostik.

Erläuterungen:

Fettgedruckte Massenzahlen: Häufigstes natürliches Isotop.

Massenzahlen in Klammern: Natürliche Radioisotope mit extrem langer Halbwertzeit.

(Th): Vorwiegend therapeutische Anwendungen

$T_{1/2}$ (Halbwertzeit): a = Jahre; d = Tage; h = Stunden

MeV: Energie der Hauptstrahlungskomponenten

Γ_H: Dosisleistungskonstante in $\mu Sv\ m^2\ h^{-1}\ GBq^{-1}$ (einschließlich Vernichtungsstrahlung bei Positronenstrahlern sowie charakteristischer Röntgenstrahlung bei K-Einfang und IC).

K: K-Strahler, siehe „β Zerfall".

Element			Massenzahlen Stabile Isotope	Radio-isotope	$T_{1/2}$	MeV α	β	γ	Γ_H
1	H	Wasserstoff	1, 2						
				3	12 a	–	0,02	–	–
2	He	Helium	3, 4						
3	Li	Lithium	6, 7						
4	Be	Beryllium	9						
				7	53 d	–	K	0,47	7,8
5	B	Bor	10, 11						
6	C	Kohlenstoff	12, 13						
				14	5730 a	–	0,16	–	–
7	N	Stickstoff	14, 15						
8	O	Sauerstoff	16, 17, 18						
9	F	Fluor	19						
				18	1,8 h	–	0,63	0,51	150
10	Ne	Neon	20, 21, 22						
11	Na	Natrium	23						
				22	2,6 a	–	0,54	1,27	320
				24	15 h	–	1,39	2,76	490
12	Mg	Magnesium	24, 25, 26						
				28	21 h	–	0,42	1,35	210
13	Al	Aluminium	27						
14	Si	Silicium	28, 29, 30						
				31	2,6 h	–	1,47	–	–
15	P	Phosphor	31						
				32	14 d	–	1,71	–	–
16	S	Schwefel	32, 33, 34, 36						
				35	88 d	–	0,17	–	–
17	Cl	Chlor	35, 37						
18	A	Argon	36, 38, 40						
				37	34 d	–	K	–	–
				41	1,8 h	–	1,20	1,29	180

15

Siemens Aktiengesellschaft , Medizinische Technik, Daten, Formeln, Fakten, Ausgabe 1991

عنصر	دمستقرواوراديوايزو توپو د كتلې شمير	نيماي عمر	دوړانگو انرژي	د گاما ثابته	عنصر	دمستقرواوراديوايز توپو د كتلې شمير	نيماي عمر $T_{1/2}$	دوړانگو انرژي	د گاما ثابته

Element			Massenzahlen Stabile Isotope	Radio-isotope	$T_{1/2}$	MeV α	β	γ	Γ_{γ}
19	K	Kalium	39, (40), 41						
				42	12 h	–	3,58	1,51	37
20	Ca	Calcium	40, 42, 43, 44, 46, 48						
				45	164 d	–	0,25	–	–
				47	4,5 d	–	0,66	1,29	150
21	Sc	Scandium	45						
				46	84 d	–	0,36	1,12	290
22	Ti	Titan	46, 47, 48, 49, 50						
23	V	Vanadium	50, 51						
				48	16 d	–	0,70	1,32	420
24	Cr	Chrom	50, 52, 53, 54						
				51	28 d	–	K	0,32	4,8
25	Mn	Mangan	55						
				52	5,6 d	–	0,58	1,46	500
				54	313 d	–	K	0,84	130
				56	2,6 h	–	2,81	0,84	230
26	Fe	Eisen	54, 56, 57, 58						
				59	46 d	–	0,46	1,10	170
27	Co	Kobalt	59						
				56	77 d	–	1,50	1,23	480
				57	272 d	–	K	0,12	15
				58	71 d	–	0,47	0,81	150
	(Th)			60	5,3 a	–	0,31	1,33	350
28	Ni	Nickel	58, 60, 61, 62, 64						
				65	2,5 h	–	2,10	1,12	75
29	Cu	Kupfer	63, 65						
				64	13 h	–	0,57	0,51	29
30	Zn	Zink	64, 66, 67, 68, 70						
				65	244 d	–	K	1,12	83
31	Ga	Gallium	69, 71						
				66	9,4 h	–	4,14	0,51	310
				67	3,3 d	–	K	0,30	21
				68	1,1 h	–	1,88	0,51	150
				72	14 h	–	0,96	2,20	360
32	Ge	Germanium	70, 72, 73, 74, 76						
				71	11 d	–	K	–	–
33	As	Arsen	75						
				74	18 d	–	1,36	0,59	120
				76	1,1 d	–	2,97	0,55	63
				77	1,6 d	–	0,68	–	–
34	Se	Selen	74, 76, 77, 78, 80, 82						
				75	120 d	–	K	0,27	55
35	Br	Brom	79, 81						
				82	1,5 d	–	0,44	0,77	390
36	Kr	Krypton	78, 80, 82, 83, 84, 86						
				85	11 a	–	0,67	0,52	0,3
37	Rb	Rubidium	85, (87)						
				86	19 d	–	1,80	1,08	14
38	Sr	Strontium	84, 86, 87, 88						
				85	65 d	–	K	0,51	79
				87^{m}	2,8 h	–	–	0,39	49
				89	50 d	–	1,46	–	–
	(Th)			90	28 a	–	2,25	–	–
39	Y	Yttrium	89						
				88	107 d	–	K	1,89	360
				90	2,7 d	–	2,25	–	–
				91	59 d	–	1,54	1,20	0,5
40	Zr	Zirkon	90, 91, 92, 94, 96						
				95	64 d	–	0,39	0,75	110
41	Nb	Niob	93						
				95	35 d	–	0,16	0,76	120
42	Mo	Molybdän	92, 94, 95, 96, 97, 98, 100						
				99	2,7 d	–	1,23	0,14	39
43	Tc	Technetium	–						
				99	210000 a	–	0,29	–	–
				99^{m}	6,0 h	–	–	0,14	16
44	Ru	Ruthenium	96, 98, 99, 100, 101, 102, 104						
				103	39 d	–	0,21	0,49	77
45	Rh	Rhodium	103						
				105	1,5 d	–	0,56	0,30	12
46	Pd	Palladium	102, 104, 105, 106, 108, 110						
				109	13 h	–	1,02	0,09	15
47	Ag	Silber	107, 109						
				110^{m}	250 d	–	0,53	0,88	410
				111	7,5 d	–	1,04	0,34	4
48	Cd	Cadmium	106, 108, 110, 111, 112, 113, 114, 116						
				115^{m}	45 d	–	1,61	0,94	5
49	In	Indium	113 (115)						
				113^{m}	1,7 h	–	–	0,39	48
				114^{m}	50 d	–	1,98	0,19	26
50	Sn	Zinn	112, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 124						
				113	115 d	–	K	0,39	74
51	Sb	Antimon	121, 123						
				122	2,7 d	–	1,40	0,57	69
				124	60 d	–	2,31	1,71	260
				125	2,8 a	–	0,30	0,60	78
52	Te	Tellur	120, 122, 123, 124, 125, 126, 128, 130						
				132	3,2 d	–	2,12	0,96	390
53	I	Jod	127						
				123	13 h	–	K	0,16	43
				125	59 d	–	K	0,03	39
				131	8 d	–	0,61	0,36	59
				132	2,3 h	–	2,12	0,67	340
54	Xe	Xenon	124, 126, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 136						
				133	5,2 d	–	0,34	0,08	14
55	Cs	Caesium	133						
				134	2,1 a	–	0,65	0,80	240
	(Th)			137	30 a	–	0,52	0,66	86

16 17

Siemens Aktiengesellschaft , Medizinische Technik, Daten, Formeln, Fakten, Ausgabe 1991

د گاما ثابته	دورانکو انرژي	نیماي عمر $T_{1/2}$	دمستقرواوراديو ایزوتوپو د کتلي شمير	عنصر	د گاما ثابته	دورانکو انرژي	نیماي عمر	دمستقرواوراديوایزو توپو د کتلي شمير	عنصر

Element			Massenzahlen Stabile Isotope	Radio-isotope	$T_{1/2}$	MeV α	β	γ	Γ_H
56	Ba	Barium	130, 132, 134, 135, 136, 137, 138						
				131	12 d	–	K	0,50	85
				133	10,5 a	–	K	0,30	80
				140	13 d	–	1,02	0,54	31
57	La	Lanthan	(138), 139						
				140	1,7 d	–	1,38	1,60	320
58	Ce	Cer	136, 138, 140, 142						
				141	33 d	–	0,44	0,14	12
				144	284 d	–	2,97	2,18	7
59	Pr	Praseodym	141						
				143	14 d	–	0,93	–	–
60	Nd	Neodym	142, 143, 144, 145, 146, 148, 150						
				147	11 d	–	0,83	0,53	24
61	Pm	Promethium	–						
				147	2,6 a	–	0,22	–	–
62	Sm	Samarium	144, (147), 148, 149, 150, 152, 154						
63	Eu	Europium	151, 153						
				152	13,5 a	–	0,71	0,34	170
				154	8,6 a	–	0,83	1,28	180
				155	4,8 a	–	0,16	0,13	9
64	Gd	Gadolinium	152, 154, 155, 156, 157, 158, 160						
65	Tb	Terbium	159						
66	Dy	Dysprosium	156, 158, 160, 161, 162, 163, 164						
67	Ho	Holmium	165						
68	Er	Erbium	162, 164, 166, 167, 168, 170						
69	Tm	Thulium	169						
				170	129 d	–	0,97	0,08	0,8
70	Yb	Ytterbium	168, 170, 171, 172, 173, 174, 176						
				175	4,2 d	–	0,47	0,40	6
71	Lu	Lutetium	175, (176)						
				177	6,7 d	–	0,50	0,21	7
72	Hf	Hafnium	174, 176, 177, 178, 179, 180						
				175	70 d	–	K	0,34	58
				181	42 d	–	0,41	0,61	84
73	Ta	Tantal	181						
				182	114 d	–	0,44	1,22	190
74	W	Wolfram	180, 182, 183, 184, 186						
				185	75 d	–	0,43	–	–
				187	1,0 d	–	1,31	0,69	73
75	Re	Rhenium	185, (187)						
				186	3,8 d	–	1,07	0,14	3
76	Os	Osmium	184, 186, 187, 188, 189, 192						
				191	15 d	–	0,14	0,13	13
77	Ir	Iridium	191, 193						
				192	74 d	–	0,67	0,32	120
78	Pt	Platin	190, 192, 194, 195, 196, 198						
				197	18 h	–	0,67	0,08	3
79	Au	Gold	197						
				198	2,7 d	–	0,96	0,41	63
				199	3,1 d	–	0,30	0,16	12
80	Hg	Quecksilber	196, 198, 199, 200, 201, 202, 204						
				197	2,7 d	–	K	0,08	9
				203	47 d	–	0,21	0,28	35
81	Tl	Thallium	203, 205						
				204	3,8 a	–	0,77	–	–
82	Pb	Blei	204, 206, 207, 208						
				210	22 a	–	0,01	0,05	0,5
83	Bi	Wismuth	209						
				206	6,3 d	–	K	0,80	–
				210	5,0 d	–	1,16	–	–
84	Po	Polonium	–						
				208	2,9 a	5,15	–	–	–
				210	138 d	5,31	–	–	–
85	At	Astatium	–						
86	Rn	Radon	–						
				222	3,8 d	5,49	–	–	–¹)
87	Fr	Francium	–						
88	Ra	Radium	–						
				223	11,4 d	5,72	–	–	–¹)
				224	3,7 d	5,68	–	0,24	1,4¹)
		(Th)		226	1600 a	4,78	–	0,19	0,9¹)
				228	5,75 a	–	0,04	–	–¹)
89	Ac	Actinium	–						
				227	22 a	4,95	0,01	–	–¹)
90	Th	Thorium	(232)						
				227	19 d	6,05	–	–	¹)
				228	1,9 a	5,42	–	0,09	0,2
				230	75400 a	4,68	–	0,14	0,05¹)
				234	24 d	–	2,32	0,10	2
91	Pa	Protactinium	(231)						
				233	27 d	–	0,26	0,31	–
92	U	Uran	(235), (238)						
				233	160000 a	4,82	–	–	–
				234	244500 a	4,76	–	0,05	0,02
93	Np	Neptunium	–	235, 236, 237, 238, 239					
94	Pu	Plutonium	–	238, 239, 240, 241, 242					
95	Am	Americium	–	238, 239, 240, 242, 243, 244, 246					
				241	432 a	5,48	–	0,06	6,6
96	Cm	Curium	–	240, 242, 243, 245					
97	Bk	Berkelium	–	245, 247, 248					
98	Cf	Californium	–	246, 249					
99	Es	Einsteinium	–	249, 250, 251, 252, 253, 254, 255					
100	Fm	Fermium	–	250, 251, 252, 254					
101	Md	Mendelevium	–	255, 256					
102	No	Nobelium	–	253, 254					
103	Lr	Lawrencium	–	257					

¹) Ohne Strahlung der Folgeprodukte

	Im radioaktiven Gleichgewicht MeV α	β	γ	Γ_H
Radium ($^{226}Ra + ^{222}Rn + ...$)	7,68	1,65	1,76	230
Mesothore ($^{228}Ra + ^{228}Th + ^{224}Ra + ...$)	8,78	2,25	2,62	310
Actinium ($^{227}Ac + ^{227}Th + ^{223}Ra + ...$)	7,36	1,44	0,87	59

Dosisleistungskonstante Γ_H nach H. M. Weiß, PTB Braunschweig.

18

19

Siemens Aktiengesellschaft , Medizinische Technik, Daten, Formeln, Fakten, Ausgabe 1991

داروابناداکټرحاجي محمد سلطانزي ځدراڼ
دلومړي تلین په یاد

دا کتاب دهیواد پیاوړي فرهنګي اوعلمي شخصیت اروابناد ډاکټرحاجي محمد سلطانزي په یادوړاندې کوو چې د دې کتاب په لیکلو کې یې ستره ونډه په غاړه اخیستې وه. خوپه ډیره خوابنینی سره د کتاب د بشپړ کیدوڅخه مخکې یې د فانې نړی څخه نا څاپه سترګې پټې کړې.

اروابنا د ډاکټرحاجي محمد سلطانزئ ځدراڼ

دزیږیدونیټه : ۱۰ / ۱۲ / ۱۹٤٦ م
د مړینی نیټه : ۴ / ۹ /۲۰۰۶ م
(۵۹ کلن)

په ۱۹۴۶م کال کې اروابناداکټرحاجي محمد سلطانزی داروابناد الحاج ډګروال الله داد خان سلطانزي زوئ د پکتیا د ولایت په ځدرانو کې زیږیدلی ؤ.

لومړنۍ زده کړې يې په کابل کې د بي بي مهرو په ښوونځی کې او منځنۍ زده کړې يې د رحمان بابا په لېسه کې تر سره کړې دي. په ۱۹۶۵م کال کې له نوموړې لېسې څخه فارغ او د لوړو زده کړې لپاره د ننګرهارپوهنتون د طب په پوهنځی کې شامل شو. په ۱۹۷۳م کال کې هغه د ننګرهار طب پوهنځی په بريالیتوب سره پای ته ورسلوه. د څه مودې لپاره يې په غزني اودپکتیکا په کټواز کې د ډاکتر په توګه دنده تر سره کړه. په ۱۹۷۴م کال کې لویدیځ جرمني هیواد ته ولاړ.

اروابناد ډاکټر حاجي محمد سلطانزئ يو تکړه جراح اود انستيزي څانګې مسلکي مشر متخصص ډاکټر وو . د۱۹۷۴م کال څخه راپدې خوايې د جرمني په معتبرو روغتونونو کې د ډاکتر په توګه دنده تر سره کوله.

داروابنادڅخه يوه لور او دوه ځامن هريو دانيستيزي څانګې متخصص ډاکتر صالح محمد سلطانزئ، د طب ډاکتره ميرمن حليمه سلطانزۍ ببرکزۍ ځدراڼ او دښوونځی زده کوونکۍ تنکۍ ځوان يما سلطانزئ پاتې شوي دي. داروابناداولادونوخپلې لوړې زده کړې د المان په پوهنتونونو کې تر سره کړی او د پښتونولۍ، افغانيت په لوړه روحيه روزل شوي دي

اروابناد د ۲۰۰٦ م کال د سيپټمبرمیاشت په څلورمه نيټه په جرمني کې د ورپيښې شوي زړه ناروغۍ له امله ددې نړۍ څخه د تل لپاره خپلې پلارنۍ هديرې ته وکوڅېد.

(اروادې يې ښاد وي)

سحرګه وه د نرګس ليمه لانده	څاڅکي څاڅکي يې له سترګو څڅيده
ما وې څه دي ښکليه ګله ولې ژاړې	ده وې ژوند مې دی يوه خوله خنديده

(نازوانا)

لورونه

مورږ دا کتاب دځدرانوپیاوړي ولسي اوملي مشرخدای بښلي شهید تره کرنیل نورمحمد خا ن سلطانزي چې دخپل ولس دسرلوړنې، پرمختګ او هوسایني په لاره کې یې خپل ژوند دلاسه ورکړ او همدارنګه زموږ پلارخدای بښلي الحاج ډګروال الله داد خان سلطانزي ځدراڼ د دریم تلین په درناوۍ او نمانځنې لیکو چې دوی:

- دلرافغانستان دخپلواکۍ په لاره کې د ارواښاد غازي حاجي میرزاعلي خان (ایپي فقیر) سره په یوه سنګر کې دځان او مال درنې قربانۍ څخه تیر او جنګیدلی وه.
- خپل ماشومان یې تل په پښتومورنۍ ژبه د کتابونو لیکلواو لوستلو ته هڅولي وه.
- دیرش کاله دخپل هیواد په چوپړ کې د یوه رښتیني پوځي مسلکي افسر دنده، د وطن پالنې ، ملي یووالۍ، ملي واکمنۍ ته په درناوي او پوځي مورال سره کلک ولاړوه
- د یوملي شخصیت په توګه هسکه غاړه له دغې فاني نړۍ څخه سترګې پټې کړې.

(ارواڼې یې ښاد وي)

Publishing Medical Textbooks

Honorable lecturers and dear students!

The lack of quality textbooks in the universities of Afghanistan is a serious issue, which is repeatedly challenging students and teachers alike. To tackle this issue we have initiated the process of providing textbooks to the students of medicine. In the past three years we have successfully published and delivered copies of 136 different books to the medical colleges across the country.

The Afghan National Higher Education Strategy (2010-1014) states:

"Funds will be made available to encourage the writing and publication of textbooks in Dari and Pashtu. Especially in priority areas, to improve the quality of teaching and learning and give students access to state – of – the – art information. In the meantime, translation of English language textbooks and journals into Dari and Pashtu is a major challenge for curriculum reform. Without this facility it would not be possible for university students and faculty to access modern developments as knowledge in all disciplines accumulates at a rapid and exponential pace, in particular this is a huge obstacle for establishing a research culture. The Ministry of Higher Education together with the universities will examine strategies to overcome this deficit. One approach is to mobilize Afghan scholars who are now working abroad to be engaged in this activity."

Students and lecturers of the medical colleges in Afghanistan are facing multiple challenges. The out-dated method of lecture and no accessibility to updates and new teaching materials are the main problems. The students use low quality and cheap study materials (copied notes & papers), hence the Afghan students are deprived of modern knowledge and developments in their respective subjects. It is vital to compose and print the books that have been written by lecturers. Taking the situation of the country into consideration, we desperately need capable and professional medical experts who can contribute to improving the standard of medical education and Public Health throughout Afghanistan. Therefore enough attention should be given to the medical colleges.
For this reason, we have published 136 different medical textbooks from Nangarhar, Khost, Kandahar, Herat, Balkh and Kapisa medical colleges and Kabul Medical University. Currently we are working to publish 20 more medical textbooks for Nangarhar Medical Faculty. It should be mentioned that all these books have been distributed among the medical colleges of the country free of cost.

All published medical textbooks can be downloaded from www.ecampus-afghanistan.org

The book you are holding in your hands is a sample of a printed textbook. We would like to continue this project and to end the method of manual notes and papers. Based on the request of Higher Education Institutions, there is the need to publish about 100 different textbooks each year.

As requested by the Ministry of Higher Education, the Afghan universities, lecturers & students want to extend this project to the non-medical subjects e.g. Science, Engineering, Agriculture, Economics, Literature and Social Science. It should be remembered that we publish textbooks for different colleges of the country who are in need.

I would like to ask all the lecturers to write new textbooks, translate or revise their lecture notes or written books and share them with us to be published. We will ensure quality composition, printing and distribution to the medical colleges free of cost. I would like the students to encourage and assist their lecturers in this regard. We welcome any recommendations and suggestions for improvement.

It is worth mentioning that the authors and publishers tried to prepare the books according to the international standards but if there is any problem in the book, we kindly request the readers to send their comments to us or the authors in order to be corrected for future revised editions.

We are very thankful to German Aid for Afghan Children and its director Dr. Eroes, who has provided fund for this book. We would also like to mention that he has provided funds for 40 other medical textbooks in the past three years which are being used by the students of Nangarhar and other medical colleges of the country.

I am especially grateful to GIZ (German Society for International Cooperation) and CIM (Centre for International Migration & Development) for providing working opportunities for me during the past four years in Afghanistan.

In Afghanistan, I would like to cordially thank His Excellency the Minister of Higher Education, Prof. Dr. Obaidullah Obaid, Academic Deputy Minister Prof. Mohammad Osman Babury and Deputy Minister for Administrative & Financial Affairs Prof. Dr. Gul Hassan Walizai, Chancellor of Nangarhar University Dr. Mohammad Saber, Dean of Medical Faculty of Nangarhar University Dr. Khalid Yar as well as Academic Deputy of Nangarhar Medical Faculty Dr. Hamayoon Chardiwal, for their continued cooperation and support for this project.

I am also thankful to all those lecturers that encouraged us and gave us all these books to be published and distributed all over Afghanistan. Finally I would like to express my appreciation for the efforts of my colleagues Ahmad Fahim Habibi, Subhanullah and Hekmatullah Aziz in the office for publishing books.

Dr Yahya Wardak
CIM-Expert at the Ministry of Higher Education, February, 2014
Karte 4, Kabul, Afghanistan
Office: 0756014640
Email: textbooks@afghanic.org
wardak@afghanic.org

Message from the Ministry of Higher Education

In history books have played a very important role in gaining knowledge and science and they are the fundamental unit of educational curriculum which can also play an effective role in improving the quality of Higher Education. Therefore, keeping in mind the needs of the society and based on educational standards, new learning materials and textbooks should be published for the students.

I appreciate the efforts of the lecturers of Higher Education Institutions and I am very thankful to those who have worked for many years and have written or translated textbooks.

I also warmly welcome more lecturers to prepare textbooks in their respective fields so that they should be published and distributed among the students to take full advantage of them.

The Ministry of Higher Education has the responsibility to make available new and updated learning materials in order to better educate our students. Finally I am very grateful to German Committee for Afghan Children and all those institutions and individuals who have provided opportunities for publishing medical textbooks.

I am confident that this project should be continued and textbooks can be published in other subjects too.

Sincerely,

Prof. Dr. Obaidullah Obaid

Minister of Higher Education

Kabul, 2014

Book Name	Cancer and Environmental Radioactivity
Authors	Dr Nazar M Sultansei, Dr Med Haji M Sultansei, Dr M Ghazi Sultansei
Publisher	Nangarhar Medical Faculty
Website	www.nu.edu.af
No of Copies	1000
Published	2014, second edition
Download	www.ecampus-afghanistan.org
Printed by	Afghanistan Times Printing Press

This Publication was financed by German Aid for Afghan Children, a private initiative of the Eroes family in Germany.

Administrative and Technical support by Afghanic.

The contents and textual structure of this book have been developed by concerning author and relevant faculty and being responsible for it. Funding and supporting agencies are not holding any responsibilities.

If you want to publish your textbooks please contact us:

Dr. Yahya Wardak, Ministry of Higher Education, Kabul

Office 0756014640

Email textbooks@afghanic.org

All rights reserved with the author.

Printed in Afghanistan 2014

ISBN 1 – 893909 – 24 – 7