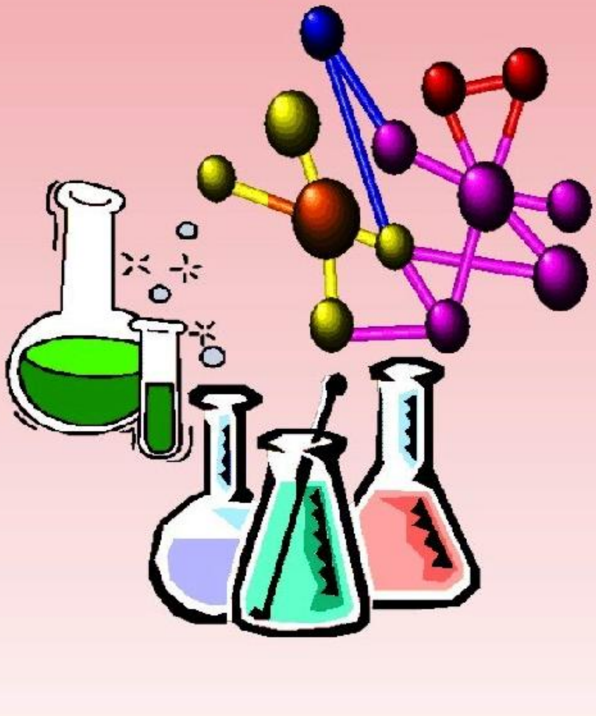
ننګرهار طب پوهنځی

# عمومي کيميا



پوهاند ډاکتر خیر محمد ماموند

۱۳۹۲

بسم الله الرحمن الرحيم

# عمومي کیمیا

**پوهاند ډاکتر خیر محمد ماموند**

د کتاب نوم عمومي کیمیا

لیکوال پوهاند ډاکتر خیر محمد ماموند

خپرندوی ننګرهار طب پوهنځی

ویب پاڼه www.nu.edu.af

چاپ شمېر ۱۰۰۰

د چاپ کال ۱۳۹۲

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 موسسې 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: ۰۷۵۶۰۱۴۶۴۰

ایمیل: textbooks@afghanic.org

د چاپ ټول حقوق له مؤلف سره خوندي دي.

ای اس بي ان ۹ – ۰ - ۹۸۷۳۱۷۲ – ۰ – ۹۷۸

# 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 پیژندل 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 یې ایستلی او د کلونو په اوږدو کې یې په خپلو اړوندو څانگو 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 گرانو محصلینو په واک کې ورکړل شي.

د لوړو زده کړو وزارت دا خپله دنده بولي چې د گرانو 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 یی 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، ۱۳۹۲

# 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 دوو کلونو کې مونږ د طب پوهنځیو د درسي کتابونو د چاپ لړۍ پیل او تر اوسه مو ۱۱۶ عنوانه طبي درسي کتابونه چاپ او د افغانستان ټولو طب پوهنځیو 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، نویو، 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 اوسنی 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 زیاته پاملرنه وشي.

تراوسه پوري مونږ د ننګرهار، خوست، کندهار، هرات، بلخ او کاپیسا د طب پوهنځیو او کابل طبی پوهنتون لپاره ۱۱۶عنوانه 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 طبی کتابونه کولای شی د www.ecampus-afghanistan.org ویب پاڼی څخه ډاونلوډ کړی.

کوم کتاب چې ستاسی په لاس کې دی زمونږ د فعالیتونویوه 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 کړود موسساتو لپاره هر کال څه نا څه ۱۰۰ عنوانه درسی کتابونه چاپ کړل شي.

د لوړو زده کړو د وزارت، پوهنتونونو، استادانو او محصلینو د غوښتنې په اساس په راتلونکی کی غواړو چې دا پروګرام غیر طبي برخو لکه ساینس، انجنیري، کرهنې، اجتماعی 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 چی د مولفینو او خپروونکو له خوا پوره زیار ایستل شوی دی، ترڅو د کتابونو محتویات د نړیوالو علمی معیارونو په اساس برابر شی خو بیا هم کیدای شی د کتاب په محتوی کی ځینی تیروتنی او ستونزی وجود ولری ، نو له دی امله له درنو لوستونکو څخه هیله مند یو تر څو خپل نظریات او نیوکی د مولف او یا زمونږ په پته په لیکلی بڼه را ولیږی، تر څو په راتلونکی چاپ کی اصلاح شی.

د افغان ماشومانو لپاره د جرمنی کمیټې او دهغې له مشر ډاکتر ایروس څخه ډېره مننه کوو چې ددغه کتاب د چاپ لګښت یې ورکړی دی. دوی په تیرو کلونو کی هم د ننګرهار د طب پوهنځی د ۲۰ عنوانه طبی کتابونو د چاپ لګښت پر غاړه درلود.

په ځانګړي توګه د جی آی زیت (GIZ) له دفتر او CIM ( Center for International Migration and Development) یا د نړیوالی پناه غوښتنی او پرمختیا مرکز چې زما لپاره یې په تېرو درېو کلونو کې په افغانستان کې د کار امکانات برابر کړی دي هم مننه کوم.

د لوړو زده کړوله محترم وزیرښاغلي پوهاند ډاکترعبیدالله عبید، علمی معین ښاغلي پوهنوال محمد عثمان بابری، مالي او ادري معین ښاغلی پوهنوال ډاکتر ګل حسن ولیزي، د ننګرهار پوهنتون رییس ښاغلی ډاکتر محمد صابر، د پوهنتونواو پوهنځیو له ښاغلو رییسانو او استادانو څخه هم مننه کوم چې د کتابونو د چاپ لړۍ یې هڅولی او مرسته یې ورسره کړی ده.

همدارنګه د دفتر له ښاغلو همکارانو څخه هم مننه کوم چې د کتابونو د چاپ په برخه کې یې نه ستړې کیدونکی هلی ځلی کړی دي.

ډاکتر یحیی وردګ، د لوړو زده کړو وزارت
کابل، مارچ ۲۰۱۳
د دفتر ټیلیفون: ۰۷۵۶۰۱۴۶۴۰
ایمیل: textbooks@afghanic.org
wardak@afghanic.org

بسم الله الرحمن الرحیم

# لنډيز

د عمومي کیمیا دا کتاب د افغانستان د ساینس، انجنیرۍ، طب، فارمسۍ او کرهنې د پوهنځیو د لمړیو ټولګیو دپاره لیکل شویدی.
د کتاب لمړی فصل ( د کیمیا مهم اصطلاحات او اساسي قوانین ) د هری سوئې شاګردانو او د کیمیا مینه والو د پاره په کار راځي. د کتاب دویم فصل ( د مادې جوړښت ) د نورو شاګردانو په څنګ کې د پوهنتون د شاګردانو دپاره ډیر ضرور دی. په دریم فصل کې د موادو درې ګوني فازي حالات ( ګازات، مایعات او جامدات ) او په هر فازي حالت کې د موادو ځانګړي خصوصیات لیکل شویدي. د ساینس او تکنالوژۍ د هرې څانګې شاګردان باید د موادو دغه خصوصیات و پیژني. څلورم فصل ( کیمیاوي ترمودینامیک ) د انجنیرۍ د شاګردانو دپاره ډیر ارزښت لري. د کتاب پنځم فصل ( کیمیاوی کنتک ) کې د کیمیاوي تعاملاتو سرعت او هغه عوامل چې د کیمیاوي تعاملاتو پر سرعت اثر لري څیړل کیږي. په شپږم فصل کې محلولونه او د محلولونو خواص تشریح کیږي. دا فصل د ساینس او د انجنیرۍ د شاګردانو پرته د طب، فارمسۍ او کرهنې د شاګردانو لپاره خاص اهمیت لري. الکترو کیمیا د دې کتاب اوم فصل دی. په دې فصل کې اکسیدیشني -احیاوي تعاملاتو، د برقي انرژۍ کیمیاوي منابعو او الکترو لیز ته ځای ورکړل شویدی. د کیمیاوي موادو پیژندنه د دې کتاب اتم فصل دی په دې فصل کې په ډیر لنډ ډول د کیمیاوي تحلیل د کلاسیکو متودونو یادونه شوې او وروسته د کیمیاوي موادو د نوعیت او جوړښت د پیژندنې معاصر متودونه لکه کروماتو ګرافي، ما سپکتروسکوپي او جذبي سپکتروسکوپي ورکړل شویدي. د کتاب د حجم د زیاتیدو د مخنیوي په غرض په هره موضوع کې کم شمیر مثالونه او تمرینونه حل شویدي. د شاګردانو د ښه پوهیدو لپاره محترم استادان کولای شي په هره موضوع کې نور مثالونه او تمرینونه شاګردانو ته حل او یا کورنۍ وظیفه ورکړي. د دې کتاب پاک لیک، جدولونه او شکلونه د محترم ډیپلوم انجنیر نوروز اسحق په همت او د تایپ او چاپ کارونه ئې د داکتر ترون جلیلي په مټ تر سره شویدي. هیله ده چه د کتاب په چاپولو کې تخنیکي غلطۍ کمې وي تر څو محترم لوستونکي ترې ښه ګټه واخلي.

په درناوي

پوهاند دوکتور خیر محمد ماموند

اړونده څانګې ته!

د محترم پوهاند داکتر خیرمحمد ماموند د عمومی کیمیا ژباړلی اثر مو په غورسره ولوست. دا د کیمیا د څانګی غوره علمی اثردی، په هغه پوهنځیو کې چې کیمیا لوستل کیږی. محصلین کولای شي چې په خورا اسانی سره د دې ارزښتناکه علمی اثر څخه علمی ګټه تر لاسه کړي.

نو پدې اساس د چاپ او خپریدو وړتیا لری، زه د طب د پوهنځی د کیمیا د څانګې د تدریسی غړی په توګه غوښتنه کوم، چې نوموړی اثر دهیواد د ځوانو محصلینو د علمی بداینې او کیمیاوی علمي څیړنیزو کړو وړو ته د لاس رسی په خاطر چاپ او خپور شي، تر څو چې په همدغه شان نور علمي اثار وژباړل شی او د وطن د بچیانو د لا علمی سمبالتیا ګټه ترې واخستل شی.

په درناوی

پوهنیار محمدعمران د ننګرهار د طب پوهنځی

د کیمیا د څانګی غړی

# عنوانونه


| عنوان | صفحه |
|---|---|
| لمړی فصل | |
| - د کیمیا مهم اصطلاحات | ۱ - ۱۴ |
| - د کیمیا اساسي قوانین | ۱۴ - ۲۸ |
| دوهم فصل | |
| - د کیمیاوي موادو جوړښت | |
| - د اتوم جوړښت | ۲۸ - ۵۶ |
| - د مالیکول جوړښت | ۵۶ - ۸۱ |
| - د مالیکولو تر منځ قواوې | ۸۱ - ۸۲ |
| - هایدروجني اړیکه | ۸۲ - ۸۳ |
| - کامپلکس مرکبات | ۸۳ - ۸۸ |
| دریم فصل | |
| - د موادو درې ګوني فازي حالات | |
| - ګازات | ۹۰ - ۱۰۲ |
| - مایعات | ۱۰۲ - ۱۱۰ |
| - جامدات | ۱۱۰ - ۱۱۶ |
| څلورم فصل | |
| - کیمیاوي ترمودینامیک | ۱۱۷ - ۱۳۰ |
| پنځم فصل | |
| - کیمیاوي کنتک | ۱۳۰ - ۱۴۱ |
| - کیمیاوي تعادل | ۱۴۱ - ۱۵۰ |
| - شپږم فصل | |
| - دسپرشني سیستمونه | ۱۵۱ - ۱۵۲ |
| - محلولونه | ۱۵۲ - ۱۵۳ |
| - د محلول د غلظت افادې | ۱۵۳ - ۱۵۶ |
| - د حل کیدو پر قابلیت مؤثر عوامل | ۱۵۶ - ۱۵۹ |

| صفحه | عنوان |
|---|---|
| ۱۵۹ - ۱۶۴ | - د محلول خواص |
| ۱۶۴ - ۱۷۰ | - د اوبو د ایونو د ضرب حاصل pH |
| ۱۷۰ - ۱۷۱ | - په الکترولیتي محلولو کې کیمیاوي تعاملات |
| ۱۷۱ - ۱۷۵ | - د مالگو هایدرولیز |
| | - اووم فصل |
| ۱۸۰ - ۱۸۵ | - اکسیدیشني - احیاوي تعاملات |
| ۱۸۵ - ۱۹۰ | - الکترودي پوتانسیل |
| ۱۹۰ - ۱۹۳ | **- د برقي انرژي کیمیاوي منابع گلواني حجرې** |
| ۱۹۳ - ۱۹۵ | - د الکترو کیمیاوي حجرې پر محرکه قوه د مختلفو عواملو اثر |
| ۲۰۴ - ۲۰۷ | - د فلزاتو تخریب |
| ۲۰۷ - ۲۲۵ | - الکترولیز |
| | - اتم فصل |
| ۲۲۶ - ۲۲۹ | - د کیمیاوي موادو پیژندنه |
| ۲۳۰ - ۲۳۴ | - کروماتوگرافي |
| ۲۳۴ - ۲۴۶ | - ماسپکتروسکوپي |
| ۲۴۶ - ۲۵۴ | - جذبي سپکتروسکوپي |
| ۲۵۴ - ۲۵۵ | - آزاد سوالونه |
| ۲۵۵ - | - جدولونه |

د طبیعت د پدیدو او د هغوئ د خپل مینځي اړیکو د قانونمندۍ په راز پوهیدل طبیعت پیژندنه ده. دا چي طبیعت بي نهایت پراخه او دایم په تغیر کي دی نو طبیعت پیژندني ته د پای ټکي نه شو ایښودلای.

## کیمیا:

کیمیا د طبیعي علومو یوه څانگه ده. پدي علم کي د کیمیاوي عناصرو او د هغوئ څخه د جوړو شویو کیمیاوي مرکباتو د ترکیب، جوړښت او خواصو او همدارنگه د یو ډول کیمیاوي موادو څخه د بل ډول کیمیاوي موادو لاس ته راتلل مطالعه کیږي.

نن ورځ په کیمیا کي ډیري څانگي لکه غیر عضوی کیمیا، عضوي کیمیا، فزیکي کیمیا، تحلیلي کیمیا، صنعتي کیمیا، حیاتي کیمیا او داسي نوري منځ ته راغلي دي.

# لمړی فصل

# د کیمیا مهم اصطلاحات، د کیمیا اساسي قوانین.

## د کیمیا مهم اصطلاحات:

### 1 - 1. ماده:

جامدات، مایعات، گازات او پلازما دا ټول شیان مادي بلل کیږي. د شیانو تر منځ د جاذبي ساحه، د مقناطیسي شیانو په شا و خوا کي مقناطیسي ساحه، د شیانو د اتومونو د هستو په منځ کي هستوي ساحه وجود لري. هم شی او هم ساحه دواړه مادي دي. خو شی د مادي هغه ډول دی چي ذاتي کتله (د سکون د حالت کتله) ولري. یعني هغه ذرات چي د حرکت سرعت یي د رڼا د وړانگو د سرعت څخه لږ وي کتله یي ښکاره احساس او اندازه کیدای شي، مگر ساحه د مادي هغه ډول دی چي د انرژۍ په شکل ځرگندیږي. یعني که څه هم ساحه کتله هم لري خو هغه مونږ ته د انرژۍ په شکل راځرگندیږي، نو ځکه انرژي د ساحي مهمه مشخصه گڼل کیږي

## 1 - 2 اتوم:

د يو عنصر ډيره کوچنۍ ذره چې د دغه عنصر ټول کيمياوي خواص ولري د هغه عنصر د اتوم په نامه ياديږي.
د اتوم په منځ کې هسته او د هستې چار چاپيره الکترونونه ګرځي.
هسته مثبت چارج لري او تقريباً د اتوم ټوله کتله په هسته کې ځای لري. د هستې لوې والی د اړوند عنصر د کتلوي عدد سره داسې اړيکه لري.

$$r = 1,4 \cdot 10^{-13} \sqrt[3]{A} \quad cm \ldots\ldots\ldots (1)$$

دلته r د اتوم د هستې شعاع او A د اړوند عنصر کتلوي عدد ښئي.
د هستې په منځ کې پروتونونه ( د سپک هايدروجن په هسته کې يو پروتون ) او نيوترونونه ځای لري. پروتونونه او نيوترونونه دواړه د نکلونو په نامه ياديږي. پروتون مثبت چارج او نيوترون چارج نلري. الکترون منفي چارج لري او دايم د هستې چار چاپيره ګرځي.
الکترون، پروتون او نيوترون د اتوم اساسي ذرات ګڼل کيږي چې د هغوئ بعضی مشخصات په لاندې جدول کې ورکړل شويدي:

اول ( 1-1 ) جدول : د اتوم د اساسي ذراتو بعضې مشخصات :

| ذره | کتله په کيلو ګرام | چارج په کولمب | کتله د اتومي کتلې په واحد amu | منل شوی چارج |
|---|---|---|---|---|
| الکترون | $9,1094 \cdot 10^{-31}$ | $-1,60218 \cdot 10^{-19}$ | 0,00055 | -1 |
| پروتون | $1,6726 \cdot 10^{-27}$ | $+1,60219 \cdot 10^{-19}$ | 1,0073 | +1 |
| نيوترون | $1,67493 \cdot 10^{-27}$ | 0 | 1,0087 | 0 |

په ( 1 ) جدول کې ليدل کيږي چې د پروتون او نيوترون کتلې تقريباً سره مساوي دي. ولی د الکترون کتله د هغوئ په پرتله 1840 کرته لږه ده. له همدې کبله د هستې کتله عملاً د اتوم کتله بللای شو. يعني په هسته کې د پروتونو او نيو ترونو د کتلو مجموعه د اتوم کتله جوړوي.

## 1 - 3 . اتومي کتله:

د هر عنصر د يوه اتوم کتله په کيلو ګرام د هغه عنصر د مطلقه اتومي کتلې په نامه ياديږي.
د عناصرو مطلقې اتومي کتلې ډيرې کوچنۍ ( $1,67 \cdot 10^{-25}$ کيلو ګرامه څخه تر $4,27 \cdot 10^{-27}$ کيلو ګرام پورې ) دي.
نو ځکه په کيميا کې د عناصرو د مطلقو اتومي کتلو پر ځای نسبي اتومي کتلې استعمالوي. پدې اخرو کلونو کې د کاربن د $^{12}_{6}C$ ايزوتوپ د کتلې 1/12 برخه چې تقريباً $1,674 \cdot 10^{-27}$ کيلو ګرامه کيږي د نسبي اتومي کتلې واحد قبول شويدی.

$$1\ amu = 1,674 \cdot 10^{-27}\ kg$$ د اتومي کتلې واحد

د همدې کميت په نسبت د ټولو عناصرو نسبتي اتومي کتلې محاسبه شويدي. همدغه نسبي اتومي کتلو ته مونږ اتومي کتلې وايو. مثلاً د اکسيجن اتومي کتله 15,9994 ، د هايدروجن اتومي کتله 1,0079 ، د نايتروجن اتومي کتله 14,0067 ده. لکه چې ليدل کيږي د ټولو عناصرو اتومي کتلې چې د عناصرو په دوره ئي جدول کې ورکړل شويدي کسري اعداد دي.

د دې خبرې دليل دا دی چې ټول کيمياوي عناصر دوه او يا څو ايزوتوپونه لري. د ايزوتوپونو کتلوي اعداد يا اتومي کتلې سره توپير لري، هغه عدد چې د عنصر د اتومي کتلې په حيث د عناصرو په دوره ئي جدول کې ليکل کيږي په طبيعت کې د هغه عنصر د ټولو ثابتو ايزوتوپونو په فيصدۍ او د هر ايزوتوپ په اتومي کتلې پورې اړه لري. مثلاً د کلورين اتومي کتله 35,453 ده، دغه عدد د لاندې محاسبې نه په لاس راغلی دی:

کلورين دوه ثابت ايزوتوپونه لري چې يو ئي $^{35}_{17}Cl$ او بل ئي $^{37}_{17}Cl$ دی په طبيعت کې د کلورين په 100 اتومو کې 75 اتومه $^{35}_{17}Cl$ او 25 اتومه د $^{37}_{17}Cl$ وي پس ليکو چې :

$$35\times\frac{75}{100} + 37\times\frac{25}{100} = \frac{35\times75+37\times25}{100} = 35{,}453\text{amu}$$

که اوس د هر ايزوتوپ اتومي کتلې ته په غور سره ځير شو نو ليدل کيږي چې د هغه د هستې کتله په دغه هسته کې د پرتونو او نيو ترونو د کتلو د مجموعي څخه هميشه لږه وي. دغه د کتلې فرق ته د کتلې نقصان وائي. مثلاً د هيليم يو ايزوتوپ ( 2p, 2n )

په نظر کې نيسو د دې ايزوتوپ د هستې کتله 4,001506 amu حساب شوې ده خو د هغه د هسې دننه د دوه پروتونو او دوه نيوترونو د کتلو مجموعه 4,031882 amu کيږي چې دلته د کتلې نقصان 0,030376 amu راځي. د انشتين د معادلې په اساس د کتلې او انرژۍ معادليت داسې دی :

$$E = mc^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

دلته m کتله، E انرژي او C د رڼا د وړانګو سرعت ( $c = 3 \cdot 10^8\ m \cdot sec^{-1}$ ) دی. د ( 2 ) معادلې پر اساس د 0,030376 amu کتلې نقصان د 28,2 Mev ميګا الکترون ولت ( $1Mev = 10^6\ ev$ ) انرژي د آزاديدو سره معادليت لري. يعنې کله چې د هيليم هسته د دوه پرتونو او دوه نيوترونو څخه جوړيږي پدې وخت کې د هستې يو مقدار ماده چې کتله ئي 0,030376 amu ده د شي د حالت څخه د ساحې حالت ته اوړي ( د هستې ساحه جوړوي ) چې د دې ساحې انرژي 28,2Mev ده. هغه مقدار انرژي چې د پروتونو او نيوترونو د راټوليدو يعنې د هستې د جوړيدو په وخت کې د اتوم د هستې څخه آزاديږي د هستې د جوړيدو د انرژۍ په نامه يادېږي.

هر څومره چې د هستې د جوړيدو انرژي زياته وي په هم هغه اندول هسته ثابته وي. څکه چې د هستې د جوړيدو انرژي او بيرته د هستې د ماتيدو انرژي کمیتاً سره مساوي دي. څرنګه چې په ماليکول کې د اتومونو تر منځ د کيمياوي رابطې انرژي ( ev 5 ~ ) د هستې د جوړيدو د انرژۍ ( ~ 28,2 Mev ) څخه لږه ده نو پدې سبب په کيمياوي تعاملاتو کې يوازې د اتومو الکترونونه برخه اخلي او هستې هيڅ تغير نه کوي. هغه جريانات چې په هغو کې د اتومو هستې تغير کوي د هستوي تعاملاتو په نامه يادېږي.

## 1-4 . کتلوي عدد، اتومي نمبر، عنصر، ايزوتوپ، ايزوبار، ايزوتون:

په هسته کې د نکلونو تعداد ( د پروتونو او نيوترونو مجموعي ) ته کتلوي عدد وائي چې د A په حرف سره ښودل

کیږي.

$$A = Z + N \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

دلته N د نیوترونو تعداد او Z د پروتونو تعداد ښئي.
د عنصر د اتوم په هسته کې د پرتونو تعداد د هغه عنصر د اتومي نمبر په نامه یادیږي. هغه اتومونه چې اتومي نمبر ئې یو شی وي یو عنصر جوړوي. لکه د خالص طلا ټول اتومونه هر یو په خپله هسته کې (79) پروتونه، د خالص سیمابو اتومونه هر یو په خپله هسته کې (80) پروتونه، د خالص هیلیم اتومونه هر یو په خپله هسته کې (2) پروتونه لري. که د یوه عنصر د اتومو په هستو کې د نیوترونو تعداد یعنې کتلوي عدد سره فرق ولري داسې مختلف اتومونه د یوه عنصر د ایزوتوپونو په نامه یادیږي. لکه : $^{1}_{1}H$ ، $^{2}_{1}H$ ، $^{3}_{1}H$ د هایدروجن ایزوتوپونه دي چه د ټولو اتومي نمبر ( 1 ) دی. ولې کتلوي اعداد ئې 2،1 او 3 دي. که د څو عناصرو کتلوي اعداد سره یو شی وي داسې عناصر ایزو بار بلل کیږي. که د څو عناصرو د اتومونو په هستو کې د نیو ترونو تعداد یو شی وي داسې عناصر ایزوتون بلل کیږي. په دوهم جدول کې د ایزوتوپو، ایزوبار، او ایزوتونو مثالونه ورکړل شویدي.

دوهم جدول :

| ایزوتوپونه | ایزوبارونه | ایزو تونونه |
|---|---|---|
| $^{40}_{20}Ca$ (20p, 20n) | $^{40}_{18}Ar$ (18p, 22n) | $^{136}_{54}Xe$ (54p , 82n) |
| $^{42}_{20}Ca$ (20p,22n) | $^{40}_{19}K$ (19p,21n) | $^{138}_{56}Ba$ (56p, 82n) |
| $^{43}_{20}Ca$ (20p, 23n) | $^{40}_{20}Ca$ (20p, 2on) | $^{139}_{57}La$ (57p,82n) |

د یوه عنصر هغه ایزوتوپونه چه په هسته کې یې د پرتونو او نیوترونو تعداد سره مساوي او یا لږ فرق ولري داسې ایزوتوپونه معمولاً ثابت وي. هغه ایزوتوپونه چې د اتومو په هستو کې ئې د پروتونو او نیوترونو تعداد سره مساوي نه بلکه تفاوت ولري داسې ایزوتوپونه غیر ثابت ( رادیو اکتیف ) وي. تر ننه ورځې پورې تقریباً 300 ثابتې هستې او 1400 څخه زیاتې رادیو اکتیفې هستې پیژندل شویدي.*
همدا ډول تر نن ورځې پورې 109 عنصره پیژندل شوي دي چې د هغې د جملې څخه هغه عناصر چه اتومي نمبر ئې د 93 نه زیات دی رادیو اکتیف دي، عمر ئې د ځمکې د عمر څخه ډیر کم دی نو ځکه په طبیعت کې نشته او یو اځې په لابراتوار کې لاس ته راوړل کیږي.

## 1-5 . مالیکول:

د ساده او هم د مرکب موادو هغه کوچنۍ ذره چې د هغه موادو اساسي کیمیاوي خواص ولري د هغه موادو

* - (3-1-8) جدول

د ماليکول په نامه ياديږي.

که د يوې مادې ماليکولونه د يو ډول اتومونو څخه جوړ وي دا مواد ساده يا عناصر بلل کيږي لکه $O_2$, $Cl_2$, $O_3$, $H_2$, $N_2$ او نور.

که د يوې مادې ماليکولونه د څو ډوله اتومونو څخه جوړ وي دغه ماده د مرکب په نامه ياديږي لکه $NH_3$ , $CH_4$, $H_2O$, $NO_2$ او داسې نور.

اتومونه په ماليکول کې د کيمياوي اړيکې په واسطه سره تړل کيږي.

## 1-6 . ماليکولي کتله:

د ماليکول په ترکيب کې شامل د ټولو اتومونو د اتومي کتلو مجموعه د ماليکولي کتلې په نوم ياديږي.
دا چې اتومي کتلې د کتلې په اتومي واحد ( amu ) ښودل کيږي پس د ماليکولي کتلې واحد هم د کتلې اتومي واحد ( amu ) دی.

مثال: د $O_2$ , $CH_4$ او د $H_2SO_4$ ماليکولي کتلې حساب کړی.

حل :

$MO_2 = 2 \cdot 16 = 32$

$MCH_4 = 1 \quad 12 + 4 \quad 1 = 16$

$MH_2SO_4 = 2 \quad 1 + 1 \quad 32 + 4 \quad 16 = 98$

## 1-7 . اتوم ګرام، ماليکول ګرام:

لکه چې مو ولوستل د عناصرو اتومي کتلې او هم د مرکباتو ماليکولي کتلې د کتلې په اتومي واحد ( amu ) ښودل کيږي. مثلاً د اکسيجن اتومي کتله ( 16 )، د هايدروجن اتومي کتله ( 1 )، د کاربن اتومي کتله ( 12 ) او د سلفر اتومي کتله ( 32 ) ده. د دې ټولو اعدادو واحد ( amu ) دی. مګر که د دغه اعدادو واحد ګرام وي نو بيا هر يو عدد ته د مربوطه عنصر اتوم ګرام وائي.

يعنې د اکسيجن 16 gr يو اتوم ګرام د اکسيجن، د هايدروجن 1 gr ته يو اتوم ګرام د هايدروجن، د کاربن 12gr ته يو اتوم ګرام د کاربن، د سلفر 32gr ته يو اتوم ګرام د سلفر وائي. پس اتوم ګرام داسې تعريف کولای شو: د ساده موادو (عنصر) دومره ګرامه کوم چې د هغې عنصر د اتومي کتلې سره عدداً مساوي وي د هغه عنصر اتوم ګرام بلل کيږي. همدا ډول د موادو ماليکولي کتلې د کتلې په اتومي واحد (amu ) ښودل کيږي مثلاً د $O_2$ ماليکولي کتله (32)، د $CH_4$ ماليکولي کتله ( 16 )، د $H_2SO_4$ ماليکولي کتله ( 98 ) ده. مګر که د دغه اعدادو واحد ګرام وي نو بيا هر عدد د مربوطه مادې ماليکول ګرام ښئي. يعنې دا کسيجن 32gr يو ماليکول ګرام د اکسيجن، د متان 16gr يو ماليکول ګرام د متان، د ګوګړو د تيزاب 98gr يو ماليکول ګرام د ګوګړو د تيزابو کيږي. نو ماليکول ګرام داسې تعريف کوو:

د خالصو کيمياوي موادو دومره ګرامه کوم چې د هغه موادو د ماليکولي کتلې سره عدداً مساوي وي د هغه موادو ماليکول ګرام بلل کيږي.

## 1-8 . د اووگدرو عدد، مول :-

تجربو ښودلې ده چې د خالصو ساده موادو ( خالصو عناصرو) په يو اتوم گرام کې د هغه عنصر $6,022 \cdot 10^{23}$ اتومونه او د خالصو کيمياوي موادو په يو ماليکول گرام کې د هغه موادو $6,022 \cdot 10^{23}$ ماليکوله وجود لري.
دا عدد ( $6,022 \cdot 10^{23}$ ) په کيميا کې خورا مهم عدد دی او د او گدرو د عدد په نامه يادېږي. د بلې خوا د مادې $6,022 \cdot 10^{23}$ ساختماني واحدونو ( اتومونو ، ماليکولونو، الکترونونو، ايونونو. . . ) ته د هغه ساختماني واحدونو يو مول وائي.
يعنې د يو عنصر $6,022 \cdot 10^{23}$ اتومونو ته د هغه عنصر يو مول اتو م د يوې خالصې کيمياوي مادې $6,022 \cdot 10^{23}$ ماليکولونو ته د هغې کيمياوي مادې يو مول ماليکول، $6,022 \cdot 10^{23}$ يو ډول ايونونو ته يو مول ايون او $6,022 \cdot 10^{23}$ الکترونونو ته يو مول الکترون وائي.
د مول د تعريف څخه معلومېږي چې اتوم گرام او مول اتوم همدا ډول ماليکول گرام او مول ماليکول يو شی دي. په وروستيو کلنو کې د اتوم گرام او ماليکول گرام پر ځای مول اتوم او مول ماليکول استعمالېږي. پورتنۍ ليکنه په لاندې جدول کې ساده شويده :

د کاربن يو مول اتوم د کاربن $6,022 \cdot 10^{23}$ اتومه لري او وزن ئې 12,00gr دی.

د اکسيجن يو مول اتوم د اکسيجن $6,022 \cdot 10^{23}$ اتومه لري او وزن ئې 16gr دی.

د اوبو يو مول ماليکول د اوبو $6,022 \cdot 10^{23}$ ماليکوله لري او وزن ئې 18gr دی.

د هايدروکسيل ( $OH^-$ ) يو مول ايون $6,022 \cdot 10^{23}$ ايونه لري او وزن ئې 17gr دی.

يو مول الکترون $6,022 \cdot 10^{23}$ الکترونه لري او وزن ئې تقريباً $6,66 \cdot 10^{-5}$ g دی.

لمړی مثال: 15 گرامه خالص گوگړ ( S ) د گوگړو څو موله کيږي. او په هغې کې د S څو اتومه وجود لري؟
حل: د گوگړ اتومي کتله 32,1 ده پس د گوگړ 32,1 گرامه د هغه يو مول کيږي، نو ليکو چې:

| د S گرامونه | د S مولونه |
|---|---|
| 32,1 | 1 |
| 15,0 | x |

X = 0,467 moles

| د S اتومونه | د S مولونه |
|---|---|
| $6,022 \times 10^{23}$ | 1 |
| X | 0,467 |

$X = 2,81 \times 10^{23}$ atoms

دوهم مثال: د مسو $5,60 \cdot 10^{25}$ اتومه څومره وزن لري؟
حل: د مسو اتومي کتله 63,54 ده پس لیکو چي:

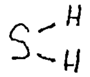
| د Cu اتومونه | د Cu گرامونه |
|---|---|
| $6,022 \times 10^{23}$ | 63,54 |
| $5,60 \times 10^{25}$ | X |

$$X = 5,60 \cdot 10^{25} \cdot 63,54 / 6,02 \cdot 10^{23}$$

$$X = 5,91kg$$

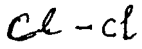
## 1-9 . ولانس، اکسیدیشني درجه یا اکسیدیشني نمبر:

دا چي د يو عنصر يو اتوم په خپل شا و خوا کي د نورو اتومونو سره څو کيمياوی اړيکي (کيمياوي رابطي) جوړولای شي دغه استعداد ته د هغه عنصر ولانس وائي. پدي حساب د يوه اتوم په شا وخوا کي د رابطو شمير د هغه اتوم ولانس ښئي.
مثلاً په $HClO_4$ , $HCl$ , $Cl_2$ , $H_2SO_4$ , $SO_2$ , $H_2S$ ماليکولونو کي د هر عنصر ولانس معلوموو. د دي کار لپاره ښه لاره دا ده چي د هر مرکب د ماليکولونو ساختماني فورمول رسم کړو.

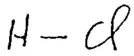


د گوگړو ولانس ( 2 )
د هايدروجن ولانس ( 1 )

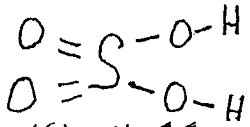
د کاربن ولانس ( 4 )
د اکسيجن ولانس (. 2 )



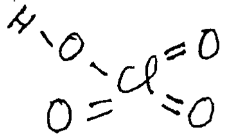
د کلورين ولانس ( 1 )



د هايدروجن ولانس ( 1 )
د کلورين ولانس ( 1 )



د گوگړ ولانس ( 6 )
د اکسيجن ولانس ( 2 )
د هايدروجن ولانس ( 1 )



د کلورين ولانس ( 7 )
د اکسيجن ولانس ( 2 )
د هايدروجن ولانس ( 1 )

د پورتنيو مثالونو څخه معلوميږي چي د بعضي عناصرو ولانس په ټولو مرکباتو کي يو شی دی لکه د اکسيجن او هايدروجن ولانسونه.
خو د بعضي نورو عناصرو ( لکه گوگړ، کلورين او نورو ) ولانس په مختلفو مرکباتو کي سره فرق لري. هغه کيمياوي مرکبات چي په ماليکولو کي ئي د اتومونو تر منځ کوولانسي اړيکي وي د ولانس اصطلاح ډيره استعماليږي او پر ځای کار دی. خو که د ماليکول د اتومو تر منځ ايوني اړيکي وي نو دلته بهتره ده چي د ولانس پر ځای د اکسيديشن نمبر ( د اکسيديشن درجه ) استعمال شي.

# اکسیدیشني درجه یا د اکسیدیشن نمبر:

که فلز او غیر فلز سره کیمیاوي تعامل وکړي دلته د فلز اتوم خپل ولانسي الکترونونه د غیر فلز اتوم ته ورکوي چه د دي عمل په نتیجه کې د فلز اتوم په مثبت ایون او د غیر فلز اتوم په منفي ایون بدلیږي یا په بل عبارت د فلز اتوم مثبت اکسیدیشني نمبر او د غیر فلز اتوم منفي اکسیدیشنی نمبر پیدا کوي. مثبت او منفي ایونونه د الکترو ستاتیکي جذب د قوي په واسطه سره نژدي او یو د بل سره کیمیاوي اړیکه پیدا کوي، څرنگه چې دا اړیکه د ایونو تر منځ جوړه شوي ده نو ځکه د ایوني اړیکي په نامه یادیږي.

د کیمیاوي تعامل په نتیجه کې که یو اتوم یو یا دوه یا دري یا څلور ... الکترونونه د لاسه ورکړي د هغه اتوم اکسیدیشني نمبر په ترتیب سره ( 1+ ) یا ( 2+ ) یا ( 3+ ) یا ( 4+ ) کیږي. برعکس د کیمیاوي تعامل په نتیجه کې که یو اتوم یو یا دوه یا دري یا څلور الکترونونه د بل اتوم څخه جذب کړي د دي اتوم اکسیدیشني نمبر ( 1- ) یا ( 2- ) یا ( 3- ) یا ( 4- ) کیږي. په کیمیاوي مرکباتو کي د مختلفو عناصرو د اکسیدیشني نمبر د پیدا کولو په وخت کي باید په یاد ولرو چې په دوره يي جدول کې د IA, IIA او IIIA

نیم گروپونو د عناصرو د اکسیدیشنی نمبر ثابت او په ترتیب سره ( 1+ ),( 2+ ) او (3+) دي.

په همدي ډول د اکسیجن اکسیدیشني نمبر ثابت او (2-) دی.

مثال : په لاندي مرکباتو کي د ټولو عناصرو اکسیدیشنی نمبر پیدا کړی.

$$Na_2SO_4 , K_3PO_4 , KMnO_4$$

حل: پوهیږو چې د موادو مالیکولونه د چارج له لحاظه خنثی دي یعني د (+) او (-) چارجونو مجموعه ئې صفر وي. دا چې د اکسیجن اکسیدیشني نمبر ( 2- ) او د جدول له مخي د سودیم اکسیدیشني نمبر ( 1+ )، د پوتاشیم اکسیدیشني نمبر ( 1+)، د کلسیم اکسیدیشني نمبر ( 2+ ) راته معلوم دي، د P, Mn او S اکسیدیشني نمبرې په پورتنیو مرکباتو کي داسي حسابوو:

$$\overset{+1}{Na_2}\overset{X}{S}\overset{-2}{O_4},\ 2\overset{+}{Na} + 1\overset{X}{S} + 4\overset{-2}{O} = 2\ (+1)+1X + 4\ (-2) = 0$$

$$X +2 -8 =0\ ,\ X = 8 - 2 = +6$$

یعني په سودیم سلفیت کي د گوگړ ( سلفر ) اکسیدیشني نمبر 6+ دی .

$$\overset{+1}{K_3}\overset{X}{P}\overset{-2}{O_4},\ 3\overset{+1}{K} + 1X + 4\overset{-2}{O} = 3\ (+1) + 1X + 4\ (-2) = 0$$

$$X +3 - 8 = 0\ ,\ X = 8 - 3 = +5$$

او په پوتاشیم فاسفیت کي د فاسفور اکسیدیشني نمبر (5+) دی.

$$\overset{+1}{K}\overset{X}{Mn}\overset{-2}{O},\ 1\ (+1) + 1X + 4(-2) = X + 1- 8 = 0$$

$$X = 8 - 1 = +7$$

او همدارنگه په پوتاشیم پرمنگنات کې د منگان اکسیدیشني نمبر (7+) دی.

## 1-10 . کیمیاوي فورمول:

کیمیاوي فورمول یو کیمیاوي مرکب ښئي. د کیمیاوي مرکب په یوه مالیکول کې د عناصرو نوعیت او د هر عنصر د اتومونو تعداد که د عناصرو د سمبولونو او د سمبولونو د ضریبونو په واسطه وښودل شي دغه افاده د مالیکولي فورمول په نامه یادیږي.

مثلاً $H_2SO_4$ د گوگړو د تیزابو مالیکولي فورمول دی. دغه فورمول ښئ چې :

الف- د گوگړو د تیزابو یو مالیکول د دوه اتومه هایدروجن، یو اتوم سلفر (گوگړ) او څلور اتومو اکسیجن څخه جوړ دی.

ب- دغه فورمول یو مول د گوگړو تیزاب ښئي.

ج - یو مول مالیکول سلفوریک اسید دوه مول اتومه هایدروجن ، یو مول اتوم سلفر او څلور مول اتومه اکسیجن لري.

د گوگړو په تیزابو کې د شاملو عناصرو فیصدي داسې معلوموو:

د گوگړو تیزابو مالیکولي کتله $MH_2SO_4 = 2 \cdot 1 + 1 \cdot 32 + 4 \cdot 16 = 98$

د هایدروجن فیصدي $\frac{2}{98} \cdot 100 = 2,02$

د گوگړ (سلفر) فیصدي $\frac{32}{98} \cdot 100 = 32,65$

د اکسیجن فیصدي $\frac{64}{98} \cdot 100 = 65,31$

## 1-11 . کیمیاوي تحلیل او د کیمیاوي یا مالیکولي فورمول تعینول:

که د یوې کیمیاوي مادې ټول جوړونکي عناصر عملاً تعین شي او یا خو د هر عنصر مقدار هم معلوم شي، دې عمل ته کیمیاوي تحلیل وائي. که د کیمیاوي تحلیل په مرسته په یو مرکب کې د عناصرو فیصدي پیدا کړو نو بیا کولای شو چې د هغه مرکب مالیکولي فورمول هم پیدا کړو . د مالیکولي فورمول د پیدا کولو لپاره داسې عمل کوو.

الف - د هر عنصر فیصدي د هغه عنصر په اتومي کتلې تقسیم کوؤ او د عناصرو د مولو نسبت لاس ته راوړو.

ب - د دغه نسبت پر کوچني عدد د نسبت ټول اعداد تقسیموو په نتیجه کې د مرکب په یوه مالیکول کې د اتومونو ساده نسبت لاس ته راځي.

ج - که د اتومي نسبت کوم حد تام عدد نه وي نو هغه تام عدد ته رسوو، (ځکه مالیکول کې د هر عنصر د اتومو تعداد تام عدد وي) او پدې ډول د مرکب امپر ک مالیکولي فورمول لاس ته راوړو. نو بیا د دې امپر ک مالیکولي فورمول له مخې د دغه مرکب امپر ک مالیکولي کتله حسابوو.

د - که د دغه مرکب حقیقي مالیکولي کتله مو د تجربې په واسطه معلومه کړې وي نو که د دې مرکب دغه حساب شوې امپر ک مالیکولي کتله او حقیقي مالیکولي کتله سره مساوي وي، نو دغه امپر ک مالیکولي فورمول حقیقي

ماليكولي فورمول دی. او كه دغه امپر ک ماليكولي كتله د حقيقي ماليكولي كتلي نه كمه وه بيا حقيقي ماليكولي كتله پر امپر ک ماليكولي كتلي باندې تقسيموو او د تقسيم د حاصل عدد د امپر ک فورمول د هر عنصر په ضريب كې ضربوو او پدې توگه حقيقي كيمياوي فورمول لاس ته راځي.

مثال: د 0,1802gr گرامه بورې (گلوكوز يا شكرې) د سوځيدلو څخه 0,2641gr كاربن دای اكسايد او 0,1081gr اوبه لاس ته راغلي دي. كه د گلوكوز ماليكولي وزن مو هم تجربتاً 180,18 پيدا كړی وي نو حساب كړی:

الف - په گلوكوز كې د اكسيجن، هايدروجن او كاربن فيصدي.

ب - د گلوكوز ساده (امپر ک) كيمياوي فورمول.

ج - د گلوكوز حقيقي كيمياوي فورمول.

حل:

د كاربن فيصدي $$\frac{0,2641\ gr\ CO_2}{0,1802\ gr\ \text{گلوكوز}} \times \frac{12,01\ gr\ C}{44,01\ gr\ CO_2} \times \frac{100}{1} = 39,99\%$$

د هايدروجن فيصدي $$\frac{0,1081\ gr\ H_2O}{0,1802\ gr\ \text{گلوكوز}} \times \frac{2,02\ gr\ H}{18,02\ gr\ H_2O} \times \frac{100}{1} = 6,72\%$$

د اكسيجن فيصدي $$100 - (39,99 + 6,72) = 53,29\%$$

اوس په گلوكوز كې د هايدروجن، كاربن او اكسيجن د مولونو نسبت پيدا كوو.

كاربن $$\frac{39,99\ gr\ C}{12,01\ gr/mole\ C} = 3,33$$

هايدروجن $$\frac{6,72\ gr\ H_2}{1,01\ gr/mole\ H_2} = 6,65$$

اكسيجن $$\frac{53,29\ gr\ O_2}{16,0\ gr/mole\ O_2} = 3,33$$

د اكسيجن مولونه : د هايدروجن مولونه : د كاربن مولونه = په گلوكوز كې د عناصرو د مولونو نسبت

$$= 3,33 : 6,65 : 3,33$$

په پورتنيو اعدادو كې ډير كوچنی عدد 3,33 دی نو اوس د مولونو نسبت پر 3,33 تقسيموو او په نتيجه كې د گلوكوز په يو ماليكول كې د اتومونو نسبت لاس ته راځي:

$$C:H:O = \frac{3,33}{3,33} : \frac{6,65}{3,33} : \frac{3,33}{3,33} = 1 : 2 : 1$$

د گلوكوز ساده يا امپر ک ماليكولي فورمول $CH_2O$ په لاس راغی.

لیدل کیږي چې د دې امپرک مالیکولي فورمول پر اساس د ګلوکوز مالیکولي کتله 30 ده.

$$MCH_2O = 12 + 2 \quad 1 + 16 = 30$$

ولې د ګلوکوز مالیکولي کتله موږ تجربتاً 180,18 پیدا کړې ده، پس دغه امپرک فورمول د ګلوکوز حقیقي فورمول ندی.

د ګلوکوز حقیقي مالیکولي فورمول داسې پیدا کوو:

$$\frac{180,18}{30} = 6$$

$$6(CH_2O) = C_6H_{12}O_6$$

## 12 - 1 . فزیکي خواص اوفزیکي تغیرات:

د موادو رنګ، بوی، شکل، حجم، کتله، فازي حالت ( جامد، مایع، ګاز)، د ویلې کیدو (ذوب ) نقطه، د جوش ( غلیان) نقطه او داسې نور د فزیکي خواصو په نامه یادیږي. که د موادو فزیکي خواص تغیر وکړي دا تغیرات فزیکي تغیرات بلل کیږي. په فزیکي تغیراتو کې د مادې اصلیت تغیر نکوي. مثلاً که کنګل اوبو ته تودوخه ورکړو هغه په مایع اوبو بدلیږي او که مایع اوبو ته نور هم حرارت ورکړو نو هغه د اوبو په بخار بدلیږي.
کنګل اوبه، مایع اوبه او بخار اوبه درې واړه یو کیمیاوي فورمول $H_2O$ لري او کیمیاوي خواص ئې هم یو شان دي.
یعنې د دغه درې فازي حالاتو په تغیر سره د اوبو اصلیت تغیر ندی کړی.

### 1- 12 - 1 . اتومي شعاع، ایوني شعاع، کوولانسي شعاع:

لکه چې د اتوم په جوړښت کې مو وویل چې اتوم په داخل کې یوه هسته لري او د هستې چار چاپیره الکترونونه په حرکت کې دي. څرنګه چې الکترون د هستې چاپیره د موج په شکل په نظر کې نیول کیږي ،او دا چې د هستې او د الکتروني موج تر منځ فاصله ډیره دقیقه نشي تعینیدای نو پدې اساس اتومي* شعاع هم ډیر دقیق مفهوم نلري او د دې پر ځای ایوني شعاع او کوولانسي شعاع استعمالوي.
ایوني شعاع په ایوني مرکباتو کې د دوه اتومو تر منځ فاصلې له مخې تعینیږي او دا فرض کیږي چې د یو ایون شعاع په مختلفو ایوني مرکباتو کې یو شی دی.
باید ووایو چې د مثبت ایون شعاع د هغه د خنثی اتوم په نسبت کمه او د منفي ایون شعاع د هغه د خنثی اتوم په نسبت زیاته وي. د همجنسو اتومو تر منځ د یوه ئې کوولانسي رابطې نیمائي د هغه عنصر کوولانسي شعاع یادیږي.
د مختلفو فزیکي خواصو د اندازه کولو لپاره مختلف واحدونه استعمالیږي. د واحدونو په بین المللي سیستم (SI ) کې د طول د اندازه کولو لپاره متر، د کتلې دپاره کیلو ګرام، د وخت د اندازه کولو لپاره ثانیه، د بریښنا د جریان لپاره امپیر، د تودوخې د درجې لپاره کالوین او د موادو د مقدار د اندازه کولو د پاره مول استعمالیږي.
الف - متر : هغه فاصله ده چې د رڼا وړانګې یې په خلا کې په 1/299792458 ثانیو کې طی کوي د متر په نامه یادیږي او په m سره ښودل کیږي.

* - (19-2 ) شکل

د متر اجزا او اصناف په لاندې جدول کې وګورئ:

دریم ( 3 ) جدول : د متر اجزا او اصناف

| واحد | سمبول | علامه | د متر سره معادلیت |
|---|---|---|---|
| 1.terametre | T | Tm | $10^{+12}$ m |
| 2. gigametre | G | Gm | $10^{+9}$ m |
| 3. megametre | M | Mm | $10^{+6}$ m |
| 4. kilometre | K | Km | $10^{+3}$ m |
| 5. hectometre | h | hm | $10^{+2}$ m |
| 6. decametre | da | dam | 10 m |
| 7. metre | - | m | 1 m |
| 8. decimetre | d | dm | $10^{-1}$ m |
| 9. centimetre | C | Cm | $10^{-2}$ m |
| 10. millimetre | m | mm | $10^{-3}$ m |
| 11. micrometre | $\mu$ | $\mu$m | $10^{-6}$ m |
| 12. nanometre | n | nm | $10^{-9}$ m |
| 13. picometre | p | pm | $10^{-12}$ m |
| 14. femtometre | f | fm | $10^{-15}$ m |
| 15. attometre | a | am | $10^{-18}$ m |

ب - حجم: د SI په سیستم کې د حجم واحد ( $m^3$ ) دی په کیمیا کې ( $dm^3$ ) او ( $cm^3$ ), او ملي لیتر هم استعمالیږي.

$1dm = 10^{-1} m$

$1dm^3 = (10^{-1} m)^3 = 10^{-3} m^3$

$1cm = 10^{-2} m$

$1cm^3 = (10^{-2} m)^3 = 10^{-6} m^3$

$1dm^3 = 1L = 1000ml$

$1cm^3 = 1ml$

ج - د کتلې واحد د SI په سیستم کې کیلو ګرام ( Kg ) دی. ستاندرد کیلو ګرام د پلاتین او ایریدیم د الیاژ څخه جوړ سلندر دی چې په Sevres کې د وزنونو په دفتر کې پروت دی. د کیلو ګرام اجزا او اصناف دا دي:

1Kg = 1000 gr

1gr = 1000 mgr

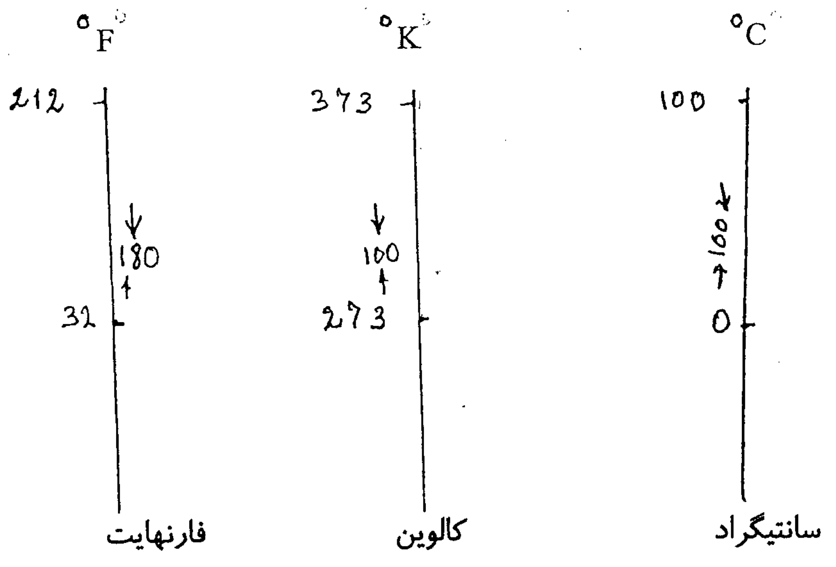
1000kg = 1ton

## 2 - 12 - 1 . تودوخه او د تودوخې درجه:

د یو شي په داخل کې د اتومو او مالیکولو د عمومي نامنظم حرکت مقدار ته د حرارت مقدار وائي. د حرارت مقدار د انرژۍ په واحدونو لکه کالوري، ژول او نورو اندازه کیږي. د تودوخې درجه د حرارت د مقدار سره مستقیم تناسب لري. که تودوخه د شي په داخل کې د اتومو او مالیکولو د عمومي نامنظم حرکت مقدار ښئي نو د تودوخې درجه د شي په داخل کې د دغه کوچنیو زراتو د نامنظم حرکت سرعت ښئي. د تودوخې د درجې په لوړیدو سره د شي په داخل کې د کوچنیو ذراتو (اتومو، مالیکولو) کنتکي انرژي $E_k$ هم لوړیږي. کنتکي انرژي ( $E_k$ ) د تودوخې د درجې (T) سره داسې اړیکه لري:

$$Ek = \frac{3}{2} \cdot RT$$

د تودوخې د درجې واحد د SI په سیستم کې کالوین ( K ) دی. پرته لدې د تودوخې درجه په سانتي ګراد ( C ) او فارنهایت هم اندازه کوي. د دې درې ډوله درجو مقداري ارتباط په لاندې شکل او په لاندې فورمولو کې ښودل شویدي:




د سانتیګراد او د کالوین پر صفحو د درجو تر منځ فاصله یو شی ده ولې د سانتیګراد صفر د کالوین د 273 سره برابریږي. نو د سانتیګراد او کالوین د درجو تر منځ رابطه داسې لیکو:

$$°K = 273 + °C.$$

د فارنهایت پر صفحې د درجو تر منځ فاصله د سانتیګراد د درجو په نسبت کمه او د بلې خوا د سانتیګراد صفر درجه د فارنهایت د 32 درجو سره سرخوري نو د دې دواړو درجو تر منځ رابطه داسې ده.

$$C = \frac{5}{9} \cdot (F - 32) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

$$1^{o}C = 1^{o}K = 1{,}8^{o}F$$

## 1 - 13 . کیمیاوي خواص او کیمیاوي فعالیت:

د موادو کیمیاوي فعالیت د هغوئ د کیمیاوي خاصیت په نامه یادیږي. د موادو کیمیاوي فعالیت د هغوئ په الکتروني جوړښت پورې اړه لري. هغه مواد چې الکتروني جوړښت ئې ډېر ثابت وي کیمیاوي فعالیت ئې ډېر لږ او بر عکس هغه مواد چې الکتروني جوړښت ئې ثابت نه وي کیمیاوي فعالیت ئې زیات وي. فعال کیمیاوي مواد یو د بل سره ژر د الکترو نو د راکړې ورکړې یا د الکترونو د مشترک کولو په نتیجه کې نوي مواد جوړوي، دې عملې ته کیمیاوي تغیر یا کیمیاوي تعامل وائي.

## 1 - 14 . کیمیاوي تعامل او کیمیاوي معادله:

د یو ډول موادو څخه بل ډول داسې موادو حاصلیدل چې د لمړنیو موادو څخه ئې ترکیب او خواص فرق ولري د کیمیاوي تعامل په نامه یادیږي. په داسې حال کې چې په هستوي تعاملاتو کې د عناصرو اصلیت تغیر کوي په کیمیاوي تعاملاتو کې د عناصرو اصلیت تغیر نه کوي بلکه د عناصرو اتومونه د یو ډول مالیکول څخه د بل ډول مالیکول په ترکیب کې شاملیږي. کیمیاوي تعامل کیدای شي چې د موادو د کیمیاوي فورمولونو په واسطه وښودل شي. دغه افاده د کیمیاوي معادلې په نوم یادیږي. لاندې د یو تعداد کیمیاوي تعاملاتو کیمیاوي معادلې ښودل شویدي:

| | | | |
|---|---|---|---|
| جمعي تعامل | $2Cu + O_2$ | $\rightarrow$ | $2CuO$ |
| تجزیه ئي تعامل | $2MgO$ | $\rightarrow$ | $2Mg + O_2$ |
| د ځای نیولو تعامل | $Fe + CuSO$ | $\rightarrow$ | $Cu + FeSO_4$ |
| د ځای بدلولو تعامل | $NaOH + HCl$ | $\rightarrow$ | $NaCl + H_2O$ |

# د کیمیا اساسي قوانین:

## 15 - 1 . د کتلې د تحفظ قانون او کیمیاوي معادله:

په کیمیاوي تعامل کې د داخل شوؤ او د کیمیاوي تعامل څخه د حاصل شوؤ موادو کتله همیشه سره مساوي وي. پس باید دهر عنصر د اتومونو تعداد په تعامل کې داخل شوؤ او د تعامل څخه حاصل شوؤ موادو کې سره مساوي وي. له همدې کبله په کیمیاوي معادله کې د اتومونو یا مالیکولونو مخ ته ضریب ږدي. په کیمیاوي تعامل کې حتماً انرژي جذب یا آزادیږي. جذب یا آزاده شوې انرژي د انشتین د معادلې (2) په اساس د یو مقدار کتلې سره معادله ده. خو دغه کتله دومره لږه ده چې عملاً ترې صرفنظر کیدای شي. که جذب یا آزاده شوې انرژي هم په کیمیاوي معادله کې ولیکل شي دغسې معادله د ترمو کیمیاوي معادلې په نوم یادیږي. په دغسې معادلو کې په تعامل کې د داخل شوؤ او د تعامل څخه لاس ته راغلیو موادو په منځ کې د ( ⟶ ) علامې پر ځای د ( = ) علامه کېښودل کیږي. مثلاً پورتنی کیمیاوي معادلې داسې لیکل کیږي:

$$2Cu + O = 2CuO \pm Q$$

$$2MgO = 2Mg + O_2 \pm Q$$

$$Fe + CuSO_4 = Cu + FeSO_4 \pm Q$$

$$NaOH + HCl = NaCl + H_2O \pm Q$$

په پورتنیو ترمو کیمیاوي معادلو کې (Q) هغه مقدار تودوخه ده چې په تعامل کې جذب یا آزاده شویده.

## 16 - 1 . د ترکیب د ثبات قانون:

کیمیاوي مرکب همیشه ثابت ترکیب لري، دا فرق نه کوي چې دغه مرکب د کومو موادو څخه او څنګه لاس ته راوړل شویدی.

مثلاً اوبه که د هایدروجن او اکسیجن د مستقیم ترکیب یا د مالګې د تیزاب او سودیم هایدروکساید د تعامل نه په لاس راشي په هر صورت کې د هغې ترکیب $H_2O$ دی. نو څکه د یو مرکب په مالیکول کې د هر اتوم ښي اړخ ته لاندې اعداد وته په خپله خوښه تغیر نشو ورکولای بلکه دغه اعداد ثابت او په مالیکول کې د اتومونو تعداد ښئي.

په کیمیاوي معادله کې د اتومو او مالیکولو مخې (چپ اړخ ته) عدد د مولونو تعداد ښئي.

د کیمیاوي معادلې د بیلانس په وخت کې د اتومو یا مالیکولو مولونو ته تغیر ورکولای شو او د مالیکول په منځ کې د اتومو لاندې ضریبو ته تغیر نشو ورکولای.

## 17 - 1 . د اووګدرو قانون:

اووګدرو د غازاتو په هکله د نورو پوهانو د معلوماتو په رڼا کې د يو لړ تجربو وروسته لاندې واقعيتونه د قانون په شکل بيان کړل.

الف - د تودوخې د عيني درجې او د عيني فشار لاندې د غازاتو په مساوي حجمو کې مساوي ماليکولونه موجود وي.

ب - په ستندرد شرايطو ( $P = 1at$ , $t = 0\,C$ ) کې د هر ګاز يو مول 22,4L حجم لري. مثلاً :

په STP شرايطو کې د $O_2$ يو مول 22,4L حجم, 32gr کتله او $6,022 \cdot 10^{23}$ ماليکوله د اکسيجن لري.

په STP شرايطو کې د $CO_2$ يو مول 22,4L حجم, 44gr کتله او $6,022 \cdot 10^{23}$ ماليکوله د کاربن داى اکسايد لري.

دا چې د کيمياوي تعامل ټول مواد د عيني تودوخې او فشار لاندې وي نو ځکه د غازاتو په کيمياوي معادله کې د مولونو پر ځاى د موادو د حجمونو ليکل يو شى دى.

$$N_2(g) + 3H_2(g) = 2NH_3(g) \qquad (\text{I})$$
$$1V + 3V = 2V$$

$$2H_2(g) + O_2(g) = 2H_2O\ (g) \qquad (\text{II})$$
$$2V + 1V = 2V$$

## 18 - 1 . د معادل وزنونو قانون:

د مرکباتو د ثابت ترکيب د قانو ن په اساس د عناصرو معيني کتلې سره يو ځاى کيږي او ماليکولونه جوړوي.

مثلاً د اوبو د ترکيب $H_2O$ څخه ښکاري چې د اوبو په ترکيب کې دوه اتومه هايدروجن ( مثلاً دو ګرامه هايدروجن ) او يو اتوم

اکسيجن ( مثلاً 16 ګرامه اکسيجن ) شامل دى چې 18 ګرامه اوبه ئې جوړې کړې دي.

اوس کې موږ 20 ګرامه اکسيجن او دوه ګرامه هايدروجن ولرو بيا هم 18 ګرامه اوبه ترې لاس ته راتلاى شي. يعنې د اکسيجن څلور ګرامه په تعامل کې برخه نه اخلي. او کې 5 ګرامه هايدروجن او 16 ګرامه اکسيجن ولرو بيا هم يواځې 18 ګرامه اوبه ترې جوړيداى شي. چې دلته 3 ګرامه هايدروجن په تعامل کې برخه نه اخلي. لدې مثال څخه ښکاري چې که د هايدروجن او اکسيجن کتلې په لاندې نسبت سره يو ځاى شي نو هغوئ هر يو مکمل تعامل کوي او مکمل مصرفيږي.

$$H:O = 2: 16 = 1: 8 = 0,5: 4$$

او د کوم عنصر مقدار چې دد غې نسبت په پرتله زيات وي هغه زيات مقدار په تعامل کې خصه نه اخلي.

په پورتني مثال کې يو ګرام هايدروجن د اته ګرامه اکسيجن سره ، يو کيلو ګرام هايدروجن د اته کيلو ګرامه اکسيجن سره ، يو ټن هايدروجن د اته ټنه اکسيجن سره معادل دى. پس معادل وزن ( معادله کتله )داسې تعريفوو:

الف - د يوه عنصر هغه وزني حصې (لکه Kg , gr , mg . . . . . ) چې د هايدروجن د يوې وزني حصې سره مکمل تعامل کوي او يا د هايدروجن د يوې وزني حصې ځاى په يو مرکب کې تعويض کړې د هغه عنصر د معادل

وزن په نامه یادیږي.

ب - د یوه عنصر هغه وزني حصې چې د اکسیجن د اته وزني حصو سره تعامل کوي او یا د اکسیجن د اته وزني حصو ځای په یو مرکب کې ونیسي د هغه عنصر معادل وزن بلل کیږي.

د عناصرو معادل وزن د لاندې رابطې په اساس هم پیدا کیږي:

$$Ee = \frac{A}{V} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

دلته Ee د عنصر معادل وزن، A د هغه اتومي کتله او V د هغه موثر ولانس ښئي.

د کیمیاوي مرکباتو د معادل وزنونو د پیدا کولو لپاره لاندې رابطې په کار وړي:

د تیزاب معادل وزن $$Ea = \frac{Ma}{mH} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

دلته Ea د تیزاب معادل وزن، Ma د تیزاب مالیکولي کتله او mH د تیزاب په مالیکول کې د هایدروجن د هغه اتومو تعداد ښئي چې د فلز په اتومو تعویض کیدای شي.

د قلوي معادل وزن $$Eb = \frac{Mb}{m(OH)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

دلته Eb د قلوي معادل وزن، Mb د قلوي مالیکولي کتله او $m\ (\bar{OH})$ د قلوي په مالیکول کې د هایدروکسیل گروپو تعداد دی.

د مالگې معادل وزن $$Es = \frac{Ms}{m(Me) \cdot V} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

دلته Es د مالگې معادل وزن، Ms د مالگې مالیکولي وزن، V د مالگې په مالیکول کې د کتون ولانس، ( m (Me د همدغه کتون (د فلز د اتوم ) تعداد په یوه مالیکول کې ښئي.

د اکساید معادل وزن $$EoX = Mox/ v.m\ (Me) \ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

دلته Eox د اکساید معادل وزن، Mox د اکساید مالیکولي کتله ، V د عنصر اکسیدیشني نمبر او m (Me) په مالیکول کې د هغه عنصر د اتومو تعداد ښئي.

## د معادلو وزنو قانون:

پورته مو وویل چې مواد د معادلو وزنو په تناسب یو د بل سره تعامل کوي او کیمیاوي مرکبات جوړوي. دغه واقعیت د ریاضي د فورمول په واسطه داسې ښودلای شو:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{m_1}{m_2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (10)$$

دلته $E_1$ او $m_1$ د لمړۍ مادې معادل وزن او کتله ، $E_2$ د دوهمې مادې معادل وزن او $m_2$ د دوهمې مادې کتله ښئي.

1 - مثال : د عناصرو په دوره ئي جدول کي سوديم په IA، مگنيزيم په IIA او المونيم په IIIA نيم گروپونو کي ځاى لري. د دغه عناصرو معادل وزنونه پيدا کړئ. د سوديم اتومي کتله 23، دمگنيزيم اتومي کتله 24 او د المونيم اتومي کتله 27 ده.

حل: پوهيږو چي د IA، IIA او IIIA اصلي نيم گروپونو د عناصرو موثر ولانس د گروپ د نمرې سره مساوي دى. پس د (5) رابطې نه ليکو چي :

$$E_{Na}=\frac{23}{1}=23\ ,\quad E_{Mg}=\frac{24}{2}=12\ ,\quad E_{Al}=\frac{27}{3}=9$$

دوهم مثال : د گوگړو د تيزابو معادل وزن حساب کړئ. د سلفر اتومي کتله 32، د اکسيجن اتومي کتله 16 او د هايدروجن اتومي کتله 1 ده.

حل: د گوگړو د تيزابو کيمياوي فورمول $H_2SO_4$ دى. پدې تيزاب کي په فلز باندې د تعويض وړ هايدروجنونه (2) دي. پس د (6) رابطې نه ليکو چي:

$$M_{H_2SO_4}=2\cdot1+1\cdot32+4\cdot16=98\cdot$$

$$E_{H_2SO_4}=\frac{98}{2}=49\cdot$$

دريم مثال:د سرکې د تيزابو کيمياوي فورمول $CH_3COOH$ دى. د دې تيزابو معادل وزن حساب کړئ. د هايدروجن، اکسيجن او کاربن اتومي کتله په ترتيب سره 16،1 او 12 راکړل شويدي.

حل: پدې تيزابو کي په فلز د تعويض وړ هايدروجنونه (1) دي. پس د (6) رابطې نه ليکو چي:

$$M_{CH_3COOH}=1\cdot4+2\cdot16+1\cdot12=48\ .$$

$$E_{CH_3COOH}=\frac{48}{1}=48\ .$$

څلورم مثال: دالمونيم هايدروکسايد معادل وزن حساب کړئ:

د المونيم، اکسيجن او هايدروجن اتومي کتلې په ترتيب سره 16،27 او 1 راکړل شويدي.

حل: د المونيم هايدروکسايد ماليکولي فورمول $Al(OH)_3$ دى. پس د (7) رابطې نه ليکو چي:

$$M_{Al(OH)_3}=1\cdot27+3\cdot16+3\cdot1=78$$

$$E_{Al(OH)_3}=\frac{78}{3}=26\ .$$

پنځم مثال: د المونیم سلفیت معادل وزن حساب کړۍ.
د المونیم، سلفر او اکسیجن اتومي کتلې په ترتیب سره 32,27 او 16 راکړل شوي دي.
حل : د المونیم سلفیت کیمیاوي فورمول $Al_2(SO_4)_3$ دی. دلته د المونیم ولانس 3 او د المونیم د اتومو تعداد 2 دی پس د (8) رابطې نه لیکو چې:

$$E_{Al_2(SO_4)_3} = \frac{M_{Al_2(SO_4)_3}}{2 \cdot 3}$$

$$M_{Al_2(SO_4)_3} = 2 \cdot 27 + 3 \cdot 32 + 12 \cdot 16 = 342$$

$$E_{Al_2(SO_4)_3} = \frac{342}{6} = 57$$

شپږم مثال: د سودیم اکساید معادل وزن پیدا کړۍ. د سودیم او اکسیجن اتومي کتلې په ترتیب سره 23 او 16 دی.
حل : د سودیم اکساید کیمیاوي فورمول $Na_2O$ دی. دلته د فلز ولانس (1) او د فلز د اتومو تعداد (2) دی پس د (9) رابطې نه لیکو چې:

$$E_{ox} = \frac{M_{ox}}{V \cdot m(Me)} = \frac{M_{Na_2O}}{1 \cdot 2}$$

$$M_{Na_2O} = 2 \cdot 23 + 16 = 62$$

$$E_{ox} = \frac{62}{2} = 31 .$$

اووم مثال: د سودیم 4,6 ګرامه د اکسیجن د 1,6 ګرامه سره تعامل کوي. که د اکسیجن معادل وزن 8 وي نو د سودیم معادل وزن به څو وي.
حل: د (10) رابطې په اساس لیکو چې:

$$\frac{E_{Na}}{E_{O_2}} = \frac{m(Na)}{m(O_2)} , \quad \frac{E_{Na}}{8} = \frac{4,6}{1,6} , \quad E_{Na} = \frac{4,6 \cdot 8}{1,6} = 23 .$$

اتم مثال: د سودیم معادل وزن 23 او د اکسیجن معادل وزن 8 دی. د 3,2 ګرامه اکسیجن سره څو ګرامه سودیم تعامل کوي.
حل: د (10) رابطې په اساس لیکو چې:

$$\frac{E_{Na}}{E(O)} = \frac{m(Na)}{m(O)} = \frac{23}{8} = \frac{X}{3,2}$$

$$X = \frac{23 \cdot 3,2}{8} = 9,2 \text{ gr } Na .$$

## 19 - 1 . د کیمیاوي معادلو پر اساس محاسبات ( ستیکومتري ):

په طبیعت کې ټول کیمیاوي مرکبات ثابت ترکیب نلري. هغه مرکبات چې ثابت ترکیب لري د ستیکو متر ک مرکباتو په نامه او یو لږ شمیر نور مرکبات چې متغیر ترکیب لري د غیر ستیکو متر ک مرکباتو په نامه یادیږي. د ستیکو متر ک مرکباتو په کیمیاوي تعامل او کیمیاوي معادلو کې د ثابت ترکیب قانون د معادل وزنو قانون او د کتلې د تحفظ قانون ټول مراعات کیږي او د دغسې کیمیاوي معادلاتو پر اساس د تعامل کونکو او یا د تعامل څخه د حاصل شوي کیمیاوي موادو د مقدار محاسبه کولو ته ستیکو متري وائي.

لمړی مثال: لس گرامه $KClO_3$ د حرارت ورکولو په نتیجه کې تجزیه کیږي. د دغه تعامل څخه څو گرامه اکسیجن حاصلیږي او دد غه اکسیجن حجم به په نارمل شرایطو کې څو لیتره وي.

حل: د دغه تعامل کیمیاوي معادله لیکو او د $KClO_3$ مالیکولي کتله حسابوو.

$$M_{KClO_3} = 39 + 35,5 + 3 \cdot 16 = 122,5$$

$$2KClO_3 \rightleftharpoons 2KCl + 3O_2$$

$$2 \cdot 122,5gr \qquad\qquad 3 \cdot 32gr$$

$$10gr \qquad\qquad X$$

$$X = \frac{3 \cdot 32 \cdot 10}{2 \cdot 122,5} = 3,92gr\ (O_2)$$ اکسیجن

اوس ددې کتلې حجم په STP شرایطو کې محاسبه کوو:

| د اکسیجن کتله په گرام | د اکسیجن حجم په لیتر |
|---|---|
| 32 | 22,4 |
| 3,92 | X |

$$X = \frac{22,4 \cdot 3,92}{32} = 2,74L$$

$X = 2,74L\ (O_2)$ اکسیجن

دوهم مثال : که 18 گرامه مگنیزیم په هوا کې مکمل وسوزي څو گرامه اکساید به تري حاصل شي.

حل: د مګنیزیم اتومي کتله 24 ده پس لیکو چي:

$$M_{MgO} = 24 + 16 = 40$$

$$2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$$

$$2 \cdot 24gr \qquad 2 \cdot 40gr$$

$$18gr \qquad X$$

$$X = \frac{18 \cdot 2 \cdot 40}{2 \cdot 24} = 30gr\ (MgO)$$ مګنیزیم

دریم مثال :یو محلول چې 0,8 موله باریم کلوراید پکي حل دي په هغې کې یو ډېر مقدار سودیم سلفیت اچوو. حساب کړي چي څو ګرامه رسوب به لدې محلول څخه جدا شي؟

$M_{BaCl_2} = 137 + 2 \cdot 35{,}5 = 208$ ; 1moleBaCl 208gr

$M_{BaSO_4} = 137 + 96 = 233$ ; 0,8mole X

$X = 166{,}4gr$

$$BaCl_2 + Na_2SO_4 = BaSO_4\downarrow + 2NaCL$$

208gr 233gr

166,4gr X $X = \frac{166{,}4 \cdot 233}{208} = 186{,}5gr$

څلورم مثال : سودیم کاربونیت د مالګې د تیزابو سره تعامل کړي او یو مقدار کاربن دای اکساید چي حجم ئې په نارمل شرایطو کې 800 ملي لیتره دی تری حاصل شوی دی. معلوم کړی چي څو ګرامه سودیم کاربونیت به په تعامل کې حصه اخیستي وي.
حل:

$$M_{Na_2CO_3} = 2 \cdot 23 + 12 + 3 \cdot 16 = 106$$

$$Na_2CO_3 + 2HCl = 2NaCl + H_2O + CO_2$$

106gr 22,4L
X 0,8L $X = \frac{106 \cdot 0{,}8}{22{,}4} = 3{,}78gr\ (Na_2CO_3)$

پنځم مثال: که د 4,7 موله اکسیجن په واسطه ډیر زیات هایدروجن وسوځول شي نو څو موله اوبه تري لاس ته راتلای شي.

حل:

$$H_2 + \frac{1}{2} O \longrightarrow H_2O$$

0,5mole 1mole

4,7mole Xmole

$$X = \frac{4,7 \cdot 1}{0,5} = 9,4 \text{ mole } (H_2O)$$ اوبه

شپږم مثال: د گوگړو تیزاب او پوتاشیم هایدروکساید په لاندې ډول تعامل کوي. که ډیر مقدار د گوگړو تیزاب د 28 گرامه پوتاشیم هایدروکساید سره تعامل وکړي نو څو گرامه پوتاشیم سلفیت به لاس ته راشي؟

حل:

$M\,KOH = 39 + 17 = 56$

$M\,K_2SO_4 = 2 \cdot 39 + 4 \cdot 16 + 32 = 78 + 64 + 32 = 174$

$2KOH + H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2H_2O$

$2 \cdot 56gr$ $174\,gr$

$28gr$ $X$ $X = \frac{174 \cdot 28}{2 \cdot 56} =$ [illegible] $gr\,(K_2SO_4)$

اووم مثال: د المونیم یوه کوچنۍ ټوټه چې حجم ئې $1,250Cm^3$ دی که د ډیر مقدار هایدروکلوریک اسید سره تعامل وکړي، څو گرامه هایدروجن لدې تعامل څخه آزادیدای شي (دالمونیم کثافت $2,7\ gr/cm^3$ دی.)

حل: د المونیم کتله مساوي کیږي له:

$m = d \cdot v = 2,7 gr/cm^3 \times 1,250Cm^3 = 3,38gr$

$2Al + 3HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$

$54gr$ $6\,gr$

$3,38gr$ $X$, $X = \frac{6 \cdot 3,38}{54} = 0,37\ (gr\ H_2)$

اتم مثال: د هایدروجن گاز د لاندې تعامل څخه په لاس راځي. کم 27% د مالگي تیزاب چي کثافت ئي

($1,14\ gr/cm^3$) دی ولرو نو د لس گرامه هایدروجن د استحصال له پاره څوملي لیتره د مالګي د تیزابو 27% محلول پکار دی؟

حل:

$$Mg\,(s) + 2HCl\,(aq) \longrightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$$

$$(36,5 \cdot 2)\,gr \qquad\qquad 2,02\,gr$$

$$X\,gr \qquad\qquad 10\,gr$$

$$X = \frac{73 \cdot 10}{2,02} = \frac{730}{2,02} = 361,4\,gr\,(HCl)$$

مونږ د لس گرامه هایدروجن لپاره تقریباً 361,4 gr خالص د مالګي تیزاب ضرورت لرو، مګر مونږ 27% د مالګي تیزابو محلول لرو د دې محلول څخه باید څومره ملي لیتره واخلو:

| گرام د مالګي تیزاب | گرام محلول |
|---|---|
| 27 | 100 |
| 361,4 | X |

$$X = \frac{361,4 \cdot 100}{27} = 1338,5gr$$

$$V = \frac{m}{d} = \frac{1338,5\,gr}{1,14\,gr \cdot cm^{-3}} = 1174,1Cm^3 \quad \text{تیزابي محلول}$$

نهم مثال: 120 گرامه د نقرې نایتریت او یو محلول چې 52 gr د خوړلو مالګه لري سره یو ځای کیږي. حساب کړئ چې څو گرامه د نقرې کلوراید به ترې حاصل شي؟

حل:

$$M\ AgNO_3 = 170\ gr/mole$$

$$M\ NaCl = 58,5gr/mole$$

$$M\ AgCl = 143,4gr/mole$$

$$AgNO_3 + NaCL \longrightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$$

لمړی باید پیدا کړو چې کوم مواد د معادل مقدار څخه ډیر دي. هغه د معادل مقدار څخه زیات مواد په تعامل کې برخه نه اخلي نو مونږ د هغه موادو د مقدار په اساس محاسبه کوو چې کم وي. په داسې سوالو کې ښه به دا وي چې د موادو مولونه حساب او سره مقایسه شي.

د نقرې د نایتریت مولونه $= \frac{120\ gr}{170\ gr \cdot mole^{-1}} = 0{,}706\ mole$

د سودیم کلوراید مولونه $= \frac{52\ gr}{58{,}5\ gr \cdot mole^{-1}} = 0{,}89\ mole$

ښکاري چې د سودیم کلوراید مقدار زیات دی. ځکه د پورتنی معادلې په اساس یو مول سودیم کلوراید د یو مول د نقرې نایتریت سره تعامل کوي نو 0,706 موله د نایتریت د 0,706 موله سودیم کلوراید سره تعامل کوي او 0,184 ( 0,890 - 0,706 = 0,184 ) موله سودیم کلوراید په تعامل کې برخه نه اخلي. پس د نقرې کلوراید مقدار د پورتنی کیمیاوي معادلې په اساس مساوي دی.

$$AgNO_3 + NaCl \dashrightarrow AgCl + NaNO$$

1mole 1mole

0,706 mole Xmole

$$X = 0{,}706\ mole\ AgCl$$

$$0{,}706 mole \times 143{,}4\ gr/mole = 101{,}24\ gr\ (AgCl)$$

لسم مثال: سودیم تیو سلفیت د لاندې معادلې په اساس حاصلیږي.

$$2Na_2S + Na_2CO_3 + 4SO_2(g) \text{------------} 3Na_2S_2O_3 + CO_2(g)$$

که چیرې د هر یو تعامل کوونکو موادو کتله 100 گرامه وي نو څو گرامه سودیم تیو سلفیت به په لاس راشي؟

حل: بهتره ده چې بیا د ټولو تعامل کوونکو موادو مولونه حساب او د پورتنی معادلې له مخې کم مواد ( تعین کوونکي مواد ) پیدا کړو.

$M\ Na_2S = 78$ ; $\frac{100\ gr}{78\ gr \cdot mole^{-1}} = 1{,}28 mole\ (Na_2S)$

$M\ Na_2CO_3 = 106$ ; $\frac{100\ gr}{106\ gr \cdot mole^{-1}} = 0{,}943 mole\ (Na_2CO_3)$

$M\ SO_2 = 64$ ; $\frac{100\ gr}{64\ gr \cdot mole^{-1}} = 1{,}56 mole\ (SO\ )$

دلته به د تعامل کوونکو موادو کم مواد یا تعین کوونکي مواد هغه وي چې د هغه د مقدار په اساس تر ټولو کم مقدار $Na_2S_2O_3$ تولید شي، پس لیکو چې:

| | |
|---|---|
| $Na_2S$ | $Na_2S_2O_3$ |
| 2mole | 3mole |
| 1,28 | X |

$$X = \frac{3\ mole \cdot 1{,}28\ mole}{2\ mole} = 1{,}92 mole$$

| | | |
|---|---|---|
| $Na_2CO_3$ | $Na_2S_2O_3$ | |
| 1mole | 3mole | |
| 0,943mole | X | $X = \frac{3 \cdot 0,943}{1} = 2,82mole$ |

| | | |
|---|---|---|
| $SO_2$ | $Na_2S_2O_3$ | |
| 4mole | 3mole | |
| 1,56mole | X | $X = \frac{1,56 mole \cdot 3 mole}{4 mole} = 1,17mole$ |

د پورتنۍ محاسبې څخه ښکاري چې د $SO_2$ د مقدار په اساس د سوديم تيوسلفيت مقدار تر ټولو کم دی پس مونږ د سوديم تيوسلفيت مقدار داسې محاسبه کوو:

$$Na_2CO_3 + 2Na_2S + 4SO_2 \text{------------} Na_2S_2O_3 + CO_2$$

| | |
|---|---|
| 4·64gr | 3,158 gr |
| 100 gr | X |

$X = \frac{3 \cdot 158 \cdot 100}{4 \cdot 64} = \frac{15800}{256}$ ,  $X = 185gr\ (Na_2S_2O_3)$

## 20 - 1 . دايونايزيشن انرژي:

هغه مقدار انرژي ( $\Delta H$ ) چې د اتوم څخه د الکترون د جدا کولو لپاره ضرور ده د ايونايزيشنن د انرژۍ په نامه يادېږي.
د ايونايزيشن انرژي (I) په کيلو ژول في مول يا الکترون ولت فی اتوم اندازه کيږي. د يوه عنصر د ايونايزيشن انرژي (ev/atom) د هغه عنصر د ايونايزيشن د پوتانسيل ( په ولت V ) سره عدداً مساوي وي.
مثلاً:

$$\frac{1}{2} H^0 \text{----------}\rightarrow H^+ + e^- \quad ; \quad \Delta H_0^0 = +1312\ KJ/mole$$

$$Mg^0 \text{-----------}\rightarrow Mg^+ + e^- \quad ; \quad \Delta H_0^0 = +738KJ/mole$$

$\Delta H_0^0$ په ستندرد شرايطو ( $P = 1at$ , $t = 0\ C°$ ) کې د سيستم د انرژۍ تغير ښئي.

$$Mg^+ \text{-------------}\rightarrow Mg^{+2} + e^- \quad ; \quad \Delta H_0^0 = 1451Kj/mole$$

د ايونايزيشن انرژي په خارجي برقی ساحه کې د چټکو الکترونو په وسيله د امتحاني عنصر د اتومو د بمبارد څخه معلوميدای شي. د برقي ساحې هغه اصغري شدت چې بمبارد کوونکي الکترونونه دومره چټک کړي تر څو د اتوم

څخه الکترن جدا کړي د ایونایزیشن د پوتانسیل په نامه یادیږي، چې د الکترون ولت په واسطه اندازه کیږي. نو څکه د یو عنصر د ایونایزیشن انرژي ( الکترون ولت فی اتوم ) او د هغه ایونایزیشن پوتانسیل ( په ولت ) عدداً سره مساوي دي.

د مگنیزیم د لمړۍ او د دوهمې مرحلې د ایونایزیشن د انرژۍ $I_1$ ، $I_2$ څخه معلومیږي چې د خنثی اتوم څخه الکترون جدا کول اسان دي. او وروسته د مثبت ایون څخه د منفي الکترون جدا کول ډیره انرژي غواړي په همدې ترتیب د دریم الکترون د جدا کولو لپاره ډیره انرژي ( $I_3$ ) ضرور ده یعني لیکو چې: $I_1 < I_2 < I_3 < I_4$
د یو شمیر عناصرو د ایونایزیشن انرژي په (4) جدول کې ورکړل شویدي.

## 21 - 1 . د الکترون د جذب کولو انرژي:

هغه مقدار انرژي (E) چې یو خنثی اتوم یا منفي ایون ئې د یو الکترون د جذب په وخت کې مصرفوي ( آزادوي ) د الکترون د جذب کولو د انرژۍ په نامه یادیږي.

$$A + \bar{e} \rightleftarrows \bar{A} + E$$

لاندې د بعضې عناصرو د الکترون د جذب کولو انرژي ورکړل شوي ده.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| عنصر ← | $H \to \bar{H}$ ; | $Cl \to \bar{Cl}$ ; | $O \to \bar{O}$ ; | $\bar{O} \to \bar{O}^{2}$ |
| E← کیلو ژول فی گرام اتوم | +77 ; | +373 ; | +293 ; | -706 |

پورته معلومیږي چې د لومړي الکترون د جذب کولو انرژي (+) علامه لري یعني خنثی اتوم په ډیره اسانۍ یو الکترون ځانته جذب او ددې کار په وخت یو مقدار انرژي مصرفوي ( آزادوي) او خنثی اتوم په منفي ایون بدلیږي. اوس که دامنفي ایون بل الکترون اخلې دا کار په خپله او په اسانۍ نه کیږي دلته باید په زور دغه منفي الکترون پر دغه منفي ایون باندې نصب شي دلته د خارج څخه انرژي په اتوم کې جذبیږي نو پدې لحاظ د دوهم الکترون د جذب انرژي منفي ده ( په ترمو دینامیک کې آزاده شوې انرژي منفي $\Delta H < 0$
او جذب شوې انرژي مثبت $\Delta H > 0$ قبوله شوې ده. ولې په ترمو کیمیا کې برعکس ده.)

## 22 - 1 . برقي منفیت:

د ایونایزیشن او د الکترون د جذب د انرژیو د مجموعې نیمائې د برقي منفیت په نامه یادیږي او په X ښودل کیږي:

$$X = \frac{1}{2}(I + E)$$

باید ووایو چې یوازې د ایونایزیشن د انرژۍ او خاصتاً بواځې د الکترون د جذب کولو د انرژۍ له مخې د عناصرو د کیمیاوي فعالیت او فلزي او غیر فلزي خواصو په هکله قضاوت سم نشي کیدای ولې برقي منفیت د عناصرو د کیمیاوي خواصو په هکله ډیره موثقه مشخصه ده.که د فلورین برقی منفیت (4) قبول کړو نو د یو شمیر عناصرو د برقي منفیت نسبي قیمتونه داسې دي:

| عنصر | H | C | N | O | F | Cl | Br | I | Na |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| X | 2,2 | 2,6 | 3,0 | 3,5 | 4 | 3,1 | 2,9 | 2,6 | 0,9 |

هغه عناصر چې برقي منفیت ئې سره ډېر توپیر لري لکه د IA او VIIA نیم گروپو عناصر د دغسې عناصرو تر منځ ایوني کیمیاوي اړیکه جوړیدای شي پدې صورت کې د هغه عنصر اتوم چې برقي منفیت ئې زیات دی د هغه عنصر د اتوم څخه چې برقي منفیت ئې لږ دی الکترون اخلي او پدې ترتیب د دواړو عناصرو اتومونه په مثبت او منفي ایونو بدلیږي چې د هغوئ تر منځ ایوني اړیکه منځ ته راځي. کوم عناصر چې برقي منفیت ئې دومره زیات تفاوت نلري د هغوئ تر منځ کوولانسی اړیکه جوړیږی.

څلورم (4) جدول : د عناصرو د لمړي، دوهم ، دریم او څلورم ایونایزیشن $(I_1, I_2, I_3, I_4)$ انرژي په eV .

| $Z$ | عناصر | $I_1$ | $I_2$ | $I_3$ | $I_4$ | $I_5$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | H | 13,599 | – | – | – | – |
| 2 | He | 24,588 | 54,418 | – | – | – |
| 3 | Li | 5,392 | 75,641 | 122,42 | – | – |
| 4 | Be | 9,323 | 18,211 | 153,85 | 217,657 | – |
| 5 | B | 8,298 | 25,156 | 37,92 | 259,298 | 340,217 |
| 6 | C | 11,260 | 24,383 | 47,87 | 64,48 | 392,00 |
| 7 | N | 14,534 | 29,602 | 47,43 | 77,450 | 97,863 |
| 8 | O | 13,618 | 35,118 | 54,89 | 77,394 | 113,873 |
| 9 | F | 17,423 | 34,987 | 62,65 | 87,23 | 114,214 |
| 10 | Ne | 21,565 | 41,08 | 63,5 | 97,16 | 126,4 |
| 11 | Na | 5,139 | 47,304 | 71,65 | 98,88 | 138,60 |
| 12 | Mg | 7,646 | 15,035 | 80,12 | 109,29 | 141,23 |

# دوهم فصل

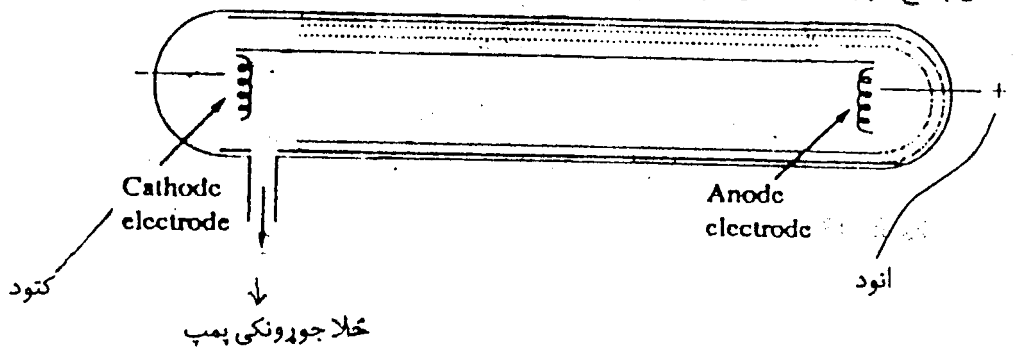
# د کیمیاوي موادو جوړښت

## د اتوم جوړښت:

د 19 پيړۍ راپديخوا د اتوم د جوړښت په هکله علمي تحقيقات ډير زيات شوي. د دې علمي تحقيقاتو په لړ کې د اتوم د جوړښت درې بنسټيزې ذرې يعني پروتون، نيوترون او الکترون کشف او د هغوئ مهم مشخصات وپيژندل شول او په نتيجه کې دغه نظريه چې اتوم د تجزيې وړ ندی غلطه ثابته شوه. پدې هکله بعضې علمي څيړنې او د هغو نتيجې بيانوو.

## 1 - 2 . د دس چارج تيوبو تجربې، د الکترون کشف:

لاندې د دس چارج تيوب ساده شکل ښودل شويدی ( شکل 1 - 2 )



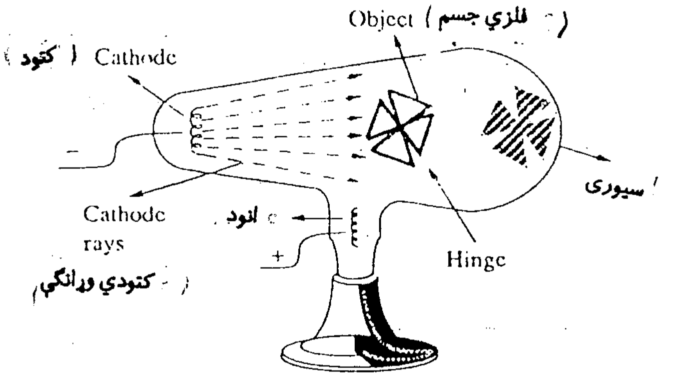

لمړی (1- 2 ) شکل: د دس چارج تيوب

د نيون تيوب چې د روښنائې دپاره ترې کار اخستل کيږي په هغې کې د نيون گاز د ټيټ فشار ( 10 torr) لاندې ځای شوی جوړښت يې د دس چارج د تيوب غوندې دی. د دس چارج تيوب په دواړو سرونو کې فلزي الکترودونه اينبودل شوي او د يوې نلکې له لارې د هوا د ايستلو د پمپ سره وصليږي ( شکل 1- 2 ) د تيوب په داخل کې هوا يا گاز او يا کوم بخار کاريدای شي. ويليم کروک د خپلو تجربو په ترڅ کې وليدل کله چې د تيوب په داخل کې گاز د عادي فشار لاندې وي نو که د تيوب الکترودونه د برېښنا د لوړ ولتيج ( 5000V) سره هم وصل وي د برېښنا جريان د گاز څخه نه تيريږي . نوموړي د پمپ په واسطه د دس چارج تويب څخه پر له پسې د گاز ايستل او ورسره يو ځای ئې د گاز څخه د برېښنا تيريدل څيړل. هغه وليدل چې د ټيټ فشار لاندې د تيوب گاز ټول روڼ ځليږي او کله ئې چې د پمپ په وسطه د گاز فشار نور هم تر (0,01torr) کم کړ نو وئې ليدل چې د کتود مقابل ته د تيوب په داخل کې ښيښه باندې د فلوری سنس* رڼا ښکاري. دا هغه وړانگې دي چې د کتود څخه راوتلې او د انود په لوري تللې او هلته ئې پر ښيښه تاثير ښکاري. دغه وړانگې د کتودي وړانگو په نامه يادې شويدي.

* بعضې مواد په لږ وخت کې جذب کړې انرژي بيرته د داسې وړانگو په شکل چې تودوخه نلري آزادوي دا ډول رڼا د فلوری سنس په نامه ياديږي.

که د تیوب په داخل کې گاز او هم د الکترودو فلزات بدل شي بیا هم همیشه همدغه یو ډول وړانگې تولیدیږي. د کتودي وړانگو بعضې مشخصات په لاندې تجربو کې وپیژاندل شول.

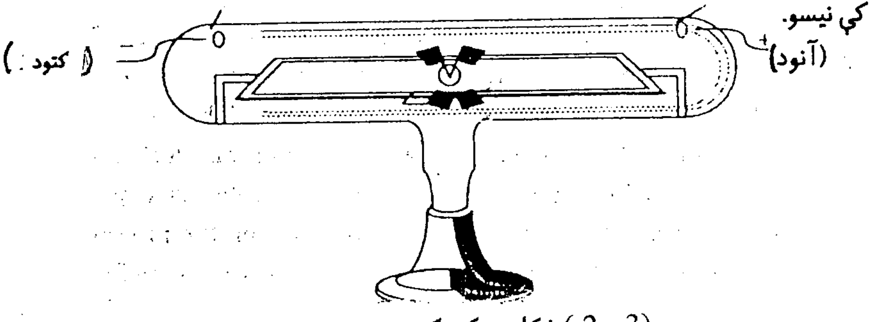
الف - هیتورف په 1869 کې په لاندې ډول دس چارج تیوب کې




دویم (2 - 2 ) شکل: د هیتورف تجربه

وښودل چې که د کتودي وړانگو په لار کې کوم جسم کیښودل شي نو د هغه جسم سیوری د کتود مقابل د تیوب په داخل کې پر ښیښه باندې جوړیږي لدې څخه ښکاري چې کتودي وړانگې په مستقیمه کرښه حرکت کوي.

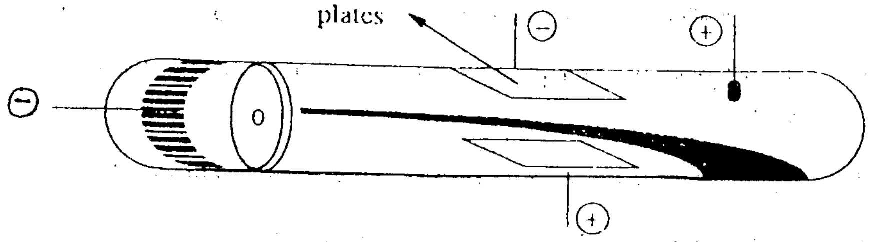
ب - کروک په کال 1870 کې د لاندې تجربې په واسطه وښودل چې کتودي وړانگې سرعت، کتله، انرژي او مومنتم لري. د لاندې شکل په اساس د سنجاقو څخه جوړ یو ډیر سپک څرخ چې په ډیره لږه قوه او په اسانۍ سره حرکت کوي په نظر کې نیسو.




دریم (3 - 2 ) شکل: د کروک تجربه

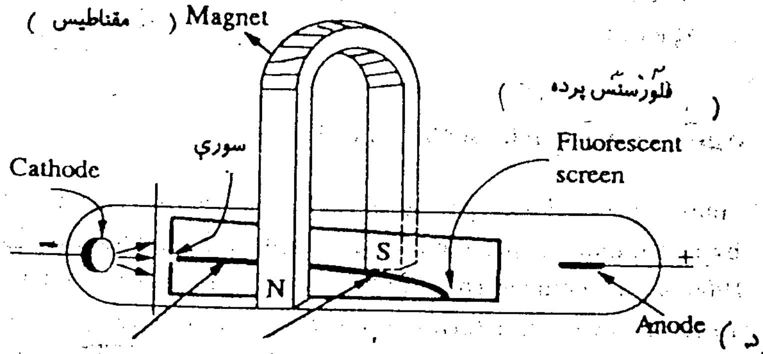
کله چې کتودي وړانگې ددغه څرخ په پرو ولگیږي نو څرخ د آنود خوا ته حرکت کوي. که د بریښنا د جریان جهت (کتود او آنود) بدل شي هغه وخت د څرخ د حرکت لوری هم دې بلې خوا ته اوړي. د دې تجربې په اساس کروک استدلال وکړ چې د کتود وړانگې داسې ذرات دي چې مومنتم یعنې کتله، سرعت، او کنتکي انرژي لري.

ج- په 1895 کې ج. پیرن داسې تجربه وکړه چې د کتودي وړانګو په لار کې یې برقي ساحه کېښوده ( شکل 4- 2 ). ده ولیدل کله چې برقي ساحه نه وي نو کتودي وړانګې د تیوب په داخل کې د آنود تر شا ښیښه باندې لګیږي او هغه ځای رون ښکاري. خو کله چې برقي ساحه د کتودي وړانګو په لار کې پیدا شي نو کتودي وړانګې د لارې په سر د فلزي مثبت پلیت تر تاثیر لاندې خپلې لارې څخه منحرفې او اوس دې انود ته نژدې ښیښه باندې لګیږي.




څلورم (4- 2 ) شکل: د پیرن تجربه

که د کتودي وړانګو په لار کې د برقي ساحې پر ځای مقناطیسي ساحه کېښودل شي ( شکل 5 - 2 ) کتودي وړانګې د مقناطیسي ساحې قطبونوته نه جذبیږي خو دلته کتودي وړانګې به داسې منحنۍ حرکت کوي کوم چې د ساحې د قطبونو تر منځ مستقیم خط باندې عمود وي. که د کتودي وړانګو په لار کې نازکه فلزي ورقه کېښودل شي هغه ګرمیږي. له پورتنیو تجربو څخه ښکاري چې کتودي وړانګې منفي چارج لرونکي ذرات دي چې په 1891 کال کې ج . ژستوي هغه د الکترونو په نامه یاد کړل.




پنځم ( 5 - 2 ) شکل :

د کتودي وړانګو مشخصات چې پورته وپیژندل شول:

الف - دا وړانګې پر هغه مستقیم خط حرکت کوي کوم چې د کتود پر سطح باندې عمود وي.

ب - که ددې وړانګو په لار کې کوم جسم کېښودل شي د دې جسم سیوری د تیوب پر ښیښه ښکاري.

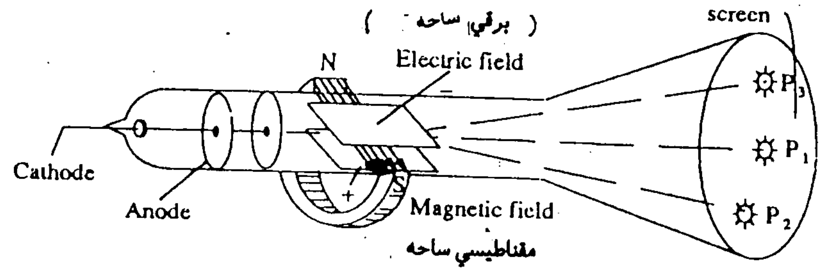
ج - کله چې دا وړانګې د تیوب پر ښیښه ولګیږي نو د فلورسینس رڼا جوړوي.

د - که د دي وړانګو په لار کې کوم جسم کېښودل شي هغه جسم ګرمېږي.
ه - کې د دي وړانګو په لار کې وړوکې سپک د سنجاقو څرخ کېښودل شي نو هغه هم د وړانګو د حرکت په لوري حرکت کوي. له دې څخه دا معلومېږي چې کتودي وړانګې له ذراتو څخه جوړې دي او دا ذرات مومنتم، کتله، سرعت او کنتکي انرژي لري.
و - په برقي ساحه کې د آنود په خوا د دې وړانګو جذب دا ښئي چې د دې وړانګو ذرات منفي چارج لري.

## 2 - 2 . د کتودي وړانګو د چارج او کتلې نسبت:

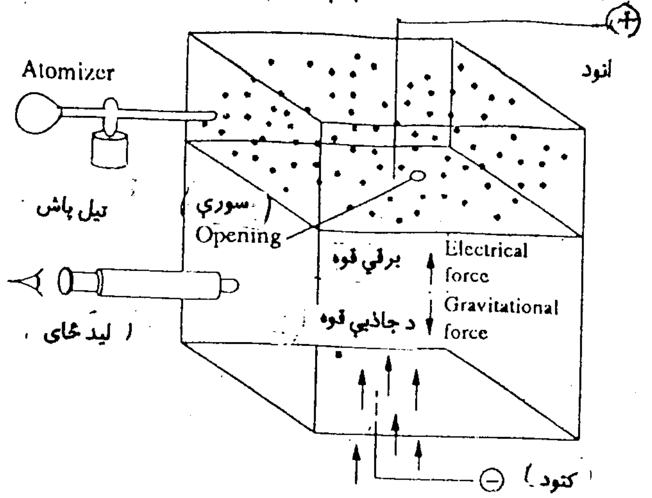
ژ. ژ. تامسن په 1897 کال او ر. ا. ملیکان په 1909 کال کې د الکترون د کتلې (m) او چارج (e) په هکله یو لړ تجربې وکړې. تامسن و نه کړای شول چې د الکترون کتله او یا چارج جدا، جدا پیدا کړي. خو هغه د دغه مهمو کمیتونو نسبت $\frac{e}{m}$

پیدا کړ. ده په خپلو تجربو کې پر کتودي وړانګو د برقي او مقناطیسي ساحو دواړو تاثیر په یو وخت کې مطالعه کړ (شکل 6 - 2). پدې شکل کې ګورئ کله چې خارجي برقي او مقناطیسي ساحې د کتودي وړانګو په لار کې نه وي نو دغه وړانګې په مستقیم خط ځي او د $P_1$ نقطه کې پر فلورسینسي پرده غورځي. کله چې یوازې برقي ساحه د هغې په لار کې پیدا شي نو کتودي وړانګې د $P_2$ پر نقطه غورځي خو کله چې د برقي ساحې پر ځای مقناطیسي ساحه کېښودل شي نو کتودي وړانګې بیا د $P_3$ پر نقطه فلورسینس منځ ته راوړي. اوس که دواړه ساحې یو ځای عمل وکړي او دواړو ساحو ته داسې تغیر ورکړل شي تر څو چې د دواړو ساحو تاثیر بیلانس شي او کتودي وړانګې بیا د P پر نقطه وغورځي له دغه شرایطو څخه تامسن د $e/m$ قیمت $1,75 \cdot 10^{11} \frac{coulomb}{Kg}$ پیدا کړ.




شېږم (6 - 2) شکل: د $e/m$ د معلومولو تجربه

بیا وروسته ملیکان د الکترون چارج د لاندې تجربې په جریان کې وپېژاند. په ( 7 - 2 ) شکل کې د ملیکان د تجربې ساده شکل ښودل شویدی.




اووم (7 - 2 ) شكل: د الكترون د چارج معلومولو تجربه.

دا شكل يوه كوچنۍ كوټه ګۍ ښئي چې پاس ئې (+) الكترود او لاندې ئې (-) الكترود نصب دى. د كوټه ګۍ په منځ كې يوه داسې تخته اېښودل شوې چې په منځ كې ئې كوچنى سورى دى او ټوله كوټه ګۍ په دوه وړو كوټو ويشي د تيلو قطرې په اتومايزر كې په ډيرو كوچنيو قطرو تبديلې او هم چارجداره كيږي. دا ډيرې كوچنۍ چارج لورنكې قطرې د كوټې پورتنۍ پوړ ته ورشيندل كيږي چې كيداى شي كومه يوه ئې د تختې د كوچني سوري د لارې د جاذبې د قوې تر تاثير لاندې د كوټې پر تل پريوزي دلته د قطرې حركت د كوټې په ديوال كې د اېښودل شوي ميكروسكوپ په مرسته كتل كيږي. لمړى د كوټې تل ته د تيلو د قطرى د راغورځيدو سرعت يواځې د ځمكې د جاذبې د قوې تر تاثير لاندې بيا د دغه قطرې بيرته د پورته كيدو او بيا راغورځيدو سرعت د برقي ساحې تر تاثير لاندې اندازه كيږي. د سرعت د دې قيمتونو، د تيلو د كثافت، په كوټه كې د هوا د كثافت او د برقي ساحې د شدت په پيژاندلو سره مليكان او ملګروئې د تيلو قطرو چارج اندازه كړ او بيا ئې وموندل چې د تيلو د قطرو چارج $1,6022 \times 10^{-19}$ كولومبه او يا د دې عدد ځو جنده دى. مليكان وويل د تيلو د قطرو دا كوچنى چارج د هغه الكترون چارج دى چې د تيلو قطره ئې د هوا د ماليكول څخه اخلې. پس همدا $1,6022 \times 10^{-19}$ كولومبه ئې د الكترون چارج وباله. بيا نو د $\frac{e}{m}$ د نسبت څخه ئې د الكترون كتله داسې پيدا كړه.

$$\frac{e}{m} = 1,7588 \times 10^{11} \ \mathrm{C/kg}$$

$$e = 1,6022 \cdot 10^{-19} C$$

$$\frac{1,6022 \cdot 10^{-19} C}{m} = \frac{1,7588 \cdot 10^{11} C \cdot kg^{-1}}{1}$$

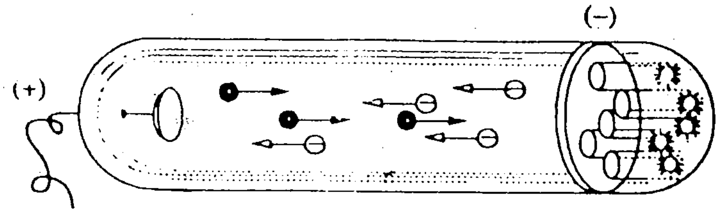
$$m = \frac{1,6022 \cdot 10^{-19}}{1,7588 \cdot 10^{11}} \ \mathrm{kg}$$

$$m = 9,1096 \times 10^{-31} \ \mathrm{kg}$$

## 2 - 3 . د مثبتې وړانګې او پروتون كشف:

په 1986 كال، ايوګني ګولد شتين په يو خاص ډول دس چارج تيوب كې د يو لړ تجربو وروسته پروتون كشف كړ.

دا ډول تیوب په ( 8 - 2 ) شکل کې ښودل شوی دی.
پدې تیوب کې (-) الکترود ډیر سوري لري. که کتودي وړانګې د (+) الکترود په لور ځي او هلته د تیوب پر داخلي ښیښه فلورسینس جوړوي. ګولدشتین ولیدل چې یو بل ډول وړانګې د کتودي وړانګو په مخالف لوري حرکت کوي چې د(-) الکترود د سوریونه د تیریدو وروسته د دغه الکترود شاته د تیوب دننه پر ښیښه فلورسینس جوړوي. دا چې دا وړانګې د سوریو ( کانالونو ) څخه وځي نو ځکه په اول کې د کانال د وړانګو په نامه یادې شویدې. او څرنګه چې دا وړانګې منفي الکترود ته ځي نو ګولد شتین وویل چې کانالي وړانګې (+) چارج لري.




اتم ( 8 - 2 ) شکل: د مثبتو وړانګو د لیدلو تجربه

کانالي وړانګې په حقیقت کې هغه مثبت ایونونه دي چې د ګاز د اټومو سره د کتودي وړانګو د ټکر په نتیجه کې جوړیږي. په دې ټکر کې د ګاز د اتومو څخه الکترونونه جدا او هغه هم د کتودي وړانګو په شکل آنود ته ځي باقي پاتې هستې ( مثبت ایونونه ) د کانالي وړانګو په نامه د (-) الکترود په لوري ځي چې بعضې ئې د (-) الکترود د سوریو څخه وځي او لکه چې په شکل کې ښکاري د تیوب پر ښیښه فلورسینس جوړوي.

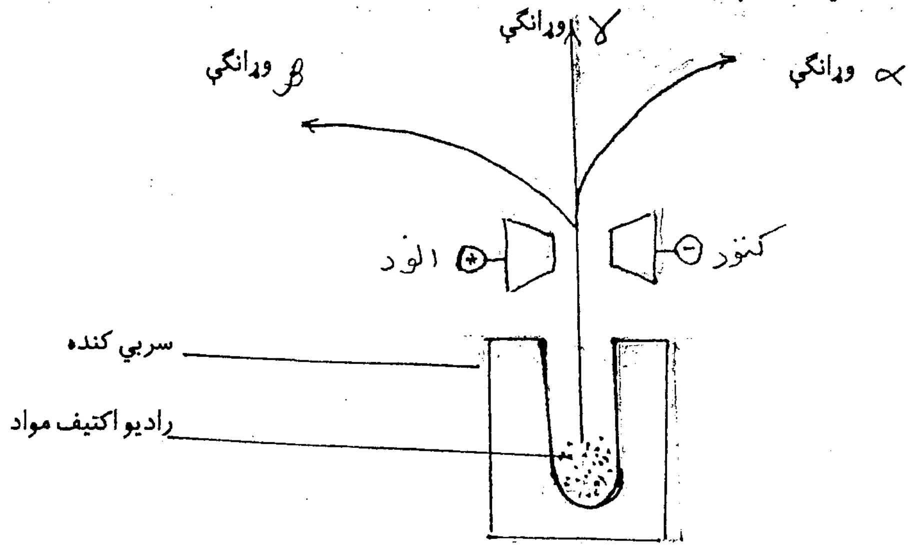
## د کانالي وړانګو مشخصات:

الف - کانالي وړانګې په مستقیم خط حرکت کوي او په برقي او مقناطیسي ساحو کې د خپل مسیر څخه انحراف کوي.
ب - د $\frac{e}{m}$ نسبت پدې وړانګو کې د کتودي وړانګو څخه خورا لږ دی. که په کتودي وړانګو کې دغه نسبت په تیوب کې د ګاز په ډول پورې اړه نلري خو په کانالي وړانګو کې د $\frac{e}{m}$ نسبت د تیوب په داخل کې د ګاز په ډول پورې مربوطدی. او کله چې د تیوب ګاز هایدروجن وي دغه نسبت تر ټولو لوی عدد ښئي.
ج - د کانالي وړانګو (ذراتو) کتله هیڅکله د پروتون تر کتلې کمه نه وي. د کانالي وړانګو په تجربو کې کله چې په دس چارج تیوب کې هایدروجن وي تر ټولو سپکې کانالي وړانګې جوړیږي. دا وړانګې اصلاً د هایدروجن ایونونه یعنې د هایدروجن د اتومو هستې دي. د دې مثبتو ذراتو چارج $1,6022 \times 10^{-19}$ کولومبه پیژندل شوی چې دا د الکترون د منفي چارج سره بالکل یو شی دی. د $\frac{e}{m}$ د نسبت څخه د هایدروجن د ایون کتله $1,6726\times10^{-27}$ kg په لاس راځي. دې مثبت ایون ته اوس پروتون وائي. وروسته د رازرفورد تجربو وښودله چې پروتون هم د الکترون په شان د مادې د جوړښت اساسي جز دی.

## 2-4 . رادیواکتیویتي:

په خپل سر د بې ثباته ایزوتوپو د هستو څخه د هستوي وړانګو شیندل کیدو ته رادیو اکتویتي وائي. کوم عناصر چې دغه خاصیت لري د رادیو اکتیف عناصرو په نامه یادیږي. رادیو اکتیویتي په 1895 کال کې هنري بکرل کشف کړه.

(9 - 2 ) شکل په برقي ساحه کې د راديو اکتيف موادو څخه د شيندل شوو وړانگو خصوصيات ښئي.




نهم (9 - 2 )شکل :په برقي ساحه کې د راديو اکتيف وړانگو خصوصيات

لکه چې ښکاري راديو اکتيف مواد په سربي کنده کې دننه ايښودل شوي دي. راديو اکتيف وړانگې په سربي کنده کې ننوزي او يواځې يو قسمت ئې د سوري د لارې بهر ته راوزي چې د برقي ساحې د منځ څخه د تيريدو وروسته لمړی د β وړانگې د برقي ساحې مثبت قطب ته او د هغې وروسته د α وړانگې د برقي ساحې منفي قطب ته گرځي، مگر پر γ وړانگو برقي ساحه هيڅ تاثير نکوي. لدې څخه معلوميږي چې β وړانگې منفي چارج او لږه کتله لري. د α وړانگې مثبت چارج او لوی مومنتم ( $p = mv$ ) لري. مگر د γ وړانگې برقي چارج نلري. معمولاً هغه عناصر چې په هسته کې ئې د نيوترونو شمير د پروتونو په پرتله ډير زيات وي د هغوئ په هستو کې داسې هستوي تعامل صورت نيسي:

$$n \dashrightarrow p + e$$

د دغه تعامل په نتيجه کې اولنی عنصر په داسې عنصر اوړي چې ترتيبي نمبر ئې د اولني عنصر څخه يو واحد زيات او د عناصرو په جدول کې په اولني عنصر پسې ځای لري.د نيوترون د ړنگيدو وروسته دغه الکترونونه د هستې څخه د β د وړانگو په شکل راوزي. د دې وړانگو سرعت تقريباً د رڼا د وړانگو په اندازه دی چې د α د وړانگو څخه لس کرته زيات دی . دا کوچنۍ ذرې په ډيرو موادو کې په آسانۍ نفوذ کوي چې د نفوذ قابليت ئې د α د ذراتو په پرتله سل ځله زيات دی. مگر د α ذرات د β د ذراتو په پرتله گازات ډير ښه ايونايز کوي. د β وړانگې په برقي او مقناطيسي ساحو کې خپل مستقيم الخط مسير څخه انحراف کوي.

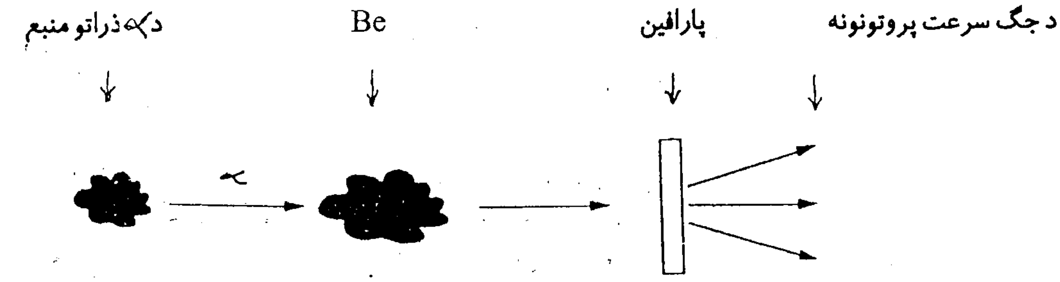
د α ذرات ډير درانده او په حقيقت کې د هليم د اتومو هستې دي چې چارج ئې ( +2) او کتله ئې 4amu ده.له همدې کبله دا وړانگې داسې He هم ښئي. د α وړانگې په برقي او مقناطيسي ساحو کې د خپل مستقيم مسير

څخه ګرځي. کله چې د یوې هستې څخه د $\alpha$ وړانګې راوزي نو د دغه عنصر ترتیبي نمبر دوه واحده او کتلوي عدد ئې څلور واحده کم شي.

د $\gamma$ وړانګې الکترو مقناطیسي وړانګې دي چې سرعت ئې د رڼا د وړانګو سره یو شی دی. د دې وړانګو نفوذ د $\alpha$ او $\beta$ تر وړانګو زیات دی. د دې وړانګو د موج طول د یو شمیر $\chi$ وړانګو د موج د طول په پرتله لنډ دی. دا وړانګې چارج نلري نو ځکه په برقي او مقناطیسي ساحو کې له خپلې لارې نه انحراف نه کوي.

## 5 - 2 . مصنوعي رادیو اکتیویتي، د نیوترون کشف:

په 1932 کال کې چادویک نیوترون کشف کړ. کله چې چادویک د بریلیم عنصر د $\alpha$ د وړانګو په واسطه بمبارد کړ هغه وپوهیده چې بیا د بریلیم څخه یو شمیر وړانګې وزي چې د نفوذ قابلیت ئې ډیر جګ دی. هغه پر دې وړانګو پارافین بمبارد کړل نو ورته معلومه شوه چې د پارافین څخه په ډیر جګ سرعت پروتونونه الوزي.




لسم ( 10 - 2 ) شکل : د نیوترون د کشف تجربه

چادویک وویل : یوازې خنثی ذرې چې کتله ئې د پروتون سره یو شی وي کولای شي چې د پارافین څخه پروتونونه وباسي. دغه خنثی ذرې بیا د نیوترون په نامه یادې شوې.

کله چې د چټکو ذرو په واسطه سپکې هستې بمبارد او لدې کبله د سپکو هستو څخه وړانګې بهر ته شیندل کیږي دې پدیدې ته مصنوعي رادیو اکتیویتي وائي. لاندې د $\alpha$ ذراتو د بمبارد له امله بعضی هستوي تعاملات ښودل شوي دي:

$${}^{9}_{4}Be + {}^{4}_{2}He \text{ ----------- } {}^{12}_{6}C + {}^{1}_{0}n$$

$${}^{14}_{7}N + {}^{4}_{2}He \text{ ------------ } {}^{17}_{8}O + {}^{1}_{1}H$$

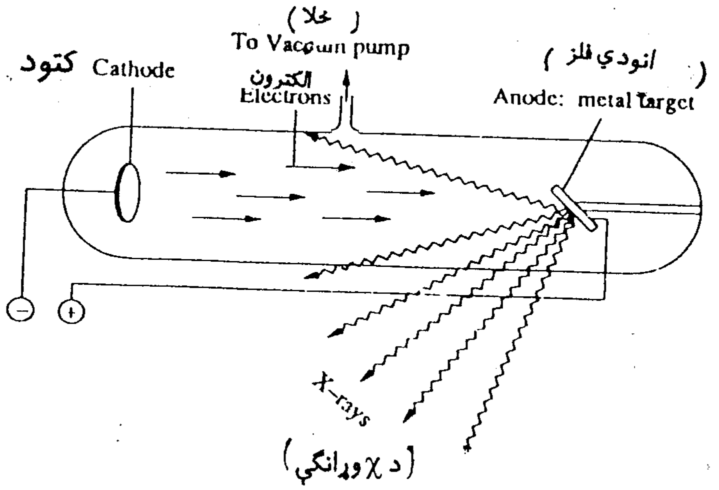
$${}^{27}_{13}Al + {}^{4}_{2}H \text{ ------------- } {}^{30}_{15}P + {}^{1}_{0}n$$

$$^{30}_{15}P \text{ -------------- } {}^{30}_{14}Si + {}_{1}e^{0} \text{ (پوزيترون)}$$

په پورتنيو هستوي تعاملاتو کې د Be , N او Al ثابت ايزوتوپونه د $\alpha$ ذرو په واسطه بمبارد شوي دي. د دې بمبارد له کبله د نوموړو ايزوتوپو هستې ماتې او له هغو څخه نوي ايزوتوپونه ، نوې هستې $^{12}_{6}C$ , $^{17}_{8}O$ , $^{30}_{14}Si$ جوړې شويدي او هم يو شمير وړانګې آزادېږي. پورتني مثالونه ښئي چه اتوم د تقسيم وړ ذره ده.
پورته مو د اتوم د درې اساسي ذرو کشف وښود. د دغو ذرو مهم مشخصات په ( 1 - 1) جدول کې ورکړل شوي دي.

## 6 - 2 . د X وړانګې او اتومي نمبر:

په کال 1895 کې و. س. رونتګن د $\chi$ وړانګې کشف کړې نو څکه دې وړانګو ته د رونتګن وړانګې هم وائي.
نوموړې د کتودي وړانګو د څېړنو په وخت کې وليدل کله چې دا وړانګې ( الکترونونه ) د انود پر مخ ويشتل کيږي نو د دې ټکر په نتيجه کې يو ډول وړانګې چې د نفوذ قابليت ئې خورا جګ دی د انود څخه شيندل کيږي. دغه وړانګې رونتګن د $\chi$ د وړانګو په نامه يادې کړې دي ( شکل 11 – 2 ). د $\chi$ وړانګې د الکترو مقناطيسي وړانګو له ډلې څخه دي چې فريکونسي ئې خورا لوړه ده.

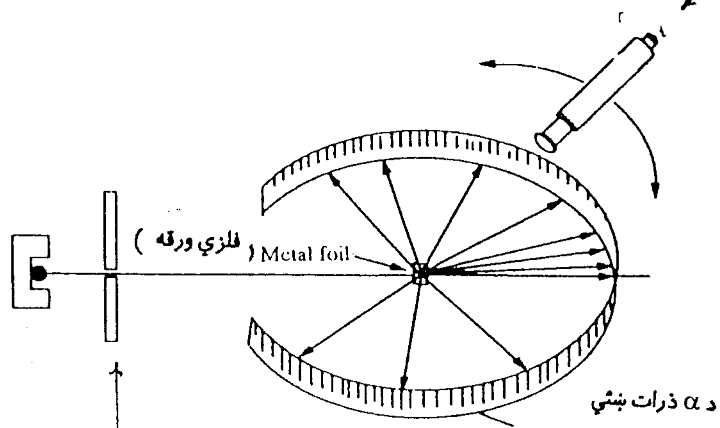



يولسم ( 11 – 2 ) شکل : د $\chi$ وړانګو د جوړيدو تجربه

د $\chi$ وړانګو فريکونسی د انود د فلز په ترتيبی نمبر پورې اړه لري. موزلي په 1913 کال کې وښودل چې د انود د فلز د ترتيبي نمبر په لوړيدو سره د $\chi$ د وړانګو فريکونسي هم په ترتيب سره زياتيږي. د عنصر ترتيبي نمبر د هغه عنصر اتوم په هسته کې د پروټونو شمير ښئي. د عنصر ترتيبي نمبر ته اتومي نمبر هم وائي او د Z په سمبول سره ئې ښئي.

## 7 - 2 . دهستې کشف:

راذرفورد راديو اکتيف مواد چې د $\alpha$ ذرات ئې شيندل په يوه داسې کوټه کې کې چې يو کوچنی سورى ئې درلود کيښودې ؤ. کله چې د $\alpha$ وړانګې له دغه سورې څخه راوتلې نو مخ ته ئې د فلز يوه نازکه صفحه پرته وه د دې صفحې نه په يوه معينه فاصله يو ساده مکروسکوپ چې د فلزي صفحې چاپيره ئې په دايروي مدار ګرځاوه نصب ؤ. مکروسکوپ فقط يوه استوانه وه چې په يوه خوله کې ئې پر Zns پوښل شوې ورقه او په بله خوله کې ئې عدسيه نصب وه. کله چې د Zns پر ورقه د $\alpha$ وړانګې لګيدې نو پر عدسيه کې ئې رڼا ښکاريده او دغه وړانګې شميرل کيداى شوې.




دولسم ( 12 – 2 ) شکل : د راذرفورد تجربه

راذفورد د ګرځنده ميکروسکوپ په واسطه وليدل کله چې د $\alpha$ وړانګې پر فلزي صفحې لګيږي ډير شمير ئې مستقيماً او لږ شمير ئې د مستقيم مسير څخه د يو څه انحراف سره د فلزي صفحې څخه تيريږي او يو ډير لږ شمی ئې د فلزي صفحې څخه بيرته انعکاس کوي. له دې تجربې څخه ښکاري چې د اتومو ډيره فضا بايد الکتونو نيولې وي ځکه د $\alpha$ وړانګې چې مثبت چارج لري او د الکترونو څخه ئې کتله 7500 کرته زياته ده دا وړانګې د الکترونو په وسطه نشي تم کيداى نو ځکه ډير شمير د $\alpha$ وړانګې د مثبت چارج لرونکو هستو په څنګ کې د تيريدو له کبله له خپل اولني مسير څخه يو څه انحراف کوي او ډير لږ شمير د $\alpha$ وړانګې کله چې د درنو او مثبتو هستو سره ټکر کوي بيرته شاته ګرځي. نو لدې څخه ښکاري چې دغه درنو او مثبتو هستو بايد په اتوم کې ډير کم ځاى نيولى وي.

راذفورد د دغو تجربو له مخې د اتوم جوړښت داسې وښود:

الف – اتوم په داخل کې يوه هسته لري چې د هغې چارج مثبت دى. او تقريباً د اتوم ټوله کتله پکې پرته ده.

ب – د هستې چار چاپيره منفي چارج لرونکي الکترونونه په مختلفو کيفي مدارو کې دايم ګرځي، په اتوم کې د الکترونو او پرتونو شمير سره مساوي دى.

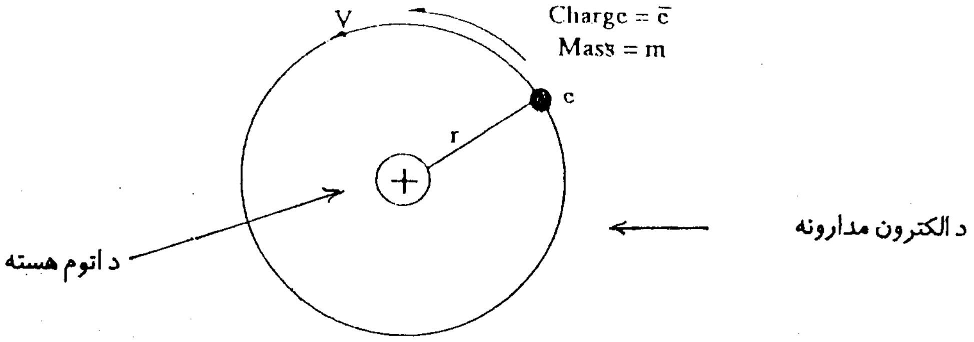
ج - د اتوم جوړښت د شمسي نظام په څیر دی چي د الکترونو او هستي تر منځ د الکترو ستاتیکي جذب قوه د هستي په چار چاپیر د الکترونو د دایمي گرځیدو او هستي ته د هغوئ د جذبیدو سبب گرځي.
د راذفورد مودل بعضي نیمگړتیا وي لري: مثلاً د ماکسویل د نظرئي په اساس کله چي الکترون په یو مدار کي د هستي چار چاپیره گرځي نو هغه باید دایماً انرژي د رڼا په شکل د لاسه ورکړي او پدغه صورت کي به الکترون په مار پیچي حرکت هستي ته رانژدې او بالاخره به پر هسته پریوزي او اتوم به گډوډ شي.

## 8 - 2 . د بور نظریه:

د راذفورد د مودل په اساس د اتومو خط خط سپکتر نشي تشریح کیدای.
بور په 1913 کال کي د اتوم د جوړښت په هکله داسي لازمه پیشنهاد کړه:
الکترون د هستي چار چاپیره په مستقر دایروي مدارو کي حرکت کوي. او کله چي الکترون په دغسي مدار کي گرځي نو په دغه وخت کي انرژي نه رانیسي او نه ئي آزادوي. یواځي هغه وخت چه الکترون له یو مدار څخه بل مدار ته ټوپ وهي نو دلته انرژي رانیسي او یا ئي آزادوي. د بور اتومي مودل په ( 13- 2 ) شکل کي ښودل شویدی. بور د مستقر دایروي مدارو په هکله داسي وایي:
د مستقر دایروي مدار دوراني مومنتم د $\frac{h}{2\pi}$ ضرب n سره مساوي دی.

$$P = n\frac{h}{2\pi} = mvr \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (11)$$

دلته h د پلانک ثابت $(6{,}6252 \times 10^{-27}\ \mathrm{erg\ .\ sec})$ , p دوراني مومنت او n تام عدد دی چي دالکترون د مدار کوانتي عدد په نامه یادیږي. v, m او r په ترتیب سره د الکترون کتله ، سرعت او د مدار شعاع ښئي. د n قیمت تام اعداد ( لکه ......... 1,2,,3,4,5 ) دي او د هر مدار لپاره فرق کوي.




دیارلسم ( 13 - 2 ) شکل : د بور اتومي مودل

کله چي الکترون هستي ته نژدې لمړی مدار ( n = 1 ) کي حرکت کوي د داسي مدار شعاع ډیره کوچنۍ ولي دغه مدار ډیر ثابت وي. خو کله چي اتوم د بهر څخه انرژي رانیسي ( جذبوی ) نو بیا الکترون د n = 1 مدار څخه لوړ ( n>1 ) مدار ته ټوپ وهي. په لوړ مدار کي الکترون زیات وخت نشي پاتي کیدای، هغه بیرته لمړي مدار ته ټوپ وهي او همغه مقدار جذب کړې انرژي د رڼا په شکل بیرته آزادوی.

د بور په اساس دايروي الکتروني مدارونه هر يو کوانتي دي. يعني هغوئ يو د بل څخه په معينه فاصله جدا او د انرژۍ اندازه ئې هم کوانتي يعني انرژي ئې کټه مټه مشخصه او يو د بل نه په معينه اندازه فرق لري پس کومه انرژي چه الکترون ئې د يو مدار څخه و بل مدار ته د ټوپ وهلو په جريان کې جذب يا آزادوي د هغې مقدار هم کوانتي دی.

$$\Delta E = E_1 - E_2 = h\gamma \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (12)$$

دلته $E_1$ او $E_2$ د الکترون انرژي په يو اختياري مدار (1) او (2) کې، h د پلانک ثابت او γ د جذب يا آزادې شوې انرژۍ فريکونسي او hγ هغه مقدار انرژي ده چې د (1) مدار څخه (2) مدار ته د ټوپ وهلو په وخت کې الکترون اخيستی او بيا ئې بيرته د رڼا په شکل آزاده کړې ده.
که څه هم د بور نظريه د يو مدار څخه بل مدار ته د الکترون د ټوپ وهلو ميخانيکيت نه تشريح کوي ولې د کوانتي مدارونو په مفهوم کې د اتومي سپکتر مخطط شکل او د مستقر مدارونو په مفهوم کې په عادي حال کې د اتوم ثبات بيانوي، او ډيره مهمه خبره خو داده چې هغه نظري محاسبې د بور د اتومي مودل پر اساس کيږي د تجربي ارقامو سره ښه سر خوري.
بور د هايدروجن په اتوم کې د هغه د مثبتې هستې او منفي الکترون تر منځ د جذب د قوې په پام کې نيولو سره د اتوم د جوړښت يو شمير مشخصات پيدا کړل. الکترون داسې يوه ذره په پام کې نيسو چې کتله ئې m او سرعت ئې v دی او د هستې چار چاپيره منظم دوراني حرکت کوي پدې شرايطو کې هغه د جذب المرکز قوه چې الکترون هستې ته راکاږي يعني د هستې په لور عمل کوي عبارت ده:

$$F = \frac{mv^2}{r} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (13)$$

مگر دغه د جذب المرکز قوه چې الکترون هستې ته جذبوي دلته د منفي الکترون (e) او مثبتې هستې (Ze) تر منځ د الکتروستاتيکي جذب قوې څخه عبارت ده :

$$F_{col} = \frac{Ze \cdot e}{4\pi \varepsilon_o r^2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (14)$$

$\varepsilon_o = 8{,}854 \times 10^{-12}\ C^2\ J^{-1} . m^{-1}$ يو ثابت عدد دی چې د خلا عايقت ښئي. د (13) او (14) معادلو په اساس ليکو:

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{Ze \cdot e}{4\pi \varepsilon_o r^2}$$

$$V^2 = \frac{Ze \cdot e}{4\pi \varepsilon_o rm} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (15)$$

د (11) رابطې څخه ليکو چې :

$$V = \frac{nh}{2\pi mr}$$

$$v^2 = \frac{n^2h^2}{4\pi^2r^2m^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (16)$$

د (16) او (15) رابطو په اساس ليکو :

$$\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 rm} = \frac{n^2h^2}{4\pi^2r^2m^2}$$

$$r = \frac{\epsilon_0 n^2h^2}{\pi Ze^2m} = \frac{n^2}{Z} \times \frac{\epsilon_0 h^2}{\pi e^2 m} \quad \ldots\ldots\ldots (17)$$

$$r = \frac{n^2}{Z} \times a_0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (18)$$

$$a_0 = \frac{\epsilon_0 h^2}{\pi e^2 m} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (19)$$

دلته $a_0$ د بور د شعاع په نامه ياديږي چې د هغې عددي قيمت $5,29 \times 10^{-11}$ m $= 0,539$ A° دی.

مثال : د هايدروجن په اتوم کې د الکترون د $n = 1$ او $n = 2$ اربيتالو شعاع حساب کړی.

حل : د هايدروجن اتومي نمبر $Z = 1$ د ی پس د 18 معادلې له مخې ليکو :

$$r_1 = \frac{1^2}{1} \cdot a_0 = 0,539 \text{ A°}$$

$$r_2 = \frac{2^2}{1} \cdot a_0 = 2,12 \text{ A°}$$

## د الکترون انرژي:

که په الکتروني مدار کې د الکترون انرژي په E وښودل شي نو لرو چې :

$$E = Ep + Ek \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (20)$$

دلته Ep د منفي الکترون (-e) او مثبتې هستې (+Ze) تر منځ پوتانسيلي انرژي او Ek د هستې چار چاپير د الکترون د ګرځيدو کنتکي انرژي ده.

$$Ep = -\frac{Ze\,e}{4\pi\epsilon_0 r} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (21)$$

$$Ek = \tfrac{1}{2} mv^2 \quad \ldots\ldots\ldots (22)$$

پس (20) معادله داسې ليکو :

$$E = \tfrac{1}{2} mv^2 + \left(-\frac{Ze\,e}{4\pi\epsilon_0 r}\right)$$

$$E = \frac{1}{2} mv^2 - \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r}$$

اوس له (15) معادلې څخه د $v^2$ قیمت په نظر کې نیسو او لیکو :

$$E = \frac{1}{2} m \times \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 rm} - \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r}$$

$$E = - \frac{Ze^2}{8\pi\epsilon_0 r}$$

که په (17) معادله کې د r قیمت په نظر کې ونیسو نو لیکو:

$$E_n = - \frac{Z^2e^4m}{8\epsilon_0{}^2n^2h^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (23)$$

دلته En د الکترون ټوله انرژي د n په کوانټي مدار کې ښئي. باید وویل شي چې n د الکترون دټولې انرژۍ مقیاس دی. کله چې الکترون هستې ته نژدې په لمړي مدار کې ګرځي $(n = 1)$ اتوم ډیر ثابت او پوتانسیلي انرژي ئې اصغري وي. د n قیمت په زیاتیدو سره د هستې په ښا و خوا کې د الکترون پوتانسیلي انرژي تر یو حده زیاتیږي او بالاخره کله چې $(n \longrightarrow \infty)$ شي د الکترون پوتانسیلي انرژي صفر ته رسیږي. یعني دا چې ایونایزیشن صورت نیسي او الکترون له اتوم څخه جدا کیږي. که په (20) معادله کې د $\epsilon_0$ , m, e او h قیمتونه کیښودل شي بیا لرو چې :

$$En = - 2{,}18 \times 10^{-18} j \frac{Z^2}{n^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (24)$$

له (24) رابطې څخه معلومیږي چې د یوه اتوم په مختلفو مدارو کې دالکترون ټوله کوانټي انرژي یواځې د n په قیمت پورې اړه لري نو ځکه n ته عمومي کوانټي نمبر هم وائي.

مثال : د هایدروجن په اتوم کې د الکترون انرژي په $n = 3$ کوانټي مدار کې څو ده؟

حل :

$n = 3$ ; $Z = 1$

پس د (24) رابطې نه لیکو :

$$E_3 = - (2{,}18 \times 10^{-18} j) \times \frac{1^2}{3^2} = - 2{,}42 \times 10^{-19} j$$

مخکې مو وویل کله چې الکترون د لوړ مدار (2) څخه ټیټ مدار (1) ته راغورځي انرژي د رڼا په شکل $(h\gamma)$ آزادوي. د دغې انرژي فریکونسي مساوي کیږي :

$$h\gamma = En_2 - En_1 = \left(- \frac{Ze^4 . m}{8 \epsilon_0^2 n_2^2 h^2}\right) + \left(- \frac{Ze^4 . m}{8 \epsilon_0^2 n_1^2 h^2}\right)$$

$$h\gamma = \frac{Ze^4 \cdot m}{8\varepsilon_0^2 h^2}\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) \qquad (25)$$

د هایدروجن لپاره $Z = 1$ په نظر کې نیسو او لیکو :

$$h\gamma = \frac{e^4 \cdot m}{8 \quad h^2}\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) \qquad (26)$$

$$h\gamma = 2{,}18 \cdot 10^{-18}\ j\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) \qquad (27)$$

$$\gamma = \frac{e^4 \cdot m}{8\varepsilon_0^2 h^3}\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) \qquad (28)$$

که د رڼا د فریکونسي ( $\gamma$ ) او د هغې د موجي عدد $\omega$ رابطه ( $\omega = \frac{1}{\lambda} = \frac{\nu}{C}$ ) په نظر کې ونیول شي نو لیکو چې :

$$\omega = \frac{e^4 \cdot m}{8\varepsilon_0^2 h^3 C}\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) \qquad (29)$$

$$\omega = R\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) \qquad (30)$$

$$R = \frac{e^4 \cdot m}{8\varepsilon_0^2 h^3 \cdot C} = 1{,}0974 \cdot 10^7\ m^{-1}$$

R د رد برگ د ثابت عدد په نامه یادیږي.

په پورتنیو رابطو کې C - د رڼا د وړانگو سرعت ، $\lambda$ د رڼا د موج اوږدوالی او $\omega$ موجي عدد ښئي. په یو سانتي متر فاصله کې د موجو شمیر ته موجي عدد وائي.

## 9 - 2 . اتومي سپکتر:

لکه چې مخکې وویل شول د رادرفورد د اتومي مودل په چوکات کې د اتومو خط خط سپکترونه نشي تشریح کیدای ولې د بور په نظریه کې مو وویل چې د الکترون مدارونه کوانتي یعني یو د بل څخه په معینه فاصله جدا ، جدا دي او انرژي ئې هم کوانتي یعني انرژي ئې کټه مټه مشخصه او یو د بل څخه په معینه اندازه فرق لري . نو څکه کومه انرژي چې د یو مدار څخه بل مدار ته د الکترون د ټوپ وهلو په وخت کې جذب یا آزادیږي هغه هم کوانتي ده . د داسې مفاهیمو په مرسته د اتوم خط خط سپکترونه ښه سم تشریح کیدای شي.

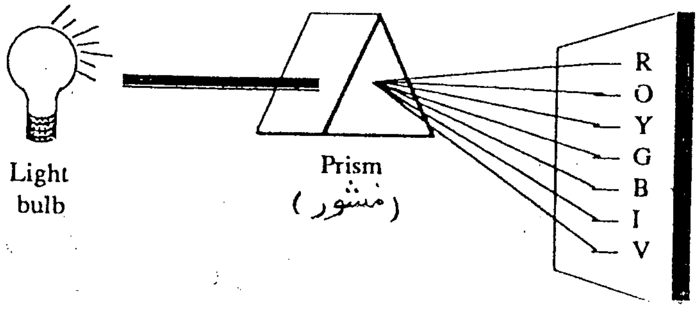
که یو عنصر په بخار تبدیل او دغه بخار په دس چارج تیوب کې یا د چراغ پر شعْله باندې او یا د برقي جرقې په ! ثر روښان ( رڼا خپرونکی ) شي پدې وخت کې دا بخار داسې رنگه رڼا خپروي چې د نورو عناصرو د رڼا څخه فرق کوي. مثلاً د بنسن د چراغ په شعْله کې د سودیم مالگي زیړه طلائي رڼا، او د سترانیم او پتاشیم مالگي سره او بنفشه رڼا خپروي.

د عناصرو د دې خاصیت په مرسته په موادو کې د مختلفو عناصرو موجودیت معلوموي. د لید وړ رڼا اووه رنگونه لري چې په لاندې جدول کې ښودل شویدي:

(1 - 2) جدول: په عادي رڼا کې د اووه ډوله وړانګو رنګونه او د موجونو اوږدوالی

| رنګ Colour | د موج اوږود والی په نونامتر |
|---|---|
| سور Red | 630 - 750 |
| نارنجي Orange | 600 - 630 |
| ژیړ Yellow | 580 - 600 |
| شین Green | 510 - 580 |
| آبي Blue | 460 - 510 |
| Indigo | 420 - 460 |
| بنفش Violet | 400 - 420 |

که د لیدو رڼا (عادي رڼا) د منشور څخه تیره شي هغه په اووه رنګه وړانګو تجزیه کیږي چې دکاغذ پر مخ هر یو رنګ د خپل موج د اوږدوالي په اندول په لاندې ترتیب سره لیدل کیږي:




خوارلسم (14 - 2) شکل: د عادي رڼا سپکتر

دغه شکل د عادي رڼا د سپکتر په نامه یادیږي. کله چې عادي رڼا د منشور څخه تیریږي او مخې ته ئې کاغذ ونیسو نو دغه اووه رنګونه د کاغذ پر مخ په خپلو سترګو وینو. که دغه رنګونو ته ښه ځیر شو نو وینو چې دوه څنګ په څنګ رنګونه په سرحد کې یو په بل کې سره لږ څه ننوتلي او د جدائي سرحد ئې جوت (واضح) نه ښکاري. د دغه رنګونو د وړانګو اثر د عکاسی پر کاغذ هم د جدا، جدا خطو په ځیر نه بلکه یو رنګ صفحه ښکاري دغسې سپکتر د اوار (هموار) یا متمادي سپکتر په نامه یادیږي.

د لمر رڼا، د بریښنا (برق) د ګروپ رڼا او د رڼا خپرونکی جامد جسم څخه خپره شوې رڼا ټول متمادي سپکترونه جوړوي. هغه رڼا چه په دس چارج تیوب کې د روښان ګاز څخه راوزي که دغه هم د منشور څخه تیره شي او له هغې وروسته د عکاسی پر صفحه پریوزي نو دلته کومې وړانګې چه د موج اوږدوالي ئې یو شی دی ټولې د عکاسی پر صفحه پر یو خط غورځي او پدې ترتیب د عکاسی پر صفحه خط، خط سپکتر جوړیږي.

د دوره ئې جدول د هر عنصر څخه خاص ډول خط، خط سپکتر لاس ته راځي چه د دوره اي جدول د نورو عناصرو د سپکترو څخه فرق کوي. د عناصرو د دې خاصیت څخه په کیمیا کې د توصیفي او مقداري تحلیل لپاره کار اخلي. که چیرې یو ګاز مثلاً هایدروجن روښان شي د هغه ټول اتومونه یوه اندازه انرژي نه جذبوي نو ځکه د هغه په

مختلفو اتومو کې الکترون مختلفو لوړو مدارو ته ټوپ وهي. که چیرې الکترونونه د مختلفو لوړو مدارو څخه عین ټیټ مدار ته راغورځي دلته چې کومه رڼا آزادیږي یوه سپکتري سلسله جوړوي. دا چې الکترونونه د مختلفو لوړو مدارو څخه عین ټیټ مدار ته راغورځي نو پدې لحاظ د آزادې شوې رڼا د وړانګو د موجونو اوږدوالي په یوه معینه محدوده کې واقع او په خپل منځ کې یو د بل سره توپیر لري. پدې ترتیب د هرې سلسلې سپکتر د موجونو په یوه معینه محدوده کې تشکیلیږي چې د نورو سلسلو سره فرق کوي.

مثلاً د هایدروجن د اتومونو د بالمیر د سلسلې سپکتر د لیدو وړ د رڼا په محدوده کې د لایمن د سلسلې سپکتر د ماورای بنفش او د پاشین د سلسلې سپکتر د ماورای سرخ په محدوده کې تشکیلیږي.

د هایدروجن د اتومو د سپکتر د سلسلو موجي اعداد لاندې ورکړل شوي دي:

د لایمن سلسله $$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right); \quad n = 2,3,4,5,6,........$$

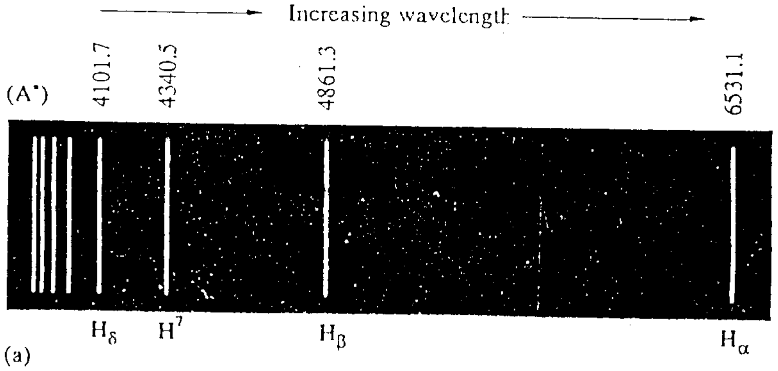
د بالمیر سلسله $$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right); \quad n = 3,4,5,6,.......$$

د پاشین سلسله $$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right); \quad n = 4,5,6,.....$$

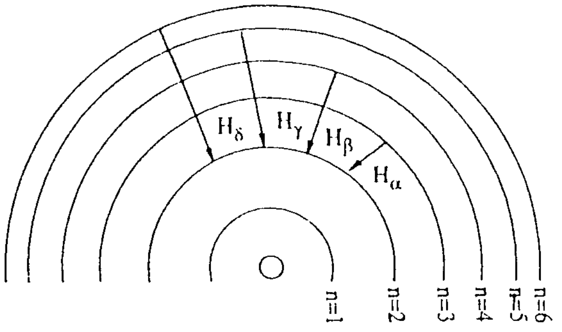
د بري کت سلسله $$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right); \quad n = 5,6,.......$$

د فوند سلسله $$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2} \right); \quad n = 6,.......$$

د هایدروجن په اتوم کې د لوړو مدارو څخه ټیټو مدارو ته د الکترون د راغورځیدو او د سپکتري سلسلو تشکیلیدل په لاندې شکلونو کې ښودل شویدي:




ینځلسم ( 15 - 2 ) شکل : د هایدروجن اتومي سپکتر د لیدو وړ رڼا په محدوده کې




شپاړسم (16 - 2 ) شکل : د هايدروجن د اتومو د بالمير د سلسلې سپکتر جوړيدل

په پورته شکل کې د هايدروجن د اتومو د بالمير د سلسلې سپکتر ښودل شويدى دلته دا شکل دهايدروجن د اتوم د مختلفو لوړو مدارو ( $n = 3,4,5,6$ ) څخه د $n = 2$ ټيټ مدار ته د الکترون راغورځيدل ښئي. او د هر الکترون د راغورځيدو په نتيجه کې چې د رڼا کومې وړانګې آزاديږي د هغو د موج اوږدوالى په (15 - 2 ) سپکتر کې ښودل شويدى. اوس که د بور د فورمولو په اساس د دغه آزادې شوې رڼا د وړانګو د موج اوږدوالى او هم ئې انرژي حسکاب شي نو د (15 - 2 ) شکل د سپکتر د خطونو سره ښه مطابقت کوي.

مثال : د هايدروجن په اتوم کې الکترون د $n = 4$ څخه $n = 2$ ته راغورځي. د آزادې شوې رڼا د وړانګو فريکونسي، انرژي او د موج اوږدوالى حساب کړی.

حل :

$$h = 6{,}626 \times 10^{-34}\ j.s \quad , \quad C = 3 \times 10^{8}\ ms$$

د (27) رابطې څخه د آزاد شوي فوتون انرژي مساوي کيږي:

$$h\gamma = \Delta E = 2{,}18 \times 10^{-18}\ j \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

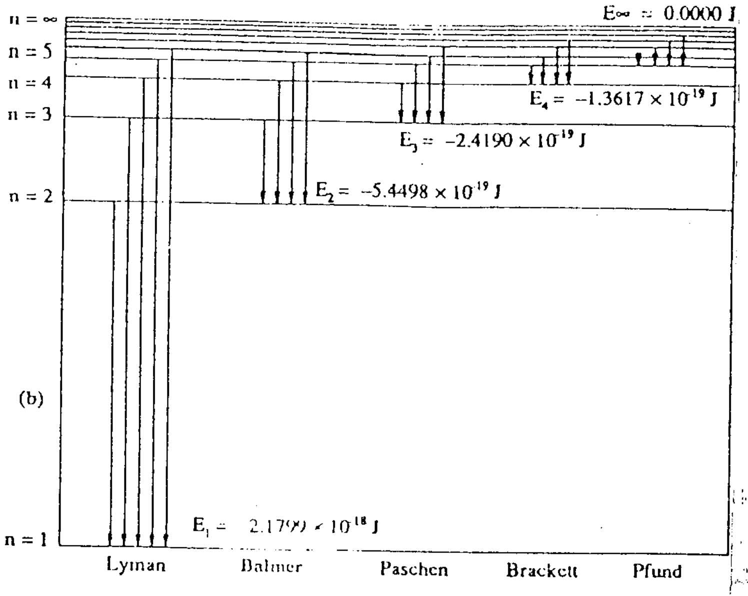
$$h\gamma = \Delta E = 2{,}18 \times 10^{-18}\ j \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right) = 4{,}0875 \times 10^{-19}\ j$$

$$\gamma = \frac{\Delta E}{h} \quad , \quad \frac{4{,}0875 \cdot 10^{-19}\ j}{6{,}626 \cdot 10^{-34}\ j.sec} = 6{,}169 \times 10^{14}\ s^{-1}$$

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \cdot 10^{8}\ m \cdot sec^{-1}}{6{,}169 \cdot 10^{14}\ sec}$$

$$\lambda = 4{,}86 \times 10^{-7}\ m$$

په (16B - 2 ) شکل کې د هايدروجن د اتوم خروجي سپکتر کې د مختلفو سپکتري سلسلو جوړيدل او د هرې سلسلې اړونده انرژي ښودل شوې ده. دلته د پروتون ( هستې) څخه د کاملاً جدا شوي الکترون انرژي صفر قبوله شوې نو د دغه حالت په پرتله نوري انرژي منفي قيمتونه لري.

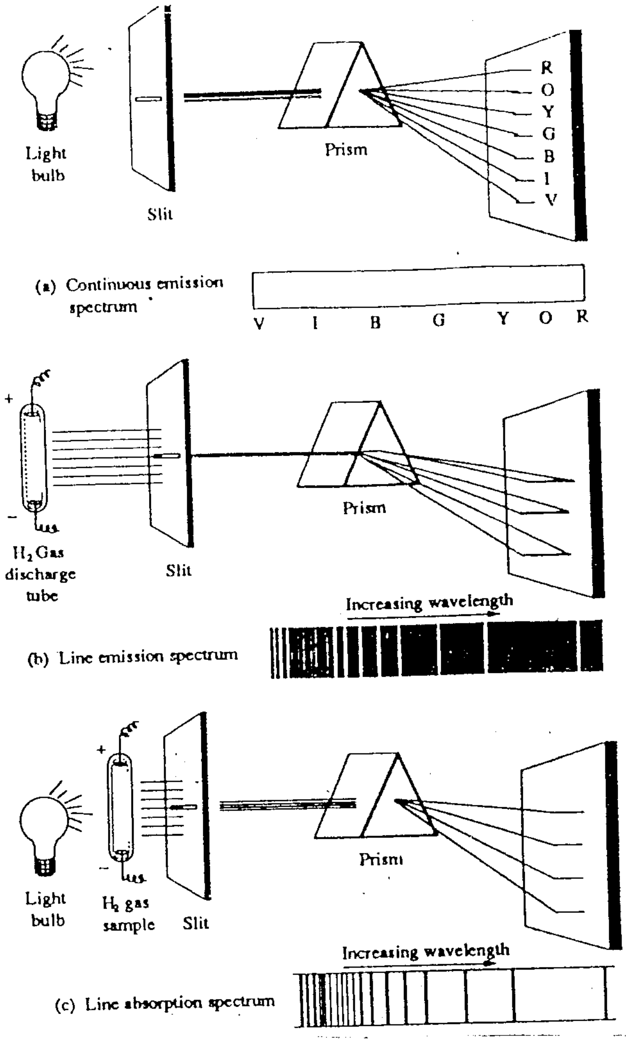



شکل : (2 - 16B)

## الف - د جذب او خروج سپکترونه :

د روښنائي ( رڼا خپرونکي ) مادي اتومونه که پخوا جذب کړي انرژي د رڼا په شکل بیرته آزاده ( خارج ) کړي او دغه رڼا د منشور څخه تیره او بیا د عکاسي پر صفحه ولویږي نو د هر ډول وړانګو اثر به پر توره صفحه د جدا، جدا سپینو خطونو په څیر ښکاري. دا ډول سپکتر د خروجي سپکتر په نامه یادیږي. په (17 - 2) شکل د ( b) سپکتر یو خروجي سپکتر دی. دلته په دس چارج تیوب کې هایږوجن روښان ( رڼا خپرونکی ) کیږي او دغه روښان اتومونه جذب کړي انرژي بیرته د رڼا په شکل آزادوي چې د منشور څخه د تیریدو وروسته د عکاسي پر صفحه پریوزي او خط، خط سپکتر (سپین خطونه پر توره صفحه ) جوړوي.

په ( 17 - 2 ) شکل کې د (c) سپکتر جذبي سپکتر دی. دلته د نا د ګروپ څخه وړانګې په ښیښنه ئي تیوب کې د هایدروجن پر ګاز پریوزي، د دې رڼا بعضې وړانګې چې انرژي ئې د هایدروجن په اتومو کې د کوانټي مدارونو د انرژۍ سره مطابقت کوي جذب او باقي پاتې رڼا د ښیښنه ئي تیوب څخه وزي او د منشور څخه د تیریدو وروسته د عکاسي پر صفحه پریوزي چې د عکاسي فلم سپین ګرځي او کومې وړانګې چې په هایدروجن کې جذب شویدي د هغو ځای د عکاسي پر فلم تور ښکاري. د (a) په شکل کې د عادي رڼا ( د ګروپ د رڼا ) متمادي سپکترو ښودل شوی دی. دلته عادي رڼا د منشور څخه تیریږي او بیا د عکاسي پر فلم پریوزي دا چې په دغه رڼا کې ټولې اووه رنګه وړانګې شته نو د عکاسي صفحه ټوله یو رنګ سپینه ښکاري. پدې شکلونو کې ښکاري چې اتومي سپکترونه که جذبي دي او که خروجي، ټول خط،خط سپکترونه دي:




اولسم ( 17 - 2 ) شکل.

a - د عادي رڼا آوار خروجي سپکتر :

رڼا د منشور څخه د تیریدو په وخت کې په اووه ډوله وړانګو تجزیه کیږي او د عکاسۍ پر فلم آوار ( یو شان سپین) سپکتر جوړوي

b - د هایدروجن اتومي خروجي سپکتر :

په دس چارج تیوب کې د هایدروجن د ګاز د تحریک شویو اتومو څخه رڼا خارجیږي چې د منشور څخه د تیریدو په وخت کې په جدا، جدا وړانګو تجزیه او خط ، خط سپکتر جوړوي.

c - د هایدروجن اتومي جذبي سپکتر :

د هایدروجن ګاز په عادي حالت کې په تیوب کې ځای شوی دی. کله چې د ګروپ رڼا له دغه ګاز څخه تیریږي یو شمیر وړانګې د هایدروجن په اتومو کې د الکترونو د تحریک لپاره جذب او پاتې رڼا د منشور څخه د تیریدو وروسته د عکاسۍ پر فلم غورځي بیا هم خط، خط سپکتر جوړیږي.

### ب - د بور د نظرئې نيمګړتياوې :

دا نظر يه د اتوم ثبات، اتومي سپکترونه او د بعضی ايونو ( $\overset{+}{H}$ , $\overset{+}{Li}$ , $\overset{+3}{Be}$ ) د ايونايزيشن انرژي ډير ښه تشريح کولای شي . خو د لاندې مسلو په حل کې پاتې راځي.

1 - دا نظريه د مختلفو اتومو انرژيکي حالت سم نشي تشريح کولای.

2 - که د هايدروجن سپکتر په مقناطيسي ساحه کې واخستل شي نو د هغه د اتومو په سپکتر کې نور نوي خطونه ( د زيمان ايفکت ) راپيدا کيږي چې د بور د نظرئې په چوکات کې ئې دليل نشي پيدا کيدای.

3 - د سپکتري وسايلو د عصري کيدو وروسته ډير دقيق اتومي سپکترونه په لاس راوړل شول. په داسې سپکترو کې د اتومي سپکتر په هر خط کې څو نري خطونه ځای دي. لدې څخه داسې معلوميږي چې د اتوم په هر الکتروني مدار کې څو فرعي الکتروني مدارونه بايد موجود وي چې دا مسله د بور په نظريه کې نشي تشريح کيدای. د بور نظريه وروسته زومر فيلډ پراخه کړه.

زومر فيلډ وويل چې الکترونونه يواځې په دايروي مدارو کې نه بلکه په بيضوي مدارو کې هم ګرځي. پدې ترتيب زومرفيلډ د عين عمومي کوانتي عدد دننه څو فرعي کوانتي اعداد پيشنهاد کړل او د اتومي سپکتر په يو خط کې ئې د څو نريو خطونو دليل پيدا کړ. مګر دا چې زومر فيلډ الکترون يواځې د يوې ذرې په شان په نظر کې نيسي نو هغه د بور د اتومي موډل په چوکات کې ډيرې مسلې حل نه شوای کړای.

## 10 - 2 . موجونه او ذرې:

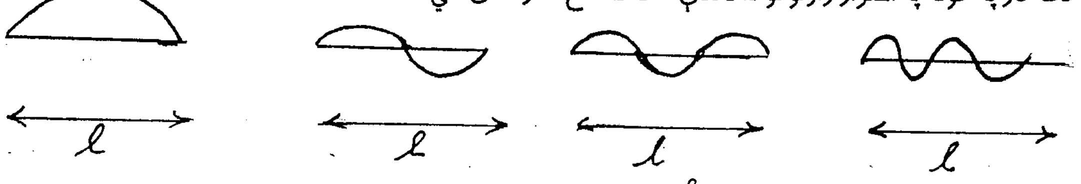
په 1905 کال کې انشتين وښودل چې رڼا هم د موج او هم د ذرې خواص لري.

په 1924 کې فرانسوي پوه ( لونيس دی بروګلي) وويل چې د اتوم ټول ذرات د رڼا په شان هم موجي او هم ذره ئي خواص لري. چې د دغه ذراتو کتله (m) ، سرعت ( v ) او د موج اوږدوالی (λ) په لاندې ډول سره اړيکې لري:

$$\lambda = \frac{h}{mv} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (31)$$

h دلته د پلانک ثابت دی. په 1927 کال امريکائي پوهانو ( داويزن او اګرمو ) په تجربي سره وښودله چې الکترون موجي خواص لري. بيا وروسته جرمني پوه ( ايروين شرودنګر ) وويل چې الکترون په اتوم کې د ثابت موج په څير لکه د ګيتار د تار په شان موج جوړوي. د ګيتار د تار ثابت موجونه په لاندې شکل کې ښودل شويدي:

يو تار چې دواړه سرونه ئې پر يوه تخته ميخ دي ( لکه د ګيتار تار ) په پام کې نيسو. که د تار اوږدوالی $l$ وي ، کله چې دغه تار په ګوته په اهتزاز راولو نو دا لاندې حالات منځ ته راتلای شي.




| | | | |
|---|---|---|---|
| $\lambda_1 = 2l$ | $\lambda_2 = l$ | $\lambda_3 = \frac{2l}{3}$ | $\lambda_4 = \frac{2l}{4}$ |
| $\lambda = \frac{2l}{1}$ | $\lambda = \frac{2l}{2}$ | $\lambda = \frac{2l}{3}$ | $\lambda = \frac{2l}{4}$ |
| نيم موج | يو موج | يو نيم موج | دوه موجه |

د پورتني شکل په اساس د تار د ثابت موج اوږدوالي داسي افاده کيږي:

$$\lambda = \frac{2l}{n} \qquad (32)$$

چي n دلته يواځې د تام اعدادو ..... , 4 ,3,2,1 قيمتونه اخيستلای شي. يعني دلته n يو کواني عدد دی او يواځې په دې شرط چي ....... , n = 1,2,3,4 قيمتونه ولري ثابت موج تشکيليدای شي. که د گيتار د تار دواړه سرونه په خپل منځ کي سره تړلي فکر وکړو په هغه صورت کي به ثابت دايروي موج تصور کړو. په اتوم کي الکترون د هستي چار چاپيره د يو ثابت دايروي موج په شان تصور کيدای شي، که د λ قيمت د (31) معادلي څخه په (32) رابطه کي کيږدو نو ليکو چي:

$$\frac{2l}{n} = \frac{h}{mv} \qquad (33)$$

$$V = \frac{nh}{2lm} \qquad (34)$$

که د الکترون حرکي انرژي په Ek او د $V^2$ قيمت د (34) معادلي څخه په نظر کي ولرو نو ليکو چي:

$$Ek = ½ mv^2 = \frac{n^2h^2}{8ml^2} \qquad (35)$$

وروستی افاده په اتوم کي د الکترون انرژي ښئي. دا چي n يو تام او کوانتي عدد دی پس په اتوم کي د الکترون انرژي هم کوانتي ده.

## 11 - 2 . د هايزنبرگ د نامعينيت پرنسيپ:

که وغواړو چي د يو شي موقعيت معلوم کړو بايد هغه وليدلای شو. د يو شي د ليدو لپاره داسي رڼا پکار ده چي د وړانگو د موج اوږدوالی ئي د هغه شي د غټوالي سره برابر او يا تري کم وي. خو که د دي بروگلي افادي ته ځير شو $\lambda = \frac{h}{mv}$ په هغه کي د فوتون مومنتم (mv) او د موج د اوږدوالي (λ) سره معکوس تناسب لري. دا چي الکترون ډيره کوچنی ذره ده د هغي د ليدلو لپاره داسي رڼا پکار ده چي د وړانگو د موج اوږدوالی ئي ډير کم وي. او د پورتنی افادي څخه ښکاري چي د ډيري کوچنی (λ) سره ډيره زياته انرژي يا مومنتم سرخوري. هغه فوتون چي انرژي ئي دومره زياته وي کله چي پر الکترون لگيږي الکترون د ليدو څخه د مخه د خپل ځای څخه بی ځايه کيږي. دغه واقعيت د نامعينيت د پرنسيپ په نامه ياديږي او په رياضي کي داسي ښودل کيږي:

$$\Delta x \,.\, \Delta p \geq \frac{h}{2\pi} \qquad \text{يا} \qquad \Delta x \,.\, \Delta v >> \frac{h}{2\pi m} \qquad (36)$$

دلته Δx , Δp او Δv په ترتيب سره د موقعيت ، امپلس او د سرعت نامعينيت ښئي. له دغي افادي څخه معلوميږي چي هر څومره چي د ذري موقعيت دقيق تعين شي ( هر څومره چه Δx لږ وي ) په هم هغه اندول د ذري

امپلس او سرعت کم دقیق ( $\Delta v$ , $\Delta p$ زيات ) وي او برعکس .
پدې اساس د بور دا نظريه چې الکترون په اتوم کې په معينو مدارو کې حرکت کوي او يو معين امپلس لري په شک کې لوېږي. په کوانتم ميخانيک کې د هستې چاپيره فضا کې د الکترون د موقعيت پر ځای د الکترون د موجوديت د احتمال مفهوم استعمالېږي.

## 12 - 2 . د اتوم کوانتم ميخانيکي مودل، د شرودنگر معادله :

په 1926 کال کې جرمني ساينس پوه اروين شرودنگر د اتوم د هستې چار چاپير ( په درې کواردیناتو ) کې د الکترون حرکت د موج په څير په نظر کې ونيو او د الکترون اساسي مشخصات لکه کتله (m) ټوله انرژي (E) پوتانسيلي انرژي (Ep) او موجي تابع $\psi$ ئې سره مرتبط کړل چې دغه معادلې ته د شرودنگر معادله وائي. د شرودنگر دمعادلې عمومي شکل دا دی.

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial z^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^2}(E - Ep)\,\psi = 0 \quad \ldots\ldots\ldots (37)$$

دلته $\psi$ ( X,Y,Z) داسې يو کميت دی چې د هستې چار چاپيره ( د X,Y,Z په درې واړو کواردیناتو کې ) دالکتروني موج امپلتود يعني د هستې چارچاپيره د الکتروني وريځې پراخوالی او شکل تعينوي او د موجي تابع په نامه يادېږي.
که د موجي تابع $\psi$ فزيکي مفهوم ډير مشخص ندی د هغې مربع يعني $\psi^2$ د هستې چارچاپيره په يوه معينه نقطه کې د الکترون د موجوديت احتمال او ( dv = dx . dy . dz) dv د $\psi^2$. dv د حجم په هره نقطه کې د الکترون د موجوديت احتمال ښئي.
د الکترون د موجوديت احتمال د هستې د چار چاپيره فضا په هره نقطه کې شته خو هغه ځای کې چې هلته د $\psi^2$ قيمت ډير دی د الکترون د موجوديت احتمال هم هلته زيات دی.
دا چې په يوه لحظه کې د الکترون دموجوديت احتمال د هستې چاپيره فضا په هره نقطه کې شته پدې لحاظ دغه فضا ته الکتروني وريځ ويل کيږي او په ګڼو نقطو سره ښودل کيږي. الکتروني وريځ، الکتروني اربتال او د بور د نظرئې په اساس الکتروني مدار يو مفهوم ته اشاره ده او خاصتاً الکتروني اربتال او الکتروني مدار تقريباً يو مفهوم يعني د هستې چار چاپيره هغه فضا ښئي چې الکترون هلته ډير ګرځي .
د کوانتم ميخانيک په مودل کې د الکتروني وريځو شکل د شرود نگر د معادلې د حل يعني د موجي تابع ($\psi$) د کميت څخه لاس ته راځي.
د شرودنگر د معادلې حل ډير مشکل دی. د شرودنگر معادله کې بعضې کوانتي اعداد لکه l, n او m چې په خپله معادله کې نشته ولې د معادلې د حل لپاره په هغې کې شامليږي. د دې کوانتي اعدادو مفهوم لاندې تشريح کيږي:

### الف - اساس کوانتي نمبر n :

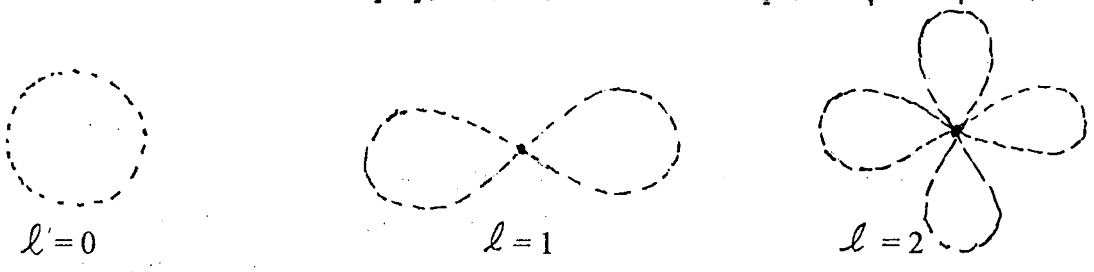
دا کوانتي عدد د هستې چار چاپيره په يوه انرژيکي سويه ( الکتروني قشر ) کې د الکترون ټوله انرژي او هم د هستې چار چاپيره د الکتروني وريځې پراختيا يعني د هستې او الکترون تر منځ اعظمي فاصله ښئي. دا کوانتي عدد تام او مثبت قيمتونه ( ∞ .......... n = 1,2,3) اخستلای شي.

### ب - فرعي کوانتي نمبر يا ازيمو تال کوانتي عدد $l$ :

دا کوانتي عد دد الکتروني اربتال شکل ښئي او دا قيمتونه اخستلای شي :

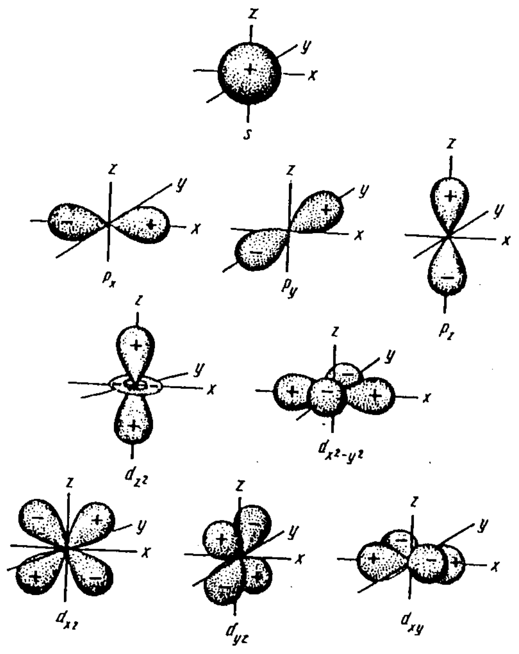
$$\ell = 0,1,2,3,4,\ldots\ldots\ldots\ldots\ n-1$$

په لاندې شکل کې د الکتروني اربتالونو مختلف شکلونه ښودل شوي دي.




يعني کله $\ell = 0$ وی الکتروني اربتال کروي شکل لري او د S په سمبول سره ښودل کيږي. که د $\ell$ قيمت $(\ell = 1)$ وي اربتال د بنل شکل لري او د P په سمبول ښودل کيږي. که $\ell = 2$ وي اربتال د څلور پاڼي شکل لري او د d په سمبول ښودل کيږي. کې $\ell = 3$ وي اربتال مغلق شکل لری او د f په سمبول ښودل کيږي. که $\ell = 4$ وي اربتال د g په سمبول او که $\ell = 5$ وي اربتال د h پ سمبولو ښئي. د g او h اربتالو شکلونه ډير مغلق دي.

په (18 - 2 ) شکل کې د هستې چاپيره فضا کې د p, s او d اربتالو ممکن حالات يعني د هر ډول اربتال ممکن شکلونه ښودل شويدي.




اتلسم (18 - 2 ) شکل : د p, s او d اربتالو شکلونه

د $\ell$ اعظمي قيمت ( n - 1 ) دی کسی n =1 وي 0 = $\ell$ دی يعني په لمړي کوانتي سويه کي يواځې د s اربتال وجود لري . په دوهمه عمومي انرژيکي سويه (n=2) کي 0,1=$\ell$ قيمتونه اخستلای شي يعني په دوهمه انرژيکي سويه کي د s او p اربتالونه وجود لري. په دريمه عمومي انرژيکي سويه (n=3) کي 2, 0,1 = $\ell$ کيدای شي نو دلته د p, s او d اربتالونه وجود لري.

## ج - مقناطيسي کوانتي نمبر m :

دا کوانتي عدد د الکترون مقناطيسي خواص تشريح کوي او هم د هستي چار چاپيره فضا کي د هر الکتروني اربتال ممکن جهتونه يعني په هره عمومي انرژيکي سويه کي د هر نوع اربتال تعداد ښئي.

مقناطيسي کوانتي عدد(m) لاندې قيمتونه اخيستلای شي :

$$m = 0\ ,\ \pm 1\ ,\pm 2\ .........\pm\ell........\ (2\ell+1)$$

په هره عمومي انرژيکي سويه (n) کي د هر ډول اربتالونو تعداد په لاندې جدول کي ښودل شويدی :

دويم (2 - 2) جدول .

| عمومي انرژيکي $n$ | فرعي اربتالونه $\ell = 0,1\cdots n-1$ | د فرعي اربتالونو سمبولونه | لوړ اربتال $\ell = n-1$ | د لوړ اربتال سمبول | د لوړ اربتال تعداد $m = 2\ell+1$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | s | 0 | s | 1 |
| 2 | 0;1 | sp | 1 | p | 3 |
| 3 | 0;1;2 | spd | 2 | d | 5 |
| 4 | 0;1;2;3 | spdf | 3 | f | 7 |

د (2 - 2) جدول څخه ښکاري چي په هره عمومي انرژيکي سويه کي د اربتالو د نوعيت تعداد د هغه عمومي انرژيکي سوئي د نمبر سره مساوي دی يعني په n = 1 عمومي سويه کي يو ډول اربتال (s), په n = 2 سويه کي دوه ډوله اربتالونه (s, p ), په n = 3 کي دري ډوله اربتالونه ( s, p, d ) وجود لري.

دا چي په هره عمومي سويه کي د s اربتالو تعداد (1) د p اربتالو تعداد (3) ، د d اربتالو تعداد (5) او د f اربتالو تعداد (7) دی نو په لمړی عمومي انرژيکي سويه (n = 1 ) کي د اربتالونو عمومي تعداد (1) ، په n = 2 کي د اربتالو عمومي تعداد ( 4 =1+3 ) ، په n = 3 کي د اربتالو عمومي تعداد ( 9 = 1+3+5)، په څلورمه (n = 4) کي د اربتالو عمومي تعداد ( 16 = 1+3+5+7 ) دی. او دا چي په هر اربتال کي يواځې دوه الکترونه چي مخالف سپين ولري ځای کيدای شي نو په n = 1 کي د الکترونو اعظمي تعداد (2 = 2×1) په n = 2 کي د الکترونو تعداد (8 = 2×4) په n = 3 کي د الکترونو اعظمي تعداد (18 = 2×9) او په n = 4 کي د الکترونو اعظمي

تعداد $(2\times16 = 32)$ کیدای شي.
په دې حساب په یوه عمومي انرژیکي سویه کې د الکترونو عمومي تعداد (W) د لاندې فورمول په مرسته حساب کیدای شي:

$$W = 2n^2 \quad (3.8)$$

دلته W د الکترونو تعداد او n د عمومي انرژیکي سوئې نمبر ښئي.

### د - سپین کوانتمي عدد s :

په خپل محور د یو شي څرخیدل د سپین په نامه یادیږي. لکه د چورلنډسکي حرکت، د ځمکې وضعي حرکت او داسې نور.
په خپل محور د الکترون څرخیدو ته د هغه سپین کوانتمي نمبر وائي.
الکترون کیدای شي د ساعت د عقربې حرکت په لور او یا د هغې په مخالف لور پر خپل محور وچورلي.
که د الکترون حرکت د عقربې د حرکت په لور 50% ممکن وي نو د عقربې د حرکت په مخالف لور هم د الکترون چورلیدل 50% امکان لري.
چې په دې اساس د الکترون سپین کوانتي نمبر $+\frac{1}{2}$ یا $-\frac{1}{2}$ قیمتونه اخیستلای شي.

## 13 -2 . په اربتالو کې د الکترونو د ځای پر ځای کیدو اصول:

### الف - د پاولي پرنسیپ :

په یوه اتوم کې دوه الکترونه نشي پیدا کیدای چې څلور واړه کوانتي نمبری ئې یو شی وي. په یوه اربتال کې دوه الکترونه هغه وخت ځایئدای شي چې د هغوئ سپینو نه سره مخالف وي. سپین په ↑ علامې ښئي. مخالف سپینونه په (↑↓) او هم جهته سپینو نه په (↑↑) علامو سره ښودل کیږي.

### ب - د هوند قاعده :

که یو اتوم زیات الکترونونه او اربتالونه ولري په اربتالو کې د الکترونو د ویش په وخت کې بهتره ده چې لمړی په ټولو اربتالو کې یو یو الکترون ټول په هم جهت سپین سره کیښودل شي او بیا وروسته باقي پاتې الکترونونه په مخالف سپین سره په اربتالو کې ځای شي. په لاندې جدول کې د پاولي د پرنسیپ او د هوند د قاعدې په نظر کې نیولو سره د الکترونو ویش وګورئ:

دريم (3 - 2) جدول : د اتوم په اربتالو کې د الکترونو ويش

| عنصر | اربتالي الکتروني جوړښت | الکتروني فورمول |
|---|---|---|
| H | [↑] | $1s^1$ |
| He | [↑↓] | $1s^2$ |
| Li | [↑↓] [↑] [ ] [ ] [ ] | $1s^2 2s^1$ |
| Be | [↑↓] [↑↓] [ ] [ ] [ ] | $1s^2 2s^2$ |
| B | [↑↓] [↑↓] [↑] [ ] [ ] | $1s^2 2s^2 2p_x^1$ |
| C | [↑↓] [↑↓] [↑] [↑] [ ] | $1s^2 2s^2 2p_x^1\ 2p_y^1$ |
| N | [↑↓] [↑↓] [↑] [↑] [↑] | $1s^2 2s^2 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$ |
| O | [↑↓] [↑↓] [↑↓] [↑] [↑] | $1s^2 2s^2 2p_x^2\ 2p_y^1\ 2p_z^1$ |
| F | [↑↓] [↑↓] [↑↓] [↑↓] [↑] | $1s^2 2s^2 2p_x^2\ 2p_y^2\ 2p_z^1$ |
| Ne | [↑↓] [↑↓] [↑↓] [↑↓] [↑↓] | $1s^2 2s^2 2p_x^2\ 2p_y^2\ 2p_z^2$ |
| Na | [↑↓] [↑↓] [↑↓] [↑↓] [↑↓] [↑] | $1s^2 2s^2 2p_x^2\ 2p_y^2\ 2p_z^2\ 3s^1$ |

باید پوه شو چې که یو سړی په زینه باندې د تعمیر سر ته خیژي د زینې د پاټکو ، د انرژیکي سويو په اساس هغه مجبور دی چې لمړی قدم په لمړي پاټکي باندې کیږدي او بیا وروسته په ترتیب سره نورو پاټکو ته جګ شي. همدا ډول په اربتالو کې د الکترونو د ویش ( تقسیم ) په وخت کې الکترون لمړی هغه اربتال کې ځای نیسي چې انرژي ئې کمه وي. د دغه اربتال د پوره کیدو وروسته بیا په ترتیب سره نور اربتالونه ډکیږي. په اربتال کې د الکترونو تعداد داسې ښئي.

$$n\,x^m$$

دلته n د عمومي انرژیکي سوئې نمبر، x د اربتال سمبول او m په اربتال کې د الکترونو تعداد ښئي.
مثلاً $1s^2$ دا معنی لري چې په (n = 1) سویه کې د s په اربتال کې دوه الکترونه ځای شوي دي. الکتروني اربتال د مربع په شکل هم ښودل کیږي چې هغې ته الکتروني حجره وائي. په الکتروني حجرو کې د الکترونو تعداد او سپین په (↑) علامه ښودل کیږي. د اربتالو د انرژیکي سويو نسبي ترتیب لاندې ورکړل شویدي.

1s,2s2p, 3s3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4dsp, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s5f6d .
⟶

په پورتني ترتيب کې د چپ لاس څخه ښي لاس (→) ته د اربتال انرژي زياتيږي.

## ج - د اف باو پرنسيپ :

دا پرنسيپ داسې بيانيږي: الکترونونه لمړی د کمې انرژۍ په اربتال او د هغې وروسته د جگې انرژۍ په اربتال کې ځای نيسي. دغه واقعيت پاس ښودل شويدی.

## د - د کلچکوفسکي قاعده :

د اربتالو انرژيکې سويه د ( $n + \ell$ ) د قيمت څخه معلوميږي هر څومره چې دا قيمت زيات وي د هغه اربتال انرژيکې سويه هم لوړه ده مثلاً د 4s او 3d په اربتالو کې گورو. د 4s په اربتال کې ( $n + \ell = 4+0 = 4$ ) او د 3d په اربتال کې ( $n + \ell = 3+2 = 5$ ) ده. دلته الکترون لمړی د 4s په اربتال کې ځای نيسي. د کلچکوفسکي د قاعدې په اساس کې چيرې د دوه اربتالونو د ($n + \ell$) قيمت يو شی وي نو په هغه صورت کې الکترون په هغه اربتال کې ځای نيسي چې د n قيمت يې کم وي. مثلاً د 3d او 4p اربتالونه په نظر کې نيسو: د 3d لپاره ($n + \ell = 3+2=5$) او د 4p لپاره ($n+\ell = 4+1 = 5$) يوشی دي. دلته الکترون لمړی د 3d په اربتال کې کښيني.

مثال: د عناصرو په دورېئي جدول کې د 4, 14, 24, 54, نمبر عناصرو الکتروني فورمولونه ليکو:

$^{9}_{4}Be$ — $1S^2\ 2S^2$

$^{28}_{14}Si$ — $1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3P^2$

$^{52}_{24}Cr$ — $1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3P^6\ 4S^1\ 3d^5$

$^{131,30}_{54}Xe$ — $1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3P^6\ 4S^2\ 3d^{10}\ 4P^6\ 5S^2\ 4d^{10}\ 5P^6$

## 14 - 2 . د عناصرو دوره ئي جدول:

د ای. منديليف په 1869 کې تر هغه وخت پورې کشف شوي عناصر د اتومي کتلې د زياتيدو په اساس په افقي قطارونو کې داسې ځای کړل چې شبه (يو بل ته ورته) عناصر يو د بل لاندې راغلل او په دې ترتيب منديليف د عناصرو داسې يو جدول جوړ کړ چې د اته عمودي گروپونو او اووه افقي قطارونو څخه جوړ ؤ. دا چې په افقي قطارونو کې د اتومي کتلې په زياتيدو سره د عناصرو خواص په دوره ئي توگه تغير کوي نو ځکه دغه جدول د عناصرو د دوره ئي جدول په نامه ياديږي. او د هغه افقي قطارونو ته پريودونه ويل کيږي. د هر پريود د شروع څخه د هغه تر ختميدو پورې په ترتيب سره اتومي شعاع کميږي* نو ځکه د عناصر فلزي خواص د پريود په شروع کې زيات او د پريود د آخر په طرف کميږي.

برعکس غير فلزي خواص په هر پريود کې د اتومي کتلې په زياتيدو سره زياتيږي. پدې ترتيب هر پريود د يو فعال فلز څخه شروع او په يو نجيبه گاز ختميږي. د خواصو دا تدريجي تغير تر دريم پريود پورې کټ مټ پوره ليدل کيږي. خو د څلورم او پنځم پريودونو د d په عناصرو کې دغه د فلزي او غير فلزي خواصو تدريجي تغير ډير جوت (واضح) نه ښکاري. همدا ډول د شپږم او اووم پريود په d او f عناصرو کې هم د خواصو دغه تدريجي تغير پوره نه ليدل کيږي.

د اتومي کتلې د زياتيدو په اساس په دوره ئي جدول کې د عناصرو ځای کول د يو څو عناصرو په اړوند مشکلات

---

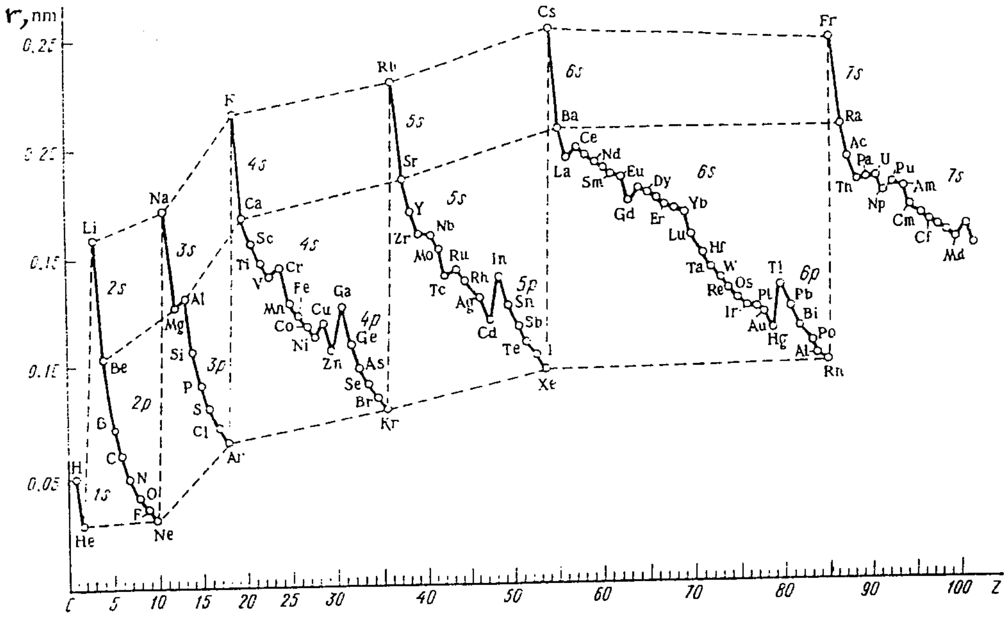
* د عناصرو د اتومي شعاع او د ايونايزيشن د انرژۍ دوره ئي تغير په (19 - 2) او (20 - 2) شکلونو کې وگورئ.

پیدا کړل. مثلاً د I اتومي کتله 126,9 او د Te اتومي کتله 127,6 ده که آیودین د تلوریم نه مخکې کینبودل شي نو د ایودین خواص د شپږم ګروپ او تیلوریم خواص د اووم ګروپ د عناصرو سره مشابهت نلري. په هدې علت وروسته علماؤ د عناصرو دوره ئي جدول د اتومي نمبر په اساس جوړ کړ چې د مندلیف جدول دغه نیمګرتیا هم رفع (پوره) شوه.
په پریود کې د اتومي نمبر په زیاتیدو سره د اتومي شعاع د کمیدو او هم د فلزي خواصو د کمیدو او د غیر فلزي خواصو د زیاتیدو علت دا دی چې د یو پریود ټول عناصر عیني تعداد عمومي انرژیکي سوئي (n) لري د اتومي نمبر په زیاتید و سره په هسته کې پروتونونه او په اخري مدار کې الکترونونه زیاتیږي د هستې او د اخري مدار تر منځ د جذب قوه هم په ترتیب سره زیاتیږي چې په نتیجه کې د اتومو شعاع کمیږي. اخري مدار او په هغې کې الکترونونه هستې ته رانژدې کیږي. د اتوم څخه د الکترون د جدا کولو لپاره لازمه انرژي (د ایونایزیشن انرژي) زیاتیږي.*
دا چې په d عناصرو کې د اتومي نمبر په زیاتیدو سره نوبتي الکترون په آخري مدار کې نه بلکه د آخري مدار نه یو مدار مخکې د d په اربتال کې ځای نیسي او په f عناصرو کې د اتومي نمبر په زیاتیدو سره نوبتي الکترون د اخري مدار څخه دوه مداره مخکې د f په اربتال کې ځای نیسي. نو د اخري مدار او هستې تر منځ فاصله کې ډېر تغیر نه راځي او په دې اساس په d او f عناصرو کې د فلزي خواصو څخه غیر فلزي خواصو ته تدریجي تغیر نه لیدل کیږي بلکه د d او f عناصر ټول فلزات دي. د ټولو پریودو په s او p عناصرو کې د اتومي نمبر په زیاتیدو سره نوبتي الکترون په اخري مدار په s یا p اربتالو کې ځای نیسي نو ځکه د هر پریود په s او p عناصرو کې د خواصو تدریجي تغیر لکه د لمړیو دریو پریودو په شان صورت نیسي.
د دوره ئي جدول په ګروپو کې د پاس څخه لاندې طرف ته په ترتیب سره الکتروني مدارونه زیاتیږي. یعني د پاس نه لاندې طرف ته اتومي شعاع زیاتیږي. پس د پاس نه لاندې طرف ته د اتومو د ایونایزیشن انرژي کمیږي. یعني د پاس څخه لاندې طرف ته فلزي خواص قوي او غیر فلزي خواص ضعیفه کیږي.

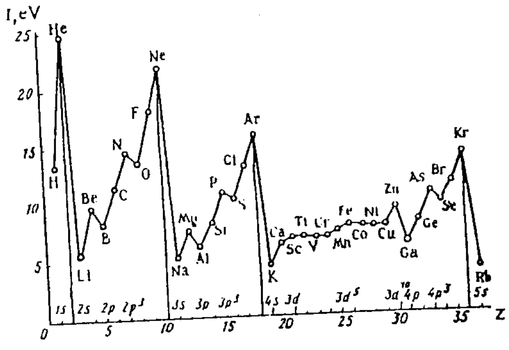
## 15 - 2 . د مالیکول جوړښت:

مخکې مو د اتومو جوړښت مطالعه کړ. باید وویل شي چې د نجیبه ګازونو پرته د نورو عناصرو د اتومو الکتروني جوړښت کاملاً ثابت ندی له همدې کبله د عناصرو اتومونه د کیمیاوي اړیکو په واسطه سره یو ځای کیږي او مالیکولونه چې الکتروني جوړښت ئي نسبتاً ثابت دی جوړوي. د کیمیاوي عناصرو له ډلې څخه نجیبه ګازات په خپله خوښه د کیمیاوي تعامل او مالیکول جوړولو علاقه نلري.
دلیل ئي دا دی چه د هیلیم څخه پرته د نورو نجیبه ګازاتو د اتومو په اخري مدارو کې اته الکترونه دي. هغه آخري مدار چې اته الکترونه ولري تکمیل بلل کیږي. د نورو عناصرو اتومونه په اخري مدار کې اته الکترونونه نلري او کوشش کوي چې په خپل آخري مدار کې اته الکترونه ولري. د دې لپاره هغوئ یا د خپل اخري مدار الکترونونه بل اتوم ته ورکوي یا د بل اتوم څخه الکترونونه اخلي یا د نورو اتومونو سره د خپل اخري مدار الکترونونه شریکوي تر څو چې آخري مدار ئي تکمیل یعني اته الکتروني شي. په دغه حالاتو کې د اتومو تر منځ کیمیاوي اړیکه جوړه او د اتومو څخه مالیکول لاس ته راځي. هغه مواد چې په مالیکولو کې ئي کیمیاوي اړیکې سستې وي دغسې مواد بې ثباته او په آسانۍ د نورو موادو سره تعامل کوي او که د موادو په مالیکولونو کې کیمیاوي اړیکې ډېرې ټینګې وي** نو دغسې مواد ډېر ثابت وي ژر نه خرابیږي او د نورو موادو سره ژر تعامل نکوي.
د یوه مرکب د جوړیدو په وخت کې چې هر څومره ډېره انرژي آزاده شي هغومره دغه مرکب ثابت وي او په هم هغه اندازه انرژي د هغه د تخریب لپاره ضروري ده، او که د یوه مرکب د جوړیدو په وخت هر څومره زیاته انرژي

* شلم (20 - 2) شکل، ** څلورم (4 - 2) جدول




نولسم( ۱۹ - ۲ )شکل : د اتومي شعاع ارتباط د عناصرو د ترتيبي نمرو سره




شلم ( ۲۰ - ۲ )شکل : د اتومو د ايونايزيشن د انرژی ارتباط د عناصرو د ترتيبي نمرو سره

( 2-4 ) جدول : د بعضي کیمیاوي اړیکو اوږودوالی ضرب $10^{-12}$ m

in $10^{-12}$ m

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H−H | 74 | H−F | 92 | C−O | 143 |
| F−F | 142 | H−Cl | 127 | C−O (HCOOH) | 136 |
| Cl−Cl | 199 | H−Br | 141 | C=O ($CO_3^{2-}$) | 131 |
| Br−Br | 228 | H−I | 160 | C=O ($HCOO^-$) | 125 |
| I−I | 267 | H−O | 96 | C=O (HCOOH) | 122 |
| O−O($H_2O_2$) | 149 | H−S | 134 | C=O (aldehyd, keton) | 122 |
| O=O ($O_3$) | 128 | N−H | 101 | C=O($CO_2$) | 116 |
| O=O | 121 | P−H | 142 | C≡O (CO) | 113 |
| N−N($N_2H_4$) | 147 | C−H | 108 | C−N | 147 |
| N≡N | 110 | Si−H | 148 | C−N (benzeenamine) | 135 |
| C−C | 154 | C−F | 138 | C=N | 127 |
| C=C (benzeen) | 140 | C−Cl | 177 | C≡N | 116 |
| C=C | 135 | C−Br | 194 | N=O ($NO_2$) | 119 |
| C≡C | 121 | C−I | 214 | N=O (NO) | 115 |
| | | | | S=O ($SO_2$) | 143 |

( 2-5 ) جدول : د بعضي کیمیاوي اړیکو انرژي په ژول في مول اړیکي (T = 298k)

in $10^5$ J $mol^{-1}$ bij $T$ = 298 K; de opgegeven waarden gelden per mol binding

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H−H | −4,36 | H···O (H-brug) | −0,22▸1 | C−F | −4,4▸1 | C−H (aldehyd) | −3,6▸1 |
| F−F | −1,53 | H−O ($H_2O$) | −4,635 | C−Cl | −3,3▸1 | C−H (overige) | −4,1▸1 |
| Cl−Cl | −2,43 | H−O (alcohol) | −4,5▸1 | C−Br | −2,8▸1 | C−C | −3,5▸1 |
| Br−Br | −1,93 | H−S ($H_2S$) | −3,44 | C−I | −2,4▸1 | C=C | −6,1▸1 |
| I−I | −1,51 | H−Se ($H_2Se$) | −2,77 | C=O (fenol) | −3,7 | C≡C | −8,3▸1 |
| O=O | −4,98 | H−Te ($H_2Te$) | −2,44 | C=O ($CO_2$) | −8,04 | C=C (benzeen) | −5,05 |
| O−O ($H_2O_2$) | −2,13 | N−H ($NH_3$) | −3,91 | C=O (overige) | −8,0▸1 | C−Si | −3,0▸1 |
| S−S | −2,64 | N−H (amine) | −3,9▸1 | C−O | −3,5▸1 | | |
| N≡N | −9,45 | P−H ($PH_3$) | −3,22 | C−S | −2,6▸1 | | |
| N−N | −0,85 | As−H ($AsH_3$) | −2,45 | C−N | −2,8▸1 | | |
| H−F | −5,63 | P−Cl ($PCl_3$) | −3,32 | C=N (benzeen-amine) | −4,5 | | |
| H−Cl | −4,32 | P−Br ($PBr_3$) | −2,78 | | | | |
| H−Br | −3,66 | P−I ($PI_3$) | −2,14 | C=N | −6,2▸1 | | |
| H−I | −2,99 | | | C≡N | −8,9▸1 | | |

1▸ متوسط قیمت

جذب شوي وي هغومره دغه مرکب بې ثباته وي او ژر تجزيه کيږي. د ماليکول پوتانسيلي انرژي د جدا جدا اتومو د پوتانسيلي انرژۍ څخه لږه وي او د اتومو د پوتانسيلي انرژۍ کميدل د اتومو څخه د ماليکول د جوړيدو مهم شرط ګڼل کيږي.

په لاندې شکل کې د دوه اتومو ـ ترمنځ د فاصلې د تغير په ارتباط د سيستم د پوتانسيلي انرژۍ تغير ښودل شويدی.

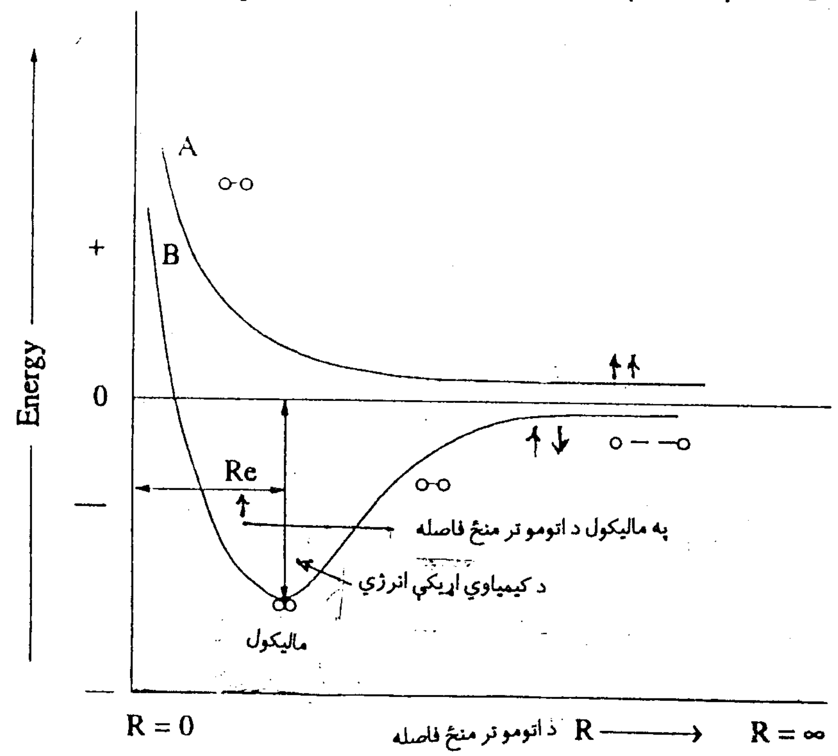
پدې شکل کې د A او B دواړه منحنيان د دوه اتومو تر منځ د فاصلې د تغير په ارتباط د سيستم د پوتانسيلي انرژۍ تغير ښئي.

د A د منحني د داسې دوه اتومو د پوتانسيلي انرژۍ تغير ښئي چې الکترونونه ئې هم جهته ( موازي) سپينونه لري.

او د B منحني د داسې دوه اتوم د پوتانسيلي انرژۍ تغير ښئي چې الکترونونه ئې مخالف الجهته سپينونه لري.

د A منحني ښئي چې د اتومونو تر منځ د فاصلې د کميدو سره د سيستم پوتانسيلي انرژي زياتيږي. يعنې دغه دوه اتومه په زور سره نژدې کيدای شي. نو ځکه د دغه دوه اتومو څخه يو ثابت ماليکول په لاس نه راځي.

د B منحني ښئي چې په ابتدا کې د اتومو تر منځ فاصله پخپله کميږي پدې جريان کې د سيستم پوتانسيلي انرژي د اصغري نقطې پورې کميږي پدې حالت کې چې د اتومو تر منځ فاصله Re ده يو ثابت ماليکول جوړ شويدی چې د دغه دوه اتومو تر منځ د کيمياوي رابطې طول Re دی. لدې فاصلې وروسته دغه اتومونه نور پخپله نه نژدې کيږي ځکه د هغوئ د الکتروني اربتالو او هم د هغوئ د مثبتو هستو تر منځ د دفعې قوه راځرګنديږي. نو پدې حالت کې د هغوئ تر منځ د فاصلې د ډير کم تقليل لپاره بايد ډيره زياته قوه مصرف شي.




نولسم ( 21- 2 ) شکل : د دوه جدا اتومو تر منځ د فاصلې د کميدو په جريان کې د سيستم د انرژۍ تغيرات

## 16 - 2 . کیمیاوي اړیکې:

د جذب هغه قوه چې دوه اتومه سره یو ځای ټینګ نښلوي د کیمیاوي اړیکې په نامه یادیږي. دوه اتومه که خپل الکترونونه په خپل منځ کې شریک کړي یا یو اتوم هغه بل ته الکترونونه ورکړي یا دا چې د هغوئ ولانسي الکترونونه د دواړو اتومونو د هستو چاپیره یو مالیکولي اربتال جوړ کړي په دغسې حالاتو کې دواړه اتومونه یو د بل سره داسې ټینګ ارتباط یا اړیکه پیدا کوي چې په ډیر زور هم یو د بل څخه نشي جدا کیدای، دغه ارتباط ته کیمیاوي رابطه یا کیمیاوي اړیکه وائي.

### 1 - 16 - 2 . د کیمیاوي اړیکې ډولونه:

کیمیاوي اړیکې درې ډوله دي. ایوني اړیکه ، کوولانسي اړیکه او دونر - اکسپتر اړیکه .
د عناصرو د برقي منفیت فرق د هغوئ د اتومو تر منځ د کیمیاوي اړیکې نوعیت تعینوي. که د دوه عناصرو د برقي منفیت فرق د 1,7 څخه کم وي د هغوئ د اتومو تر منځ رابطه کوولانسي ده او که د هغوئ د برقي منفیت فرق 1,7 او یا تر دې زیات وي نو د هغوئ د اتومو تر منځ اړیکه ایوني ده.

### 2 -16 - 2 . ایوني اړیکه:

دوه عنصره چې برقي منفیت ئې ډیر سره فرق لري یعني که د یوه عنصر د ایونایزیشن انرژي ډیره لږه او د بل عنصر د الکترون د جذب تمایل ډیر شدید وي لکه د IA او IIA اصلي نیم گروپو فلزات او د VIIA او VIA اصلي نیم گروپو غیر فلزات. د دغسې عناصرو اتومونه چې سره نژدې شي د فلز اتوم خپل ولانسي الکترون د لاسه ورکوي او د غیر فلز اتوم چې د الکترون د جذ تمایل ئې ډیر شدید دی دغه الکترون جذبوي. په نتیجه کې د فلز اتوم مثبت چارج او د غیر فلز اتوم منفي چارج پیدا کوي. د داسې مثبت او منفي ایونو تر منځ د الکتروستاتیکي جذب قوه د دې سبب گرځي چې دغه دوه اتومه سره ټینګ یو ځای کړي او په نتیجه کې د هغوئ تر منځ کیمیاوي ایوني اړیکه جوړیږي. دا چې ایونونه کروي چارجداره ذرې دي هر یو ئې له هرې خوانه مختلف العلامه چارجداره ذرې ځانته راجذبوي او په نتیجه کې یوه کرستلي جالې چې په هغې کې د مثبت ایونو چاپیره گاونډیان منفي ایونونه او د منفي ایونو چاپیره گاونډیان مثبت ایونونه دي جوړیږي.
ایوني اړیکه لرونکي مواد اکثراً جامد او کرستلي جوړښت لري. د دغسې موادو د ذوب او غلیان نقطې لوړې وي. دغسې مواد د الکترولیتونو په نامه یادیږي الکترولیتونه په اوبو کې د حل په وخت کې په ایونو تفکیک کیږي او د مذابې په حالت کې هم آزاد ایونونه لري نو ځکه د الکترولیتو محلولونه او مذابې د بریښنا جریان تیروي. په غیر عضوي مرکباتو لکه مالګې، تیزابونه او قلوي گانو کې کیمیاوي اړیکې اکثراً ایوني دي. لکه د خوړلو مالګه :

$$ {}_{11}Na(g) \quad + \quad {}_{17}Cl(g) \dashrightarrow $$
$$ 1S^2\,2S^2\,2P^6\,3S^1 \qquad 1S^2\,2S^2\,2P^6\,3S^2\,3P^5 $$

$$ \underset{1S^2\,2S^2\,2P^6}{Na(g)} \quad + \quad \underset{1S^2\,2S^2\,2P^6\,3S^2\,3P^6}{Cl(g)} \dashrightarrow \overset{+}{Na}\,.\,\overset{-}{Cl}\,(g) $$

پدي تعامل کي د سوديم اتوم يو الکترون د لاسه ورکوي او په نتيجه کي د هغه الکتروني جوړښت لکه د Ne په شان (کتښ) يعني په اخري مدار کي ئي اته (8) الکترونه کيږي. او د کلورين اتوم يو الکترون جذبوي او په نتيجه کي د هغه الکتروني جوړښت لکه د Ar په شان او په اخري مدار کي ئي اته (8) الکترونه ځاى نيسي.

که په پورتني کيمياوي تعامل کي د سيستم د انرژي تغيرات په پام کي ونيسو نو ليکو چي:

$$Na^{\circ}(g) \dashrightarrow Na^{+}(g) + e^{-} \; ; \; \Delta H_1 = +496 \text{ kj/mol}$$

د ايونايزيشن انرژي

$$Cl^{\circ}(g) + e^{-} \dashrightarrow Cl^{-}(g) \; ; \; \Delta H_2 = -349 \text{ kj/mol}$$

د الکترون د جذب انرژي

$$Na^{+}(g) + Cl^{-}(g) \text{ ------- } Na^{+}Cl^{-} \; ; \; \Delta H_3 = -787 \text{ kj/mol}$$

د پوتانسيلي انرژي تغير

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 = (+469) + (-349) + (-787) = -640 \text{ kj/mol}$$

په پورتني جريان کي $\Delta H_1$ د سوديم د اتوم د ايونايزيشن انرژي يعني هغه انرژي ده چي د سوديم (Na) څخه د يو الکترون د جدا کولو په وخت کي د سوديم اتوم ئي بايد جذب کړي.

$\Delta H_2$ هغه مقدار انرژي ده چي د کلورين اتوم ئي د يو الکترون د جذب لپاره مصرف کوي. که يواځي د دې دوه ډوله انرژي په اساس قضاوت وکړو نو ليدل کيږي. چي:

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 = 469 \text{ kj/mol} - 349 \text{ kj/mol} = +147 \text{ kj/mol}$$

يعني د $Na^{\circ}$ او $Cl^{\circ}$ تر منځ تعامل صورت نه نيسي ځکه هغه انرژي چي د $Cl^{\circ}$ اتوم ئي بايد مصرف کړي تر څو وکولای شي د $Na^{\circ}$ د اتوم څخه يو الکترون جذب کړي دغو مره انرژي د $Cl^{\circ}$ اتوم نلري. مگر ليدل کيږي کله چي $Cl^{-}$ او $Na^{+}$ يو بل سره جذبوي دلته ډيره زياته انرژي آزاديږي نو که د دري واړو مرحلو انرژي په پام کي ونيسو د جدا جدا اتومو په نسبت د تعامل څخه وروسته د NaCl انرژي ډيره کمه ده چي دغه کار د اتومو څخه د ماليکول د جوړيدو اساسي شرط گڼل کيږي. پس پورتني تعامل عملاً ممکن دی. بايد وويل شي چي د غير عضوي مالگو مثلاً د خوړلو د مالگي لپاره د ماليکول فورمول NaCl په مالگه کي د سوديم او کلورين د اتومو نسبت ښئي او عملاً د NaCl ماليکولوجود نلري بلکه لکه چه پاس مو وويل د خوړلو د مالگي په کرستل کي د سوديم او کلورين ډير زيات مثبت او منفي ايونونه يو د بل په گاونډ کي پراته وي.

## 3 - 16 - 2 . کوولانسي اړيکه:

د همجنسه اتومو او همدارنگه د هغه غير همجنسه اتومو تر منځ کوولانسي رابطه جوړيدای شي د کوموچي برقي منفيت يو د بل نه لږ فرق ولري. لکه H -H ; C - C ; C − S ; S = O او داسي نور.

د ايوني رابطي په خلاف په کوولانسي رابطه کي اتومونه خپل ولانسي الکترونونه سره شريکوي. په کوولانسي رابطه کي د دواړو اتومو هستي د هغوئ تر منځ د شريکو الکترونو ساحي ته راجذب کيږي او پدي ترتيب دوه اتومه سره ټينگ يو ځای کيږي. د دوه همجنسو اتومو تر منځ اړيکه 100% کوولانسي او دغسي کيمياوي اړيکه غير قطبي وي

خو د دوه غیر همجنسو اتومو تر منځ کوولانسي اړیکه قطبي وي.
که په یو مالیکول کي ټول اړیکي غیر قطبي وي هغه مالیکول هم غیر قطبي وي. او که په یو مالیکول کي یواځي یوه اړیکه وي او هغه هم قطبي اړیکه وي نو دغسي مالیکول قطبي وي.
د غیر قطبي اړیکو مثالونه لاندي ورکړل شوي دي.

H• + •H ---------> H : H    H - H    $H_2$

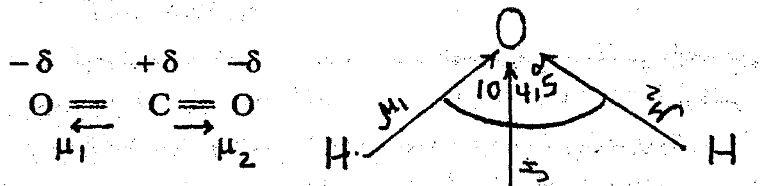
:O: + :O: ---------> O::O    O = O    O2

:N: + :N: ---------> :N:::N:    N ≡ N    N2

په پورتنیو مالیکولونو کي د همجنسو اتومو تر منځ مشترک الکترونونه د واړو اتومو د هستو څخه په مساوي فاصله لري دي. دلته د اتومو تر منځ کیمیاوي اړیکه جوړیږي خو د هر اتوم اکسیدیشني نمبر صفر دی. مگر په لاندي مثالونو کي وینو چي د اتومو تر منځ مشترک الکترونونه هغه اتوم ته ډیر نژدي دي چي برقي منفیت او د الکترون د جذب تمایل ئې نسبتاً شدید وي.
پدي ترتیب هغه اتوم چي مشترک الکتروني جوړه ورته نژدي دی قسماً منفي چارج او هغه اتوم چي مشترک الکتروني جوړه تري لیري (وراندي) ده قسماً مثبت چارج پیدا کوي. نو لدي کبله دلته د دوه اتومو تر منځ قطبي کوولانسي اړیکه جوړیږي. مثلاً:

H• + •Cl: ---------> H:Cl: -------------> $\overset{+\delta}{H} — \overset{-\delta}{Cl}$

که په لیږه مالیکول کي یوه قطبي کوولانسي اړیکه وي هغه مالیکول قطبي وي لکه د HCl مالیکول. او که په یوه مالیکول کي څو قطبي کوولانسي اړیکي وي نو دلته د مالیکول قطبیت په فضا کي د قطبي اړیکو تر منځ زاویې* پوري اړه لري مثلاً په $H_2O$ او $CO_2$ دواړو کي دوه دوه قطبي اړیکي دي.
مگر که اوبه او کاربن دای اکساید په برقي ساحه کي کیښودل شي نو لیدل کیږي چي د اوبو د دایپول مومنت 1,840 D او د کاربن دای اکساید د دای پول مومنت صفر دی. دا موضوع داسي تشریح کیدای شي چي د کاربن دای اکساید مالیکول خطي جوړښت لري د دواړو قطبي رابطو د دایپول مومنت کمیتاً سره مساوي دی او د یوه مستقیم خط په امتداد د کاربن د اتوم څخه په مخالفو جهتو عمل کوي. د دایپول مومنت وکتوري کمیت دی.
دوه مساوي وکتورونه چي په یوه نقطه کي د یوه مستقیم خط په امتداد په مخالفو جهتو عمل کوي نو محصله ئې صفر ده. لدي کبله د کاربن دای اکساید مالیکولونه غیر قطبي دي. ولي د اوبو مالیکول کي د قطبي رابطو تر منځ زاویه 104,5° ده. دلته د دوه قطبي رابطو د دای پول مومنتو د وکتورو محصله 1,840 ده او څکه د اوبو مالیکولونه قطبي دي.




$\mu = \mu_1 + \mu_2 = 0$    $\mu = \mu_1 + \mu_2 = 1{,}840\,D$**

*-(5 - 2) جدول، **- $D = 3{,}34 \cdot 10^{-30}$ c. m. دیبای

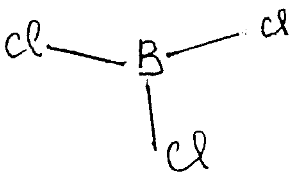
## 1-3 16 - 2 . د کوولانسي اړیکي په هکله نظریات:

د ایوني اړیکي په پرتله د کوولانسي اړیکي طبیعت ډیر مغلق دی.
د کیمیاوي موادو خواص او د هغوئ فضائي جوړښت د کیمیاوي اړیکي په طبیعت او یو د بل په نسبت په فضا کي د هغوئ په موقعیت پوري اړه لري. د کیمیاوي اړیکي په هکله داسي نظریه چي د هغي په واسطه د موادو ټول خواص تشریح او اټکل شي تر اوسه نشته خو پدې هکله څلور نظریې ډیري غوره ګڼل شویدي.

### الف - په ولانسي قشرونو کي د الکتروني جوړو تر منځ د د فع نظریه:

دا نظریه په 1940 کال کي د سد ویک او پاول له خوا د کیمیاوي موادو د مالیکلي جوړښت د تشریح کولو لپاره مینځ ته راغله. د دې نظریې په اساس د مالیکلول فضائي جوړښت د مالیکلول د مرکزي اتوم په ولانسي الکتروني قشر کي د ارتباطي او غیر ارتباطي الکتروني جوړو په شمیر پوري اړه لري. د مالیکول د مرکزي اتوم په ولانسي قشر کي د الکترونو د جوړو تر مینځ د دفع قوه د دې سبب ګرځي چي الکتروني جوړې یو د بل څخه په ممکنه اعظمي فاصله (چه د دفع قوه پکې اصغري وي) د مرکزي اتوم چاپیره فضا کي ثابت ځایونه ونیسي او د مرکزي اتوم چاپیره فضا کي د الکتروني جوړو (کیمیاوي اړیکو) ثابت ځایونه د مالیکول د معین فضائي جوړښت سبب ګرځي مثلاً $BeCl_2$ او $BCl_3$ د مالیکولونو فضائي جوړښتونه په نظر کي نیسو.

Cl --- Be ----- Cl

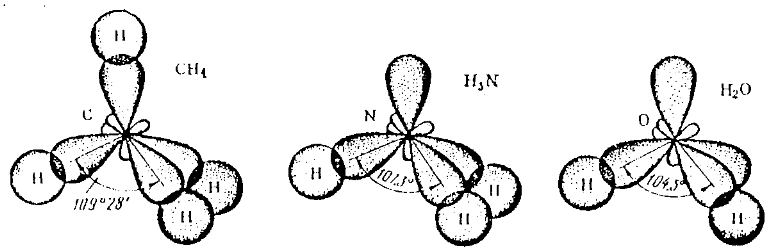


$Cl\hat{Be}Cl = 180°$

$Cl\hat{B}Cl = 120°$

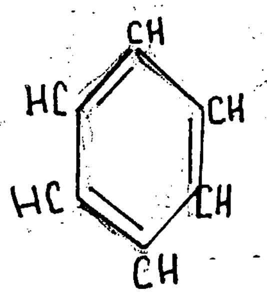
د $BeCl_2$ د مالیکلول د مرکزي اتوم (Be) ولانسي قشر کي دوه جوړې ارتباطي الکترونونه ځای لري د دغه دوه ارتباطي الکتروني جوړو تر مینځ د دفع قوه هغه وخت اصغري کیدای شي چي د دغه الکتروني جوړو د اربتالو تر منځ زاویې 180 درجې وي یعني د $BeCl_2$ مالیکول باید خطي جوړښت ولري. د $BCl_3$ د مالیکول د مرکزي اتوم (B) په ولانسي الکتروني قشر کي درې جوړې ارتباطي الکترونونه ځای لري او د دغه درې ارتباطي الکتروني جوړو تر منځ د دفع قوه هغه وخت اصغري کیداي شي چي د دغه الکتروني جوړو د اربتالو تر منځ زاویې 120° وي یعني د $BCl_3$ مالیکول باید مثلثي جوړښت ولري. د معین هندسي شکل لرونکو مالیکولو په داخل کي د ولانسي زاویو محاسبه ښئي چي د مرکزي اتوم په ولانسي الکتروني قشر کي د الکتروني جوړو تر منځ د دفع قواؤ په شدت کي لاندې ترتیب لیدل کیږي.
( ارتباطي جوړه- ارتباطي جوړه ) < ( ارتباطي جوړه - غیر ارتباطي جوړه ) < (غیر ارتباطي جوړه - غیر ارتباطي جوړه )
د پورتني ترتیب څخه ښکاري چي د مرکزي اتوم په ولانسي الکتروني قشر کي د ارتباطي الکتروني جوړو ( د مرکزي اتوم چاپیره فضا کي د کیمیاوي اړیکو ) تر منځ د دفع د قواؤ د عمل په نتیجه کي کیمیاوي اړیکي د مرکزي اتوم چاپیره یو معین فضائي جوړښت جوړوي. که د مرکزي اتوم په ولانسي الکتروني قشر کي د ارتباطي الکتروني جوړو ( کیمیاوي اړیکو ) تر څنګ غیر ارتباطي ( ناپیيلي ) الکتروني جوړې هم وي نو دلته دغه ناپیيلي الکتروني

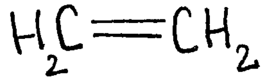
جوړې خپل څنګ ته کیمیاوي اړیکې په ډیر شدت دفع کوي چې په نتیجه کې د کیمیاوي اړیکو تر منځ ولانسي زاویه کوچنۍ کیږي . د مثال په توګه د $CH_4$ , $CH_3$ او $H_2O$ مالیکولونه او د هغوئ مرکزي اتومونه N , C او O په نظر کې نیسو د N , C او O د اتومو په ولانسي الکتروني قشرونو کې د S او P اربتالونه د $sp^3$ پیوندي اربتالونه ( 22 - 2 شکل ) جوړوي چې د هغوی تر منځ ټولې زاویې ′28 °109 دي د متان په مالیکول کې چې د کاربن د اتم څلور واړه $sp^3$ پیوندي اربتالونه د هایدروجن د څلورو اتومو ( د یو s د اربتال ) سره څلور کوولانسي اړیکې جوړوي . د دغه اړیکو تر مینځ زاویې هم ′28 °109 دي د $NH_3$ په مالیکول کې چې د N د اتوم درې $sp^3$ اربتالونه د هایدروجن سره درې کوولانسي اړیکې جوړوي او د $sp^3$ یو اربتال ناپیلي پاتې کیږي. دا ناپیلی اربتال خپل څنګ ته کیمیاوي اړیکې دفع کوي چې په نتیجه کې د $NH_3$ په مالیکول کې د $H\hat{N}H$ زاویې کوچنۍ ( 107°. 3 ) کیږي. د اوبو په مالیکول کې د اکسیجن دوه $sp^3$ اربتالونه ناپیلي پاتې کیږي . دغه اربتالونه هم په خپل منځ کې او هم خپلو څنګونو ته کیمیاوي اړیکې دفع کوي نو د دفع دغه زیاتې قوې له امله د اوبو په مالیکول کې د $H\hat{O}H$ زاویه ډیره کوچنۍ ( 104°.5 ) شویده




په ولانسي قشرونو کې د الکتروني جوړو تر منځ د دفع د نظریې پر اساس د مالیکول هندسي شکل په مالیکول کې د کیمیاوي اړیکو په شمیر او د کیمیاوي اړیکو تر منځ ولانسي زاویې د ناپیلي الکتروني جوړو په شمیر پورې اړه لري.
په(4 - 2 ) جدول کې د دې نظرئې په اساس د بعضې مالیکولونو فضائي جوړښتونه ورکړل شویدي. باید زیاته کړو چې که د یوې خوا د مرکزي اتوم په ولانسي قشر کې د ناپیلو الکتروني جوړو شمیر په مالیکول کې د ولانسي زاویو پر لوی والي اثر لري نو د بلې خوا د محیطي ا توم د عنصر طبیعت ( برقي منفیت ) هم د ولانسي زاویې پر لوی والي اثر اچوي او هر څومره چې د محیطي اتوم د عنصر برقي منفیت زیات وي په همغه اندول په مالیکول کې ولانسي زاویې کوچنۍ وي مثلاً هایدروجن او فلورین په پام کې نیسو. فلورین د هایدروجن په پرتله ډیر قوي برقي منفي عنصر دی . نو ځکه د اکسیجن او نایتروجن سره د فلورین په مرکباتو کې ولانسي زاویې $NF_3$ (102°) او $OF_2$ ( 103° )د $NH_3$ (107°.3) او $H_2O$ ( 5. 104° ) په پرتله کوچنۍ دي. یعنې د مرکزي اتومو د(N او O ) ناپیلي الکتروني جوړو او په مالیکول کې د ارتباطي الکتروني جوړو (کیمیاوي اړیکو) تر منځ د دفع قواوې په $NF_3$ او $OF_2$ کې د $NH_3$ او $H_2O$ په پرتله قوي دي.

**د $\pi$ لامحدوده اړيکه :** لاندي د بنزين او ايتلين ماليکولونه په پام کي نيسو.

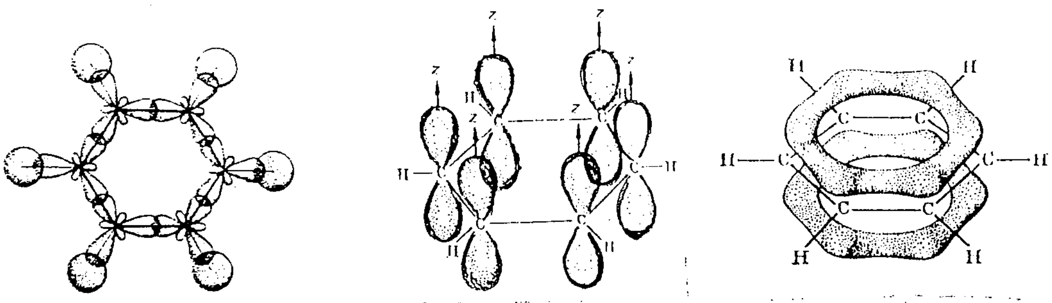


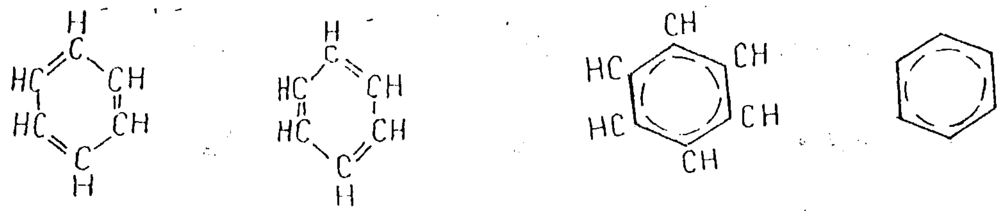

لکه چي ليدل کيږي د دغه دواړو مرکباتو په ماليکولونو کي د $\pi$ اړيکي شته ولي د دغه مرکباتو کيمياوي خواص يو د بل څخه ډير توپير لري. مثلاً د ايتلين او هلوجنو تر منځ جمعي تعاملات صورت مومي او د $\pi$ اړيکه ماتيږي. ولي بنزين په جمعي تعاملاتو کي برخه نه اخلي او دلته د $\pi$ اړيکه نسبتاً ثابته ده. په ايتلين کي د C - C د اړيکي اوږدوالی د دوه ئي اړيکي په اندازه (d = 0,135nm) دی. ولي په بنزين کي د C - C اړيکو اوږدوالی د يوه ئي اړيکي ( d = 0,153nm ) څخه کم مگر د دوه ئي اړيکي د اوږدوالي څخه زيات يعني 0,139 nm دی.

د پورتنيو مشخصاتو په اساس ويلی شو چي د $\pi$ اړيکي په ايتلين او بنزين کي يو د بل څخه توپير لري. د ايتلين په ماليکول کي هغه ولانسي الکترونونه چي د $\pi$ اړيکه جوړوي د کاربن د دوه گاونډيو اتومو تر منځ ښکيل او د هغوئ څخه جوړه شوي اړيکه د دغه دوه اتومو تر منځ محدوده ده. د بنزين په ماليکول کي د کاربن شپږ اتومه هر يو د دري پيوندي $sp^2$ اربيتالو په واسطه (22 - 2 شکل) د $\sigma$ دري اړيکي چي د هغوئ تر منځ ولانسي زاويه $120°$ ده جوړوي. دلته د کاربن هر اتوم خپل ښي او کيڼ اړخ ته د کاربن دوه نورو اتومو سره د $\sigma$ دوه ( C - C ) اړيکي او د $\sigma$ دريمه اړيکه ( C- H ) د هايدروجن د اتوم سره جوړوي.

د کاربن د اتوم دغه درې واړه د σ اړیکې د یوې مستوي پر مخ ځای نیسي او د کاربن د اتوم پاتې څلورم Pz اربتال د دغه مستوي پر مخ عمود واقع کیږي. د هر کاربن Pz اربتال کولای شي چې خپل کيڼ یا ښې اړخ ته د بل کاربن د Pz اربتال سره د π رابطه جوړه کړي. څرنګه چې دلته د π اړیکه د کومو دوه مشخصو اتومو تر منځ محدوده نده نو ځکه په بنزین کې د π اړیکه د π د لامحدودې اړیکې په نامه یادیږي. د بنزین په حلقه کې د π لامحدوده اړیکه د σ د اړیکو د مستوي لاندې باندې د الکتروني وریځو د دوه حلقو په څیر ښودل کیږي.

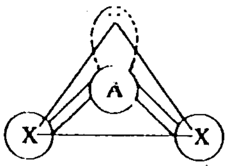
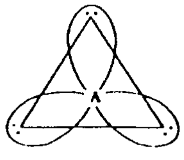
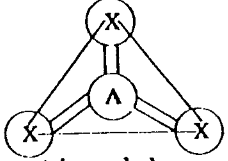
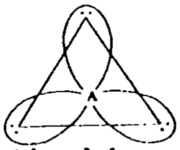
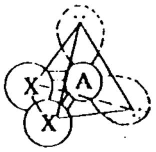
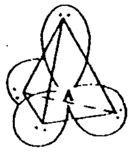
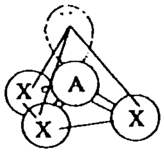
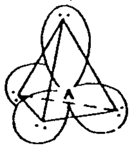
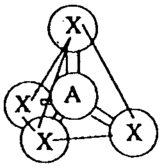
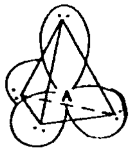


دا چې د π اړیکه د بنزین په حلقه کې لامحدوده ده نو ځکه د بنزین د مالیکول جوړښت په لاندې ډولونو ښودل کیدای شي.



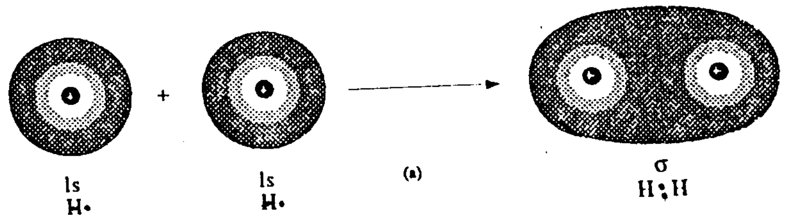
د مالیکول د مرکزي اتوم په ولانسي الکتروني قشر کې د الکتروني جوړو تر منځ د دفع د نظریې په اساس د یو شمیر مالیکولو هندسي شکلونه په (2-4) جدول کې ورکړل شویدي.

(ب - 2) جدول: د ماليكول د مركزي اتوم په ولانسي الكتروني قشر کي د الكتروني جوړو شمير او د ماليكول هندسي شکل:

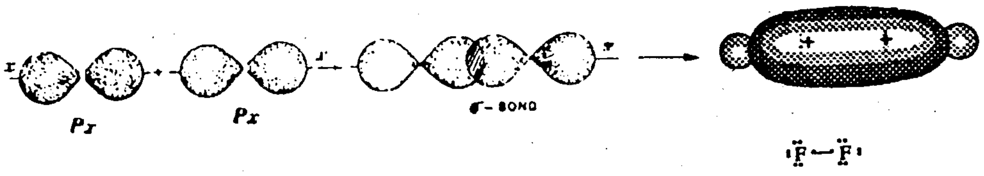
| كيمياوي فورمول | د ماليكول هندسي شكل | په ماليكول كي دالكتروني جوړو هندسي شكل | په ماليكول كي د كيمياوي اړيكو شمير | په ماليكول كي د غيرارتباطي الكتروني جوړو شمير | د مركزي اتوم په ولانسي اربتال كي د الكتروني جوړو شمير |
|---|---|---|---|---|---|
| $BeCl_2, MgCl_2, Hg$[illegible] | Linear | Linear | 2 | 0 | 2 |
| $SO_2$ |  nonlinear or angular |  trigonal planar | 2 | 1 | 3 |
| $BF_3, BCl_3$ |  triagonal planar |  trigonal planar | 3 | 0 | 3 |
| $H_2\ddot{O}, H_2\ddot{S}$ |  nonlinear or angular |  tetrahedral | 2 | 2 | 4 |
| $\ddot{N}H_3, \ddot{P}H_3, \ddot{A}sH_3$ |  trigonal pyramidal |  tetrahedral | 3 | 1 | 4 |
| $CH_4, CCl_4, SiH_4$ |  tetrahedral |  tetrahedral | 4 | 0 | 4 |

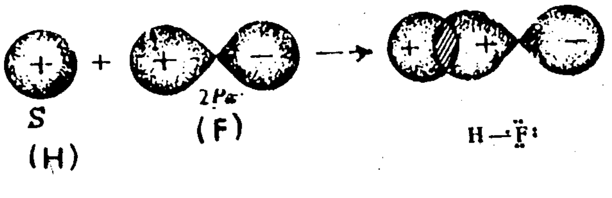
## ب - د ولانسي اړيکي يا مشترکو الکتروني جوړو نظريه:

دا نظريه د کوانتم ميخانيک پر پرنسيپو ولاړه ده. د دې نظرئې په اساس کوولانسي اړيکه د دوو اتومو تر منځ د الکتروني جوړې څخه لاس ته راځي. فرضاً د هايدروجن دوه اتومه چې هر يو ئې يو، يو طاق الکترون لري په نظر کې نيسو که د دې دوو الکترونو سپينو نه مخالف الجهت وي نو د دغه الکترونو اربتالونه يو بل ته رانږدې کيږي او بالاخره د دغو اربتالو يوه برخه يو په بل کې سره ګډيږي. په دغه شريک قسمت کې د الکترونو کثافت نسبتاً ډير زياتيږي ، بيا نو د دواړو اتومو هستې د منفي چارج دغه د لوړ کثافت قسمت ته جذب او پدې ترتيب د هغوئ تر منځ کوولانسي اړيکه جوړيږي خو که د دوه اتومو طاق الکترونونه هم جهت سپين ولري پدې صورت کې هغوئ يو بل دفع کوي او د هغوئ تر منځ کيمياوي اړيکه نه جوړيږي.

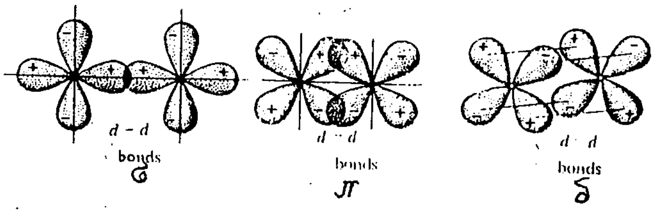



که چيرې د دوه اتومو الکتروني اربتالو نه د هغه فرضي خط په امتداد سره ګډ شي کوم چې د دغه ! لومو هستې سره وصل کوي داسې کوولانسي اړيکه د سګما د اړيکې په نامه ياده او د σ په حرف ښودل کيږي.
د HF او $F_2$ په ماليکولونو کې د σ رابطې جوړيدل په ... شکل کې ښودل شوي دي.
هر څومره چې د دوه اربتالونو ډيره برخه يو په بل کې سره ننوځي په هم هغه اندازه جوړه شوې کوولانسي اړيکه مضبوطه (قوي) وي. که د دوه اتومو الکتروني اربتالونه د دغه اتومو د هستو تر منځ فرضي خط باندې د عمومي خط په امتداد يو په بل کې سره ګډ شي دلته د π اړيکه جوړيږي. د π اړيکه د σ د اړيکې په نسبت سسته وي ځکه چې پدې حالت کې د دواړو اتومو الکتروني اربتالونه ډير يو په بل کې نشي ننوتلای. د π د رابطې مثالونه په درويشتم شکل کې ښودل شويدي.



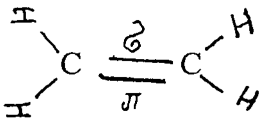




( 22 - 2 ) شکل : د σ اړيکي جوړيدل




( 23 - 2 ) شکل : د σ ، π او δ اړیکو جوړیدل

باید زیاته کړو چې ټولې یوه ئي کوولانسي اړیکې د σ اړیکې دي او د σ اړیکې وروسته چې دویمه کوولانسي اړیکه د همغه دوو اتومو تر منځ جوړیږي هغه د π اړیکه وي. پس د هرې دوه ئي اړیکې یوه ئي σ او بله ئي π وي لکه په اتلین کې:



دلته د کاربن د دوه اتومو تر منځ دوه ئي اړیکه ده چې د هغې یوه اړیکه σ او بله ئي π ده. مګر د کاربن او هایدروجن د اتومو تر منځ ټولې اړیکې یوئي او د σ اړیکې دي.

## ج - د اربیتالو پیوند یا هایبرد کیدلو نظریه :

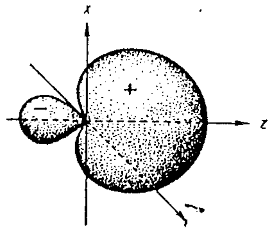
په بعضي حالاتو کې څو الکتروني اربیتالونه چې اشکال او انرژي ئي یو د بل نه توپیر لري سره پیوند یا ګډیږي چې د هغوئ څخه نوي داسي الکتروني اربیتالونه لاس ته راځي چې انرژي او شکل ئي سره یو شی او هم په خپلو مینځو کې یو د بل په نسبت په داسي ډول واقع کیږي چې یو معین فضائي جوړښت منځ ته راوړي.

مثلاً که یو s او یو p اربیتال سره پیوند شي د هغې څخه دوه sp اربیتالونه چې دواړه د یوه مستقیم خط په اوږدو واقع دي جوړیږي.

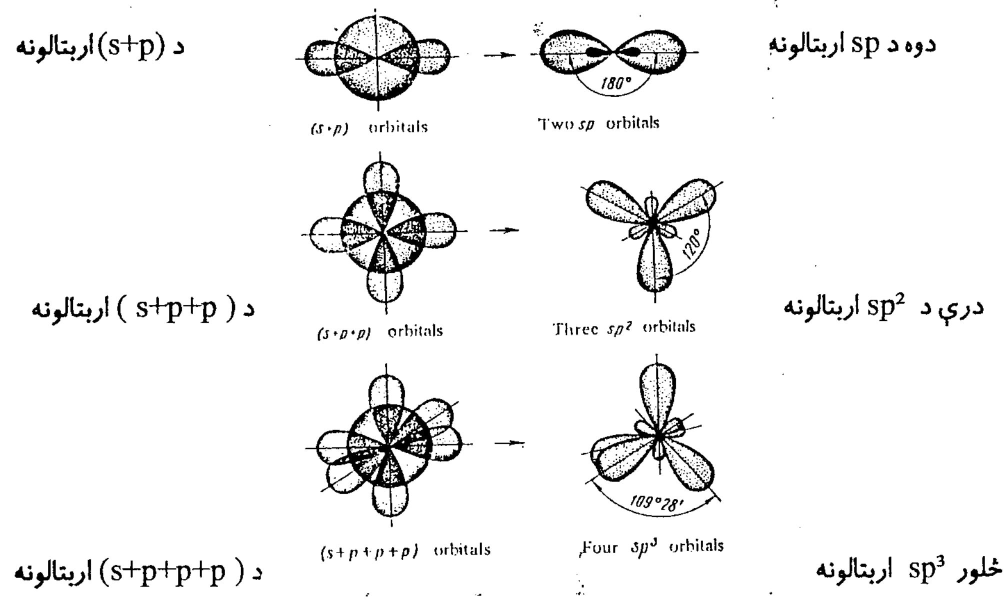
که یو s او دوه p اربیتالونه سره پیوند شي د هغې څخه درې مخلوط $sp^2$ اربیتالونه چې په یوه سطحه کې واقع او په خپلو منځو کې 120° زاویه جوړوي لاس ته راځي.

که یو s اربیتال د 3p اربیتالو نه سره پیوند شي د هغې څخه څلور مخلوط $sp^3$ اربیتالونه جوړیږي. دا څلور اربیتالونه

چې شکل او انرژي ئې سره یو شی دي په خپلو منځ کې داسې یو تترا هدرال جوړوي په کوم کې چې دا څلور واړه اربتالونه د مرکز څخه د تترا هدرال څوکو ( راسونو) ته ځي او د هغوئ تر منځ زاویه $109°,28'$ ده. په لاندې شکل کې د s او p پیوندي اربتالونه ښودل شوي دي.

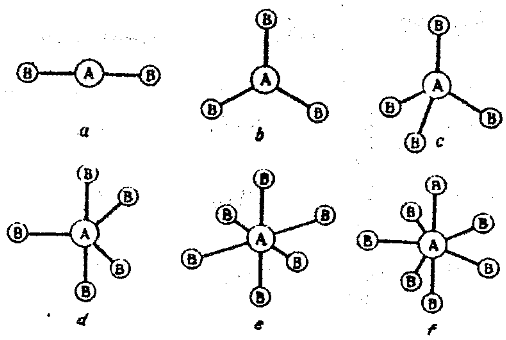



هایبریدي شوی sp اربتال




(2 - 24) شکل : د اتومي اربیتالونو پیوندیدل

باید ووایو چې اربتالي پیوند د هغه الکتروني اربتالو تر منځ صورت مومي دکومو چې انرژیکي سویې سره نژدې وي. یعنې که د عیني انرژیکي سویې د S او P اربتالونه یو په بل کې سره ګډیږي دغه اربتالو سره د d هغه اربتالونه هم پیوندیدای شي دکومو انرژیکي سویې چې د نومړو ( S او P ) اربتالونو سره نژدې دي. دلته د یو S دري P او یو d اربتالو د پیوند څخه پنځه $sp^3d$ اربتالونه ، د یو s دري p او دوه d اربتالو د ګډیدو څخه شپږ $sp^3d^2$ مخلوط اربتالونه او د یو s دري p او دري d اربتالو د مخلوط کیدو څخه اوه $sp^3d^3$ هایبرید اربتالونه منځ ته راځي. که مرکزي اتوم په A او محیطي اتوم په B سره وښودل شي نو د مرکزي اتوم د s او p پیوندي او هم د s ; p او d پیوندي اربتالو او د B د اتوم د ولانسي اربتال څخه د جوړې شویو کیمیاوي اړیکو فضائي جوړښتونه ( د مالیکول هندسي شکلونه ) په لاندې ډول ښودل کیږي.




په پورتنیو شکلونو کې a - د $AB_2$ مالیکول خطي جوړښت ښئي چې د مرکزي اتوم د دوه sp پیوندي اربتالو د فضائي جوړښت ( 2 - 24 شکل ) پر بنسټ منځ ته راغلي دي.

b - د $AB_3$ مالیکول مثلثي جوړښت ( د مرکزي اتوم د دري $sp^2$ اربتالو)، c - د $AB_4$ مالیکول څلور مخي جوړښت (دمرکزي اتوم د څلورو $sp^3$ اربتالو ) d - د $AB_5$ مالیکول مثلثي دوه ئي هرمي جوړښت ( د مرکزي اتوم د پنځو $sp^3d$ اربتالو ) e - د $AB_6$ مالیکول اته مخی جوړښت ( د مرکزي اتوم د شپږو $sp^3d^2$ اربتالو) او f د $AB_7$ د مالیکول پنځه زاویوي دوه ئي هرمي جوړښت چې د مرکزي اتوم د اوه $sp^3d^3$ هایبرید اربتالو پر بنسټ جوړې شویدي ښئي.

د پورتنیو شکلونو څخه ښکاري چې د مالیکولو او همدارنګه د کامپلکس ایونو فضائي جوړښتونه د مرکزي اتوم د ولانسي اربتالو د پیوند په شکل پورې اړه لري.

(5 - 2) جدول د ماليکول هندسي شکل او د دايپول مومنت ( )

| ماليکول | دايپول مومنت D | هندسي شکل |
|---|---|---|
| $NH_3$ | 1.46 | Pyramidal هرمي |
| $PH_3$ | 0.55 | Pyramidal هرمي |
| $BF_3$ | 0 | Trigonal planar دري کنجي |
| $SO_3$ | 1.86 | Trigonal planar دري کنجي |
| $CH_3Cl$ | 1.86 | Tetrahedral څلور مخي |
| $CH_2Cl_2$ | 1.59 | Tetrahedral څلور مخي |
| $CHCl_3$ | 1.03 | Tetrahedral څلور مخي |
| $CCl_4$ | 0 | Tetrahedral څلور مخي |
| $CH_4$ | 0 | Tetrahedral څلور مخي |

| ماليکول | دايپول مومنت D | هندسي شکل |
|---|---|---|
| HF | 1.78 | Linear خطي |
| HCl | 1.03 | Linear خطي |
| HBr | 0.78 | Linear خطي |
| HI | 0.38 | Linear خطي |
| CO | 0.12 | Linear خطي |
| $H_2O$ | 1.84 | angular زاويوي |
| $H_2S$ | 0.95 | angular زاويوي |
| $CO_2$ | 0 | Linear خطي |
| $CS_2$ | 0 | Linear خطي |

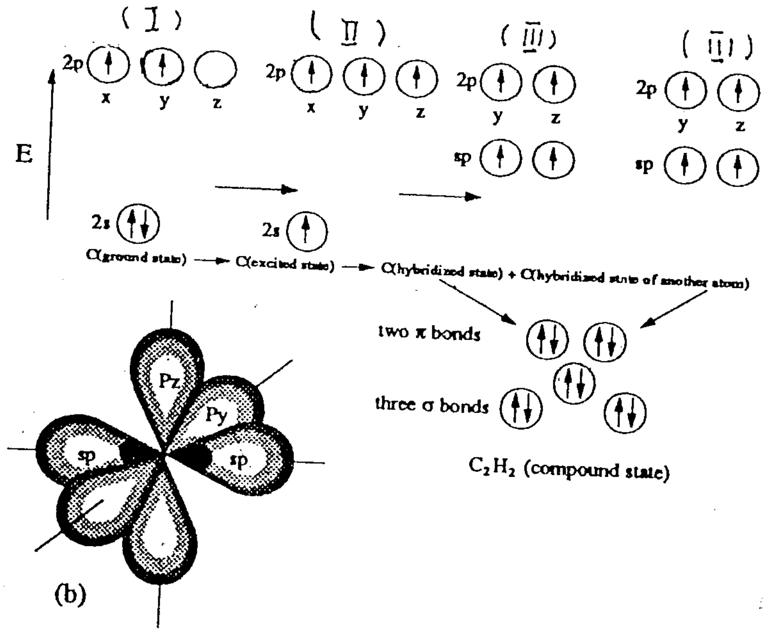
$$\mu = l \times e$$

e - د الکترون چارج

l - د ماليکول د (+) او (-) قطب تر مينځ فاصله ښيي.

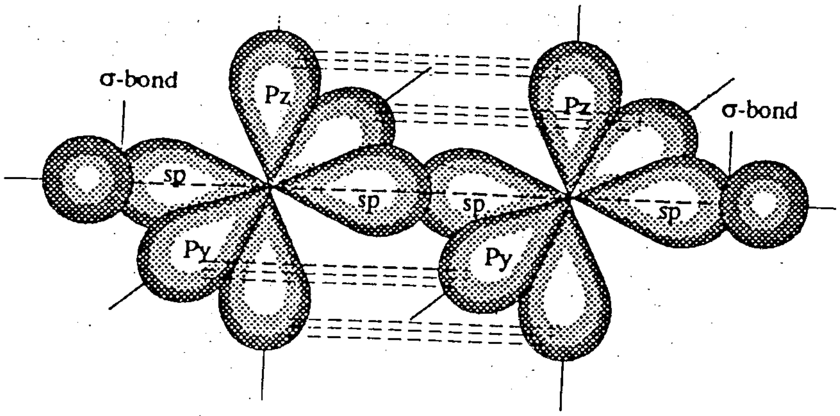
مثالونه :

1 - د sp اربتالي پیوند د استلین په مالیکول کې د کاربن په اتومو کې ګورو. د کاربن د اتوم په خارجي انرژیکي سویه کې 2s او 2p اربتالونه په عادي حالت کې ( I ) الکتروني جوړښت لري. کله چې کاربن مرکب جوړوي نو پدې وخت کې د هغه اتوم تحریک کیږي او الکتروني جوړښت ئې ( II ) حالت ته راځي. بیا د s او p اربتالونه سره پیوند کیږي دوه مخلوطه sp اربتالونه چې د انرژۍ سویه ئې ټیټه ده منځ ته راځي او دوه Py ، Pz د کاربن خالص اربتالونه په لوړه انرژیکي سویه کې په خپل اولي حال پاتې کیږي ( III ) . وروسته د کاربن دغسې دوه اتومه سره نژدې کیږي د یو اتوم sp اربتال د بل اتوم د sp اربتال سره د σ رابطه جوړوي بیا د هر یوه اتوم باقي پاتې sp اربتالونه د هایدروجن د 1s خالص اربتال سره σ رابطې جوړوي او بیا د کاربن د هر یوه اتوم دوه خالص 2Pz او 2Py اربتالونه په خپل منځ کې دوه د π اړیکي جوړوي. دا جریان د انرژۍ په دیاګرام کې په لاندې ډول ښودل شوی دی.




$$2C + 2H \longrightarrow C_2H_2$$

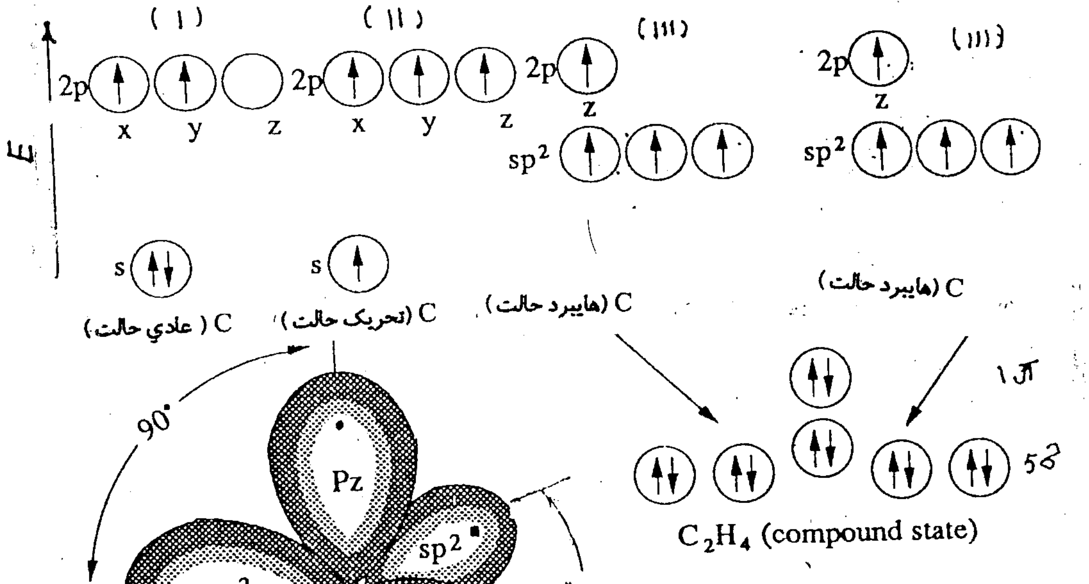
شکل : ( 2 - 25 )

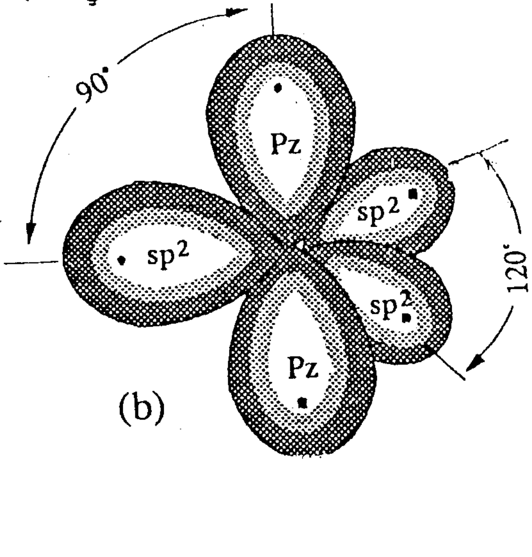



$H - C \equiv C - H$

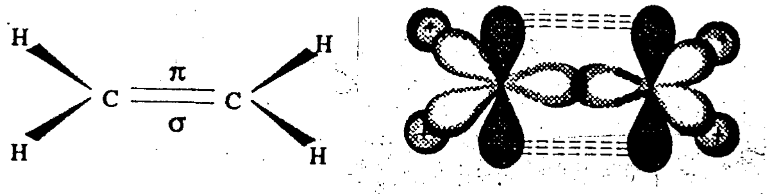
شکل: ( 2 - 26 ) : د استلین په مالیکول کې د σ او π رابطو جوړېدل

2 - د $SP^2$ اربتالي پیوند په اتیلین کې په عیني ترتیب داسې ښودل کیږي



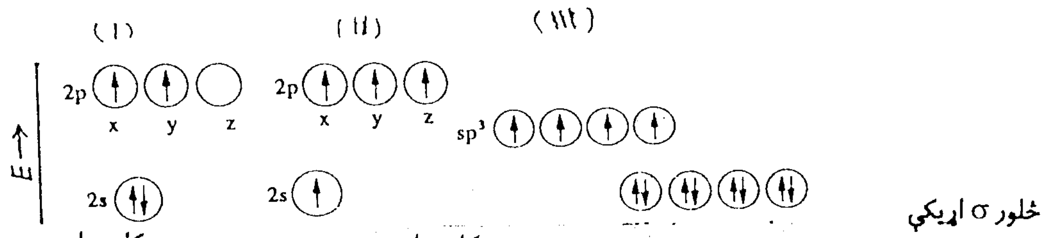




شکل: ( 2 - 27 )



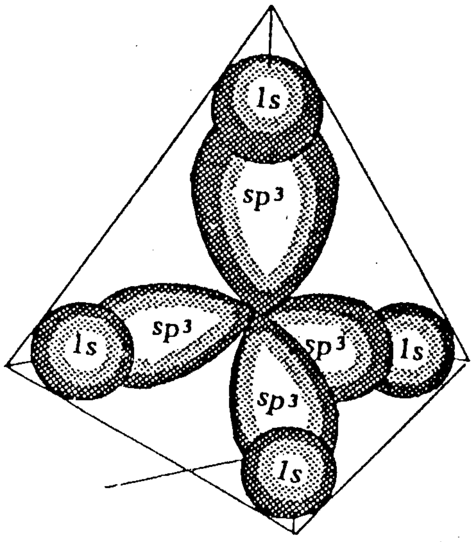

$C_2H_4$ شکل : ( 2 - 28 )

3 ــ $sp^3$ اربتالي پیوند په میتان کې د لمړیو دوه حالاتو په شان داسې ښودلای شو:




د کاربن اتوم
په عادي حالت کې

د کاربن اتوم
د تحریک په حالت کې




$CH_4$
شکل : ( 2 - 29 )

## د - د ماليكولي اربيتالو ، نظريه :

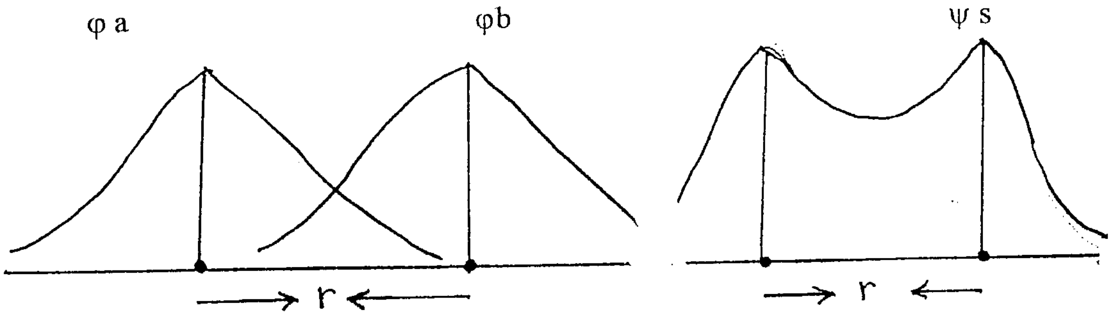
د دې نظرئې په اساس د اتوم په شان په ماليکول کې هم الکترونونه په معينو ماليکولي اربتالونو کې گرځي. فرق ئې دا دی چې اتومي اربتالونه يو مرکزه يعني يواځې د يوې هستې چاپيره وي او ماليکولي اربتالونه څو مرکزه يعني څو هستې احتوا کوي. په ماليکولي اربتالونو کې د اتومي اربتالونو په شان يو الکترون او اعظمي دوه الکترونونه چې سپينونه ئې مخالف الجهته وي ځای نيولای شي.

او هم هغه ټول پرنسيپونه او قواعد (لکه د پوالي پرنسيب، د هوند قاعده....) چې د اتوم په اربتالو کې د الکترونو د ځای پر ځای کيدو کې مراعات کيدل د ماليکول په اربتالو کې هم مراعات کيږي. که اتومي اربتالونه په d, p, s او f سمبولو ښودل کيده ماليکولي اربتالونه د σ, π, δ, او φ په سمبولو ښئي.

همغسې چې د اتومي اربتالو په تشريح کې د هغوئ د انرژي او شکل تعينول اساسي مسله وه د ماليکولي اربتالو انرژي او شکل پيژاندل هم مهمه مسله ده. د ماليکولي اربتالو د نظرئې په اساس په ماليکول کې ټول الکترونونه د ټولو هستو چاپيره په ماليکولي اربتالو کې تصور کيږي او د ولانسي اړيکي د نظرئې خلاف پدې نظريه کې د اتومو انفراديت په نظر کې نه نيول کيږي. که د ولانسي اړيکي په نظريه کې د کيمياوي اړيکي د جوړيدو دپاره دوه اتومه چې يو، يو الکترون ولري او سپينونه ئې مخالف وي مهم شرط گڼل کيږي. نو د ماليکولي اربتال په نظريه کې دغه شرط مهم ندی او ماليکولي اربتال د يو الکترون څخه هم جوړيږي.

ماليکولي اربتال د اتومي اربتالو د خطي ترکيب ( جمع او تفريق) څخه په لاس راځي. د دې نظرئې په اساس که دوه اتومي اربتالونه سره گډ شي (يو بل کې ننوځي) د هغې څخه دوه ماليکولي اربتالونه او که N اتومي اربتالونه سره گډ شي د هغو څخه N ماليکولي اربتالونه جوړيږي. دمثال په ډول ډير ساده يو الکتروني ماليکول $H_2^+$ په نظر کې نيسو. د هايدروجن د اتومو هستې په دې ايون کې په a او b ښودل کيږي. که φa د دې الکترون موجي تابع د a د هستې په ارتباط او φb د b د هستې په ارتباط او ψ ماليکولي اربتال وي دا چې دغه دوه موجي توابع په فضا کې په څه ډول يو بل ته سره نژدې کيږي دوه امکانه موجود دي.

الف - دواړه موجونه د ماليکول د مرکز په نسبت متناظر او هم علامه دي. پدې صورت کې دواړه موجونه يو بل ته داخليږي يو بل تقويه کوي يعني د دواړو هستو تر منځ فضا کې د الکترون کثافت زياتيږي دلته د دوه اتومي اربتالو د خطي ترکيب (جمع کولو) څخه ماليکولي اربتال ψs لاس ته راځي.



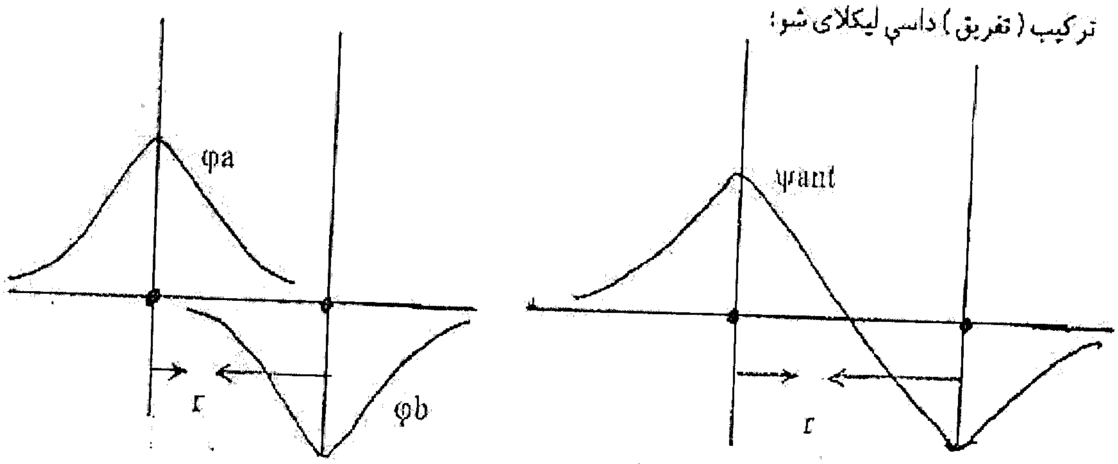

شکل : (2 - 30 ) په $H_2^+$ ايون کې ارتباطي ماليکولي اربتال ψs جوړيدل :

r - د هايدروجن د اتومو د هستو تر منځ فاصله

$$\psi s = Cs\ (\varphi a + \varphi a)$$

په پورتنۍ افاده کې Cs یو عدد دی ضریب دی.

ب - که د φa او φb اربیتالونه د مالیکول د مرکز په نسبت غیر متناظر یعني مختلف العلامه وي پدې حالت کې د دواړو توابعو موجونه یو بل سره ضعیفه کوي، دا موجونه یو بل سره نه ګډیږي. پدې حالت کې د اربیتالو خطي ترکیب (تفریق) داسې لیکلای شو:

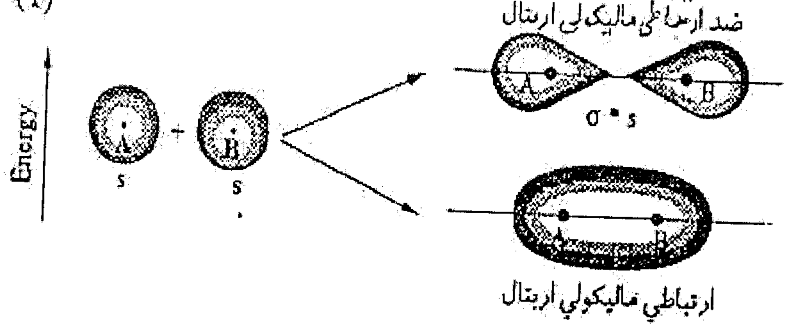


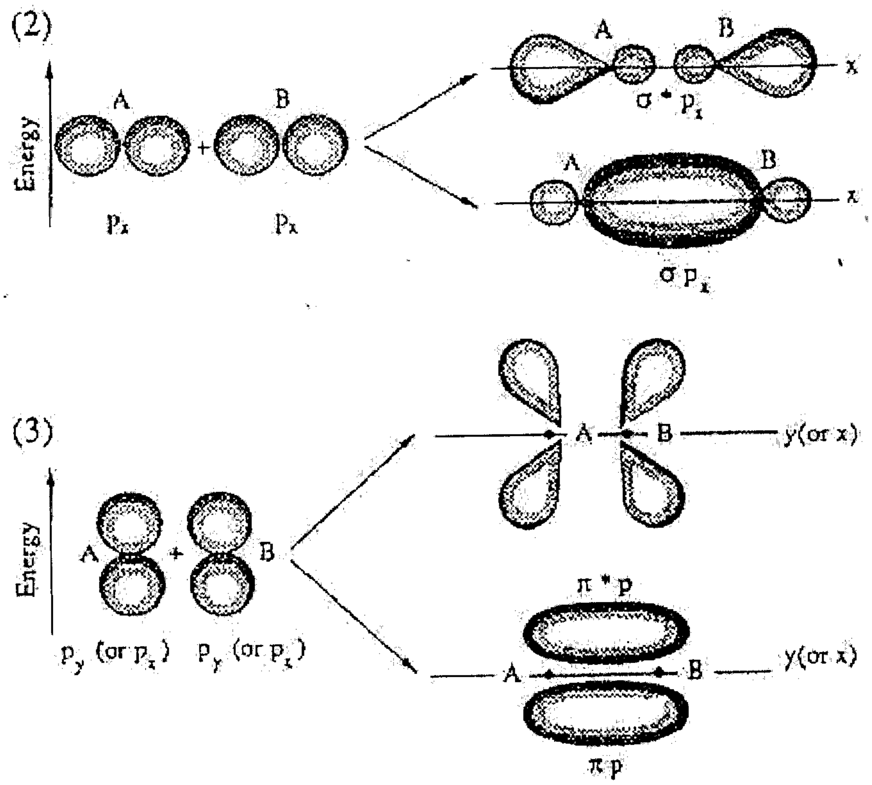

(2 - 31) شکل : په $H_2^+$ ایون کې ضد ارتباطي مالیکولي اربیتال ψant جوړیدل.
r - د هستو تر منځ فاصله

$$\psi ant\ S = Cant\ S\ (\varphi a - \varphi b)$$

په لمړي حالت کې چې اتومي اربیتالونه یو بل کې سره ننوځي یو بل تقویه کوي، داسې مالیکولي اربیتال جوړوي چې د هستو د ارتباط سبب ګرځي پس داسې مالیکولي اربیتال ته ارتباطي مالیکول اربیتال وائي. په دوهم حالت کې چې اتومي اربیتالونه یو بل ضعیفه کوي یو بل دفع کوي داسې عمومي مالیکولي اربیتال د هستو د ارتباط ضد دی. نو ځکه د ضد ارتباطي مالیکولي اربیتال په نامه یادیږي. د اتومي اربیتالو څخه د مالیکولي اربیتالو جوړیدل په لاندې ډول ښودل شوي دي:

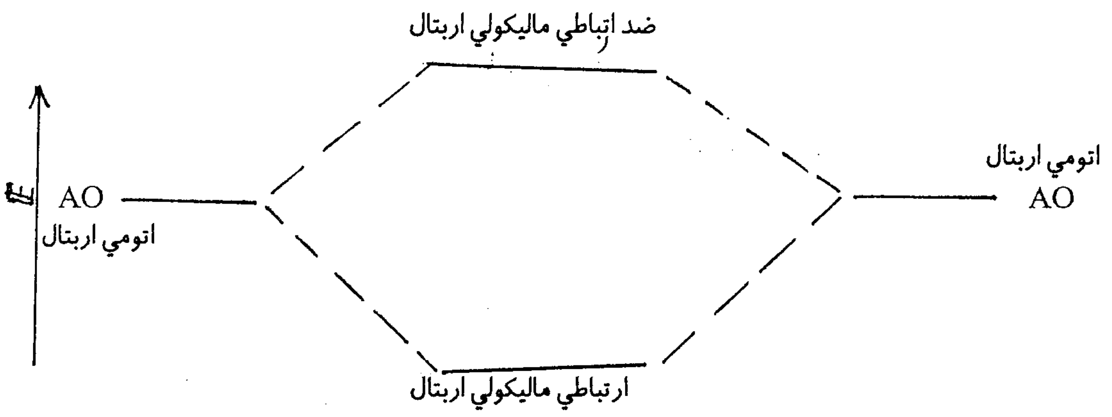
(1)






(2 - 32) شکل : :د اتومي اربتالو څخه ارتباطي او ضد ارتباطي ماليکولي اربتالو جوړيدل.

د ارتباطي ماليکولي اربتال انرژي د جدا جدا اتومي اربتالو څخه کمه او د ضد ارتباطي ماليکولي اربتال انرژي جدا جدا اتومي اربتالو څخه زياته وي. د اتومو څخه د ماليکول د جوړڼو په نتيجه کې د سيستم د انرژي تغير په انرژيکي دياګرام کې ښودل کيږي.(33 - 2 شکل)

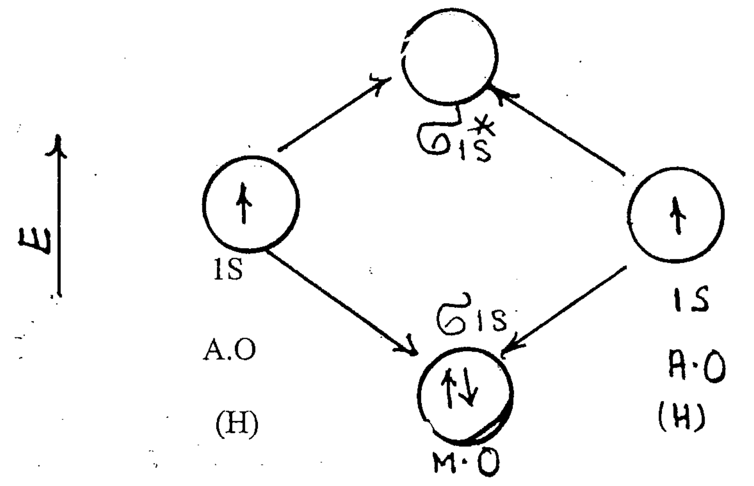



( 2 - 33 ) شکل : د ماليکول د انرژيکي دياگرام عمومي شکل

دلته هغه الکترونونه چې په ارتباطي ماليکولي اربتال کې وي د ارتباطي الکترونو او کوم چې په ضد ارتباطي اربتال کې وي د ضد ارتباطي الکترونو په نوم ياديږي.
د اتومي اربتالو په شان په ماليکولي اربتالو کې د الکترونو ځای پر ځای کيدل د ماليکولي اربتالو د انرژي د نسبت له مخې په لاندې ترتيب کيږي:

$$\sigma 1s < \sigma^* 1s < \sigma 2s < \sigma^* 2s < \sigma 2p_x < \pi 2p_y = \pi 2p_z < \pi^* 2p_y = \pi^* 2p_z < \sigma^* 2p_x$$

مثال: د هايدروجن د ماليکول د انرژي دياگام او په ماليکولي اربتال کې د الکترونو تقسيم او د رابطې ترتيب وليکئ.
حل:




دیرشم(34 -2)شکل: د $H_2$ انرژيکي دياګرام

$$2H\,(1S) \longrightarrow H_2[(\sigma 1S)^2]$$

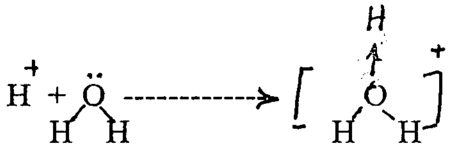
$$\text{د رابطي ترتيب} = \frac{(\text{د ارتباطي الکترونو تعداد}) - (\text{د ضد ارتباطي الکترونو تعداد})}{2}$$

$$\text{د رابطي ترتيب} = \frac{2 - 0}{2} = 1$$

## 17 - 2 - دونر اکسپتر اړیکه:

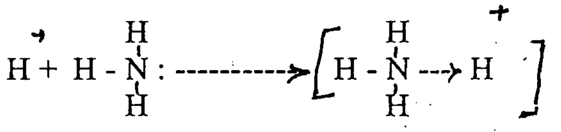
په کوولانسي اړيکه کي دوه اتومه خپل ولانسي الکترونونه سره شريکوي او په نتيجه کي د شراکت يا کوولانسي اړيکه منځ ته راځي. په دونر اکسپتر اړيکه کي يو اتوم يوه جوړه ناپيلي ( چي په کيمياوي اړيکه کي ئي شرکت ندی کړی) الکترونونه لري او يو بل اتوم چي خالي الکتروني اربتال لري په نظر کي نيسو. که لمړی اتوم د ناپيلي الکترونو جوړه د دوهم اتوم په اربتال کي د شراکت په ډول کښيږدي دا ډول کيمياوي اړيکه د دونر - اکسپتر په نامه يادېږي. لمړی اتوم چي د شراکت لپاره الکترونونه ورکوي د دونر او دوهم اتوم چي د الکترونو جوړه خپل اربتال ته رانيسي د اکسپتر په نامه يادېږي. د دونر اکسپتر اړيکه په( → ) علامه ښودل کيږي چي تير د دونر څخه د اکسپتر په لور کښل کيږي. لاندي د دونر اکسپتر کيمياوي اړيکي څو مثالونه ورکړل شوي دي.

لمړی مثال: که تيزاب په اوبو کي واچول شي نو تيزاب په اوبو کي الکتروليتي انفکاک کوي او بيا ( $H^+$ ) چي خالي الکتروني اربتال لري د اوبو د ماليکول سره چي په هغې کي آکسيجن د ناپيلي الکترونو جوړي لري تعامل کوي او د هايدرونيم ايون جوړوي.



$$H^+ + H_2\ddot{O} \longrightarrow H_3O^+$$

همدا ډول امونيا په يو محلول کي چي هلته د $H^+$ ايون موجود وي د امونيم ايون جوړوي.



## 18 . 2 - د کيمياوي اړيکي انرژي:

د انرژي هغه مقدار چي د يو مول کيمياوي اړيکو د ماتولو او د آزادو اتومو د جوړيدو لپاره ضرور ده د کيمياوي

اړيکي د انرژۍ په نامه يادېږي.

هر څومره چې د يوې کيمياوي اړيکي انرژي* زياته وي په هم هغه اندول هغه اړيکه قوي او ژر نه ماتېږي. د قطبي کيمياوي اړيکو انرژي د غير قطبي کيمياوي اړيکو څخه زياته وي. همدا شان د هر ډول کيمياوي اړيکي انرژي د واندروالس د قواو د انرژۍ څخه زياته وي.

## 19 - 2 . د ماليکولو ترمنځ قواوې:

دا قواوې د واندروالس قواوو په نامه هم يادېږي. که اتومونه د کيمياوي اړيکو په واسطه سره يو ځای او ماليکولونه جوړوي نو ماليکولونه د ماليکولو تر منځ قواوو په واسطه سره نژدې کيږي او شيان تري لاس ته راځي.

د ماليکولو تر منځ قواوې په جامدو شيانو کي ډيري قوي، په مايع شيانو کي لږ څه کمي او په گازونو کي ډيري ضعيفه وي. د ماليکولو تر منځ قواوې په لري فاصله ($3 - 5A^\circ$) کي عمل کوي مگر کيمياوي اړيکي د $3A^\circ$ څخه په کمه فاصله کي عمل کوي.

کيمياوي قواوې د ماليکولو تر منځ قواوو په نسبت ډيري قوي دي. د ماليکولو تر منځ قواوې درې ډوله دي:

**الف: دايپول – دايپول قواوې:** هغه ماليکولونه چې ذاتاً قطبي دي دغسې ماليکولونه د خپل مينځې متقابل تاثير له کبله د يو بل په نسبت ځانونه داسې جوړوي چې مخالف قطبونه ئې سره نژدې او هم علامه قطبونه ئې يو د بل څخه لري وي. د ماليکولو د مخالف قطبو تر منځ د جذب الکتروستاتيکي قوې په اثر دغه ماليکولونه سره نږدې کيږي او هم يو څه انرژي آزادېږي. دا چې تودوخه د سيستم په داخل کي د زراتو د بې نظمۍ سبب گرځي نو لدې کبله د دايپول – دايپول قواوې د تودوخې د درجي په لوړيدو سره کميږي. دغه ارتباط لاندې ښودل شوی دی:

$$E = - \frac{2\,\mu_1^2\,\mu_1^2}{3KTd} \qquad (39)$$

په پورتنۍ رابطه کې E د دايپول – دايپول د متقابل تاثيراتو انرژي، $\mu$ د دايپول مومنت، d د دايپول د مرکزو تر منځ فاصله، T د حرارت درجه په کالوين او K د بولڅمن ثابت ($K = \frac{R}{N}$)، R د گازاتو عمومي ثابت، N د اوگدرو عدد دی.

په پورتنۍ رابطه کې منفي علامه د دايپول – دايپول د متقابل تاثيراتو له کبله د سيستم د انرژۍ کميدل ښئي.

**ب- د دايپول – اندکشني د دايپول قوه:** دا ډول قوه د قطبي او غير قطبي ماليکولو تر منځ عمل کوي. دلته قطبي ماليکولونه په غير قطبي ماليکولو تاثير اچوي او موقتاً ئې قطبي کوي. نو بيا دا په زور قطبي شوي ماليکولونه د قطبي ماليکولو سره د الکتروستاتيکي جذب قوې په واسطه جذبيږي او لوې کتلې جوړوي. دا قوه هم د ماليکولو تر منځ فاصلې سره معکوس ارتباط لري.

$$E_{ind} = - \frac{2\alpha\,\mu^2}{r^6} \qquad (40)$$

دلته $\alpha$ د غير قطبي ماليکولو د قطبي کيدو قابليت او $\mu$ د دايپول مومنت او Eind د دايپول – اندکشني دايپول

* – (2-5) جدول

تاثیراتو انرژي ښئي. د کاملاً غیر قطبي مالیکولو تر منځ قواوي د پورتني دوه ډوله متقابل تاثیراتو په چوکات کې نشي تشریح کیدای. تجربو ښودلې چې د مالیکولو تر منځ د متقابل تاثیراتو انرژي له دغه دوه ډوله انرژیو د مجموعي څخه ( چې په نظري ډول محاسبه شي) ډیره زیاته ده. لوندن په 1930 کال د دغه دوه ډوله متقابل تاثیراتو په څنګ کې یو ډول بل متقابل تاثیر هم پیشنهاد کړ.

ج - **دسپرشني قواوې:** دا ډول قواوې د هر قسم مالیکولو تر منځ عمل کوي. لوندون د کوانتم میخانیک په اساس تشریح کړه چې د هستې چارچاپیره د الکترونو د گرځیدو له کبله او هم په مالیکولو کې د اتومو د هستو د اهتزازي حرکت له امله لحظوي دایپولونه منځ ته راځي چې د دغسې دایپولونو تر منځ د متقابل جذب قوه د دسپرشني قوې په نامه یادیږي.

د دې ډول متقابل تاثیراتو انرژي داسې حسابیږي:

$$Edisp = \frac{3\alpha^2 \hbar\gamma_0}{4r^6} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (41)$$

په پورتنې رابطه کې $\hbar\gamma_0$ د صفري انرژي په نامه یادیږي. دا ډول انرژي هر اتوم او هر مالیکول لري.

په لنډو فاصلو کې د مالیکولو د الکرتوني قشرو تر منځ د دفع قوه هم عمل کوي. د دې ډول متقابل تاثیراتو انرژي په لاندې ډول حسابیږي.

$$Erep = A \cdot r^{-n}$$

دلته r د دوه مالیکولو ترمنځ فاصله، n او A امپرک ثابتونه دي چې د n قیمت اکثراً 12 وي. د مالیکولو تر منځ ټوله انرژي E مساوي کیږي:

$$E = (E + Eind + Edis) - Erep \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (42)$$

## 20 - 2 . هایدروجني اړیکه:

هایدروجني اړیکه د کیمیاوي اړیکو څخه ضعیفه ولې د مالیکولو تر منځ قواؤ څخه قوي ده.

مثلاً د کیمیاوي اړیکو انرژي د 30 څخه تر 100 کیلو کالوري في مول ده ، د هایدروجني اړیکې انرژي 7 - 5 کیلو کالوري في مول او د مالیکولو تر منځ د قواؤ انرژي 5 - 0 کیلو کالوري في مول ده. د ا اړیکه په قطبي مالیکولو کې د هایدروجن له لارې د نورو برقي منفي عناصرو لکه O, Cl, F او N سره جوړیږي نو ځکه ورته هایدروجني اړیکه وائي. دا اړیکه د اکثره خالصو موادو د مالیکولو تر منځ د اسوساتو* د جوړولو سبب گرځي. هایدروجني اړیکه د

* د خالصې مایع یو گروپ مالیکولونه چې هرې خوانه یو ځای حرکت کوي د اسوسات په نامه یادیږي.

هایدروجن د ایون په بعضي مشخصاتو پورې اړه لري. مثلاً د هایدروجن د ایون ( پروتون) جسامت ډیر کوچنی او الکتروني قشر نلري. نو پدې لحاظ دا ایون په آسانۍ سره او ډیر ژر د نورو اتومونو په الکتروني قشرونو کې ننوځي او هایدروجني اړیکه جوړوي.

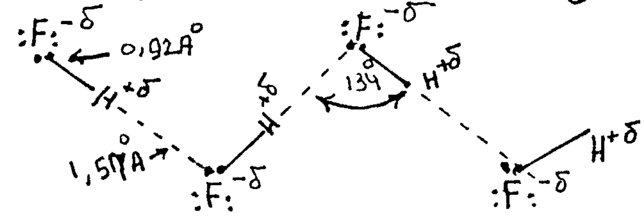
د هایدروجني اړیکې طبیعت تر اوسه پورې ندی څرگند. بعضي پوهان داسې نظر لري چې گویا هایدروجني اړیکه د دونر اکسپتر د رابطو له ډلې څخه ده. دوئ وائي دا چې د هایدروجن د ایون 1S اربتال خالي دی نو هغه په خپل خالي اربتال کې د نورو برقي منفي عناصرو ناپیلي الکتروني جوړه په ډیره آسانۍ په خپل خالي اربتال کي رانیسي او دونر-اکسپتر اړیکه جوړوي.

بعضي پوهان پدې نظر دي چې گویا د قطبي مالیکولو د مخالفو قطبو نو تر منځ الکتروستاتیکي جذب قوه د هایدروجن اړیکي اساسي عامل دی.

د هایدروجني اړیکي اوږ والی د کیمیاوي اړیکي د اوږد والي څخه ډیر دی ولې دسپرشني قواوې تر دې هم په لرې فاصله کې عمل کوي.

هایدروجني اړیکي د تودوخې د درجې په لوړیدو سره ماتیږي. مثلاً په کنگل اوبو کې د اوبو هر یو مالیکول د هایدروجني اړیکو په واسطه د څلورو نورو مالیکولو سره ارتباط لري.

او تترا هدرون کرستلونه چې منځ ئې خالي وي جوړوي. دا جوړښت د اوبو د یو لړ غیر عادي خواصو چې د نورو موادو د خواصو څخه فرق لري سبب گرځي. مثلاً د مایع اوبو کثافت دکنگل څخه زیات دی. په داسې حال کې چې د نورو موادو د جامد حالت کثافت د مایع د حالت د کثافت څخه زیات وي. په مایع HF کې هایدروجني اړیکي داسې ښودل کیږي:




د هایدروجني اړیکي په شمول ټولې د مالیکولو تر منځ قواوې د واندروالس د قواؤ په نامه هم یادیږي.

## 21 - 2 . کامپلکس مرکبات:

دکامپلکس مرکباتو عام تعریف نشته. د عادي مرکباتو سره د دې مرکباتو ظاهر توپیر دا دی چې کامپلکس مرکبات مغلق تر کیب لري او په هغوئ کې د عناصرو ولانس، اکسیدیشني لمبر تعینول یو څه سخت ښکاري.

ټول کامپلکس مرکبات یو مرکزي اتوم لري چې د هغې چاپیره څو ایونه او یا خنثی مالیکولونه د کیمیاوي اړیکو او یا د الکتروستاتیکي جذب قوې په واسطه نښتلي دي. دغه مرکزي اتوم ته کامپلکس جوړونکی ایون وائي. د کامپلکس مرکباتو مرکزي مثبت ایون اکثراً د دوره ئي جدول د نیم فرعي گروپ عناصر وي ولې دغه د جدول نور عناصر هم د کامپلکس جوړونکي ایون رول لرلای شي. هغه ایونونه او خنثی مالیکولونه چې د کامپلکس جوړونکي ایون چاپیره د هغه سره مستقیماً ټینگ نښتی وي د لیگاندونو په نامه یادیږي. دکامپلکس جوړونکي ایون چاپیره د لیگاندو نو شمیر د هغه ایون کواردینیشني نمبر په نامه یادیږي. لیگاندونه د مرکزي ایون سره اکثراً دومره ټینگ نښتی وي چې د انحلال په وخت کې یو د بل څخه نه جدا کیږي. سویسي ساینس پوه ورنر وائي چې کامپلکس مرکبات له دوه برخو یعني داخلي کرې او خارجي کرې څخه جوړ دي.

هغه مرکزي ایون او لیگاندونه چې د مرکزي ایون سره مستقیماً نښتي دي د کامپلکس د داخلي کرې په نامه یاد شوي او په لوی قوس [ ] کې لیکل کیږي او هغه ایونونه چې د کامپلکس په خارجي کره کې شامل وي د لوی قوس څخه بهر لیکل کیږي. دا ایونونه د انحلال په وخت کې د داخلي کرې څخه جدا کیږي او په برقي ساحه کې د مرکزي کرې برعکس بل الکترود ته ځي.

## د کامپلکس مرکباتو ډولونه:

د کامپلکسونو د برقي چارج له مخې دغه مرکبات په درې ډلو ویشي.

الف - **کیتوني کامپلکسونه:** مرکزي ایون چاپیره د خنثی مالیکولونو ( $NH_3$ , $H_2O$ ) د نښتلو څخه کیتوني کامپلکس لاس ته راځي مثلاً:

| | |
|---|---|
| $[Zn(NH_3)_4]Cl_2$ | $[Al(H_2O)_6].Cl_3$ |
| دای کلوراید تترا امین جست یا | ترای کلوراید هکذا اکوا المونیم یا |
| کلوراید تترا امین جست ( II ) | کلوراید هکذا اکوا المونیم( III ) |

دغه کامپلکسونه په اوبو کې دا ډول تفکیک کیږي.

$$[Al(H_2O)_6]Cl_3 \rightleftarrows [Al(H_2O)_6]^{+3} + 3Cl^-$$

$$[Zn(NH_3)_4]Cl_2 \rightleftarrows [Zn(NH_3)_4]^{+2} + 2Cl^-$$

ب - **انیوني کامپلکسونه:** په دا ډول کامپلکسونو کې مرکزي ایون مثبت چارج لري او د هغې چاپیره منفي لیگاندونه ټینګ نښتي وي لکه :

| | |
|---|---|
| $K[Al(OH)_4]$ | $K_2[BeF_4]$ |
| تترا هایدروکسو المونیت ( III ) پتاشیم | تترا فلورو بیریلیت ( II ) پتاشیم |

دغه کامپلکسونه د اوبو په محلول کې داسې انفکاک کوي:

$$K_2[BeF_4] \rightleftarrows 2K^+ + [BeF_4]^{-2}$$

$$K[Al(OH)_4] \rightleftarrows K^+ + [Al(OH)_4]^-$$

ج- **خنثی کامپلکسونه:** دا ډول کامپلکسونه خارجي کره نلري او په محلول کې هم په همدې شکل وجود لري.

$[Ni(CO)_4]$ — تترا کاربونیل نکل

$[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ — دای کلور دای امین پلاتین ( II )

لکه چې پاس مو ولیدل د کېټوني کامپلکس په کیمیاوي فورمول کې د خارجي کرې انیونونه د داخلي کرې ښي لاس ته لیکل کیږي او په انیوني کامپلکسونو کې د خارجي کرې کیټونونه د داخلي کرې چپ لاس ته لیکل کیږي.

## 1 - 22 - 2 . د کامپلکس مرکباتو په هکله نظریات:

د کامپلکس مرکباتو د جوړیدو په هکله دوه نظرئې وجود لري.
د لمړۍ نظرئې په اساس لیگاندونه د مرکزي ایون سره د الکتروستاتیکي جذب د قوې په واسطه نښلي. دا نظریه ډیر طرفداران نلري. د دوهمې نظرئې په اساس لیگاندونه او مرکزي ایون د دونر - اکسپټر کیمیاوي اړیکي په واسطه سره نښلي.
مثال: د $[Zn(NH_3)_4]^{+2}$ ایون په نظر کې نیسو. دلته مرکزي ایون $Zn^{+2}$ دی. د دې ایون الکتروني جوړښت په نظر کې نیسو:

$$Zn^{\circ}\ (1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3P^6\ 4S^2\ 3d^{10})\ \longrightarrow$$

$$Zn^{+2}\ (1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3P^6\ 3d^{10}\ 4S^{\circ}\ 4P^{\circ})$$

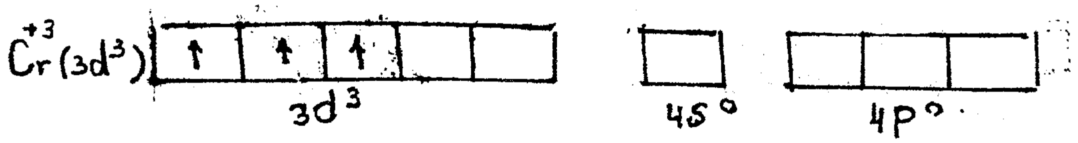
لیدل کیږي چې د Zn په ایون کې 4P او 4S اربیتالونه خالي دي. دا اربیتالونه خپل منځ کې سره پیوند کیږي او څلور هایبر د $SP^3$ اربیتالونه جوړیږي. د بلې خوا د امونیا د مالیکول د جوړښت $(NH_3)$ څخه ښکاري چې هغه یوه جوړه ناپیلي الکترونونه لري. پس څلور مالیکوله د $NH_3$ د $Zn^{+2}$ په څلورو خالي $SP^3$ اربیتالونو کې خپل ناپیلي الکترونونه شریک بردي او په نتیجه کې د تترا امین جست ( II ) ایون جوړیږي.

NH
$Zn^{+2} + 4\ddot{N}H_3 \longrightarrow$ [ H N: Zn :NH $]^{+2}$ — تترا امین جست ( II )
اکسپټر — دونر — NH

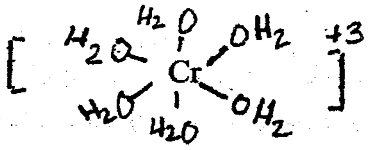
په همدې ترتیب د $Cr^{+3}$ او $H_2O$ د مالیکولو تر منځ د دونر-اکسپټر رابطې داسې تشریح کیږي:
د کروم د ایون الکتروني جوړښت داسې دی:

$$Cr^{\circ}\ (1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3P^6\ 4S^1\ 3d^5) - 3e^-\ \longrightarrow$$

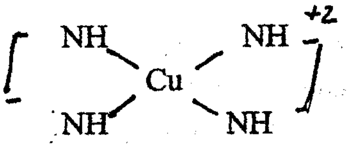
$$Cr^{+3}\ (1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3P^6\ 3d^3\ 4S^{\circ}\ 4P^{\circ})$$



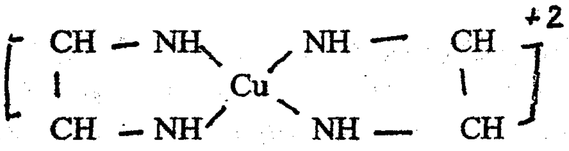

د کروم خالي اربتالونه سره پیوند کیږي او په نتیجه کې $d^2SP^3$ هایبرد اربتالونه جوړوي. اوس د اوبو شپږ مالیکولونه ( $H_2\ddot{O}$ ) د کروم په شپږو خالي $d^2SP^3$ اربتالونو کې یوه یوه جوړه ناپیلي الکترونونه شریک ږدي او په نتیجه کې د هکذا اکوا کروم ( III ) ایون لاس ته راځي.

$Cr^{+3} + 6H_2\ddot{O} \longrightarrow$ 

دا چې یو لیگاند د مرکزي ایون چاپیره فضا کې څو ځایونه ډکوي یا په بل عبارت یو لیگاند د څو اتومو په واسطه د مرکزي ایون سره رابطه پیدا کوي پدې اساس لیگاندونه د مونو دینتاتي*، بای دینتاتي او پولي دینتاتي په نومونو یادیږي. مونو دینتاتي لیگاندونه د خپل یوه اتوم په واسطه د مرکزي ایون سره نښلي، بای دینتاتي لیگاندونه د دوه اتومو په واسطه د مرکزي ایون سره اړیکه پیدا کوي. د $Cl^-$ ، $F^-$ ، $OH^-$ ایونونه او $NH_3$ ، $H_2O$ او $CO$ مالیکولونه مونو دینتاتي لیگاندونه او اتیلین دای امین $NH_2 - CH_2 - CH_2 - NH_2$ بای دینتاتي لیگاند دی. مثلاً:



$[Cu(NH_3)_4]^{+2}$
ترا امین مس ( II )



$[Cu(en)_2]$
دای اتیلین دای امین مس ( II )

## 2 - 22 - 2 . د کامپلکس مرکباتو ثبات:

لکه چې مخکې مو وویل کامپلکس مرکبات په محلول کې د الکترولیتي انفکاک له امله په خارجي او داخلي کرو جدا کیږي.

$$[Ni(NH_3)_6]Cl_2 \rightleftharpoons [Ni(NH_3)_6]^{+2} + 2Cl^-$$

(محلول)     محلول     محلول

دا مغلق ایون په محلول کې کاملاً ثابت نه وي هغه هم په خپل وار سره لږ او یا ډېر تجزیه کیږي.

* دینتات یوناني کلمه ده او معنی ئې غاښ دی.

$$[Ni(NH_3)_6]^{+2} \rightleftarrows Ni^{+2} + 6NH_3$$

محلول     محلول     محلول

د وروستي جریان د تعادل ثابت مساوي کیږي له :

$$Kinst = \frac{[Ni^{+2}]\,[NH_3]^6}{[Ni(NH_3)_6]^{+2}} = 9,8 \times 10^{-19}$$

دلته Kinst د کامپلکس د بې ثباتۍ د ثابت په نامه یادیږي او ( Kst = 1 /Kinst ) د کامپلکس د ثبات د ثابت په نامه یادیږي. د پورتني کامپلکس د ثبات ثابت مساوي کیږي:

$$Kst = \frac{1}{Kinst} = \frac{[Ni(NH_3)_6]^{+2}}{[Ni^{+2}]\,[NH_3]^6} = 1,02 \times 10^{8}$$

هر څومره چې یو کامپلکس مرکب ثابت وي د هغه د Kinst قیمت کم او د Kst قیمت ئې زیات وي.

سوال: کاربن دوه ثابت ( $C^{12}_6$ , $C^{13}_6$ ) او څلور رادیو اکتیف ( $C^{10}_6$ , $C^{11}_6$ , $C^{14}_6$ , $C^{15}_6$ ) ایزوتوپونه لري چې د هغوئ له جملې څخه $C^{14}_6$ ایزوتوپ په علمي څیړنو که د په نښه شوي کاربن په حیث استعمالیږي. مثلاً د شنو بوټو په پاڼو کې د فوتو سنتیز عملیه صورت مومي او قندونه جوړیږي. بوټي د خپلو ریښو په واسطه او به او په اوبو کې منحل کاربونیتونه د ځمکې څخه، اکسیجن او کاربندای اکساید له هوا څخه رانیسي. د دې لپاره چې وپوهیږو هغه کاربن کوم چې د فوتو سنتیز په تعامل

$$6CO_2 + 6H_2O \text{ ----------- } C_6H_{12}O_6$$

کې برخه اخلي بوټي ئې د ځمکې او که د هوا څخه رانیسي نو دلته د $C^{14}_6$ ایزوتوپ څخه کار اخلي. ووایاست چې دغه علمي تحقیق څرنگه سرته رسیږي.

جواب : یو ځل د $C^{14}_6$ څخه داسې مرکبات ( کاربونیتونه ) چې په اوبو کې حل او شین بوټي ئې د خپلو ریښو په واسطه اخستلای شي جوړوو. او د بوټي د ریښو څنگ ته لمده خاوره کې ئې اچوو. د کلوروفیل او د لمر د رڼا په موجودیت کې بوټي لوئیږي او څه موده وروسته د هغه څخه یوه پاڼه اخلو او په گایگرو کونټر کې ئې ږدو او گورو چې په پاڼه کې رادیو اکتیف مواد شته او که نه.

خو دا ځل به ولیدل شي چې د بوټي په پاڼه کې رادیو اکتیف مواد نشته.

بل ځل د $C^{14}_6$ څخه کاربندای اکساید جوړوو او په دغه هوا کې شین بوټی په لمده ځمکه کې د لمر په موجودیت کې د څه وخت لپاره ساتو او بیا د بوټي په پاڼه کې د رادیو اکتیف موادو شته والی امتحان کوو. دا ځل به ولیدل شي چې په پاڼه کې رادیو اکتیف مواد شته. له دې تجربې څخه به معلومه شي چې نباتات اوبه له ځمکې او کاربندای

اکساید له هوا څخه اخلي، د لمر او کلوروفییل په موجودیت کې د فوتو سنتیز عملیه صورت نیسي او د شنه بوټي په پاڼو کې قند جوړیږي.

سوال: د تایراید غده داسې هارمونونه افرازوي چې د انسان په وجود کې د موادو د تبادلې او میتالولیزم د نارمل جریان سره مرسته کوي. د دې کار لپاره د تایراید په سالمه غده کې یو معین مقدار ایودین جمع کیږي او په ناروغه غده کې د ایودین مقدار کم وي چې په نتیجه کې انسان په بعضي ناروغیو اخته کیږي.
د تایراید د غدې فعالیت د معلوملو لپاره مریض ته رادیو اکتیف ایودین ورکوي. رادیو اکتیف او غیر رادیو اکتیف ایودین دواړه په کیمیاوي تعاملاتو کې یو شان برخه اخلي فرق ئې دا دی چې رادیو اکتیف ایودین د رادیو اکتیف وړانګې خپروي او غیر رادیو اکتیف ایودین ددغې وړانګې نه خپروي. کله چې د رادیو اکتیف ایودین وړانګې د عکاسۍ پر فلم غورځي نو هغه ځایونه تور ګرځي.

(35 - 2) شکل: د تایراید غدې عکس
1 - سالمه برخه. 2 - ناروغه برخه

د غدې سالمې برخې چې سم فعالیت کوي هلته ډیر ایودین جمع کیږي او د هغه ځایه ډیرې رادیو اکتیف وړانګې فلم ته راځي او دغه برخه د عکاسۍ پر فلم توره ښکاري. د غدې ناروغه برخه چې هلته لږ ایودین جمع کیږي له دغه ځایه لږې وړانګې راځي او دغه قسمت خال خال تور یا سپین ښکاري.

a - ووایاست چې ولې د یو عنصر مختلف ایزوتوپونه په کیمیاوي تعاملاتو کې یو شان عمل کوي.
b - د $\alpha$ ، $\beta$ او $\gamma$ وړانګو له جملې څخه کومې وړانګې د نفوذ لوړ قابلیت (د شیانو څخه د تیریدو قابلیت) لري.

جواب: د یوه عنصر د ټولو ایزوتوپونو په هستو کې د پروتونو او په الکتروني قشرونو کې د الکترونو شمیر یو شی وي او د هغوئ خپل مینځي فرق یوازې په هستو کې د نیوترونو په شمیر پورې مربوط وي. دا چې په کیمیاوي تعاملاتو کې یوازې الکترونونه برخه اخلي او د اتومو هستې هیڅ تغیر نه کوي او په کیمیاوي تعامل کې برخه نه اخلي نو لدې کبله د یوه عنصر ټول ایزوتوپونه په هر ډول کیمیاوي تعاملاتو کې یو شان عمل کوي.
b - د $\alpha$ وړانګې درنې دي د هغوئ د حرکت سرعت او د نفوذ قابلیت کم دی. د $\beta$ وړانګې ډیرې کوچنۍ دي د دې وړانګو سرعت د $\alpha$ د وړانګو لس کرته زیات او د دې وړانګو د نفوذ قابلیت د $\alpha$ د وړانګو په پرتله سل کرته

زيات دی. $\gamma$ الکترومقناطيسي وړانګې دي د دې وړانګو سرعت د رڼا د وړانګو په اندازه او د نفوذ قابليت ئې د $\alpha$ او هم د $\beta$ د وړانګو څخه زيات دی.

سوال: د عادي رڼا په واسطه عادي عکسونه چې په هغو کې د شيانو ظاهري بڼه اوښني ښکاري اخستل کيږي. د رونتګن ( X ) د وړانګو په واسطه د وجود د دننه جوړښت عکس اخستل کيدای شي.

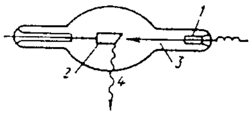
a - وواياست چې د عادي رڼا د وړانګو او د رونتګن د وړانګو دغه قابليت په څه پورې اړه لري.

b - د (X) وړانګې څه شی دي او هغه څنګه جوړيږي.

جواب:

a - د عادي رڼا وړانګې يوازې د شفاف محيط ( رڼو شيانو ) څخه تيريدای شي او د غير شفاف محيط څخه نشي تيرايدای. کله چې دغه وړانګې د غير شفاف محيط د مخ څخه بيرته انعکاس کوي نو دغه منعکسه وړانګې د عکاسې پر فلم غورځي او د هغه شي د مخ ټول مشخصات او نښې د عکاسۍ پر فلم راځي. د عادي رڼا د وړانګو په پرتله د X د وړانګو د څپو اوږدوالی ( λ ) ډير کم دی نو ځکه د X وړانګې د عادي وړانګو په پرتله د نفوذ لوړ قابليت لري. دغه وړانګې په غير شفاف محيط کې هم ژورې ننوتلای شي او په دې توګه د غير شفاف شيانو د داخلي جوړښت عکس د X په وړانګو اخستل کيدای شي.

b - د X وړانګې د هغو د کاشف رونتګن په نامه هم ياديږي. دا وړانګې په رونتګن تيوبونو کې ( 2 - 36 شکل ) جوړيږي.




( 2 - 36 ) شکل: رونتګني تيوب

په دې تيوب کې د الکترونو جريان ( 3) له کتود څخه دانتي کتود ( 2 ) په لوړ په لوړ شدت ځي. کله چې دا الکترونونه د انتي کتود پر فلز غورځي د انتي کتود د اتومونو هستې ته نږدې الکترونونه الوزوي بيا دغه خالي ځايو ته د انتي کتود د اتومو د هستې څخه ليرې الکتروني قشرونو څخه نور الکترونونه راځي چې د دې الکترونو انرژي د X د وړانګو ( 4 ) په څير خارجيږي. د X وړانګې لوړه انرژي او کوچنی ( λ ) لري نو ځکه د هغو د نفوذ قابليت ډير لوړ دی.

# دریم فصل

# د موادو دریګوني فازي حالات

## ګازات:

مواد په درې فازي حالاتو ( ګازات، مايعات او جامدات ) وجود لري. په ګازاتو کې د ماليکولو تر منځ فاصله زياته او د ماليکولو تر منځ قواوې ډېرې ضعيفه دي. نو ځکه د ګازاتو ماليکولونه په آزادانه ډول په هر لورې حرکت کوي.
ګازات معين حجم او شکل نلري يعني يو ليتر ګاز په نيم ليتره ظرف او 20 ليتره ظرف کې که شکل يې هر ډول وي ځايداى شي.
د ګازاتو حجم د خارجي فشار د ټيټېدو او لوړېدو له امله ژيات او کميږي. که د يو ګاز حجم ډېر ژر زيات کړاى شي نو د ګاز چاپيريال سړيږي. دا پيښه د ژول- تامسن د افکت په نامه ياديږي. ګازات په خپله يو په بل کې ګډيږي د ګازاتو د مخلوط حجم د مخلوط د اجزاؤ په لمړيو حجمونو پورې اړه نلري. بر عکس ګازات په ځانګړي توګه او په مخلوط کې هم هغه يوه اندازه فشار توليدوي نو ځکه د ګازاتو د مخلوط عمومي فشار د هغه مخلوط د اجزا.د جزئي فشارو د مجموعې څخه عبارت دى. د تودوخې د درجې په لوړيدو سره د ګاز د ماليکولونو کنتکي انرژي زياتيږي د ګاز ماليکولونه يو له بل څخه لرې وزي او په نتيجه کې د ګاز حجم زياتيږي. د ګاز ماليکولونه چې کنتکي انرژي ئې زياته ده د ظرف پر ديوالو ډېره قوه واردوي نو ځکه د تودوخې د درجې په لوړيدو سره د ګاز فشار او حجم دواړه زياتيږي.

### 1 - 3 . په ګازاتو کې د حجم، فشار او تودوخې د درجې اړيکي:

يو درجه دار سلندر چې د رنګه ګاز څخه ډک او په خوله کې يې پستون دى په پام کې نيسو.
که په ډېر ځنډ ځنډ پر ګاز فشار زيات کړو ( يعني د فشار د زياتولو په جريان کې د تودوخې درجه ثابته پاتې شي) نو وينو چې د ګاز حجم په تدريج سره کميږي. لدې څخه معلوميږي چې د تودوخې د ثابتې درجې ( T= const) لاندې د ګاز حجم د خارجي فشار سره معکوس تناسب لري.

$$V \sim 1/p \qquad (T = Const)$$

اوس که د پستون څخه خارجي فشار لرې کړو ( P = Const) او سلندر ته حرارت ورکړو نو ښکاري چې د ګاز حجم د تودوخې د درجې سره مستقيم تناسب لري.

$$V \sim T \qquad (P = Const)$$

که د پستون پر ځای د سلندر خوله کلکه بنده کړو ( V = Const ) او سلندر ته حرارت ورکړو نو په سلندر کې د ګاز فشار زیاتیږي یعني د ګاز فشار هم د تودوخې د درجې سره مستقیم تناسب لري.

$$P \sim T \qquad (V = Const)$$

لدې څخه معلومیږي چې د ګاز حجم او فشار دواړه د تودوخې د درجې سره مستقیم تناسب لري او په تجربې سره ثابتولای شو چې د تودوخې په یوه معینه درجه ( T ) کې د ګاز د حجم او فشار د ضرب حاصل یو ثابت عدد دی چې کمیت ئې د ګاز د تودوخې په درجې پورې اړه لري. یعني لیکو چې:

$$P_1V_1 = nRT_1$$

$$P_2V_2 = nRT_2$$

$$PV = nRT \quad .\ .\ .\ . \quad (43)$$

پورتنۍ افادې ته د خیالي* ګازونو د حالت معادله وائي په دغه رابطه کې R د ګازاتو د ثابت په نامه یادیږي. د R عددي قیمت په ستاندرد حالت کې د یو مول ګاز د حجم، فشار او حرارت د درجې له قیمتونو څخه په لاس راځي.

$$n = 1mole$$

$$V_0 = 22,4dm^3 = 0,0224m^{-3}$$

$$t_0 = 0C^\circ \quad , \quad T_0 = 273\ k^\circ$$

$$P_0 = 1atm = 101300\ N.\ m^{-2}$$

$$R = \frac{P_0V_0}{nT_0} = \frac{1\ atm \times 22,4\ dm^3}{1mole \times 273\ k^\circ} \quad (44)$$

$$R = 0,08205dm^3 \cdot at \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$$

---

* هغه ګازات چې د عمومي حجم په نسبت ئې د هر مالیکول د شخصي حجم څخه صرفنظر او هم د مالیکولونو تر منځ د جذب او دفع د قوې څخه ئې صرف نظر وکړا شي د خیالي ګاز په نامه یاد شوي دي. هر ګاز چې د ټیټ فشار لاندې واقع او د تودوخې درجه ئې لوړه وي خیالي ګاز حسابیدای شي.

$$R = \frac{101300 N.m^{-2} \times 0,0224\ m^3}{1 mole \times 273 k^0}$$

$$R = 8,3143\ Nm . k^{-1} . mol^{-1}$$

او د بلي خوالرو چي:

$$1 Cal = 4,18 j$$

$$R = \frac{8,3143}{4,18} = 1,987\ Cal . k^{-1} . mol^{-1}$$

په (44) او (43) معادلو کي که يو مول گاز ( n = 1 ) په نظر کي ونيسو نو ليکو چي:

$$P_1V_1 = RT_1 \quad ; \quad \frac{P_1V_1}{T_1} = R$$

$$P_2V_2 = RT_2 \quad ; \quad \frac{P_2V_2}{T_2} = R$$

پس ليکلای شو چي:

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (45)$$

(45) افاده د گازاتو د فشار ،حجم او د تودوخي درجي مقداري ارتباط ښئي که په دې افاده کي د گاز د تودوخي درجه ثابته ( $T_1 = T_2$ ) په نظر کي ونيول شي نو ليکو چي:

$$P_1V_1 = P_2V_2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (46)$$

(41) افاده د بايل قانون بيانوي. دغه قانون په 1662 کي بايل داسي بيان کړ چي که د گاز د تودوخي درجه او کتله ثابته وي نو د هغه حجم او فشار يو د بل سره معکوس تناسب لري.

په (45) افاده کي که فشار ثابت ( $P_1 = P_2$ ) ونيول شي نو دغه افاده لاندي شکل غوره کوي:

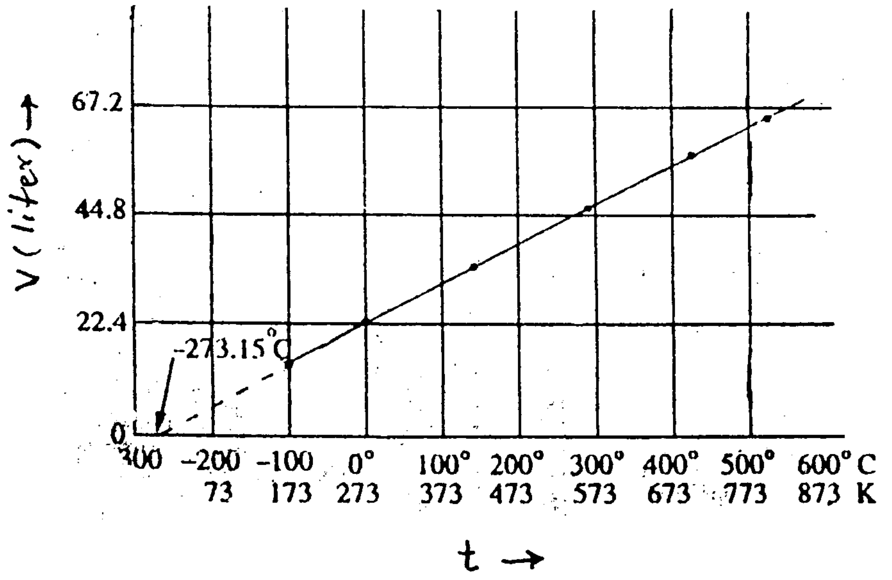
$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad ............ \quad (47)$$

اخري افاده د چارلس قانون بيانوي. د چارلس قانون داسې تعريف کيږي:
د ثابت فشار لاندې د گاز د يوې معينې کتلې حجم د تودوخې د درجې ( T ) سره مستقيم تناسب لري.

## 3 - 1- 1 . مطلق صفر:

د چارلس د قانون بل تعريف داسې دی:
که دايډيال گاز يوه معينه کتله د ثابت فشار لاندې د سانتيگراد يوه درجه گرمه او يا سړه شي نو د هغه گاز حجم به د هغه د سانتيگراد د صفر درجې د حجم $\frac{1}{273,15}$ حصې زيات يا کم شي. لدې څخه داسې معلوميږي چې که د گاز د حرارت درجه 273 - ته راټيټه شي نو د هغه حجم به صفر شي. که د ثابت فشار لاندې د گاز د يوې معينې کتلې د حجم او فشار ارتباط په گراف کې وښودل شي ( 1 - 3 شکل) نو ليدل کيږي چې دغه ارتباط يو مستقيم خط جوړوي که دغه مستقيم خط ته ادامه ورکړو نو هغه د تودوخې په $273,15°$ - درجه کې د تودوخې د درجې محور قطع کوي.
دغه نقطې ته مطلق صفر ويل کيږي او د گراف له مخې د تودوخې په دغه درجه کې د گاز حجم بايد صفر وای. خو دا خبره سمه نده کله چې گاز دومره سړيږي نو په مايع يا جامد بدليږي دلته کيدای شي د گاز د ماليکولونو تر منځ فاصله صفر ته رانژدې شي نه دا چې د ټول گاز حجم صفر شي.




لمړی (1 - 3) شکل : د گازاتو د حجم او د تودوخې د درجې اړيکې.

لمړی مثال: یو ګاز په $20\ dm^3$ بالون کې د تودوخې د $0\ C$ او $10\ atm$ فشار لاندې قید دی. که خارجي فشار تر $4\ atm$ راټیټ شي نو د ګاز حجم به څومره شي؟

$$V_1 = 20\ dm^3$$
$$P_1 = 10\ atm$$
$$P_2 = 4\ atm$$
$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$
$$10\ atm \times 20\ dm^3 = 4\ atm \times V_2$$
$$V_2 = \frac{10\ atm \times 20\ dm^3}{4\ atm} = 50\ dm^3$$

دوهم مثال: یو ګرام هایدروجن د تودوخې په $0C$ او د $760\ mmHg$ فشار لاندې $12,5dm^3$ حجم لري. که د تودوخې درجه ثابته پاتې شي نو د $900mmHg$ , $75mmHg$ , $600mmHg$ فشارونو لاندې د همدغه مقدار هایدروجن ګاز حجم به څو وي.

(a)

$$P_1 = 760\ mmHg \qquad P = 600mm$$
$$V_1 = 12,5\ dm^3 \qquad V_2 = ?$$
$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$
$$760mmHg \times 12,5\ dm^3 = 600\ mmHg \times V_2$$
$$V_2 = \frac{760mmHg \times 12,5dm^3}{600\ mmHg} = 15,83\ dm^3$$

(b)

$$P_3 = 750mmHg$$
$$V_3 = ?$$
$$P_1 V_1 = P_3 V_3$$
$$760\ mmHg \times 12,5\ dm^3 = 750mmHg \times V_3$$
$$V_3 = \frac{760\ mmHg \times 12,5dm^3}{750mmHg} = 12,676\ dm^3$$

(c) $P_4 = 900mmHg$

$$V_4 = ?$$

$$P_1 V_1 = P_4 V_4$$

$$760mmHg \times 12,5dm^3 = 900mmHg \times V_4$$

$$V_4 = \frac{760mmHg \times 12,5dm^3}{900mmHg} = 10,56dm^3$$

دریم مثال: یو ربړي بالون د تودوخې په $127^{\circ}C$ په $4dm^3$ هوا ډک شوی دی که د تودوخې درجه $73^{\circ}C$ - ته راټیټه شي د ګاز حجم به څومره شي.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2},$$

$V_1 = 4dm^3$
$T_1 = 127C$ or $273 + 127 = 400k^{\circ}$
$T_2 = -73C$ or $273 - 73 = 200k^{\circ}$

$$V_2 = \frac{V_1 \times T_2}{T_1}$$

$$V_2 = \frac{4dm^3 \times 200k^{\circ}}{400k^{\circ}} = 2dm^3$$

څلورم مثال: پنځه لیتره ګاز دتودوخې په $273^{\circ}C$ او 2atm فشار لاندې لرو. که د تودوخې درجه 0C او فشار 1atm شي نو د همدې ګاز حجم به څومره شي.

$V_1 = 5dm^3$
$P_1 = 2atm$
$P_2 = 1\ atm$
$T_1 = 273 + 273C = 546k^{\circ}$
$T_2 = 0C + 273 = 273k^{\circ}$
$V_2 = ?$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad ; \quad V_2 = \frac{P_1 V_1}{T_1} \times \frac{T_2}{P_2}$$

$$V_2 = \frac{2\ atm \times 5\ dm^3}{546k^\circ} \times \frac{273k^\circ}{1atm} = 5dm^3$$

پنځم مثال: د تودوخې په $27^\circ C$ او د 5atm فشار لاندې د کاربندای اکساید حجم $10dm^3$ دی. د همدې مقدار $CO_2$ کتله به څومره وي.

$P = 5atmosphers$
$V = 10dm^3$
$W = ?$
$T = 27^\circ C + 273 = 300k^\circ$
$R = 0,0821dm^3.atm.k^{-1}.mol^{-1}$
$M = 44g\ mol^{-1}$

$$PV = \frac{W}{M} RT$$

$$5 \times 10 = \frac{W}{44} \times 0,0821 \times 300$$

$$\text{Wt. of gas} = W = \frac{5atm \times 10dm^3 \times 44g\ mol^{-1}}{0,0821dm^3.atm.k^{-1}.mol^{-1} \times 300k^\circ} = 89,3g$$

شپږم مثال: د تودوخې په $20^\circ C$ او د 750mmHg فشار لاندې د $SO_2$ کثافت $(gr/dm^3)$ پیدا کړی.

$$P = 750mmHg = \frac{750}{760}\ atm. = 0,98atm$$

$T = 20C + 273 = 293k^\circ$
$M\ SO_2 = 64g\ mol^{-1}$
$R = 0,0821dm^3.atm.\ k^{-1}.\ mol^{-1}$
$d = ?$

$$d = \frac{MP}{RT}$$

$$d = \frac{64g\ mol^{-1} \times 0,98atm}{0,0821dm^3.atm.\ k^{-1}mol^{-1} \times 293k^{0}} = 2,60\ g/\ dm^3$$

## 2 - 3 . د ګازاتو ډيفوژن او ايفيوژن:

دا چې د مختلفو ګازونو ماليکولونه د يو متجانس مخلوط د جوړولو پورې په خپله يو د بل سره ګډېږي دی پيښې ته ډيفيوژن وائي. د ډيفيوژن مشابه بله پيښه ايفيوژن دی.
د يو ډېر کوچني سوري څخه (چې قطر ئې تقريباً د ماليکول د قطر په اندازه وي) د ګاز د ماليکولونو يو يو وتلو ته (چې په خپل منځ کې ټکر نکوي) ايفيوژن ويل کيږي.
د ګراهام د قانون په اساس د معين فشار او د تودوخې په معينه درجه کې د دوو ګازو د ډيفيوژن سرعتونه د هغوئ د کثافتونو او هم د هغوئ د ماليکولي کتلو د مربع جذرونو سره معکوس تناسب لري. يعنې ليکو چې:

$$\frac{V_1}{V_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (48)$$

دلته $V_1$ او $V_2$ د (1) او (2) ګازونو د ډيفوژن سرعتونه، $d_1$، $d_2$ او $M_1$ ، $M_2$ د هغوئ کثافتونه او ماليکولي کتلې ښئي.
ايفيوژن هم په عين ترتيب سره تعريفيږي او د پورتني فورمول په شان د (1) او (2) ګازونو د ايفيوژن سرعتونه ($V_1$ او $V_2$) تعينيږي.
تجربه :
يو شيشه ئي نل چې اوږدوالی ئې 100cm دی په نظر کې نيسو. د نل د دواړو خولو د بندولو لپاره د پنبې دوه واړه غونډاري چې يو ئې د امونيا ( $NH_3$ ) په محلول او بل يې د (HCl) په محلول کې ککړ شويدی تياروؤ. دواړه غونډاري په يو وخت د نل په دواړو خولو کې ږدو. لږ وخت وروسته د $NH_3$ د محلول نه په 60cm فاصله او HCl د محلول نه په 40cm فاصله کې د نل په داخل کې د $NH_3$ او HCl د ګازاتو د تعامل په نتيجه کې د $NH_4Cl$ سپينه حلقه پيدا کيږي (2 - 3 شکل.)
د پورتنيو فاصلو نسبت د نوموړو ګازاتو د سرعت نسبت راکوي يعنې ليکو چې:

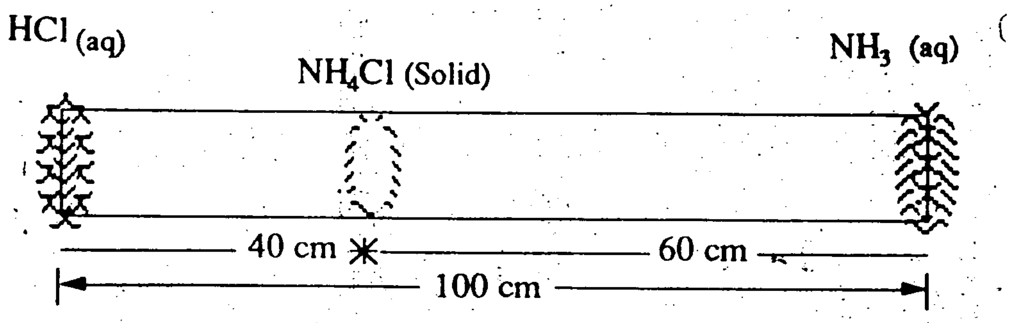
$$\frac{\text{سرعت } NH_3}{\text{سرعت } NCl} = \frac{\text{فاصله چې } NH_3 \text{ ګاز طی کړی}}{\text{فاصله چې } HCl \text{ ګاز طی کړی}} = \frac{60}{40} = 1,5$$

که د امونيا او د مالګې د تيزابو کثافتونه په ترتيب سره $d_1 = 1,66gdm^3$ ، $d_2 = 0,76g\ dm^3$ راکړل شوي وي نو لرو چې:

$$\frac{\text{سرعت دیفوژن } NH_3}{\text{سرعت دیفوژن } HCl} = \sqrt{\frac{d\,HCl}{d\,NH_3}} = \sqrt{\frac{1,66}{0,76}} = 1,48$$

لیدل کیږي چې 1,48 او 1,5 سره ډېر نژدې دي.

$NH_3(g) + HCl \longrightarrow NH_4Cl\,(s)$




دویم (2 - 3) شکل

اوس که د امونیا او دمالګي د تیزابو ډکتلو په اساس محاسبه وکړو نو لیکو چې :

$$\frac{V\,NH_3}{V\,HCl} = \sqrt{\frac{M\,HCl}{M\,NH_3}} = \sqrt{\frac{36,5}{17}} = 1,465$$

پورتنۍ محاسبې د ګراهام د فورمول عملي ارزښت ښئي.

## 3 - 3 . د دالتون د جزئي فشارونو قانون:

د ګازونو دمخلوط فشار د هغه مخلوط د ټولو اجزاؤ د جزئي فشارونو مجموعه ده. مثلاً که د ګازونو مخلوط د $N_2$ ، $O_2$ ، $CO_2$ او Ar څخه جوړ وي او د دې ګازونو جزئي فشارونه $PN_2$ ، $PO_2$ ، $PCO_2$ او P Ar وي نو د دې ګازونو د مخلوط فشار P مساوي کیږي:

$$P = P\,N_2 + P\,O_2 + P\,CO_2 + P\,Ar \ldots\ldots\ldots\ldots (49)$$

باید وویل شي چې د گازاتو په یوه مخلوط کې د هر گاز جزئي فشار په مخلوط کې د هغه گاز غلظت ( د مالیکولونو دتعداد )سره مستقیماً متناسب دی.

**د دالتون د قانون عملي ارزښت:** یو گاز هغه وخت د (1) محیط څخه (11) محیط ته داخلیږي چې په (1) محیط کې د هغه جزئي فشار زیات وي. دا چې په هوا کې د اکسیجن جزئي فشار $159gr/m^2$ او د انسان په سږو کې د هغه جزئي فشار $116gr/m^2$ دی نو ځکه آکسیجن د هوا څخه په خپله د انسان سږو ته ننوځي او بر عکس دا چې د کاربندای اکساید جزئي فشار په سږو کې د هوا څخه زیات دی نو دا گاز له سږو څخه په خپله هوا ته خارجیږي.

په الوتکه کې د پیلوټ کابین که د فشار د کنترول وسایل ونلري نو په لوړه ارتفاع کې د فشار د ټیټیدو له کبله په کابین کې د آکسیجن فشار هم راټیټیږي او پیلوټ ته په تنفس کې مشکلات پیښیږي.

د اوبو په تل کې د اوبو د فشار له کبله پر هوا فشار زیاتیږي په دغه شرایطو کې په هوا کې د آکسیجن جزئي فشار ډیر زیاتیږي نو ماښوگان د اوبو په تل کې د عادي هوا څخه د تنفس لپاره کار نه اخلي بلکه هغوئ د ځان سره د هوا داسې مخلوط گرځوي چې 69% ئې نایتروجن او 34% ئې آکسیجن وي.

د بعضي گازونو د استحصال په وخت کې دغه گازونه د اوبو په سر جمع کوي څرنگه چې د اوبو پر سر د اوبو خپل بخار هم وي پس د حاصل شوي گاز د فشار په محاسبه کې باید د اوبو د بخار فشار له هغې څخه کم کړي.

$$P_{gas} = P_{total} - P_{H_2O} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (50)$$

## 4 - 3 . د گازاتو کنتیکي - مالیکولي نظریه:

د دې نظرئي مهمې فرضئي دا دي:

الف - گازات د اتومو او مالیکولو څخه جوړ دي چې د دې ذراتو تر منځ فاصله ډیره زیاته ده.

ب - د گازاتو دمالیکولو تر منځ فاصله دومره زیاته ده چې د گاز د عمومي حجم په نسبت د هر مالیکول د شخصي حجم څخه صرف نظر کیدای شي.

ج - د گاز مالیکولونه دایم پر مستقیم خط حرکت کوي. او یواځې هغه وخت چې په خپل منځ کې یا د لوښي پر دیوال ولگیږي د حرکت لوری ئې بدلیږي. د لوښي د دیوال سره د گاز د مالیکولو د ټکر په نتیجه کې د گاز فشار منځ ته راځي.

د - د گازاتو د مالیکولونو ټکرونه کاملاً ایلاستیکي دي یعنې پدې ټکرونو کې د انرژۍ راکړه ورکړه نه وي.

ه - د گاز د مالیکولو د حرکت سرعت او متوسطه کنتیکي انرژي د حرارت د درجې (T) سره مستقیم تناسب لري.

و - د گاز پر مالیکولو د ځمکې د جاذبې قوه تاثیر نه کوي.

## 5 - 3 . د گراهام د دیفیوژن قانون:

د گراهام د قانون په اساس د حرارت په یوه معینه درجه کې د ټولو گازونو مالیکولونه یوه اندازه متوسط کنتیکي انرژي لري. که (1) او (2) مالیکولونه په پام کې ونیسو نو لیکو چې:

$$\frac{1}{2} m_1 u_1^2 = \frac{1}{2} m_2 u_2^2 \qquad (51)$$

دلته $m_1$ او $m_2$ د ماليکولو کتلې، $u_1$ او $u_2$ د (1) او (2) ماليکول متوسط سرعت ښئي. د پورتنۍ معادلې نه ليکو چې:

$$\frac{u_1}{u_2} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} \qquad (52)$$

دا چې د ګاز د ماليکول د ديفيوژن سرعت $(\vec{V})$ د هغه ماليکول د حرکت د متوسط سرعت سره مستقيماً متناسب دی نو پس ليکلای شو چې:

$$\frac{\vec{V}_1}{\vec{V}_2} = \frac{u_1}{u_2} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$$

دا چې د ګاز د ماليکول کتله د هغه ګاز د ماليکولي کتلې سره عدداً مساوي وي نو ليکو چې:

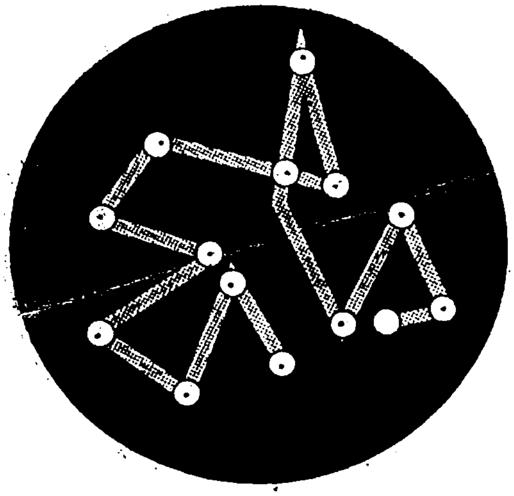
$$\frac{\vec{V}_1}{\vec{V}_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

دا چې د ګاز کثافت د هغه ګاز د ماليکولي کتلې سره مستقيم تناسب لري نو ليکلای شو:

$$\frac{\vec{V}_1}{\vec{V}_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}}$$

## 6 - 3 . د براون حرکت:

د يوه جامد جسم ذره د ګاز په محيط کې ولاړه (معلق) په پام کې نيسو. که دا ذره لويه وي نو کوم تعداد ټکرونه چې د ګاز ماليکولونه ئې له يوې خوا د هغې سره کوي هغو مره ټکرونه ورسره د بلې خوا څخه هم کوي مګر که دا ذره کوچنۍ وي نو هغه تعداد ټکرونه چې د ګاز ماليکولونه ئې ورسره د يوې خوا کوي د فضائي مشکلاتو له کبله ممکن هغو مره ټکرونه ورسره د بلې خوا څخه ونشي له همدې کبله دغه ذره دايماً په غير منظم ډول يوې خوا او بلې خوا ته ګرځي، د معلقو ذراتو داسې نامنظم حرکت ته د براون حرکت وائي.



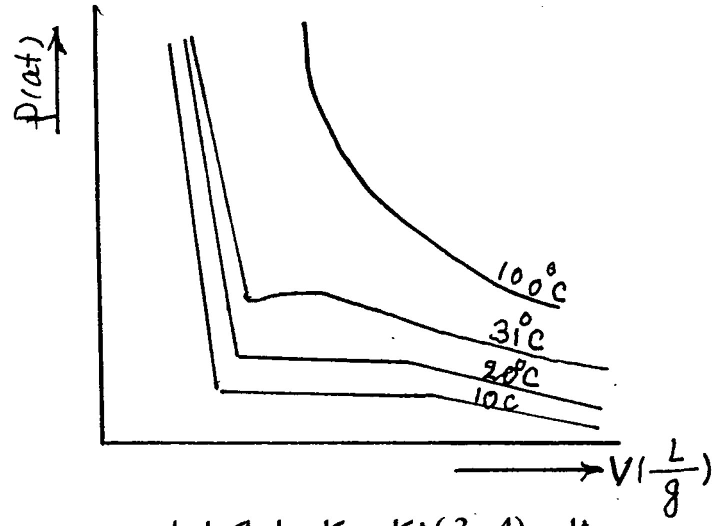
دریم (3 - 3 ) شکل: د براون حرکت

## 7 - 3 . خیالي او حقیقي گازات:

هغه گازات چې د هغوئ د عمومي حجم په مقایسه د گاز د هر مالیکول د شخصي حجم څخه او هم د مالیکولو په منځ کې جذب او دفع د قواؤ څخه صرف نظر کیدای شي د خیالي گازاتو په نامه یادیږي. ټول هغه گازات چې د ټیټ فشار لاندې د تودوخې لوړه درجه ولري د خیالي گازاتو له ډلې څخه حسابیدای شي. لکه چې مخکې مو ولوستل (39) افادې ته د خیالي گازاتو د حالت معادله واثې یعنې لرو چې:

$$PV = nRT$$

له پورتنۍ معادلې څخه ښکاري چې د ( P - V ) گراف یو منظم های پربول جوړوي. که د کاربندای اکساید د (P -V) ایزوترم ته وگورو دغه گاز د سانتیگراد د 100 درجو پورته یو خیالي گاز بلل کیدای شي ولې د سانتیگراد د 100 درجو ښکته د (P -V) گراف های پربول ته ورته ندی یعني د سانتیگراد د 100 درجو ښکته کاربندای اکساید یو خیالي گاز نشي حسابیدای.




خلورم (4 - 3 ) شکل : د کاربندای اکساید ایزوترم

بلکه یو حقیقي گاز دی. واندروالس د حقیقي گازاتو د حالت د تعین لپاره یوه داسې معادله پیشنهاد کړه چې په هغې کې د گازاتو د مالیکولو تر منځ د جذب او دفع قوه او هم د مالیکولو شخصي حجم په نظر کې نیول شوی دی.

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT \quad (53)$$

دلته د مالیکول تر منځ متقابل جذب قوه د $(a/V^2)$ په واسطه او د گاز د مالیکولو شخصي حجم او د هغوئ تر منځ د دفع قوه د $b$ د عدد په واسطه ښودل کیږي.

# مایعات:

لکه چې پاس مو ویل د گازاتو د مالیکولونو تر منځ د جذب قواوې ډیرې ضعیفه دي نو ځکه د گازاتو مالیکولونه یو د بل څخه ډیر لرې، لرې واقع دي او یو د بل د تاثیر پرته په خپل سر په هر لوري حرکت کوي. که گازات ساړه کړای شي او هم فشار وربانديې زیات شي د هغوئ د مالیکولو تر منځ فاصلې کمیږي بالاخره داسې یو حالت راځي چې د مالیکولو تر منځ فاصلې د فشار په واسطه نورې په آسانۍ نه کمیږي. پدې حالت کې گاز په مایع اوړي. په مایع کې څنگ په څنگ مالیکولونه یو د بل سره د مالیکولو تر منځ قواؤ په واسطه سست نښتلي وي، مگر هغه مالیکولونه چې څنگ په څنگ سره گاونډیان ندي لکه د گاز د مالیکولو په شان د یو بل څخه آزاد دي او په هر لوري حرکت کولای شي. نو همدا سبب دی چې یو لیتر گاز په نیم لیتره بالون او یا شل لیتره بالون کې ځایدای شي او د لوښي په شکل پورې هم دا موضوع مربوطه نده مگر یو لیتر مایع په نیم لیتره لوښي کې نه ځایږي او هم شل لیتره لوښي نشي ډکولای خو مایعات لکه د گازاتو په شان د هر لوښي شکل اخستلای شي. یعنې مایعات معین حجم لري مگر معین شکل نلري.

د مایعاتو فزیکي خواص لکه د غلیان نقطه، د بخار کیدو حرارت د بخار فشار، لزوجیت، سطحي کشش او نور د مایعاتو د مالیکولو په جوړښت او د مایعاتو د مالیکولو تر منځ قواؤ پورې اړه لري.

که دا واقعیت په پام کې ونیسو چې د یوې مایع د بخار فشار د اتومو سفیري فشار پر ضد پورته (↑) عمل کوي او کله چې د مایع د بخار فشار د اتوموسفیر یفشار سره مساوي شي دغه وخت مایع په غلیان پیل کوي.
غیر قطبي مواد چې د مالیکولو په منځ کې ئې د جذب قواوې ډیرې ضعیفه دي مالیکولونه ئې په لږه انرژۍ په آساني او ژر الوزي او د مایع دپاسه بخار جوړوي د قطبي موادو د مالیکولونو په منځ کې د داېپول - داېپول د جذب قواوې عمل کوي هر څومره چې د موادو د مالیکولو قطبیت زیات وي په هم هغه اندازه د هغوئ د مالیکولونو تر منځ د جذب قواوې شدیدې وي. د داسې مایعاتو مالیکولونه په سختۍ او د ډیرې انرژۍ په مصرف د ګاز (بخار) فاز ته ځي او د مایع د پاسه بخار جوړوي.
پس د تودوخې په عین درجه کې د غیر قطبي مایع د پاسه د بخار فشار د قطبي مایع په پرتله زیات وي نو ځکه د غیر قطبي مایع د غلیان نقطه د قطبي مایع په پرتله ټیټه وي. همدا ډول د غیر قطبي مایعاتو د بخار کیدو حرارت د قطبي مایعاتو په پرتله کم وي.

لمړی (1 - 3) جدول: د قطبي او غیر قطبي مایعاتو بعضي مشخصات

| هایدراید<br>Hydride | مولي کتله (مول ګرام)<br>molar Mass (g/mol) | داېپول مومنت<br>Dipole Moment (D) | د ذوب نقطه<br>m.p (°C) | د غلیان نقطه<br>b.p. (°C) | د ذوب حرارت د ذوب په نقطه کې<br>Heat of Fusion at m.p kJ/mole | د تبخیر حرارت د غلیان په نقطه کې<br>Heat of Vaporization at b.p. kJ/ mole |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Silane ($SiH_4$) (non polar) | 32.09 | 0 | - 185 | -111 | 0.665 | 13 |
| Phos-phine $PH_3$ (Polar) | 34.00 | 0.55 | -134 | -87.8 | 1.13 | 14.6 |
| Hydrogen Chloride (HCl) (Polar) | 36.46 | 1.04 | -114 | - 84.9 | 1.99 | 16.1 |
| Hydrogen Sulphide ($H_2S$) (Polar) | 34.08 | 1.10 | - 85.86 | - 60.8 | 2.38 | 18.7 |
| Water (H O) (Polar) | 18.02 | 1.85 | 0.00 | 100 | 6.02 | 40.7 |

هایدروجني اړیکه د واندروالس د نورو قواؤ په پرتله ډیره قوي ده. په هغه موادو کې چې د هایدروجني اړیکي ډیرې وي (لکه اوبه) د دغسې موادو د بخار کیدو حرارت او د غلیان نقطه لوړه وي.
مثلاً اوبه او ایتان په پام کې نیسو. د اوبو مالیکولي کتله 18 او د ایتان مالیکولي کتله 30 ده که یواځې د مالیکولي کتلو له مخې قضاوت وکړو نو د تودوخې په عیني درجه کې به اوبه چې مالیکولونه ئې سپک دي بخار او ایتان چې مالیکولونه ئې درانده دي مایع وي. ولې برعکس د کوټې په حرارت کې اوبه مایع او ایتان گاز دی. د دې دلیل دا دی چې د اوبو د مالیکولونو ترمنځ ډیرې زیاتې د هایدروجني اړیکي دي او د ایتان د مالیکولو تر منځ یواځې دسپرشني ضعیفه قواوې عمل کوي.
د (1 - 3) جدول څخه ښکاري چې لمړی څلور هایدرایدونه مشابه مالیکولي کتلې لري. $SiH_4$ یو غیر قطبي مرکب $(\mu = 0)$ دی. د هغه د ذوب نقطه، د غلیان نقطه، د ذوب حرارت او د تبخیر حرارت تر ټولو ټیټ دی. هایدروجن سلفاید چې یو قطبي مرکب دی او د دیپول مومنت یې د $PH_3$ څخه دوه کرته زیات دی. د هغه د ذوب نقطه، د غلیان نقطه، د ذوب حرارت او د تبخیر حرارت د درې لمړیو مرکباتو څخه لوړ دی او د اوبو په مالیکول کې چې د مالیکولو تر منځ قواوې تر ټولو شدیدې (هایدروجني اړیکي) دي سره د دې چې مالیکولي کتله ئې د دغه ټولو موادو څخه لږه ده مگر د ذوب نقطه، د غلیان نقطه، د ذوب حرارت او د غلیان حرارت ئې تر پورتنیو موادو لوړ دی.

## 3 - 8. تبخیر او غلیان:

لکه چې پاس وویل شول د مایع مالیکولونه د مالیکولو تر منځ قواؤ په واسطه سره نښتلي وي. کله چې مایع ته حرارت ورکول کیږي نو د مایع د مالیکولو کنتکي انرژي زیاتیږي د مایع ټول مالیکولونه یوه اندازه کنتکي انرژي نلري. کله چې د مایع بعضې مالیکولونه دومره کنکي انرژي پیدا کړي تر څو د مایع پر مخ د نورو مالیکولو سره خپل اړیکي وشلوي او هوا ته والوزي دې پیښې ته د مایع تبخیر ویل کیږي. د مایع تبخیر د تودوخې په هره درجه کې صورت مومي. کله چې مایع ته حرارت ورکول کیږي نو د دې حرارت یوه برخه د یو کم شمیر مالیکول د تبخیر لپاره مصرفیږي او نور ډیر مقدار ئې د مالیکولو د کنتکي انرژي د زیاتیدو یعني د تودوخې د درجې د لوړیدو لپاره مصرفیږي. پدې ترتیب د تودوخې درجه د یوې معینې نقطې پورې (دا نقطه د هرې خالصې مادې لپاره ثابته او معینه ده) لوړیږي. کله چې د تودوخې درجه ږ داسې یوې معینې نقطې ته ورسیږي د مایع تقریباً ټول مالیکولونه دومره کنتکي انرژي لري چې د مایع د مخ د مالیکولو څخه د خپل ارتباط د شکولو او هوا ته دالوتلو دپاره کافي وي دلته د مایع د مخ مالیکولونه په ډیره بیړه خو په منظم ډول سره د مایع د مخ څخه هوا ته الوزي او جذب کړي تودوخه هم د ځان سره هوا ته وړي چې په نتیجه کې پاتې مایع سړیږي دلته هر څومره زیات حرارت چې مایع ته ورکول کیږي هغو مره زیات مالیکولونه دمایع د مخ څخه الوزي او دغه مالیکولونه کټ مټ هغومره حرارت د ځان سره هوا ته وړي څومره چې مایع ته د منقل څخه ورکول کیږي پدې ترتیب د مایع د تودوخې درجه تر هغه وخته ثابته پاتې کیږي ترڅو چې ټوله مایع تبخیر شي. د تودوخې دغه ثابته درجه چې په هغه کې د خالصې مادې مالیکولونه په ډیره بیړه او منظم ډول تبخیر کیږي دغلیان د نقطې په نامه یادیږي. او هغه مقدار تودوخه چې د یو مول خالصې کیمیاوي مادې د بخار کیدو لپاره (T= Const) مصرفیږي د تبخیر د تودوخې په نامه یادیږي. باید زیاته کړو کله چې د یوې خالصې مادې یو مول بخار بیرته په مایع بدلیږي نو هم دومره تودوخه د حرارت په همدغه ثابته درجه کې آزادوي. یعني د خالصې کیمیاوي مادې د غلیان نقطه او د تمیع نقطه یو شی او همدارنگه د

دغي خالصي مادي د تبخير حرارت او د تميع حرارت عدداً ( د علامي په اختلاف) سره مساوي دي.
په همدي ډول د خالصي کيمياوي مادي د ذوب او انجماد نقطه سره يو شی او د ذوب کيدو او جامد کيدو حرارتونه سره عدداً مساوي ( د علامي په اختلاف) دي.
په (2 - 3) جدول کي د بعضي موادو د غليان نقطي او د تبخير يدو حرارتونه ښودل شويدي.
بايد وويل شي چي خارجي فشار د غليان په نقطه قاطع تاثير لري. د خارجي فشار په زياتولو د مايع د غليان نقطه لوړيږي او برعکس که پر مايع باندي خارجي فشار کم کړای شي نو هغه وخت مايع د تودوخي په ټيټه درجه کي غليان کوي.
د هسکو غرو په څوکو کي چي خارجي فشار ډير کم دی هلته اوبه ډير ژر جوشيږي او د اوبو بخار مرتباً يو څه حرارت هوا ته د ځان سره وړي. پداسي منطقو کي خواړه ژر نه پخيږي مگر د بحر ( درياب) په غاړه چي د اتوموسفير فشار ډير دی دلته اوبه ژر نه جوشيږي. دبخار ديگ څخه بخار نه وځي نو ځکه د بخار ديگ ته چي هر څومره حرارت ورکول کيږي هغه ټول په خوړو کي جذبيږي نو لدي کبله د بخار په ديگ کي خواړه ژر پخيږي.

دويم (2 - 3 ) جدول: د بعضي موادو د غليان نقطي او د تبخير حرارتونه

| مواد | د تبخير کيدو حرارت په کيلو ژول في مول | د غليان نقطه په سانتيگراد |
|---|---|---|
| $CH_4$ | 9,2 | - 161 |
| $C_2H_6$ | 14 | - 89 |
| $F_2$ | 6,52 | - 188 |
| $Cl_2$ | 20,4 | - 34,6 |
| $Br_2$ | 30,7 | 59 |
| Hf | 30,2 | 17 |
| HCl | 15,1 | - 84 |
| HBr | 16,3 | - 70 |
| $H_2O$ | 40,7 | 100 |

## 9 - 3 . د مايع سطحي کشش:

د مايع ماليکولونه په خپل منځ کي يو بل سره جذبوي د يو ډول ماليکولو تر منځ د جذب قوي ته د کوهيسف قوه وايي. د همجنسه ماليکولو تر منځ د هايدروجن اړيکه او د واندروالس نوري قوي د کوهيسف قواوي دي. کله چي دمايع يو ماليکول د مايع په منځ کي وي نو هغه د هري خوا څخه د مايع د نورو ماليکولو سره د متقابل جذب عمل ښئي. خو کله د دغه مايع يو ماليکول د مايع پر مخ واقع وي نو دا ماليکول پاس خوا ته د مايع د کوم ماليکول سره د متقابل جذب عمل نه ښئي بلکه يواځي لاندي خواته د مايع د ماليکولو له خوا جذب کيږي چي لدي څخه د مايع سطحي کشش راپيدا کيږي. سطحي کشش د دي باعث گرځي چي د مايع پر سطحه ماليکولونه په خپل منځ کي سره نژدي او هم حجمي ماليکولو ته نژدي شي چي په نتيجه کي د مايع سطحه کمه کړي. دمايع د سطحي د

پراخولو لپاره باید انرژي مصرف شي چې دغه انرژی ته دمايع سطحي کشش وائي.

**تعريف:** هغه مقدار انرژي چې دمایع سطحه د یوه واحد په اندازه زياتوي د مايع د سطحي کشش په نامه يادېږ او په $Nm^{-1}$ یا $Jm^{-2}$ سره اندازه کيږي.

د اوبو سطحي کشش ډير لوړ دی دا ځکه چې د اوبو د ماليکولو تر منځ هايدروجني اړيکه وجود لري. د همدې سطحي کشش له کبله د باران څاڅکي گرد دي ځکه د کروي حجم خارجي سطحه ډيره کوچنۍ وي. د اوبو سطحه لکه د کش شوي ربړ په شان ده. که د ږيرې د ماشين پاڼه په احتياط سره پلنه د اوبو په سر کښيږدو تر ډيره وخته پورې هغه په اوبو کې نه ډوبيږي. چې دليل ئې همدغه د اوبو لوړ سطحي کشش دی.

**د سطحي کشش اندازه کول:** دمايعاتو سطحي کشش په څو طريقو اندازه کيږي چې بعضې ئې دا دي:

( I ) د تورژيون طريقه

( II ) د تنگ نل طريقه

( III ) د څاڅکو یا ستلاخمو متر طريقه

( III ) طريقه ډير استعمال لري. ستلاخمو متر د يو شيشه ئي بالون څخه عبارت دی چې د دغه بالون دوه طرفه نلونه دي يو نل ډير تنگ او بل نل خو له يو څه ارته ده. (5 - 3 ) شکل

ستلاخمو متر لمړی پاک او وچوی بيا ئې د کشش په واسطه د X تر نښې پورې د مقطرو اوبو څخه ډکوی او د هغې وروسته ئې پريږدي چې د اوبه څاڅکي په يو گيلاس کې وڅاڅي د اوبو د څاڅکو شمير nw معلوموی. دغه بالون بيا وچوی او د کشش په ذريعه ئې د X تر نښې پورې د امتحاني مايع څخه ډکوی او د پخوا په څير بيا د څاڅکو شمير (nl) معلوموی. د اوبو او د مايع کثافتونه dl, dw د تجربې د تودوخې د درجې له مخې د کتاب څخه اخستل کيږي او د لاندې فورمول په اساس د امتحاني مايع سطحي کشش حسابوی.

$$\gamma = \frac{nw.dl}{nl.dw} \times \gamma w \qquad (54)$$

په پورتنۍ رابطه کې $\gamma$ د امتحاني مايع سطحي کشش او $\gamma w$ د اوبو سطحي کشش دی چې د هغې قيمت هم د تودوخې په هره درجه کې په کتاب کې ورکړل کيږي. د مايعاتو سطحي کشش د تودوخې د درجې په لوړيدو سره کميږي ځکه چې د تودوخې د درجې په لوړيدو سره د کوهيسف قواوې کمزورې کيږي.

## 3 - 10 . کوهيژن او ادهيژن:

د يوې مايع د ماليکولو تر منځ متقابل جذب ته کوهيژن وائي. هغه قوه چې د يوې مايع د ماليکولو تر منځ د متقابل جذب سبب گرځي د کوهيسف د قوې په نامه ياديږي.

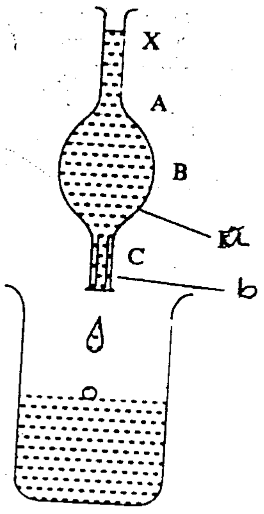
د يوې مايع د ماليکولو او د يو بل جسم د سطحې تر منځ متقال جذب ته ادهيژن او هغه قوه چې د اد هيژن باعث گرځي د ادهيسيف د قوې په نامه ياديږي.

په سلندر کې د مايع سطحه کيدای شي محدب او يا مقعر شکل ولري. که د يوې مايع د کوهيسيف قوه د هغه مايع

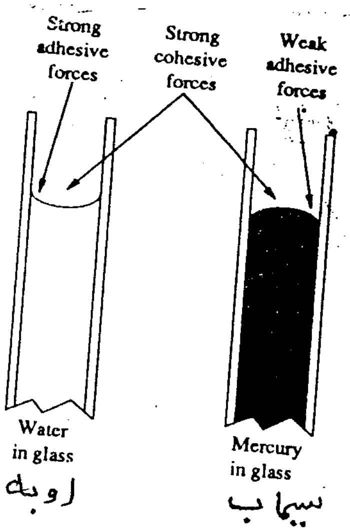
او د سلندر د دیوال تر منځ د ادهیسیف قوي ځخه زیاته وي پدې صورت کې په سلندر کې د مایع سطحه محدبه وي. لکه سیماب په سلندر کې. او کډد یوې مایع د مالیکولو او د سلندر د دیوال تر منځ د ادهیسیف قوه د هغه مایع د مالیکولو ترمنځ د کوهیسیف قوې ځخه زیاته وي (لکه اوبه په سلندر کې) پدې حالت کې په سلندر کې د مایع سطحه مقعر شکل لري.

په همدې اساس په سلندر کې د اوبو حجم د تقعر د اصغري نقطې او د سیمابو حجم د تحدب د اعظمي نقطې نه حسابیږي. که عین مقدار مایع په څو نلونو کې واچول شي نو وبه لیدل شي چې تر ټولو تنګ نل کې مایع تر ټولو لوړه ارتفاع لري.

دې عمل ته د نل د تنګوالي تاثیر وائي.




پنځم (5 - 3) شکل:
ستلاخمومتر : a– بالون ، b تنګ نل

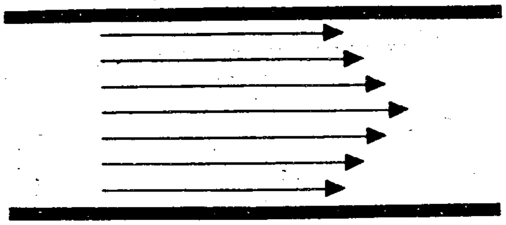



شپږم (6 - 3) شکل:
په نل کې د سیمابو (a) او اوبو (b) د سطحو شکلونه

## 11 - 3 . لزوجیت یا سرېښناکي:

د مایع مالیکولونه یو د بل د پاسه ښویږي چې دې پېښې ته د مایع سیلان یا جریان وائي. او د مایع اصطحکاک د خپل جریان پر ضد د لزوجیت په نامه یادیږي.

یا په بل عبارت کله چې د مایع د مالیکولو طبقات یو پر بل ښویږي نو دلته یوه طبقه د بلې طبقې د ښویدو په لار کې خنډ ګرځي چې د دې داخلي اصطحکاک له کبله د مایع جریان ورو کیږي شکل (7 - 3).



اوم (7 - 3) شکل: په نل کې د مایع د طبقو د جریان څرنګوالی

که دمایع جریان په یو نل کې په پام کې ونیسو د مایع د مالیکولو هغه طبقات چې د نل د دیوال سره مستقیم تماس لري سیلان نکوي. د دې طبقې تر څنګ د نل د مرکز په لور بله طبقه لږ ورو جریان لري او بالاخره د نل په منځ (مرکز) کې طبقه تر ټولو طبقو تیز جریان کوي.

د مختلفو مایعاتو لزوجیت سره فرق لري مثلاً شات او ګلیسرین داوبو او ایتایل الکولو څخه ډیر زیات لزیج دي. د مایعاتو لزوجیت په لاندې عواملو پورې اړه لري:

( I ). **د مالیکول لوی والی:** هر څومره چې مالیکولونه لوی او درانده وي هغوئ یو پر بل په مشکل سره ښویږي. نو لدې کبله د موادو د مالیکولو لوی والي د لزوجیت د زیاتوالي سب ګرځي.

( II ). **هایدروجني اړیکه او نورې د واندروالس قواوې:** دا قواوې د مالیکولو د یو بل سره د نښتلو د مایعاتو د جریان د وروکیدلواو په نتیجه کې د مایع د لزوجیت د زیاتیدو سبب ګرځي.

( III ). هر څومره چې د موادو د مالیکولو شکل ګډوډ او غیر منظم وي هغومره هغوئ یو د بل د پاسه په سختۍ ښویږي نو ځکه هغه مواد چې د مالیکولو فضائي جوړښت ئې څانګې وانګې او ګډوډ وي د هغوئ لزوجت هم زیات وي. بر عکس هغه مواد چې مالیکولونه ئې منظم فضائي جوړښت (لکه کره، هرم ...) لري د هغوئ لزوجیت کم دی.

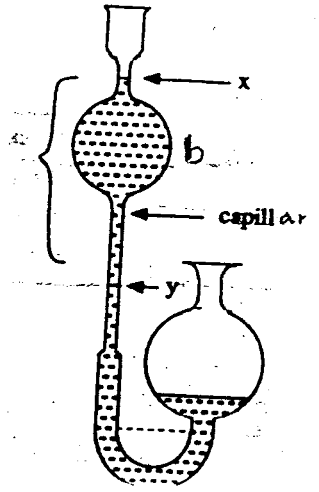
( IV ). **کثافت :** هر څومره چې د موادو کثافت لوړ وي هغومره د هغوئ لزوجیت هم زیات وي.

( V )**د تودوخې درجه :** داچې د تودوخې د درجې په لوړیدو سره د مالیکولو تر منځ جذب ضعیفه کیږي نو پدې اساس د تودوخې د درجې په لوړیدو سره د مایعاتو لزوجیت کمیږي.

## دلزوجیت اندازه کول:

د لزوجیت مطلق قیمت اندازه کول مشکل کار دی. د دې پر ځای معمولاً د اوبو په نسبت د مایعاتو د لزوجیت

نسبي قيمت معلوموي. د دې کار لپاره د اوستوالدوسکو متر څخه کار اخلي. شکل (8 - 3)




اتم (8 - 3) شکل: وسکومتر

وسکو متر د امتحاني مايع څخه ډکيږي او د X او Y نقاط پر نل نښاني کوي. پس له هغې انتظار باسي چې د مايع سطحه د X د نقطې څخه تر Y نقطې پورې په څومره وخت کې راښکته کيږي دغه وخت ياد داشت کيږي. بيا وسکو متر په مقطرو اوبو پاک پريمينځل کيږي او د X تر نښاني پورې د مقطرو اوبو څخه ډکيږي او په عين ترتيب د X څخه د Y تر نښاني پورې د اوبو د راښکته کيدو وخت معلوموي. د مايع د لزوجيت نسبي قيمت د لاندې رابطې څخه حسابيږي:

$$\frac{\eta l}{\eta w} = \frac{dl.tl}{dw.tw} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (55)$$

دلته $\eta l$, $dl$, $tl$ په ترتيب سره د امتحاني مايع لزوجيت، کثافت او د X د نقطې څخه د Y تر نقطې پورې د مايع د جريان وخت همدا ډول $\eta w$, $dw$, $tw$ د اوبو لزوجيت، کثافت او د X د نقطې نه د Y تر نقطې پورې د اوبو د سطحې د راټيټيدلو وخت ښئي.

د اوبو لزوجيت د تودوخې په 25°C کې يو سانتي پوايز قبول شوی دی.

$$1Poise = 10^{-1}\ kg\ m^{-1} s^{-1}$$

## جامدات:

مخکي وویل شول چې د ګازاتو مالیکولونه په فضا کې په نا منظم ډول او یو د بل نه په مستقله توګه په هر طرف حرکت کوي. ولې په مایعاتو کې څنګ په څنګ ګاونډي مالیکولونه یو د بل سره څه نا څه نښتي، یو د بل څخه لري مالیکولونه یو د بل نه په ستقل ډول حرکت کوي. د جامداتو د جوړښت واحدونه (اتومونه، مالیکولونه او ایونونه) که یو د بل څخه لري دي او که نژدې، په آزاده توګه په هر طرف یو د بل څخه نشي لري کیدای بلکه دغه د جوړښت واحدونه د کرستلي حالې په غوټو کې یواځې د متعادل حالت د موقعیت په شاوخوا اهتزازي حرکت کولای شي، نو پدې لحاظ جامدات معین حجم لري او کرستلي حامدات معین هندسي شکل هم لري.
جامدات په دوه ډوله یعنې دامورف او د کرستل په شکل پیدا کیږي.

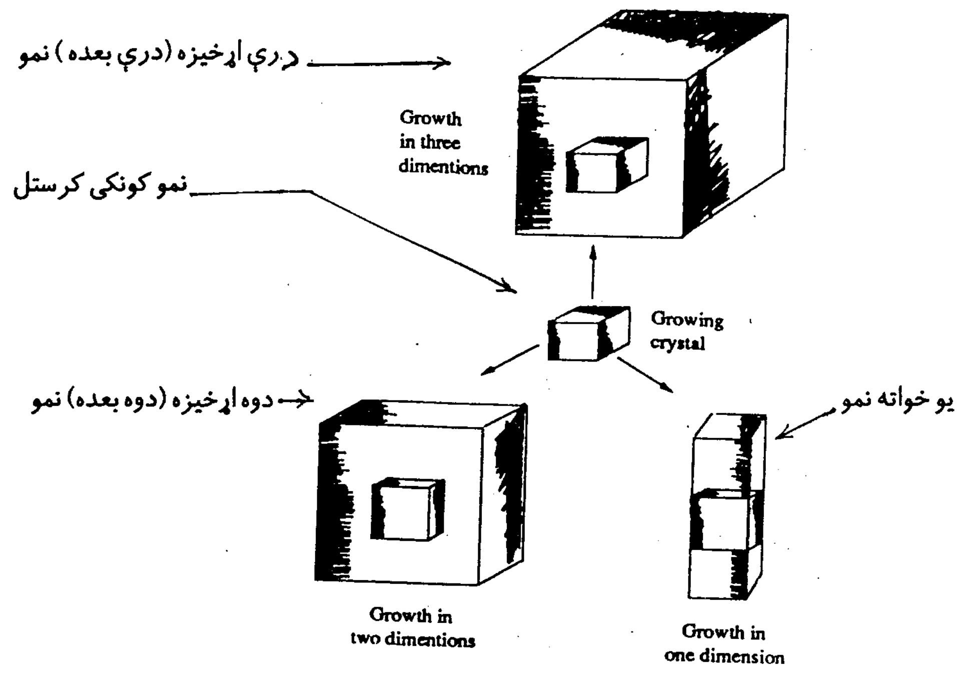
## 12 - 3 . کرستلونه:

هغه جامد اجسام چې د جوړښت واحدونه (مالیکولونه، اتومونه او ایونونه) ئې په منظم تکرار په فضا (کرستلي جالی) کې موقعیت ولري د کرستل په نامه یادیږي لکه د مالګې کرستل د بورې کرستل او داسې نور.

## د کرستلو مشخصه ئي خواص:

( I ). کرستلو نه معین حجم او معین هندسي شکل لري. ولې ګازات نه معین حجم او نه معین شکل لري او مایعات که معین حجم لري بیا معین شکل نلري.
( II ). که ګازات او مایعات ایزوتروپک دي یعنې د هغوئ ټول خواص په جهت پورې اړه نلري مګر کرستلونه آن ایزوتروپک دي یعنې دا چې د کرستلو د داخلي نظم له امله د هغوئ بعضي فزیکي خواص په جهت پورې اړه لري. مثلاً د کرستلو برقي خواص او هم د هغوئ د انکسار ضریب ممکن له یوه اړخ څخه کم او د بل اړخ څخه زیات وي.
( III ). سختي او ایلاستیکیت : کرستلونه په معینه اندازه سختي او ایلاستکیت لري. د کرستل شکل د خارجي قوې تر تاثیر لاندې تغیر کوي او کله چې قوه ترې لرې شي نو هغه بیرته لمړنی شکل اخلي.
( IV ). کرستل ثابته د ذوب نقطه لري.

**الف - د کرستل نمو:** د خالصې مایع او هم د مشبوع محلول د ورو ورو سړیدو په نتیجه کې کرستلونه جوړیږي. د کرستل ظاهري شکل پدې پورې اړه لري چې هغه څنګه او د کومو شرایطو لاندې جوړ شوی دی. مثلاً هغه ماده چې عادتاً مکعبي کرستلونه جوړوي د مختلفو شرایطو لاندې د ستنې په شان، د آوار قاب په شان او د مکعبي جسم په شان کرستلونه ئي جوړیږي. شکل (9)




نهم (9 - 3) شکل: د مکعبي کرستلي سیستم درې ډوله نمو.

**ب -ایزو مورفیزم او پولي مورفیزم:** دوه کیمیاوي مواد چې کرستلي جوړښت يې يو شان وي د ایزومورفو په نامه یادیږي.

د ایزومورف موادو فزیکي او کیمیاوي خواص سره توپیر لري.

| ایزومورف | اتومي نسبت | کرستلي جوړښت |
|---|---|---|
| Mgo , Naf | 1:1 | مکعب |
| $K_2SeO_4$ , $K_2SO_4$ | 2:1:4 | ارتورومبک |
| Ca $CO_3$ , Na $NO_3$ | 1:1:3 | رومبو هدرال |

د عيني مادې مختلف کرستلي ډولو جوړيدل د پولي مورفیزم په نامه یادیږي. که د عین مادې مایع په مختلفو طریقو او د مختلفو شرایطو لاندې سره شي نو د هغه مادې مختلف کرستلي ډولونه جوړیږي لکه:

کاربن (گرافیت ،الماس)

سلفر (رومبک ، مونو کلینیک)

سلکان (کوارتز، فلادسفار)

د کیمیاوي عناصرو پولي مورفونه د الو تروپي شکلونو په نامه هم یادیږي. د تودوخې هغه درجه چې په هغه کې د يوې کیمیاوي مادې يو کرستلي شکل په بل کرستلي شکل اوړي د اوښتون د درجې په نامه یادیږي. مثلاً :

$$S_8 \xrightarrow{95,5°C} S_8$$

(رومبک) (مونو کلینک)

$$Sn \xrightarrow{18°C} Sn$$

خړ سپين

(ارتو رومبک) (تترا گونال)

$$KNO_3 \overset{128,5°C}{-\!-\!-\!-} KNO_3$$

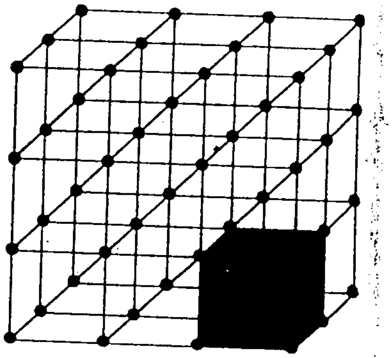
رومبو هدرال (آرتو رومبک)

## 12-1 - 3. د کرستل لمړنۍ (واحدي) حجره، کرستلي جالۍ:

د کرستل د حجم هغه کوچنی واحد چې د کرستل د جوړښت ټول مشخصات پکې وي د کرستل د واحدې حجرې په نوم یادیږي.

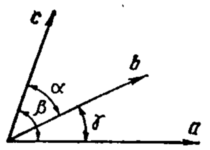
د لمړنۍ حجرې پر بنسټ هم هغسې نورې حجرې جوړیږي او له هغې څخه لوی کرستل لاس ته راځي.

د کرستل په حجم کې د ذراتو (اتومو، مالیکولو یا ایونو) د موقیعتونو نظم د کرسلي جالۍ په نامه یادیږي. په کرستلي جالۍ کې د ذراتو ځایونه د کرستلي جالۍ د غوټو په نامه یادیږي او د کوچنیو دایرو په شکل ښودل کیږي. په لاندې شکل (10 - 3) کې یوه ساده مکعبي کرستلي جالۍ او مکعبي واحدي حجره ښودل شوې ده.

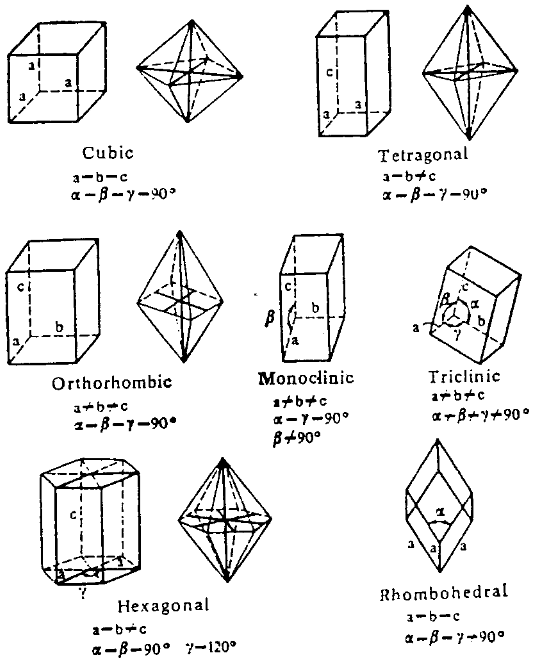


لسم (10 - 3) شکل: ساده مکعبي کرستلي جالۍ

د کرستلو د جوړښت د تشریح لپاره د کرستالو گرافي درې محوري سیستم څخه استفاده کوي. د وضعیه عادي کمیاتو د سیستم څخه د دې سیستم فرق پدې کې دی چې دا محورونه محدود قطعه خطونه دي او د هغوئ تر منځ زاوئې کیدای شي قایمې او یا مایلې وي. چې پدې حساب اوه ډوله کرستلي سیستمونه یا د کرستل اوه ډوله واحدې حجرې پیژندل شوي دي چې په لاندې شکلونو کې ښودل کیږي.




یولسم (11 - 3) شکل: د کرستالو گرافیکي سیستم محورونه
a, b, c د محورو اوږدوالی
α , β, γ د محورو تر منځ زاوئې




دولسم (12 - 3) شکل: د کرستالو اساسي سیستمونه

## 2 - 12 - 3 . د کرستلي جالی ډولونه:

دا چې د کرستلي جالی په غوټو کې کوم ډول ذرات (اتومونه، مالیکولونه، ایونونه ) ځای لري د کرستلي جالیو څلور گروپه پیژاندل شویدي.

الف - **فلزي کرستلونه:** د دې کرستلونو د کرستلي جالیو په غوټو کې د فلزاتو اتومونه ځای شویدي دا اتومونه د فلزي رابطې په واسطه سره تړل شویدي. د فلزاتو ولانسي الکترونونه د اتومو تر منځ خالیگاوو کې د الکتروني گاز په شکل په آزادانه ډول حرکت کوي. په همدې لحاظ فلزي کرستلونه برق او تودوخه ښه تیروي او جلا هم لري.

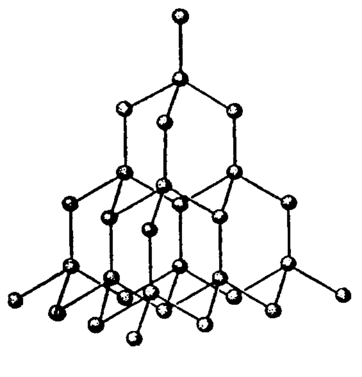
ب- **ایوني کرستلونه :** د دې ډول کرستلونو د کرستلي جالیو په غوټو کې په منظم تناوب سره مثبت او منفي ایونونه ځای لري او ایونونه د ایوني اړیکي په واسطه سره نښتلي دي. د دې ډول موادو د ذوبان نقطه لوړه وي دا مواد د ذوب او د محلول په حالت کې برق ښه تیروي. ولې په جامد حالت کې برق نه تیروي.

ج - **کوولانسي کرستلونه:** د دې کرستلو نو د کرستلي جالیو په غوټو کې هم اتومونه ځای لري مگر دلته اتومونه د کوولانسي اړیکي په واسطه سره ارتباط لري. دا چې کوولانسي اړیکه ډیره مضبوطه ده نو هغه مواد چې کوولانسي کرستلونه لري ډیر سخت دي لکه الماس، سلیکان، جرمانیم او نور.

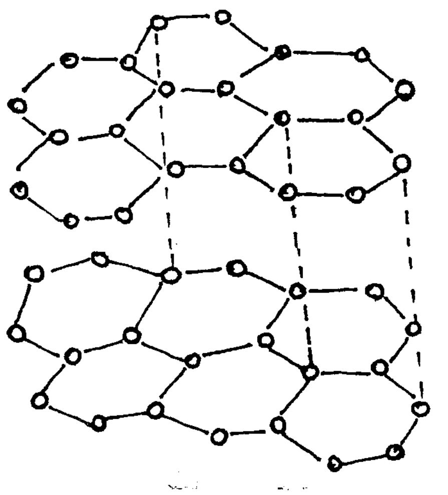
د - **مالیکولي کرستلونه:** دلته د کرستلي جالیو په غوټو کې مالیکولونه لکه $H_2O$, $I_2$, $O_2$, $N_2$, $NH_3$ او نور ځای لري مالیکولونه دلته د واندروالس د قواؤ په ذریعه سره نښتي وي. دا کرستلونه نرم وي او د ذوبان نقطه ئې ټیټه وي. دا مواد برق او تودوخه نه تیروي.

سوال : الماس او گرافیت دواړه د کاربن د اتومو څخه جوړ دي. مگر الماس ډیر سخت دی او برق نه تیروي، گرافیت نرم دی برق ښه تیروي د دې خبرې دلیل څه دی.

جواب : د الماس او گرافیت کرستلي جوړښتونه فرق لري. په (13 - 3) او (14 - 3) شکلونو کې د الماس او گرافیت کرستلي جالی ښودل شوې دي.



(13 - 3) شکل: د الماس کرستلي جالی



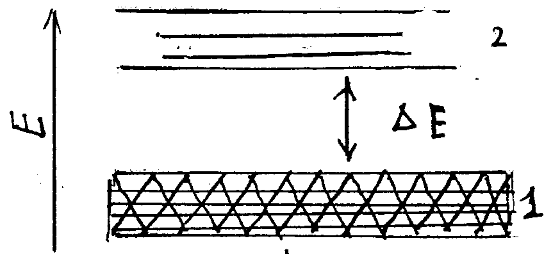
(14 - 3) شکل : د گرافیت کرستلي جالی

د کاربن اتوم څلور $SP^3$ هایبرد اربیتالونه جوړوي. د الماس په کرستلي جالۍ کې د کاربن هر اتوم د څلورو کوولانسي اړیکو په واسطه د کاربن د نورو څلورو اتومونو سره چې د تترا هدرون په څوکو کې ځای لري تړلي وي. په دې ترتیب د الماس په کاڼي کې د کاربن ټول اتومونه د مضبوطو کوولانسي اړیکو په واسطه یو د بل سره تړلي دي چې د دغسي کرستلي جوړښت له کبله الماس تر ټولو سخت کاڼی دی. د ګرافیت کرستل طبقه ئي جوړښت لري چې په هره طبقه کې د کاربن هر اتوم د دریو کوولانسي اړیکو په واسطه د کاربن د دریو نورو اتومو سره تړلی وي او د $SP^3$ څلورم اربیتال آزاد پاتې کیږي. د ګرافیت د کرستل طبقات د واندروالس ضعیفه قواؤ په واسطه یو د بل سره نښتي وي له همدې کبله ګرافیت نرم وي.

د الماس او ګرافیت برقي هدایت د کرستلي ساحو د تیورۍ په چوکات کې پوهیدلای شو.

# د کرستلي ساحو تیوري:

د کرستلي موادو د برق تیرولو قابلیت د کرستلي ساحي د تیورۍ په اساس داسي تشریح کیږي چې ګویا همغسي چې په مالیکولونو کې د اتومي اربیتالو څخه مالیکولي اربیتالونه جوړیږي په کرستلونو کې د اتومي اربیتالو څخه کرستلي ساحې یا د کرستلي ساحې اربیتالونه منځ ته راځي. د مالیکولي اربیتال په څیر د کرستلي ساحې اربیتال د کرستل د ټولو اتومو تر منځ فضا کې (د کرستل د ټولو اتومو په شا وخوا کې) خپور (پخش) وي. کوم قواعد چې په اتومي او مالیکولي اربیتالو کې د الکترونو د ویش په هکله دي هغه د کرستلي ساحې په اربیتالو کې هم مراعات کیږي چې د هغو له جملې د پاولي د پرنسیپ له مخې په هر اربیتال کې اعظمي دوه الکترونه ځای نیولای شي. چې په دې حساب که یو کرستل د N اتومو څخه جوړ وي او د دې N اتومو d, p, s او f اربیتالونه متقابلاً یو بل کې تداخل وکړي او د کرستلي ساحې اربیتالونه جوړ کړي نو په دې اربیتالو کې د الکترونو ممکنه اعظمي شمیر 2N (د s په ساحه کې) 6N (د p په ساحه کې)، 10N (د d په ساحه کې) او 14N (د f په ساحه کې) کیدای شي. کرستلي ساحې د انرژیکي دیاګرام په توګه په (15 - 3) شکل کې ښودل شوي



(15 - 3) شکل: کرستلي ساحې په انرژیکي دیاګرام کې

1 - ولانسي ساحه

ΔE - ممنوعه ساحه

2 - آزاده یا د هدایت ساحه

ټول هغه الکترونونه چې کیمیاوي اړیکي جوړوي په ولانسي ساحه کې ځای نیسي. کوم الکترونونه چې په برقي هدایت کې برخه اخلي په آزاده یا د هدایت په ساحه کې وي. کله چې کرستل په برقي ساحه کې کیښودل شي نو د هدایت د ساحې الکترونونه د برقي ساحې په لور حرکت کوي او په دې توګه د کرستل څخه برق تیریږي. په

حقیقت کې د کرستل ولانسي ساحه د هغه کرستل د اتومو د ولانسي اربتالو څخه جوړه وي او په هغې کې ولانسي الکترونونه ځای لري. که چیرې ولانسي ساحه په الکترونو تکمیله او ډکه وي یعنې په اتومي ولانسي اربتالونو کې دوه دوه الکترونونه وي نو دلته د دغه الکتروني جوړو یو دبل څخه جلا کول او د هدایت ساحې ته ئې پورته کول ډیره انرژي غواړي یعنې په دغسې کرستلو کې د ولانسي ساحې او د هدایت د ساحې تر منځ ممنوعه ساحه وجود لري.
که د ممنوعه ساحې انرژي له 3 ev څخه زیات ($\Delta E \geq 3ev$) وي نو دغسې کرستل د برق عایق دی. مثلاً د الماس په کرستل کې د کاربن د اتوم څلور $SP^3$ ولانسي اربتالونه په اته ولانسي الکترونو ډک دي نو دلته د ممنوعه ساحې انرژي زیاته ($\Delta E = 5,7\ ev$)ده نو ځکه الماس په عادي شرایطو کې کاملاً عایق دی. په ایوني کرستلو کې $\Delta E \simeq 6ev$ وي نو ځکه ایوني کرستلونه هم عایق دي.
که د ممنوعه ساحې انرژي $\Delta E = 1 - 3\ ev$ وي نو دغسې کرستلونه نیمه هادي بلل کیږي. که د نیمه هادي موادو د تودوخې درجه لوړه شي نو ډیر الکترونونه د ولانسي ساحې څخه د هدایت ساحې ته پورته کیږي او په دې ترتیب د تودوخې د درجې په لوړیدو سره د نیمه هادي موادو برقي هدایت زیاتیږي. که په ولانسي ساحه کې نیمه ډک یا خالي ولانسي اربتالونه وي یعنې ولانسي الکترونونه د ولانسي اربتالونو د تکمیل لپاره کافي نه وي لکه په گرافیت کې چې یو $SP^3$ اربتال ئې نیمه ډک او آزاد دی د سودیم او مس په کرستل کې چې د S اربتال نیمه ډک (یو الکترون لري) دی یعنې دلته آزاد اربتالونه شته. په داسې کرستلو کې په ډیره کمه انرژي الکترون د هدایت ساحې ته ځي یعنې دلته اصلاً ممنوعه ساحه نشته بلکه د هدایت ساحه د ولانسي ساحې د پاسه پرته او گډ سرحد لري. دا ډول کرستلونه په فلزاتو کې لیدل کیږي. دغسې مواد برق ښه تیروي. په کومو فلزاتو کې چې په ولانسي ساحه کې د S په ولانسي اربتال کې دوه الکترونه وي دلته د S اربتال د انرژۍ له لحاظه نژدې P خالي اربتال سره گډیږي او په دې ترتیب د دغه دوه الکترونو دپاره پراخه خالي اربتال (د هدایت ساحه) جوړیږي چې دغه الکترونونه په ډیره اسانۍ د هدایت ساحې ته داخلیږي.

## 3 - 12 - 3 . د کرستلي جالۍ انرژي*:

هغه انرژي چې د کرستل د ذراتو (اتومو، مالیکولو، ایونو) یو د بل څخه د لایتناهي فاصلې په اندازه لرې کولو لپاره ضروو ده د هغه مادې د کرستلي جالۍ د انرژۍ په نامه یادیږي.

## 3 - 14 . امورف (بې شکله) جامدات:

د دې جامداتو د جوړښت په فضا کې د ذراتو (اتومو، مالیکولو، ایونو) منظم تناوب نه لیدل کیږي. نو ځکه دا جامدات د ذوب معینه ثابته نقطه او د ذوب ثابت معین حرارت نلري او هم په دوئ کې آن ایزوتوپي نشه عادي ښیښې، جامد پولي میرونه او نور جامدات له دې ډلې څخه دي. د داخلي جوړښت له پلوه دا مواد د کرستلو څخه مایعاتو سره ډیر شباهت لري.

---

* - (۱ - ۹ - ۸) جدول

# څلورم فصل

# کیمیاوي ترمودینامیک

کیمیاوي تعامل د موادو داسي تغیرات ښئي چي په هغې کي د کیمیاوي موادو د مالیکولونو د اتومو تر منځ بعضي کیمیاوي اړیکي شلیږي. د اتومو تر منځ نوی نظم او نوي کیمیاوي اړیکي جوړیږي او په نتیجه کي نوي کیمیاوي مواد چي جوړښت او خواص ئې د لمړنیو موادو څخه فرق لري منځ ته راځي.
د زړو کیمیاوي اړیکو د ړنګیدو او د نوي کیمیاوي اړیکو د جوړیدو په جریان کي د انرژۍ راکړه ورکړه حتمي ده. په بعضي کیمیاوي تعاملاتو کي په تعامل کي د داخل شو یو او د تعامل څخه حاصل شویو موادو د مالیکولونو شمیر فرق لري په داسي تعاملاتو کي (خاصتاً که د تعامل ټول مواد ګازات وي) د سیستم حجم ډیر تغیر کوي او د انرژۍ د راکړي ورکړي سربیره انبساطي کار (p.dv) هم صورت نیسي. په بعضي کیمیاوي تعاملاتو کي دانرژۍ راکړه ورکړه د تودوخي او په بعضي نورو که د رڼا او یا بریښنا په شکل کیږي. او همدا رنګه د کیمیاوي تعامل په نتیجه کي د انبساطي کار پرته برقي کار او د کار نور ډولونه هم صورت نیسي.
د طبیعت د عمومي قانون پر اساس هر سیستم میلان لري چي د لوړي انرژیکي سوئې نه ټیټي انرژیکي سوئې ته واوړي نو د لمړنیو موادو په مالیکولونو کي د کیمیاوي اړیکو د انرژۍ او د تعامل څخه حاصل شویو موادو په مالیکولونو کي د کیمیاوي اړیکو د انرژۍ د توپیر له مخي د کیمیاوي تعامل د میلان لوری او حد هم اټکل کیدای شي. په کیمیاوي سیستم کي د تودوخي د راکړي ورکړي په نتیجه کي د موادو فازي حالات هم تغیر کوي.
هغه علم چي د کیمیاوي تعاملاتو دکار حرارت او د انرژۍ د نورو اشکالو تر منځ د اوښتون قوانینٌ د کیمیاوي تعاملاتو او بین الفازي تعادلاتو قوانین او همدا رنګه د کیمیاوي تعامل په نتیجه کي د موادو د انرژیکي او جوړښتي تغیراتو له مخي د کیمیاوي تعامل د لوري او میلان اټکل مطالعه کوي د کیمیاوي ترمودینامیک په نامه یادیږي.
لاندي مونږ د ترمودینامیک لمړی او دوهم قانون په ډیر لنډ ډول مطالعه کوو:

## 1 - 4 . د ترمودینامیک لمړی قانون:

د ترمودینامیک لمړی قانون د انرژۍ د تحفظ د عمومي قانون یو خاص شکل دی. پدي قانون کي د یو سیستم د کار، حرارت او د انرژۍ د نورو ډولو تر منځ معادل اوښتون څیړل کیږي. دا قانون د ریاضي په فورمول داسي ښودل کیږي:

$$Q = \Delta u + A \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{ل} - (52)$$

پورتني فورمول ښئي چي که یو سیستم د Q په اندازه تودوخه جذب یا آزاده کړي د هغې په نتیجه کي به د سیستم داخلي انرژي د $\Delta u$ په اندازه تغیر وکړي او هم ممکن د A په اندازه کار صورت ونیسي. مثلاً هغه کیمیاوي تعامل

چې په بطريو کې صورت نيسي د هغې په نتيجه کې د برق جريان منځ ته راځي او هم برقي کار اجرا کيداى شي. يا که د تعامل په نتيجه کې د سيستم حجم (دماليکولونو شمير) تغير وکړي پدې صورت کې د تعامل په نتيجه کې انبساطي کار ( $A = p.dv$ ) اجرا کيږي. داخلي انرژي $u$ يو ډير عام مفهوم دی د موادو په داخل کې دماليکولو د انتقالي او دوراني حرکاتو انرژي دماليکولو په داخل کې د اتومو د اهتزازي حرکاتو انرژي او د اتومو په داخل کې د الکترونو، پروتونو، نيوترونو د حرکاتو انرژي ټول د يوې کيمياوي مادې داخلي انرژي جوړوي.
پس هره کيمياوي ماده په يو معين حالت کې (معين فشار، د تودوخې درجه ... او نور) يوه معينه مقدار داخلي انرژي لري. په کيمياوي تعامل کې د يو ډول موادو څخه بل ډول مواد جوړيږي. د لمړنيو موادو داخلي انرژي د حاصل شويو موادو د داخلي انرژي څخه فرق لري يعني دا چې د کيمياوي تعامل په نتيجه کې د کيمياوي سيستم داخلي انرژي تغير کوي.
لکه چې پاس وويل شول د هرې کيمياوي مادې داخلي انرژي په معين حالت کې معين او ثابت مقدار لري دغه مقدار په سيستم کې د پخوانيو تغيراتو يا هغې لارې پورې اړه نلري چې سيستم تر دغه حالت پورې طی کړې ده. نو پدې اساس په يو معين حالت کې په تعامل کې د داخل شوؤ او د تعامل څخه د حاصل شوؤ موادو د داخلي انرژۍ فرق ($\Delta u$) يو معين او ثابت مقدار دی چې د تعامل په مرحلو (لارې) پورې اړه نلري.
اوس مونږ داسې يو کيمياوي تعامل په نظر کې نيسو چې په هغې کې يوازې انبساطي کار ( $A = p.dv$) صورت نيسي. مګر دغه تعامل په داسې ظرف کې اجرا کوو چې سر يې تړلی وي ( $dv = 0$) دلته سيستم هيڅ ډول کار نه اجرا کوي او د $Q$ حرارت ټول د داخلي انرژۍ په تغير مصرفيږي. يعني ليکو چې:

$$Q = \Delta u + A \qquad A = p.dv = 0$$

$$Qv = \Delta u \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{۴.} - (53)$$

دا چې ($\Delta u$) يو معين او ثابت مقدار دی پس $Qv$ يعنې هغه حرارت چې د ثابت حجم لاندې په يوه کيمياوي تعامل کې جذب يا آزاديږي هم يو معين مقدار او ثابت عدد دی.
اوس فرض کوو چې تعامل په سر خلاصي ظرف کې يعني د ثات خارجي فشار لاندې صورت نيسي پدې حالت کې (52) افاده داسې ليکو:

$$Qp = (u_2 - u_1) + p\,(v_2 - v_1)$$
$$Qp = (u_2 + pv_2) - (u_1 + pv_1)$$
$$u + pv \equiv H$$

$$Qp = H_2 - H_1 = \Delta H \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{۴.} - (54)$$

$H$ په پورتنۍ افاده کې د انتالپي په نامه ياديږي. د (54) افادې څخه ښکاري هغه حرارت چې د ثابت فشار لاندې په يو کيمياوي تعامل کې جذب يا آزاديږي ($Qp$) هغه ټول د کيمياوي سيستم د انتالپي په تغير مصرفيږي. د بلې خوا د $H = u + pv$ څخه ښکاري چې يوه کيمياوي ماده په يو معين حالت کې معين مقدار داخلي انرژي ($u$) او د

معین فشار (p) لاندې معین حجم (v) لري نو پدې اساس د کیمیاوي مادې انتالپي د هغې داخلي انرژي په شان په یو معین حالت کې معین او ثابت مقدار دی پس د هغې تغیر یعنې $\Delta H$ هم یو معین مقدار دی دا چې د معینو خارجي شرایطو لاندې د هر کیمیاوي تعامل $\Delta H$ یو ثابت او معین عدد دی پس Qp یعنې هغه حرارت چې د ثابت فشار لاندې په کیمیاوي تعامل کې جذب یا آزادیږي هم یو ثابت او معین مقدار دی.
که د تعامل څخه لاس ته راغلیو موادو او په تعامل کې شامل شویو موادو د تودوخې درجې یو شی وي یعنې د تعامل حاصلات دومره ساړه کړو چې د تودوخې درجه ئې د لمړنیو موادو د تودوخې د درجې سره برابره شي په داسې شرایطو کې Qp او Qv دواړه د یو تعامل دپاره ثابت او معین قیمتونه لري. چې پدې صورت کې Qp د تعامل حرارتي اثر د ثابت فشار لاندې او (Qv) د تعامل حرارتي اثر د ثابت حجم لاندې یادیږي.

$$Qp = Qv + \Delta nRT \quad ..............4\text{-}(55)$$

په اخري افاده کې $\Delta nRT$ انبساطي کار ښئي چې دلته $\Delta n$ د لمړنیو او د تعامل څخه د حاصل شویو موادو د مولونو فرق، R د گازاتو عمومي ثابت او T د تودوخې درجه ښئي.

## 2 - 4 . د هس قانون:

د کیمیاوي تعامل حرارتي اثر په کیمیاوي تعامل کې د داخل شویو موادو په طبیعت او حالت او د تعامل څخه د حاصل شویو موادو په طبیعب او حالت پورې اړه لري، او د تعامل په مابیني مراحلو پورې اړه نلري. مثلاً د کاربن څخه د کاربندای اکساید استحصال په نظر کې نیسو. دلته دوه امکانه وجود لري، یا خو دا چې کاربن په کافي ډیره هوا کې وسوځول شي او راساً کاربندای اکساید حاصل شي او یا دا چې کاربن په داسې محیط کې وسوځول شي چې آکسیجن پکې کافي نه وي پدې صورت کې لمړی کاربن مونو اکساید لاس ته راځي او کاربن مونو اکساید بیا د آکسیجن سره تعامل کوي او کاربن دای اکساید جوړوي.

$$C + O_2 \rightleftharpoons CO_2 \qquad \Delta H = -\ 94{,}030\ \text{kkal/mole}$$

$$C + \tfrac{1}{2}O_2 \rightleftharpoons CO \qquad \Delta H_1 = -\ 26{,}39\ \text{kkal/mole}$$

$$CO + \tfrac{1}{2}O_2 \rightleftharpoons CO_2 \qquad \Delta H_2 = -\ 67\ 64\ \text{kkal/mole}$$

اوس که د کاربن څخه د کاربن مونو اکساید د استحصال حرارتي اثر $\Delta H_1$ او بیا د کاربن مونو اکساید څخه د کاربندای اکساید د استحصال حرارتي اثر $\Delta H_2$ سره جمع کړو د کاربن څخه راساً د کاربن دای اکساید حرارتي اثر $\Delta H$ سره مساوي کیږي.

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 = (-\ 26{,}39\ \text{kkal/mole}) + (-\ 67{,}64\ \text{kkal/mole}) = 94{,}03\ \text{kkal/mole}$$

له پورتني مثال څخه ښکاري چې د کاربن څخه د کاربندای اکساید استحصال د تعامل په مرحلو (لارو) پورې اړه نلري.

**الف - د کیمیاوي موادو د جوړیدو حرارت :** د ساده موادو څخه د یو مول کیمیاوي مادې د جوړیدو حرارت ته د هغه مادې د جوړیدو حرارت وائي. د کیمیاوي موادو د جوړیدو او د کیمیاوي موادو بیرته د ړنګیدو تودوخه یو شی وي. که د یوې کیمیاوي مادې د جوړیدو په وخت کې هر څومره ډیر حرارت آزاد شي هغومره هغه ماده ثابته او کټ مټ هغومره زیات حرارت د هغې د ړنګیدو لپاره ضرور دی. یعني د یوې مادې تولیدي حرارت او د هغې مادې تخریبي حرارت عدداً سره ماوي وي ولې علامه ئې اختلاف لري.

$$3/2\,H_2 + \tfrac{1}{2}N_2 = NH_3 \qquad \Delta H^\circ_{298}(NH_3)$$
$$C + O_2 = CO_2 \qquad \Delta H^\circ_{298}(CO_2)$$

د کیمیاوي موادو د جوړیدو د حرارت ستندرد قیمتونه په $\Delta H^\circ_{298}$ ښودل کیږي.
په ترمودینامیک کې $\Delta H^\circ_{298}$ په ستندرد شرایطو $(p = 1at, T = 298\,k^\circ)$ کې حرارتي اثر ښئي.
باید وویل شي چې ټول کیمیاوي تعاملات په ستندرد شرایطو کې صورت نه نیسي اما د هغوئ حرارتي اثر د مربوطه فورمول په واسطه ستندرد شرایطو ته رااوړي.
که تعامل کې د ټولو شاملو موادو د جوړیدو حرارتونه وپیژنو نو د کیمیاوي تعامل حرارتي اثر د لاندې فورمول په مرسته حسابیدای شي:

$$\Delta H = \sum_{II} \Delta H(i) - \sum_{I} \Delta H(i) \ldots\ldots\ldots\ldots\ 4-(56)$$

دلته $\sum_{I} \Delta H(i)$ په تعامل کې د ټولو شامل شویو موادو د جوړیدو د حرارتونو مجموعه $\sum_{II} \Delta H(i)$ د تعامل څخه د ټولو حاصل شویو موادو د جوړیدو د حرارتو مجموعه او $\Delta H$ د تعامل حرارتي اثر ښئي.
د موادو د جوړیدو حرارت د یوه مول لپاره په جدولونو کې ورکړل کیږي.
مثال: لاندې تعامل راکړل شوی دی.

$$CaO + 3C = CaC_2 + CO$$

په پورتني تعامل کې د شامل شویو کیمیاوي موادو د جوړیدو د حرارتونو ستندرد قیمتونه په جدول کې داسې ورکړل شوي دي.

$$\Delta H^\circ_{298}(CaC_2) = -14{,}1\ kkal/mole$$
$$\Delta H^\circ_{298}(CaO) = -151{,}7\ kkal/mole$$
$$\Delta H^\circ_{298}(CO) = -24{,}42\ kkal/mole$$

د دې کمیتو په مرسته د پورتني تعامل حرارتي اثر په ستندرد شرایطو کې پیدا کړی.

لمړی ( ۱ - ۴ ) جدول : د موادو د جوړیدو حرارتونه $\Delta H^{o}_{298}$

in $10^5$ J mol$^{-1}$ bij $T = 298$ K en $p = p_0$

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $AgBr(s)$ | − 0,995 | $HBr(g)$ | − 0,362 | $NaBr(s)$ | − 3,60 |
| $AgCl(s)$ | − 1,27 | $HCl(g)$ | − 0,923 | $NaCl(s)$ | − 4,11 |
| $AgF(s)$ | − 2,03 | $HF(g)$ | − 2,69 | $Na_2CO_3(s)$ | −11,31 |
| $AgI(s)$ | − 0,624 | $HI(g)$ | + 0,259 | $NaF(s)$ | − 5,69 |
| $Ag_2O(s)$ | − 0,306 | $HNO_3(l)$ | − 1,73 | $NaI(s)$ | − 2,88 |
| $AlCl_3(s)$ | − 6,95 | $H_2O(l)$ | − 2,86 | $Na_2O(s)$ | − 4,16 |
| $Al_2O_3(s)$ | −16,70 | $H_2O(g)$ | − 2,42 | $NaOH(s)$ | − 4,27 |
| $BaBr_2(s)$ | − 7,55 | $H_2O_2(l)$ | − 1,88 | $Na_2SO_4(s)$ | −13,84 |
| $BaCl_2(s)$ | − 8,60 | $H_2S(g)$ | − 0,201 | $NH_3(g)$ | − 0,462 |
| $BaCO_3(s)$ | −12,18 | $H_2SO_4(l)$ | − 8,11 | $NH_4Cl(s)$ | − 3,15 |
| $BaI_2(s)$ | − 6,02 | $KBr(s)$ | − 3,92 | $NH_4NO_3(s)$ | − 3,65 |
| $BaO(s)$ | − 5,58 | $KCl(s)$ | − 4,36 | $NO(g)$ | + 0,904 |
| $Ba(OH)_2(s)$ | − 9,46 | $KClO_3(s)$ | − 3,91 | $NO_2(g)$ | + 0,339 |
| $BaSO_4(s)$ | −14,65 | $KF(s)$ | − 5,62 | $N_2O(g)$ | + 0,815 |
| C(s) diamant | + 0,019 | $K_2O(s)$ | − 3,61 | $N_2O_4(g)$ | + 0,0967 |
| $CaBr_2(s)$ | − 6,75 | $KOH(s)$ | − 4,26 | $O_3(g)$ | + 1,42 |
| $CaCl_2(s)$ | − 7,95 | $KI(s)$ | − 3,28 | $P_x(s)$ rood | − 0,18 |
| $CaCO_3(s)$ | −12,07 | $LiBr(s)$ | − 3,50 | $PCl_3(l)$ | − 3,39 |
| $CaI_2(s)$ | − 5,35 | $LiCl(s)$ | − 4,09 | $PCl_5(s)$ | − 4,63 |
| $CaO(s)$ | − 6,36 | $LiF(s)$ | − 6,12 | $PbCl_2(s)$ | − 3,59 |
| $Ca(OH)_2(s)$ | − 9,87 | $Li_2O(s)$ | − 5,96 | $PbO(s)$ | − 2,19 |
| $CaSO_4(s)$ | −14,23 | $LiI(s)$ | − 2,71 | $PbO_2(s)$ | − 2,77 |
| $CO(g)$ | − 1,105 | $MgBr_2(s)$ | − 5,18 | $SiO_2(s)$ | − 8,59 |
| $CO_2(g)$ | − 3,935 | $MgCl_2(s)$ | − 6,42 | $SnCl_2(s)$ | − 3,50 |
| $CS_2(l)$ | + 0,879 | $MgCO_3(s)$ | −11,13 | $SnCl_4(l)$ | − 5,45 |
| $CuO(s)$ | − 1,55 | $MgO(s)$ | − 6,02 | $SO_2(g)$ | − 2,97 |
| $CuS(s)$ | − 0,485 | $MgI_2(s)$ | − 3,60 | $SO_3(g)$ | − 3,95 |
| $CuSO_4(s)$ | − 7,70 | $MgSO_4(s)$ | −12,78 | $ZnCl_2(s)$ | − 4,16 |
| $CuSO_4 . 5H_2O(s)$ | −22,78 | | | $ZnO(s)$ | − 3,48 |
| $FeCl_2(s)$ | − 3,41 | | | $ZnS(s)$ | − 2,03 |
| $FeCl_3(s)$ | − 4,05 | | | | |
| $FeO(s)$ | − 2,67 | | | | |
| $Fe_2O_3(s)$ | − 8,22 | | | | |

کاربن د گرافیت، فاسفورس سپین ،او سلفر (رمبیک) د اولیه موادو په حیث

دويم (2 - 4 ) جدول : د موادو د سوزيدو حرارتونه $\Delta H^{o}_{298}$

in $10^{5}$ J $mol^{-1}$ , T = 298k    P = P°   $H_2O$ ( L )

| مرکب | $\Delta H^{o}_{298}$ | مرکب | $\Delta H^{o}_{298}$ |
|---|---|---|---|
| CH4 (g) | - 8,90 | HCHO (g) | - 5,50 |
| C2H6 (g) | - 15,59 | CH3 - CHO (g) | - 11,66 |
| C3H8 (g) | - 22,19 | CH3O - C2H5 (g) | - 14,53 |
| n - C4H10 | - 28,75 | C2H5O - C2H5 (l) | - 27,25 |
| Isobutane | - 28,67 | HCOOH (l) | - 2,70 |
| C3H6 (g) | - 20,77 | CH3COOH(l) | - 8,72 |
| C2H4(g) | - 14,10 | C2H5COH(l) | - 15,75 |
| CH3CH : CH2(g) | - 20,75 | (COOH)2 (s) | - 2,46 |
| CH3 - CH2 - CH = CH2(g) | - 27,15 | CH3CHOHCOOH(s) | - 13,64 |
| | | HOOCCH2C(OH)(COOH) CH2 - COOH(s) | - 19,85 |
| CH3 : CH CH : CH2(g) | -25,40 | CH3CHNH2 - COOH(s) | - 16,22 |
| C6H6 (l) | - 32,70 | C5H10O5 | - 23,49 |
| CH3C6H5(l) | - 39,07 | C6H12O6 (s) | - 28,16 |
| CH ≡ CH | - 12,99 | Galactose C6H12O6 (s) | - 28,06 |
| H - C = C - CH3(g) | - 19,37 | Maltose (s) | - 56,49 |
| CH3 - OH(l) | - 7,26 | Sacharose(s) | - 56,47 |
| C2H5OH(l) | - 13,66 | | |
| CH2 - CH - CH2(l) (OH OH OH) | - 16,61 | | |

حل : د (56) افادي په اساس ليکو چي:

$$\Delta H^{o}_{298} = [\ \Delta H^{\circ}_{298}\ (CaC_2) + \Delta H^{\circ}_{298}\ (CO)\ ] - [\ \Delta H^{\circ}_{298}\ (CaO) + 3\Delta H^{\circ}_{298}\ (C)\ ]$$

$$\Delta H = (-14,1\ kkal.\ mole\ -\ 24,42\ kkal.\ mole) - (-151,7\ kkal.\ mole\ + 3,0)$$

$$\Delta H = \Delta H^{\circ}_{298} = 113,8 kkal$$

په دا ډول محاسبو کي د ساده موادو د جوړيدو حرارت صفر په پام که نيول کيږي او په کيمياوي معادله کي د هري مادي د مولونو تعداد د هغي مادي د جوړيدو په حرارت کي ضرب کيږي. دا چي د تعامل د حرارتي اثر محاسبه په تعامل کي د شاملو ټولو کيمياوي موادو د جوړيدو د حرارتونو د ستندرد قيمتو* په اساس کيږي نو ځکه دلته $H\Delta$ په ستندرد شرايطو کي د تعامل حرارتي اثر ($\Delta H^{\circ}_{298}$) دی.

ب -**د کيمياوي موادو د سوزيدو حرارت :** د کيمياوي موادو د سوزيدو حرارت په کالوري متري بمب (په سر پټي لوښي) کي اندازه کوي. هغه مقدار تودوخه چي د يوي کيمياوي مادې د مکمل سوزيدو دپاره ضرور ده د هغي مادي د سوزيدو د حرارت يا د سوزيدو د تودوخي په نامه ياديږي. دمکمل سوزيدو ځخه مقصد دا دی چي د کيمياوي مادي د هر عنصر د اعظمي ولانس اکسايد جوړ شي. مثلاً د هايدروکاربن د سوزيدو ځخه بايد اوبه او کاربنداى اکسايد جوړ شي. که د هايدرو کاربن د سوزيدو ځخه اوبه او کاربن مونو اکسايد جوړ شي نو دا حرارت چي د هايدروکاربن د سوزيدو ځخه آزاديږي د هايدروکاربن د سوزيدو حرارت نه دی.
د کيمياوي موادو د سوزيدو د حرارت په مرسته د يو کيمياوي تعامل حرارتي اثر داسي حسابيږي.

$$\Delta H = \sum_{I} \Delta H(b) - \sum_{II} \Delta H(b) \ldots\ldots\ldots\ldots (57)$$

دلته $H\Delta$ دکيمياوي تعامل حرارتي اثر $\sum_{I} \Delta H(b)$ په تعامل کي د داخل شويو موادو د سوځولو حرارت مجموعه $\sum_{II} \Delta H(b)$ له تعامل ځخه د حاصل شويو موادو د سوځولو د حرارتونو مجموعه ښئي. د موادو د سوځولو حرارت د يوه مول دپاره په جدولونو** کي ورکړل کيږي.
مثال: د بنزين او استلين د سوزيدو حرارتونه د جدول له مخي داسي دي:

$$C_6H_6 + 15/2\ O_2 = 6CO_2 + 3H_2O\ ;\ \Delta H^{\circ}_{(b)}\ (C_6H_6) = -780,98\ kkal/mole$$

$$C_2H_2 + 5/2\ O_2 = 2CO_2 + H_2O\ ;\ \Delta H^{\circ}\ (C_2H_2) = -310,62\ kkal/mole$$

د دي معلوماتو په مرسته د لاندي کيمياوي تعامل حرارتي اثر حساب کړی:

$$C_6H_6 = 3C_2H_2 \qquad \Delta H_{298}$$

** جدول ( 2 - 4 )

حل : د (57) افادې له مخې ليکو چې:

$$\Delta H = \Delta H^{\circ}_{(b)}(C_6H_6) - 3\Delta H^{\circ}_{(b)}(C_2H_2)$$

$$\Delta H = \Delta H^{\circ}_{298} = (-780,98\ kkal/mole) - 3(-310,62\ kkal/mole)$$

$$\Delta H = \Delta H^{\circ}_{298} = 150,88\ kkal$$

مثال : د يو کيمياوي تعامل حرارتي اثر په هغه تعامل کې د لمړنيو موادو د ړنگيدو او د حاصل شويو موادو د جوړيدو د حرارتونو د فرق سره مساوي دی. او پوهيږو چې د يوې مادې د جوړيدو او ړنگيدو حرارتونه کميتاً يو شی ولې مختلف العلامه وي. د موادو د جوړيدو د حرارتونو د جدولونو په مرسته د لاندې کيمياوي تعامل حرارتي اثر حساب کړی.

$$C_2H_5-OH(l) + 3O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(l)$$

$$\Delta H = +2,79 . 10 + 0 \longrightarrow 2\times(-3,935 . 10^5) + 3\times(-2,86 . 10^5)$$

$$\Delta H = +2,79 . 10 - 7,8 . 10^5 - 8,58 . 10^5 = -1,366 . 10^5\ jmol^{-1}$$

## 3 - 4 . د ترموديناميک دوهم قانون:

د ترموديناميک د دوهم قانون له مخې کولای شو چې د کيمياوي تعامل د عملي امکان، جهت او حد په هکله قضاوت وکړو. دلته مونږ د کيمياوي تعامل د امکان ، جهت او حد د تعينولو دپاره د کيمياوي سيستم درې مهم مشخصه ئي خواص په پام کې نيسو.

الف - انتروپي S : انتروپي د سيستم خاصيت دی. د انتروپي په مفهوم کې د يو سيستم ډير خواص لکه د سيستم داخلي نظم، د سيستم ماليکولي کتله ، فازي حالت او نور ځای لري. هر څومره چې د سيستم انتروپي زياته

وي په هم هغه اندازه د سيستم په داخل كې بې نظمي هم زياته وي نو ځكه د يو سيستم انتروپي د ګاز په حالت كې د مايع د حالت څخه او د مايع په حالت كې د جامد د حالت څخه زياته وي.
د كرستلي موادو انتروپي د امورف موادو د انتروپي څخه كمه وي مثلاً د الماس انتروپي د ګرافيت د انتروپي نه كمه ده.
د كيمياوي مادې ماليكولي كتله چې هر څومره زياته وي په هم هغه اندازه د هغې مادې انتروپي هم زياته وي.
په لنډ ډول ويلای شو چې د يو سيستم د انتروپي قيمت د هغه سيستم په داخل كې د بې نظمۍ اندازه تعينوي. كه يو سيستم ته حرارت وركړو د هغه سيستم په داخل كې د ذراتو بې نظمه حركت زياتيږي، سيستم پړسيږي يعني حجم ئې زياتيږي نو ويلای شو چې د تودوخې درجې په لوړېدو سره د سيستم انتروپي زياتيږي $\Delta S > 0$ بر عكس كه پر سيستم فشار زيات كړو د هغه سيستم د ذراتو بې نظمه حركت كميږي د سيستم حجم هم كميږي او پدې ډول د فشار په زياتيدو سره د سيستم انتروپي كميږي ( $\Delta S < 0$ ) .
د يوه سيستم انتروپي د هغه سيستم په داخل كې د ذراتو د احتمالي حالاتو (W) سره داسې اړيكي لري:

$$S = K \log W \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (58)$$

په پورتنۍ افاده كې S د سيستم انتروپي، K د بولزمن ثابت او W د يو بل په نسبت د زراتو احتمالي موقيعتونه او هم د ذراتو احتمالي انرژيكي حالات ښئي. د سيستم د تودوخې د درجې په لوړيدو او هم د سيستم په داخل كې د ذراتو د شمير په زياتيدو سره د W قيمت او د هغې سره متناسب د S قيمت زياتيږي. د انتروپي د تغير له مخې د يو جريان د امكان حد او لوري په هكله هم قضاوت كيدای شي. پدې هكله دوه مثالونه په نظر كې نيسو.
1 - د عطرو ډک بوتل په نظر كې نيسو . په بوتل كې د مايع په حالت كې د عطرو مالكولونه يو د بل په نسبت په نسبتاً معينو فاصلو كې واقع دي او د ماليكولو انرژي يو د بل څخه دومره زيات تفاوت نلري. كله چې د بوتل سر خلاص كړو نو د عطر ماليكولونه په فضا كې خپريږي د ماليكولو تر منځ فواصل ډير فرق كوي او هم د ماليكولو كنتكي انرژي يو د بل سره ډير توپير پيدا كوي. دلته د عطرو دماليكولو تر منځ بې نظمي زياتيږي او د سيستم انتروپي هم زياتيږي ( $\Delta S > 0$ ) .
2 - د مالګې يو كرستل په پام كې نيسو دلته د مالګې د ايونو تر منځ فواصل او موقيعتونه معين دي او هم د ايونو كنتكي انرژي په خپل منځ دومره زيات توپير نلري. كله چې دغه د مالګې كرستل په اوبو كې واچوو نو مالګه په اوبو كې حل كيږي د مالګې د ايونو تر منځ فاصلې يو د بل نه توپير پيدا كوي او هم د مالګې د ايونو كنتكي انرژي يو د بل نه فرق پيدا كوي دلته هم د مالګې د ايونو تر منځ بې نظمي زياتيږي او د سيستم انتروپي هم زياتيږي ( $\Delta S > 0$).
له پورتنيو دوو مثالو څخه ښكاري چې كوم جريان چې په خپله صورت نيسي په هغې كې د سيستم په داخل كې د ذراتو تر منځ بې نظمي زياتيږي او د سيستم انتروپي هم زياتيږي.
مګر د هوا څخه د عطرو د ماليكولونو بيرته راټوليدل او په بوتل كې د هغوئ څخه د عطرو مايع جوړيدل، همدا ډول د محلول څخه د مالګې د ايونو راټوليدل او د هغې څخه بيرته د مالګې كرستل جوړيدل په خپله صورت نه نيسي په دواړو حالاتو كې مجبور يو چې يو څه انرژي مصرف كړو تر څو د ماليكولو تر منځ بيرته يو نظم پيدا شي پدې صورت كې د سيستم انتروپي كميږي ( $\Delta S < 0$ ). له پورتنيو دوو مثالونو څخه معلوميږي كوم جريان چې په خپله صورت نيسي په هغې كې د سيستم انتروپي زياتيږي ( $\Delta S > 0$ ) او كوم جريان چې په خپله صورت نه نيسي نو په هغې كې د سيستم انتروپي كميږي ( $\Delta S < 0$ ). په كيمياوي تعاملاتو كې د ماليكولو تر منځ كيمياوي اړيكي

ماتيږي. په ماليکولو که د اتومو ځايونه بدليږي د تعامل څخه حاصل شويو موادو په ماليکولو کې نوی نظم او د اتومو تر منځ نوي کيمياوي اړيکي جوړيږي. پدې لحاظ په تعامل کې د داخل شويو موادو او د تعامل څخه د حاصل شويو موادو د ماليکولو تر منځ نظم توپير پيدا کوي نو ځکه په کيمياوي تعامل کې د سيستم د انتروپي تغير معلومول د کيمياوي تعامل د امکان او لوري د تعينولو دپاره مهم قدم ګڼل کيږي.

په کيمياوي تعامل کې د شاملو موادو د انتروپي مطلق ستندرد قيمتو ( $S^{o}_{298}$ )* په مرسته د هغه تعامل د انتروپي ستندرد تغير په لاندې ډول حسابيږي. د تعامل عمومي شکل په لاندې ډول په پام کې نيسو:

$$aA + bB = dD + eE$$

د پورتني تعامل په نتيجه کې د سيستم د انتروپي تغير $(\Delta S^{o}_{298})$ داسې حسابيږي :

$$\Delta S^{o}_{298} = S^{o}_{II} - S^{o}_{I} = (dS^{o}D + eS^{o}E) - (aS^{o}A + bS^{o}B)$$

په پورتنۍ افاده کې $S^{o}_{II}$ د تعامل څخه د حاصل شويو موادو د انتروپي مجموعه او $S^{o}_{I}$ په تعامل کې د داخل شويو موادو د انتروپي مجموعه ښئي. $S^{o}A$, $S^{o}B$, $S^{o}D$ او $S^{o}E$ د A, B, D او E موادو د انتروپي مطلق ستندرد قيمتونه ( $S^{o}_{298}$ ) د جدول څخه اخيستل کيږي.

بايد زياته کړو چې د کيمياوي تعامل امکان لوری او حد يواځې د انتروپي د تغير له مخې يقيني نشي معلوميدای. د کيمياوي تعامل د امکان، لوري او حد د معلومولو لپاره يو بل کميت چې په هغې کې د تعامل حرارتي اثر $\Delta H$، د انتروپي تغير $\Delta S$ او د حرارت درجه T يو ځای په پام کې نيول کيږي ډير مؤثق دليل کيدای شي

**ب - د کيمياوي تعامل ايزوبار ايزوترميک پوتانسيل G:** په کيمياوي تعامل کې دوه متضاده تمايله يو ځای وجود لري.

( I ) - د اتومو، ايونو او راديکالو د يو ځای کيدو تمايل چې د هغې په نيجه کې ماليکولونه جوړيږي د سيستم داخلي انرژي او انتالپي کميږي $\Delta H < 0,\ \Delta u < 0$ .

( II ) - په تعامل کې د داخل شويو موادو ماليکولونه ړنګيږي آزاد اتومونه، ماليکولونه، ايونونه او راديکالونه منځ ته راځي او په سيستم کې بې نظمي او هم د سيستم انتروپي زياتيږي $\Delta S > 0$ . دا دواړه تمايله ځانله، ځانله د تعامل د امکان، حد او لوري په هکله قاطع رول نشي لرلای. مثلاً په اکزوترميک تعاملاتو کې هميشه انرژي آزاديږي ( $\Delta H < 0,\ \Delta u < 0$ ). داسې تعاملات بايد هميشه په خپله اجرا کيدای او اندوترميک تعاملات چې په هغوئ کې انرژي جذبيږي ( $\Delta H > 0,\ \Delta u > 0$ ) بايد هيڅکله په خپله نه اجرا کيدای. اګر چې دا واقيعت د يو ګڼ شمير کيمياوي تعاملاتو په هکله ځای لري ولې د ټولو کيمياوي تعاملاتو په هکله صدق نکوي. هغه کيمياوي تعاملات چې د هغو په نتيجه کې د سيستم انتروپي زياتيږي $\Delta S > 0$ بايد په خپله اجرا شي ولې داسې تعاملات شته چې د هغوئ په نتيجه کې د سيستم انتروپي کميږي مګر دغه تعاملات په خپله اجرا کيږي. نو ځکه په ځانله، ځانله د $\Delta H$ او د $\Delta S$ له مخې د کيمياوي تعامل د امکان، حد او لوری نشي تعينيدای بلکه د دغه دوو متضادو عواملو د يو ځای تاثير محصله د تعامل د امکان، حد او لوري په هکله مؤثقه مشخصه ګڼل کيدای شي. که يو کيمياوي تعامل د تودوخې ثابته درجه او دثابت فشار لاندې صورت نيسي نو دلته د $\Delta H$ او $\Delta S$ همزمان تاثير د ايزوبار

* ( 3-4 ) جدول

ایزوترمیک په پوتانسیل( G ) کې داسې افاده کیږي:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 4-(59)$$

که یو کیمیاوي تعامل په ورکړل شویو شرایطو کښې عملاً ممکن وي نو د دغه تعامل په جریان کې د سیستم ایزوبار ایزوترمیک پوتانسیل کمیږي ($\Delta G < 0$) او برعکس که د یو تعامل په جریان کې ایزوبار ایزوترمیک پوتانسیل زیاتیږي ( $\Delta G > 0$ ) دغه تعامل په ورکړل شویو شرایطو کښې په خپله صورت نه نیسي. کله چې د یو کیمیاوي تعامل $\Delta G = 0$ شي پدغه حالت کې تعامل تعادلي حالت ته رسي.

د (59) افادې څخه ښکاري کله چې $\Delta S > 0$ او $\Delta H < 0$ وي نو د $\Delta G < 0$ کیږي او په دغه شرایطو کې تعامل په خپله اجرا کیږي. که د انتالپي او انتروپي تغیرات دغسې نه وي بیا د تعامل د امکان، حد او لوري په تعین کې د دغه عواملو څخه یو ټې ډیر رول لري. لاندې دوه کیمیاوي تعاملات په نظر کې نیسو:

1 - $2Al(s) + 3/2\,O\,(g) \longrightarrow Al_2O_3\,(s)$

$\Delta H^{\circ}_{298} = -1675\ kj$

$\Delta S^{\circ}_{298} = -79\ j/grad$

$\Delta G^{\circ}_{298} = -1675 - 298\,(-0{,}079) = -1590\ kj$

2 - $C(s) + ½\,O\,(g) \longrightarrow CO_2\,(g)$

$\Delta H^{\circ}_{1700} = +87\ kj$

$\Delta S^{\circ}_{1700} = +82\ j/grad$

$\Delta G^{\circ}_{1700} = 87 - 1700\,(0{,}082) = -52{,}4$

ګورو چې لمړی تعامل اکزوترمیک دی ( $\Delta H < 0$ ) ولې د هغه په جریان کې چې د سیستم حجم کمیږي انتروپي هم کمیږي ( $\Delta S < 0$ ) نو د تعامل امکان څکه شته ( $\Delta G < 0$ ) چې د هغه په جریان کې حرارت آزادیږي($\Delta H < 0$).

په دوهم تعامل کې د سیستم حجم زیاتیږي چې د هغې سره د سیستم انتروپي هم زیاتیږي ($\Delta S > 0$). که څه هم دغه تعامل اندوترمیک ($\Delta H > 0$) دی ولې د هغه امکان څکه شته ( $\Delta G < 0$ ) چې د هغه په جریان کې د سیستم انتروپي زیاتیږي.

**ج - د تعامل پر امکان او جهت د تودوخې د درجې اثر:** د ( 59 ) افادې څخه ښکاري چې د تعامل په امکان او جهت باندې د تودوخې د درجې تاثیر د $\Delta S$ په قیمت پورې اړه لري که $\Delta S > 0$ وي نو د $T$ په زیاتیدو د $\Delta G$ قیمت کمیږي او د تعامل امکانات نور هم ورپسې زیاتیږي. ولې که $\Delta S < 0$ وي نو د $T$ په لوړیدو سره د $\Delta G$ قیمت زیاتیږي او د تعامل امکان کمیږي. یعني دلته د تودوخې په لوړو درجو کې $\Delta G > 0$ او پدې شرایطو کې تعامل معکوس جهت ته یعنې د حاصلاتو د تجزیه کیدو او د تعامل د لمړنیو موادو بیرته تولید کیدو په لوري صورت نیسي.

هغه کیمیاوي تعاملات چې په هغو کې د سیستم انتروپي تغیر نکوي ( $\Delta S = 0$ ) په دغسې تعاملاتو کې د

تودوخې د درجې لوړیدل یا ټیټیدل څه اثر نکوي.

په هغه تعاملاتو کې چې د سیستم د $\Delta S$ قیمت ډیر کم وي په دغسې تعاملاتو کې د تودوخې د درجې تغیر هم ډیر کم اثر لري. هغه تعاملات چې $\Delta S > 0$ او $\Delta H < 0$ وي د دغسې تعاملاتو ایزوبار ایزوترمیک پوتانسیل د تودوخې په هره درجه کې منفي قیمت ( $\Delta G < 0$ ) لري او دغسې تعاملات عملاً غیر رجعي وي. که د یوه تعامل د $\Delta H^\circ_{298}$ او $\Delta S^\circ_{298}$ قیمتونه له جدول* څخه وپیژنو نو د هغه تعامل د ایزو بار ایزوترمیک پوتانسیل د تغیر ستندرد قیمت د ( 59 ) معادلې له مخې داسې حسابیدای شي.

$$\Delta G^\circ_{298} = \Delta H^\circ_{298} - 298 \cdot \Delta S^\circ_{298}$$

د اکثره کیمیاوي موادو د جوړیدو د $\Delta G^\circ_{298}$ ** قیمتونه هم په جدولو کې ورکړل کیږي نو که د یوه تعامل د ټولو موادو د جوړیدو د ایزوبار ایزوترمیک پوتانسیل ستندرد قیمتونه وپیژنو د هغې له مخې هم د تعامل $\Delta G^\circ_{298}$ حسابیدای شي مثلاً د یو تعامل عمومي شکل په پام کې نیسو.

$$aA + bB \text{ ------------- } dD + eE$$

د دې تعامل $\Delta G^\circ_{298}$ په تعامل کې د ټولو موادو د جوړیدو (i) $\Delta G^\circ_{298}$ په مرسته داسې حسابیږي:

$$\Delta G^\circ_{298} = (d\,\Delta G^\circ_{298}(D) + e\,\Delta G^\circ_{298}(E)) - (a\,\Delta G^\circ_{298}(A) + b\,\Delta G^\circ_{298}(B))$$

په پورتنۍ افاده کې (i) $\Delta G^\circ_{298}$ د ساده موادو څخه د (i) مرکب د جوړیدو د تعامل د ایزوبار ایزوترمیک پوتانسیل ستندرد قیمت ښئي.

د بعضې موادو د جوړیدو د ایزوبار ایزوترمیک پوتانسیل ( د هیپس د انرژۍ) ستندرد قیمتونه په ( 4 - 4) جدول کې ورکړل شویدي.

---

* -(3 - 4 ) جدول ، ** - (4 - 4 ) جدول

دریم ( 3 ــ 4 ) جدول : د بعضي موادو د مطلقي انتروپي ستندرډ قیمتونه

| $S^o_{298}$, J/K·mol | ماده | $S^o_{298}$, J/K·mol | ماده | $S^o_{298}$, J/K·mol | ماده |
|---|---|---|---|---|---|
| 72,12 | $NaCl(c)$ | 27,15 | $Fe(c)$ | 42,55 | $Ag(c)$ |
| 136,4 | $Na_2CO_3(c)$ | 60,29 | $FeS(c)$ | 107,1 | $AgBr(c)$ |
| 160,9 | $O(g)$ | 31,3 | $Ge(c)$ | 96,11 | $AgCl(c)$ |
| 205,04 | $O_2(g)$ | 0,00 | $H^+(sol)$ | 115,5 | $AgI(c)$ |
| 238,8 | $O_3(g)$ | 130,52 | $H_2(g)$ | 28,35 | $Al(c)$ |
| -10,86 | $OH^-(sol)$ | 156,6 | $HNO_3(l)$ | 69,03 | $AlSb(c)$ |
| 41,1 | $P(white)$ | 192,6 | $H_3N(g)$ | 112 | $BaCO_3(c)$ |
| 22,7 | $P(red)$ | 188,72 | $H_2O(g)$ | 126 | $BaCl_2(c)$ |
| 64,8 | $Pb(c)$ | 70,08 | $H_2O(l)$ | 214 | $Ba(NO_3)_2(c)$ |
| 167,7 | $S(g)$ | 39,33 | $H_2O(c)$ | 132,0 | $BaSO_4(c)$ |
| 228,18 | $S_2(g)$ | 156,9 | $H_2SO_4(l)$ | 2,368 | $C(diamond)$ |
| 377 | $S_6(g)$ | 82,56 | $KCl(c)$ | 5,740 | $C(graphite)$ |
| 444,2 | $S_8(g)$ | 142,97 | $KClO_3(c)$ | 197,54 | $CO(g)$ |
| 248,1 | $SO_2(g)$ | 79,32 | $KOH(c)$ | 213,68 | $CO_2(g)$ |
| 122,05 | $SO_3(l)$ | 65,7 | $MgCO_3(c)$ | 186,19 | $CH_4(g)$ |
| 45,69 | $Sb(c)$ | 26,9 | $MgO(c)$ | 113,6 | $CaCl_2(c)$ |
| 18,8 | $Si(c)$ | 199,9 | $N_2(g)$ | 92,9 | $CaCO_3(c)$ |
| 42,7 | $SiO_2(c)$ | 151,0 | $NH_4NO_3(c)$ | 39,7 | $CaO(c)$ |
| 46,9 | $SiO_2(vit)$ | 210,6 | $NO(g)$ | 56,54 | $Cl^-(sol)$ |
| 51,6 | $Sn(c)$ | 240,2 | $NO_2(g)$ | 222,9 | $Cl_2(g)$ |
| 43,64 | $ZnO(c)$ | 178,4 | $N_2O_5(c)$ | 71,96 | $CrO_3(c)$ |
| | | | | 27,15 | $Cr_2O_3(c)$ |

خلورم ( ۴ - ۶ ) جدول : د موادو د جوړیدو د هیپس د انرژۍ ستندر قیمتونه

( $\Delta G^{o}_{f,298}$ )

| مـــاده | $\Delta G^{o}_{f,298}$, kJ/mol |
|---|---|
| $Al\ (g)$ | 288,7 |
| $Al^{3+}\ (sol)$ | -490,5 |
| $Al_2O_3\ (c)$ | -1582 |
| $Al_2(SO_4)_3\ (c)$ | -3101 |
| $Ba^{2+}\ (sol)$ | -561,1 |
| $BaSO_4\ (c)$ | -1353,0 |
| $C\ (diamond)$ | 2,833 |
| $CO\ (g)$ | -137,14 |
| $CO_2\ (g)$ | -394,38 |
| $CaCl_2\ (c)$ | -750,2 |
| $CaCO_3\ (c)$ | -1128,8 |
| $CaF_2\ (c)$ | -1161,9 |
| $CaO\ (c)$ | -604,2 |
| $Ca(OH)_2\ (c)$ | -896,8 |
| $Cl\ (g)$ | 105,3 |
| $Cl^-\ (c)$ | -239,9 |
| $Cl^-\ (sol)$ | -131,4 |
| $H\ (g)$ | 203,3 |
| $H^+\ (g)$ | 1516,99 |
| $H^+\ (sol)$ | 0 |
| $HBr\ (g)$ | -53,2 |
| $HCl\ (g)$ | -94,79 |
| $HF\ (g)$ | -272,8 |
| $HI\ (g)$ | 1,78 |
| $H_3N\ (g)$ | -16,71 |
| $HNO_3\ (l)$ | -80,3 |
| $H_2O\ (g)$ | -228,61 |
| $H_2O\ (l)$ | -237,24 |
| $H_2SO_4\ (l)$ | -814,2 |
| $K^+\ (sol)$ | -281,3 |
| $KCl\ (c)$ | -408,0 |
| $KClO_3\ (c)$ | -289,9 |
| $KNO_3\ (c)$ | -393,1 |
| $KOH\ (c)$ | -380,2 |
| $MgSO_4\ (c)$ | -1158,7 |
| $MgSO_4 \cdot 7H_2O\ (c)$ | -2868 |
| $N\ (g)$ | 455,5 |
| $NO\ (g)$ | 86,58 |
| $NO_2\ (g)$ | 51,5 |
| $NO_3^-\ (sol)$ | -111,7 |
| $Na\ (g)$ | 77,3 |
| $Na^+\ (g)$ | 575,6 |
| $NaCl\ (c)$ | -384,0 |
| $NaOH\ (c)$ | -380,7 |
| $Na_2SO_4\ (c)$ | -1266,8 |
| $O\ (g)$ | 231,8 |
| $O_3\ (g)$ | 162,7 |
| $OH^-\ (sol)$ | -157,4 |
| $S\ (monoclinic)$ | 0,188 |
| $SO_2\ (g)$ | -300,2 |
| $SO_3\ (g)$ | -370,0 |
| $SO_3\ (l)$ | -368,04 |
| $SO_4^{2-}\ (sol)$ | -744,93 |
| $ZnO\ (c)$ | -320,7 |

# پنځم فصل

# کیمیاوي کنتیک

په کیمیاوي کنتیک کې د کیمیاوي تعاملاتو سرعت او د کیمیاوي تعاملاتو پر سرعت د مختلفو عواملو تاثیر څیړل کیږي.

## 5 - 1 . د کیمیاوي تعامل سرعت:

په کیمیاوي تعامل کې د شاملو موادو د جملې څخه د یوې مادې د غلظت في واحد وخت تغیر ته د کیمیاوي تعامل سرعت وائي. د کیمیاوي تعامل سرعت مثبت قبول شوی او کمترین قیمت ئې صفر دی. د کیمیاوي تعامل د سرعت ریاضي افاده داسې ده:

$$V = \pm \frac{dc}{dt} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{ک} - (60)$$

$$\bar{V} = \frac{\Delta c}{\Delta t} = \pm \frac{c_2 - c_1}{t_2 - t_1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{ک} - (60)$$

په پورتنۍ افاده کې $dc$ د $dt$ په ډېر کم وخت کې د غلظت ډېر کم تغیر او $V$ د تعامل حقیقي سرعت ښئي. $\bar{V}$ د تعامل د سرعت متوسط قیمت، $c_1$ د نظر وړ مادې لمړنی غلظت د $t_1$ په زمان کې او $c_2$ د همغې مادې دوهم غلظت د $t_2$ په زمان کې ښئي. د $\pm$ علامه پدې خاطر لیکل کیږي چې د کیمیاوي تعامل سرعت مثبت قبول شوی دی. نو که مد نظر ماده د تعامل د لمړنیو موادو له جملې څخه وي نو د زماني په تیریدو $(dt > 0)$ هغه مصرفیږي او غلظت ئې کمیږي $(dc < 0)$ پدې صورت کې د تعامل د سرعت افاده $dc/dt$ منفي شکل اخلي نو باید د هغې مخې ته منفي علامه کیښودل شي.

$$V = - \frac{dc}{dt}$$

او که چیرې مد نظر ماده د تعامل د حاصلاتو له جملې څخه وي پدې صورت کې د زماني په تیریدو $(dt > 0)$ د دغې مادې غلظت زیاتیږي $(dc > 0)$ پدې حالت کې باید د سرعت افاده داسې ولیکل شي:

$$V = + \frac{dc}{dt}$$

## 2 - 5 . د کیمیاوي تعامل پر سرعت د مختلفو عواملو اثر:

### 1 - 2 - 5 . د تعامل کونکو موادو طبیعت:

د کیمیاوي تعامل سرعت تر ډېرو لمړی د تعامل کونکو موادو په طبیعت پورې اړه لري. د قطبي او ایوني موادو تر منځ کیمیاوي تعامل ډېر چټک وي او د غیر قطبي موادو په منځ کې د کیمیاوي تعامل چټکتیا لږه وي. د مثال په ډول د غیر عضوي تیزابو او قلویاتو ترمنځ د کیمیاوي تعامل سرعت د الکولو او عضوي تیزابو تر منځ د کیمیاوي تعامل د سرعت څخه ډېر زیات وي. پدې هکله د تعامل کونکو موادو د مالیکولو د اتومو په منځ کې د کیمیاوي اړیکو مضبوط والی او د مالیکولو تر منځ د قواؤ شدت اساسي رول لري.

د عضوي او نورو غیر قطبي موادو په مالیکولو کې د اتومو ترمنځ کیمیاوي اړیکي دومره مضبوطې دي چې د غیر قطبي مالیکولو تر منځ د بین المالیکولي کشش له امله نه شلیږي. نو ځکه د غیر قطبي مالیکولو تر منځ کیمیاوي تعامل چټک نه وي. مګر د قطبي او ایوني مالیکولو تر منځ بین المالیکولي کشش شدیدوي او پدې لحاظ د ایوني او قطبي موادو تر منځ کیمیاوي تعامل چټک وي.

### 2 - 2 - 5 . د تعامل کونکو موادو حالت:

پوهیږو چې د موادو تر منځ هغه وخت تعامل صورت نیسي چې د دغه موادو ذرات یو د بل سره ټکر وکړي او سره نژدې شي. مګر د ذراتو تر منځ هر ټکر د هغوئ د تعامل سبب نشي کیدای بلکه هغه ټکرونه چې په دغه لحظه کې هره ذره د تعامل دپاره کافي انرژي ولري د کیمیاوي تعامل سبب کیدای شي. دغسې ذرات د فعاله ذراتو په نامه او د دغسې فعاله ذراتو تر منځ ټکرونه د فعاله ټکرونو په نامه او دغه انرژي چې د ذراتو د دومره فعال کیدو دپاره لازمه ده د کیمیاوي تعامل د فعال کیدو د انرژۍ په نامه یادیږي.

له پورتني بیان څخه معلومیږي چې د کیمیاوي تعامل سرعت د تعامل کونکو موادو په لاندې حالاتو پورې اړه لري:

**1 - د موادو اګریګاتي حالت او د تعامل کونکو ذراتو د کوچني والي درجه:** که د جوار دانه په اور کې واچوو هغه په تدریجي ډول سوځي او سکور تر ې جوړیږي. مګر که همدغه د جوار دانه میده وړه شي او په هوا کې وشندل شي او بیا د اور شغله ورته نژدې شي دلته دغه وړه دومره ژر سوځي چې انفلاق منځ ته راوړي. همدارنګه که یو مقدار بنزین په امتحاني تیوب کې واچول شي او د تیوب خولې ته د اور شغله ورنژدې کړو د تیوب په خوله کې د بنزین پر سر بخار اور اخلي او په تدریجي ډول سوځي ولې که دغه بنزین ټول بخار شي او د هوا سره ګډ شي او بیا د اور شغله ورنژدې شي ټول بخار یو ځل اور اخلي او انفلاق منځ ته راوړي. د دې دوو مثالو څخه معلومیږي هر څومره چې د تعامل کونکو موادو ذرات کوچني وي په همغه اندازه د هغوئ د ذراتو تر منځ د تماس سطحه زیاته او د هغوئ تر منځ کیمیاوي تعامل چټک وي. په مایع او جامد حالت کې لمړی هغه مالیکولونه تعامل ته داخلیږي چې د مایع یا جامد جسم پر سطح واقع وي.

کله چې دتعامل حاصلات د بین الفازي سطحې څخه لرې شي نو بیا د مایع او یا جامد نور مالیکولونه تعامل کوي نو څکه د گاز سره د مایع او جامد موادو تعامل ډیر چټک نه وي. همدا ډول د جامد او مایع موادو تر منځ تعامل هم په بین الفازي سطحه کې صورت نیسي او دغسې تعاملات هم ډیر چټک نه وي.

## 2 - د تعامل کونکو موادو انرژیکي حالت:

د پورتني مثالو څخه ښکاري تر څو چې تعامل کونکو موادو ته د اور شغله ورنږدې نشي د هغوئ تعامل نه شروع کیږي. لدې څخه ښکاري چې د تعامل کونکو موادو د ذراتو تر منځ هر یو ټکر د تعامل سبب نشي کیدای. د اور شغله د تعامل کونکو موادو ذراتو ته دومره انرژي ورکوي چې د هغوئ تر منځ ټکر د کیمیاوي تعامل سبب گرځي. دغسې ذرات چې د کیمیاوي تعامل د پاره ئې انرژي کافي وي د فعال ذراتو په نامه یادیږي. د تعامل دپاره فعال ذرات په لاندې طریقو لاس ته راځي:

الف - **حرارت ورکول**: د تودوخې د درجې په لوړیدو سره د ذراتو کنتیکي انرژي دومره زیاتیدای شي چې تعامل کونکي ذرات د ټکر په وخت کې په کافي اندازه سره نژدې شي او د هغوئ الکتروني قشرو تر منځ کیمیاوي اړیکي جوړې شي.

ب - **د مالیکولو تحریک کول**: دالکترو مقناطیسي امواجو او هم د نورو انرژیو تر تاثیر لاندې د مالیکولو په داخل کې د اتومو اهتزازي حرکات تحریک کیږي او همدا ډول د نومړو انرژیو تر تاثیر لاندې د اتومو الکترونونه د ټیټو انرژیکي سویو څخه لوړو انرژیکي سویو ته انتقال کوي چې په نتیجه کې اتومونه فعال او کیمیاوي تعامل ته تیاریږي.

ج - آزاد اتومونه او رادیکالونه ډیر ژر تعامل کوي. د لوړې انرژی، تشعشعات او هم حرارتي انفکاک کولای شي چې مواد په آزادو اتومو او یا رادیکالو واړوي.

د - **آزاد ایونونه**: آزاد ایونونه په اسانۍ او ډیر ژر تعامل کوي. مثلاً د تیزابو او قلویاتو د محلولو تر منځ تعامل ډیر ژر صورت نیسي. الکترولیتونه چې په اوبو کې حل شي د هغوئ آزاد ایونونه جوړیږي همدا ډول کیمیاوي مواد د قوي تشعشع تر اثر لاندې په آزادو ایونو اوړي.

ه - بعضې کیمیاوي مواد د شدید جذب قدرت لرې. کله چې د دغسې موادو پر سطح تعامل کونکي مواد جذب شي نو د جاذب موادو د سطحې تر اثر لاندې د تعامل کونکو موادو په مالیکولو کې د اتومو تر منځ اړیکې سستې شي او تعامل کونکي مواد په خپل منځ کې تعامل ته تیار شي.

## 3 - 2 - 5 - د تعامل پر سرعت د تعامل کونکو موادو د غلظت اثر:

کله چې د تعامل کونکو موادو ذرات زیات شي دغه وخت د هغوئ د ذراتو تر منځ ټکرونه زیاتیږي او په نتیجه کې د تعامل سرعت هم زیاتیږي. د کتلې د اثر د قانون په اساس د تودوخې په معینه درجه کې د کیمیاوي تعامل سرعت ددغه موادو د کتلو (غلظت) د حاصل ضرب سره مستقیم تناسب لرې. مثلاً یو کیمیاوي تعامل په لاندې شکل په پام کې نیسو.

$$aA + bB = rR + dD$$

د پورتني تعامل سرعت ( V ) د کتلي د اثر د قانون په اساس داسي ښودل کيږي:

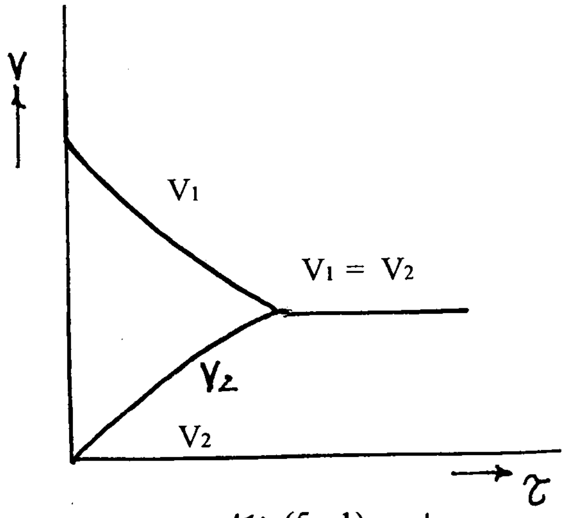
$$V = K\, C_A^{a} \, . \, C_B^{b} \quad ................. 5-(61)$$

په پورتني افاده کي $C_A$ او $C_B$ د A او B موادو غلظت، a او b په کيمياوي معادله کي د A او B موادو د مولونو تعداد او K د کيمياوي تعامل د سرعت ثابت دی. که چيري ( $C_A = C_B = 1$) وي نو ليدل کيږي چي په دغسي شرايطو کي ( $V = K$ ) کيږي. يعني K د کيمياوي تعامل مخصوص سرعت دی. د K قيمت د تودوخي په معينه درجه کي د هر تعامل دپاره ثابت دی. دا چي د وخت په تيريدو سره د تعامل کونکو موادو غلظت کميږي نو د تعامل سرعت هم د وخت په تيريدو سره په تدريجي ډول کميږي. په رجعي تعاملاتو کي د تعامل کونکو موادو غلظت کميږي او د تعامل څخه د حاصل شويو موادو غلظت زياتيږي. د تودوخي په معينه درجه کي بالاخره داسي موقع رسيږي چي هم د تعامل کونکو موادو غلظت او هم د تعامل څخه د حاصل شويو موادو غلظت نور تغير نکوي په داسي لحظه کي د مسقيم او معکوس تعامل سرعتونه سره مساوي کيږي ($V_1 = V_2$) او کيمياوي تعامل د تعادل حالت ته رسيږي په لاندي شکل کي د وخت سره د تعامل کونکو موادو او د تعامل څخه د حاصل شويو موادو د غلظت ارتباط او همدارنګه د وخت سره د مستقيم او معکوس تعاملاتو د سرعت ارتباط ښودل شوی دی.

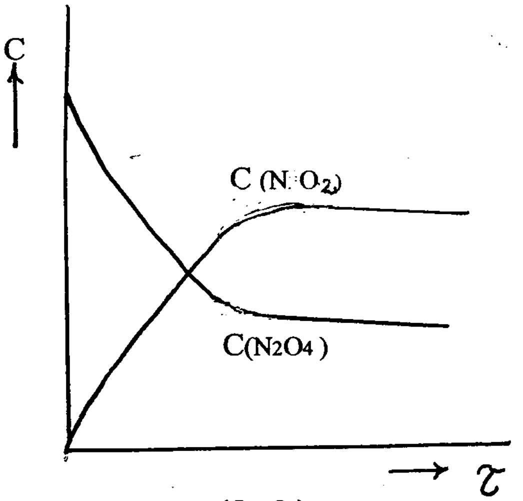
$$N_2O_4 \underset{V_2}{\overset{V_1}{\rightleftharpoons}} 2NO_2$$

$$V_1 = K_1 C^1(N_2O_4)$$

$$V_2 = K_2 C^2 (NO_2)$$




لمړی (1 - 5) شکل
د تعامل د سرعت (V) او وخت ارتباط




دویم ( 2 - 5) شکل
د تعامل د موادو د غلظت ( C ) او وخت ارتباط

باید زیاته کړو چي (61) معادله دمتجانسو تعاملاتو دپاره د تطبیق وړ ده. که چیري تعامل کونکي مواد مختلف فازي حالت ولري مثلاً که یوه ماده گاز یا مایع او بله ماده جامد وي په داسي حالاتو کي ( 61 ) معادله د تطبیق وړ نده، ځکه که جامد شی په پام کي ونیسو د مایع یا گاز سره د جامد شي تعامل یواځي په بین الفازي سطحه کي صورت نیسي یعني دلته د جامد شي یواځي هغه مالیکولونه چي د جامد شي پر سطحه واقع دی تعامل کوي او هغه مالیکولونه چي د هغه دننه واقع دي په تعامل کي حصه نه اخلي. دا چي د جامد شي پر سطحه د مالیکولو شمیر د وخت په تیریدو سره تقریباً ثات پاتي کیږي نو د تعامل سرعت یواځي د گاز یا مایع محلول په غلظت پوري اړه پیدا کوي او په (61) معادله کي د جامد شي غلظت په پام کي نیول کیږي. مثلاً لاندي تعامل په پام کي نیسو:

$$S\,(\text{جامد}) + O_2\,(\text{گاز}) \rightleftharpoons SO_{2\,(g)}$$

په پورتني تعامل کي سلفر یو جامد جسم دی د هغه غلظت د سرعت په معادله کي نه لیکل کیږي نو د پورتني تعامل سرعت یواځي د آکسیجن په غلظت پوري اړه لري او لیکو چي:

$$V = KC\,(O_2)$$

## 5 - 2 - 4. د تعامل پر سرعت د تودوخي اثر:

په متجانسو تعاملاتو کي اکثراً د تودوخي د درجي په لوړیدو سره د تعامل سرعت هم زیاتیږي د بعضي تعاملاتو پر سرعت د تودوخي د درجي لوړیدل لږ اثر کوي او فقط د یو څو تعاملاتو سرعت د تودوخي د درجي په لوړیدو سره کمیږي.

تجربو ښودلي ده چي په اکثره کیمیاوي تعاملاتو کي که د تودوخي درجه د سانتیگراد لس درجي لوړه شي نو د

تعامل سرعت (4) کرته پورې زياتيږي. دلته د تودوخې د درجې سره د تعامل د سرعت د ارتباط داسې ښودل کيږي.

$$V_{t_2} = V_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} \cdots 5-(62)$$

په پورتنۍ افاده کې $V_{t_2}$ د تعامل سرعت د تودوخې په $t_2$ درجه $V_{t_1}$ د تعامل سرعت د تودوخې په $t_1$ درجه کې ښئي او $\gamma$ د حرارتي ضريب په نامه ياديږي. د $\gamma$ قيمت د اکثره متجانسو تعاملاتو دپاره 4 - 2 دی. په يو لږ شمير تعاملاتو کې د $\gamma$ قيمت د 4 څخه زيات دی. مثلاً د بعضي انزايمي تعاملاتو دپاره $(\gamma = 7)$ دی.
د ميتايل اسيتيت د هايدروليز دپاره $(\gamma = 1,82)$ دی. او لاندې تعامل دپاره $2NO + O_2 = 2NO_2$ د $\gamma$ قيمت منفي $(\gamma < 0)$ دی. يعنې پدې تعامل کې د تودوخې د درجې په لوړيدو سره د تعامل سرعت کميږي. د دې دليل د تعامل په خاص ميخانيکيت پورې مربوط ګڼل کيږي.
د (62) افادې څخه ښکاري هر څومره چې د $\gamma$ قيمت لوړ وي د تعامل سرعت $(V)$ هم ډير وي. د تعامل د سرعت ثابت $k$ يواځې د تودوخې په درجه پورې اړه لري او دغه ارتباط د ارينوس په معادله کې داسې ښودل کيږي:

$$K = Ze^{-\frac{E^*}{RT}} \ldots\ldots\ldots\ldots 5-(63)$$

په پورتنۍ افاده کې $K$ د تعامل د سرعت ثابت، $e$ د طبيعي لوګارتم قاعده $R$ د ګازاتو عمومي ثابت، $E^*$ د تعامل د فعال کيدلو انرژي ښئي.
د تعامل د فعال کيدلو انرژي هغه انرژي ده چې تعامل کونکي مواد بايد دغومره انرژي ولري تر څو د هغوئ تر منځ تعامل صورت ونيسي. يا په بل عبارت د تعامل د فعال کيدلو انرژي د تعامل کونکو موادو د ذراتو د عادي حالت دانرژي د متوسط مقدار نه اضافه هغه مقدار انرژي ده چې د ماليکولو تر منځ د تعامل د شروع کيدو دپاره ضرور ده.
$Z$ دتعامل کونکو ذراتو تر منځ عمومي تصادمات ياد تعامل هغه اعظمي سرعت ښئي کوم چې د تعامل کونکو موادو د ذراتو تر منځ هر ټکر د تعامل سبب ګرځي.
د ارينوس معامله کيدای شي په لاندې شکل وليکل شي:

$$\ln K = -\frac{E^*}{RT} + C \ldots\ldots\ldots\ldots 5-(64)$$

د آخري افادې څخه ښکاري چې د تودوخې د درجې په لوړيدو سره د $K$ قيمت او متناسباً د تعامل سرعت زياتيږي. همدارنګه د آخري افادې څخه ښکاري هر څومره چې د يو تعامل د فعال کيدلو انرژي $E^*$ ډيره وي هغومره د هغه تعامل سرعت دتودوخې د درجې په لوړيدو سره ډير زياتيږي.

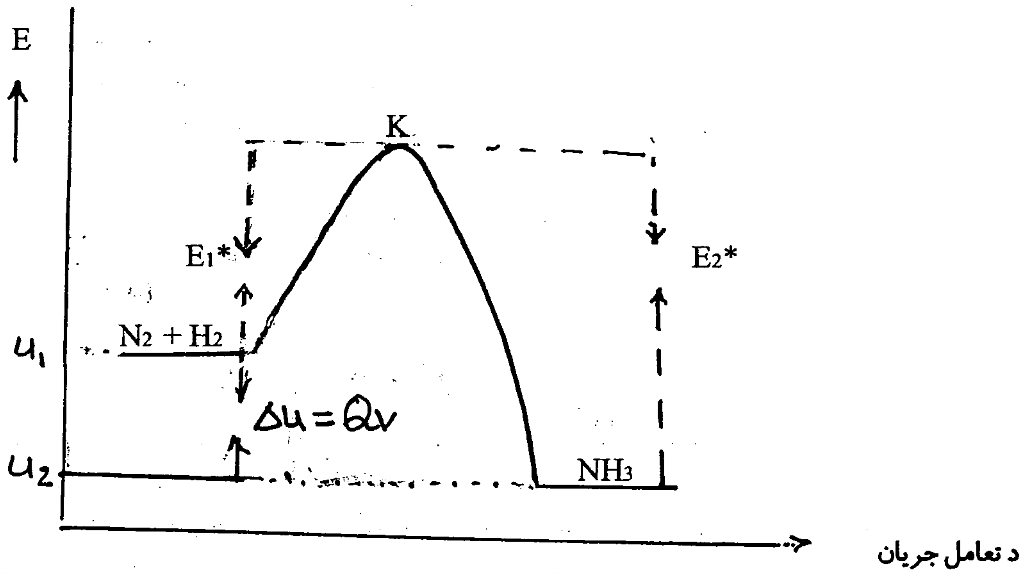
# د تعامل د فعال کولو د انرژۍ فزیکي مفهوم:

د لاندې تعامل د انرژۍ تغیر په (3 - 5) شکل کې په پام کې نیسو:

$$N_2 + 3H_2 \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} 2NH_3$$

دلته د $NH_3$ د تولید تعامل اکزوترمیک او د هغه معکوس تعامل یعني د $NH_3$ څخه بیرته د $N_2$ او $H_2$ گازاتو د جوړیدو تعامل اندوترمیک دی. د اکزوترمیک تعامل (1) حاصلات ثابت او داخلي انرژي ئې لږه ده مگر د اندوترمیک تعامل (2) حاصلات کم ثات او داخلي انرژي ئې ډیره ده. که په عادي حالت کې د لمړنیو موادو داخلي انرژي $U_1$ او د تعامل څخه د حاصل شویو موادو داخلي انرژي $U_2$ وي نو ( $U_2 - U_1 = \Delta U = Qv$) د پورتني تعامل حرارتي اثر ښئي. په شکل کې لیدل کیږي چې مستقیم او معکوس تعاملات دواړه د انرژیکي مانع K څخه تیریږي. یعني دواړه تعامله په عادي حرارت کې صورت نه نیسي.

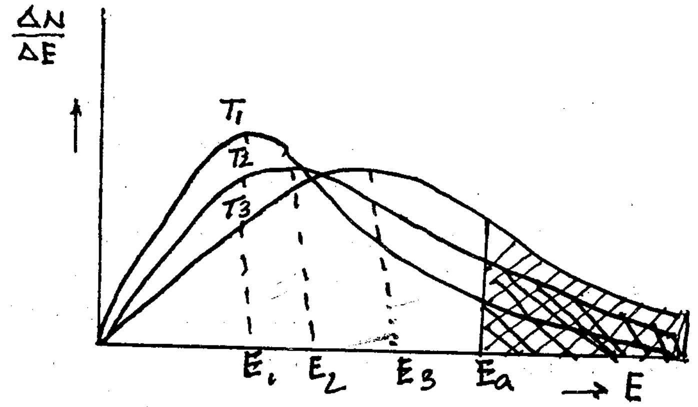
د (1) تعامل د شروع کیدو دپاره باید د $N_2$ او $H_2$ گازات د $E_1{*}$ په اندازه انرژي جذب او د (2) تعامل د شروع کیدو دپاره باید د $NH_3$ گاز د $E_2{*}$ په اندازه انرژي جذب کړي چې $E_1{*}$ د (1) تعامل او $E_2{*}$ د (2) تعامل د فعال کولو د انرژۍ په نامه یادیږي.




دریم (3 - 5 ) شکل: د کیمیاوي تعامل د فعال کولو د انرژۍ فزیکي مفهوم

په شکل کې ښکاري چې د اندوترمیک تعامل د فعال کولو انرژي $E_2{*}$ د اکزوترمیک تعامل د فعال کولو د انرژۍ $E_1{*}$ څخه زیاته ده.

د تودوخې د درجې په لوړیدو سره د مالیکولو کنتکي انرژي زیاتیږي .
د بولزمن د قانون له مخې د انرژۍ په اساس د مالیکولو شمیر په لاندې شکل کې ښودل شویدی.




څلورم (4 - 5) شکل: د تودوخې په مختلفو درجو کې د مالیکولو تعداد د انرژۍ له مخې

پدې شکل کې E د مالیکول کنتکي انرژي $\frac{\Delta N}{\Delta E}$ د انرژۍ په اساس د مالیکولو شمیر او Ea د تعامل د فعال کولو انرژي ښئي. د هر منحني لاندې کرښې، کرښې ساحې فراخي (مساحت) د تودوخې په مربوطه درجه کې د هغه مالیکولو شمیر ښئي چې انرژي ئې د Ea څخه زیاته ده.
د شکل څخه ښکاري هغه مالیکولونه چې کنتکي انرژي ئې د Ea څخه زیاته ده د تودوخې د درجې په لوړیدو سره ( $T_3 > T_2 > T_1$ ) د هغو شمیر هم زیاتیږي چې په نتیجه کې تودوخې د درجې په لوړیدو سره د تعامل سرعت هم متناسباً لوړیږي.
باید زیاته شي چې کتلست یواځې د تعامل سرعت ته تغیر ورکوي او هغه د کیمیاوي تعامل ترمودینامیکي تعادلي حالت ( $K = \frac{K_1}{K_2}$ ) ته تغیر نشي ورکولای. یعني کوم تعامل چې ممکن ندی د کتلست په واسطه نشي اجرا کیدای.

## 5 - 2 - 5 . د تعامل پر سرعت د کتلست اثر:

هغه کیمیاوي مواد چې د کیمیاوي تعامل سرعت ته تغیر ورکوي او د تعامل په آخر کې د کیمیاوي تغیر پرته په هم هغه اولي مقدار پاتې کیږي د کتلست په نامه یادیږي.
بعضې کتلستونه د کیمیاوي تعامل سرعت زیاتوي داسې مواد د مثبت کتلستونو په نامه یادیږي. بعضې کتلستونه د کیمیاوي تعامل سرعت کموي داسې مواد د منفي کتلستو یا انهیبیتورونو په نامه یادیږي.
کتلستي تعاملات په دوه ګروپو ویشلای شو:

1 - **متجانس کتلستي تعاملات:** پدې تعاملاتو کې کتلست او تعامل کونکي مواد عیني فازي حالت لري. مثلاً لاندې تعامل چې کتلست او تعامل کونکي مواد ټول د ګاز حالت لري.

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \xrightarrow{NO_{(g)}} 2SO_{3(g)}$$

2 - **غیر متجانس کتلستي تعاملات :** په داسي تعاملاتو کي د کتلست او تعامل کونکو موادو فازي حالت فرق لري. مثلاً په لاندي تعامل کي مايع هايدروجن پر اکسايد د جامد پلاتين پر سطح تجزيه کيږي.

$$2H_2O_{2(L)} \xrightarrow{pt_{(s)}} 2H_2O_{(L)} + O_{2(g)}$$

## 6 - 2 - 5 . د کتلستي تعاملاتو بعضي خصوصيات:

( I ) د کتلست ډير کم مقدار د تعامل سرعت ته ډير زيات تغير ورکوي او دا تغير د کتلست د غلظت سره مستقيم تناسب لري.

( II ) د کتلست عمل انتخابي دی يعني هر کيمياوي تعامل ځانته مخصوص کتلست لري، د دي خاصيت له مخي د مختلفو کتلستو په استعمال سره د عين اوليه موادو څخه مختلف حاصلات لاس ته راوړل کيږي. مثلاً :

$$CO + 3H_2 \xrightarrow[\text{فلزي } Ni]{240 - 260\ °C} CH_4 + H_2O, \quad CO + 2H_2 \xrightarrow[Cu]{\text{لوړفشار}} CH_3OH$$

( III ) په غير مجانس کتلستي تعاملاتو کي يو يا څو تعامل کونکي مواد د کتلست سره منځني غير ثابت مرکب جوړوي چي داسي مرکب ډير ژر تجزيه کيږي او د هغي څخه فعال ذرات لاس ته راځي کوم چي ډير ژر تعامل کوي او د تعامل اصلي حاصلات جوړوي. مثلاً د هايدروجنيشن او ديهايدروجنيشن کتلستونه لکه Cu , Pt او Ni د هايدروجن سره Cu- H , Pt-H او Ni-H غير ثابت منځني مرکبات جوړوي. همدارنگه د اکسيديشن کتلست Pd د آکسيجن سره $Pd<^{O}_{O}$ منځنی مرکب جوړوي.

( IV ) د تعامل په محيط کي بعضي اجنبي مواد د کتلست تاثير زياتولای شي. داسي مواد دپرموتور په نامه ياديږي.

( V ) بعضي وخت اجنبي مواد دکتلست پر سطح جذب کيږي او د کتلست پر سطح د جذب فعال مرکزونه مصروفوي چي په نتيجه کي د کتلست فعاليت کميږي. دي پيښي ته د کتلست زهري کيدل او هغه مواد چي د کتلست د زهري کيدو سبب کيږي د کتلست د زهرو په نامه ياديږي. مثلاً هايدروجن سلفايد، کابن دای سلفايد، هلوجنونه او نور مواد دپلاتيني او نيکلي کتلستونو زهر دي.

## 7 - 2 - 5 . د کتلست په واسطه د کيمياوي تعامل د سرعت د تغير ميخانيکيت :

د کيمياوي تعاملاتو د ميخانيکيت په هکله يوه نظريه دا ده چي هر کيمياوي تعامل د يوي انتقالي مرحلي څخه تيريږي. په انتقالي مرحله کي د تعامل کونکو موادو تر منځ يو فعال کامپلکس مرکب جوړيږي. د دي کامپلکس مرکب د جوړيدو انرژي د تعامل د فعال کولو د انرژۍ سره مساوي ده.

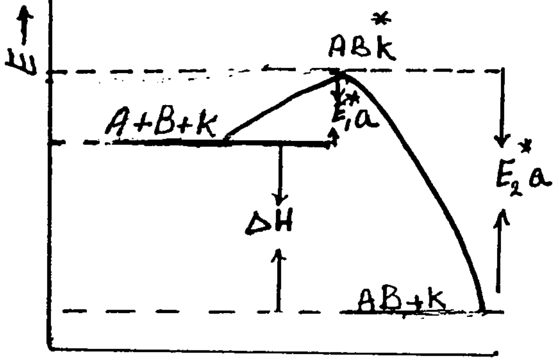
کامپلکس مرکب بیا وروسته تجزیه کیږي او د تعامل اصلي حاصلات جوړوي. مثلاً د A او B مواد و د تعامل څخه په انتقالي مرحله کې (*AB) فعال کامپلکس مرکب جوړیږي او له دغه مرکب نه وروسته دتعامل اصلي حاصلات AB لاس ته راځي. (5 - 5 ) شکل.

A + B AB* --------------- AB

د کتلستي تعاملاتو په انتقالي مرحله کې کامپلکس د کتلست (K) په شمول د تعامل کونکو موادو څخه جوړیږي.

A + B + K ABK* --------------- AB + K

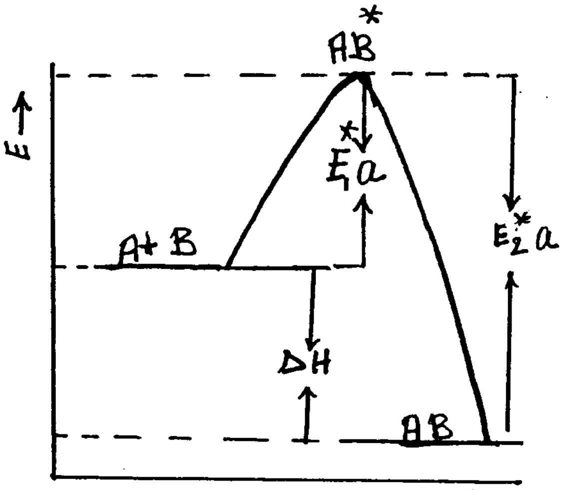
په مثبت کتلستونو کې د ( *ABK) کامپلکس په ډیره لږه انرژي جوړیږي. یعني دلته کتلست د تعامل د فعال کولو انرژي راکموي شکل (6 - 5) . چې پدې ترتیب د هغه مالیکولونو شمیر چې د تعامل کولو انرژي لري زیاتیږي او په نتیجه کې د تعامل سرعت هم زیاتیږي.
د (5 - 5 ) او (6 - 5 ) شکلونو د مقایسې څخه ښکاري چې د *ABK کامپلکس د *AB د کامپلکس په پرتله په لږه انرژي جوړیږي یعني کتلستي تعامل د فعال کولو انرژي د غیر کتلستي تعامل د فعال کولو د انرژۍ په پرتله کمه ده. نو ځکه ، مثبت کتلست په استعمال سره تعامل په لږه انرژۍ او ژر صورت نیسي.
د غیر متجانس کتلستي تعاملاتو په هکله تر اوسه واحده نظریه نشته. د جامدو کتلستو په هکله یوه داسې نظریه موجوده ده چې ګویا تعامل کوونکي مواد د کتلست پر ټوله سطحه نه بلکه د دغې سطحې پر مشخصو نقطو چې د فعاله مرکزونو په نامه یادیږي جذب او د فعاله مرکزونو د اتومو سره مابیني غیر ثابت کامپلکسو نه جوړوي. دغه غیر ثابت کامپلکسونه ډیر ژر تخریب او د تعامل کوونکو موادو فعال ذرات چې ډیر ژر تعامل کوي منځ ته راځي.
دلته د کتلست پر مخ د فعاله مرکز هندسي شکل او د تعال کوونکو ذراتو د فضائي جوړښت مطابقت همدا ډول د فعاله مرکز د اتومونو تر منځ د کیمیاوي اړیکو اوږودوالي او د تعامل کوونکو ذراتو د اتومو تر منځ د کیمیاوي اړیکو د اوږدوالي مطابقت ضرور ګڼل کیږي چې د کتلست انتخابي عمل د دې شرایطو په اساس منځ ته کیږي. د کتلست په الکتروني نظریه کې داسې ویل کیږي چې ګویا د کتلستي موادو پر سطحه آزاد یا ژر تحریک کیدونکي الکترونونه موجود دي دا الکترونونه ژر او په آسانۍ د کتلست او د تعامل کوونکو ذراتو تر منځ د کامپلکس د جوړیدو سبب کرځي. مثلاً د d انتقالي عناصرو کتلستي فعالیت د دغه عناصرو د d اربتالو د الکترونو په ژر تحریک کیدو پورې مربوط ګڼي.




د تعامل لوری (جهت)

شپږم (6 - 5) شکل: کتلستي تعامل

- $E_1{}^*a$ - د اکزوترمیک تعامل (1) د فعال کولو انرژي.
- $E_2{}^*a$ - د اندوترمیک تعامل (2) د فعال کولو انرژي.
- ΔH – د تعامل حرارتي اثر




د تعامل لوری (جهت)

پنځم (5 - 5) شکل غیر کتلستي تعامل.

- $E_1{}^*a$ - د اکزو ترمیک تعامل (1) د فعال کولو انرژي.
- $E_2{}^*a$ - د اندو ترمیک تعامل (2) د فعال کولو انرژي.
- ΔH – د تعامل حرارتي اثر.

## 3 – 5 . کیمیاوي تعادل:

ټول کیمیاوي تعاملات لږ یا ډیر رجعن وي. د بعضې کیمیاوي تعاملاتو حاصلات ډیر ثابت وي او ډیر لږ مقدار ئي بیرته تجزیه کیږي او لمړني مواد جوړوي، داسې تعاملات غیر رجعي بلل کیږي.
مگر رجعي تعاملات د معینو شرایطو لاندې مستقیم او معکوس دواړو طرفو ته صورت نیسي او بالاخره داسې موقع رارسي چې د مستقیم او معکوس تعاملاتو سرعتونه سره مساوي کیږي، د تعامل دغه حالت ته کیمیاوي تعادل ویل کیږي.

مثلاً لاندې لاندې تعامل په پام کې نیسو: که د مستقیم تعامل سرعت $V_1$ او د معکوس تعامل سرعت $V_2$ وي نو د (61) افادې له مخې لیکو:

$$aA + bB \underset{V_2}{\overset{V_1}{\rightleftharpoons}} dD + rR$$

$$V_1 = K_1 C_A^a \cdot C_B^b$$

$$V_2 = K_2 C_D^d \cdot C_R^r$$

د تعادل په حالت کې لرو چې:

$$V_1 = V_2$$

$$K_1 C_A^a \cdot C_B^b = K_2 C_D^d \cdot C_R^r$$

$$Kc = \frac{K_1}{K_2} = \frac{C_D^d \cdot C_R^r}{C_A^a \cdot C_B^b} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 5-(65)$$

په پورتنیو افادو کې C د هرې مادې د تعادلي حالت مولري غلظت او Kc د تعامل د تعادل ثابت ښئي. همغه شان چې $K_1$ او $K_2$ یواځې د تودوخې په درجې پورې اړه لري د Kc قیمت هم یواځې د تودوخې د درجې پورې مربوط دی او د تعامل د موادو په غلظت پورې ارتباط نلري. د دې خبرې معنی دا ده چې فرضاً که د تعامل کونکو موادو د غلظتونو حاصل ضرب تغیر وکړي نو د تعامل څخه د حاصل شویو موادو د غلظتو حاصل ضرب په همغه تناسب تغیر کوي او د هغوئ نسبت (Kc) تغیر نکوي.
که د تعامل مواد ټول گازات وي دا چې د گازاتو په مخلوط کې د هر گاز غلظت په هغه مخلوط کې د هغه گاز د جزئي فشار سره مستقیم تناسب لري نو پدې صورت کې(66) معادله داسې لیکو:

$$Kp = \frac{P_D^d \cdot P_R^r}{P_A^a \cdot P_B^b} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 5-(66)$$

دلته P د تعامل په تعادلي حالت کې د هر گاز جزئي فشار او Kp د تعامل د تعادل ثات ښئي. د Kp قیمت هم د Kc په شان یواځې د تودوخې په درجې پورې اړه لري، او په تعامل کې د شاملو موادو د جزئي فشارونو په قیمت پورې اړه نلري. د مثال په ډول دا لاندې تعامل په پام کې نیسو:

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$$

د تودوخې په $300°C$ کې دغه تعامل د تعادل حالت ته رسي چې د سیستم د تعادلي حالت غلظتونه په لاندې ډول دي:

$$C_{N_2} = 0,25M$$
$$C_{H_2} = 0,15\ M$$
$$C_{NH_3} = 0,090\ M$$

د دغه تعامل Kc په $300°C$ کې پیدا کړی.
حل: د (65) معادلې له مخې لیکو چې:

$$Kc = \frac{C^2_{NH_3}}{C_{N_2} \cdot C^3_{H_2}} = \frac{(0,090)^2}{0,25(0,15)^3} = 9,6$$

دوهم مثال: د $N_2O_4$ د تجزئې څخه $NO_2$ لاس ته راځي.

$$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$$

په درې تجربو کې ($t = 100°C$) د $NO_2$ او $N_2O_4$ لمړنې غلظتونه فرق کوي په درې واړو تجربو کې $N_2O_4$ او $NO_2$ د تعادلي حالت غلظتونه هم معلوم شوي او دغه معلومات په لاندې جدول کې ورکړل شوي دي:

| د تعادلي حالت غلظتونه (M) | لمړنې غلظتونه (M) | مواد | تجربه |
|---|---|---|---|
| 0,040 | 0,100 | $N_2O_4$ | I |
| 0,120 | 0,000 | $NO_2$ | |
| 0,014 | 0,000 | $N_2O_4$ | II |
| 0,072 | 0,100 | $NO_2$ | |
| 0,070 | 0,100 | $N_2O_4$ | III |
| 0,16 | 0,100 | $NO_2$ | |

د دې معلوماتو له مخې د پورتنې تعامل د تعادل ثابت Kc حساب کړی.
حل: د (65) معادلې په اساس لیکو چې:

$$K_1 = \frac{C^2(NO_2)}{C(N_2O_4)} = \frac{(0,12)^2}{0,040} = 0,3600$$

$$K_2 = \frac{C^2(NO_2)}{C(N_2O_4)} = \frac{(0,072)^2}{0,014} = 0,3703$$

$$K_3 = \frac{C^2(NO_2)}{C(N_2O_4)} = \frac{(0,160)^2}{0,070} = 0,3657$$

$$K_c = \frac{K_1 + K_2 + K_3}{3} = \frac{0,3600 + 0,3073 + 0,3653}{3} = 0,3653$$

پورتنی محاسبه ښئي چې د $N_2O_4$ د تجزئي د تعادل ثابت دسانتیګراد په 100 درجو کې په دريو واړه تجربو کې يو شی (تقريباً 0,3653) دی او دسیستم په لمړنیو غلظتو پورې اړه نلري.

## 1 -3- 5 . د تعامل د تعادل د ثابت Kc څخه استفاده:

( ۱ ) - د Kc د قیمت له مخې د تعادل حالت ته د تعامل د تګ لوری تعینیدای شي.

( ۱۱ ) - د Kc د قیمت له مخې په معینو شرایطو د تعامل امکان معلومیدای شي.

مثال: د سانتیګراد په 25 درجو کې د لاندې کیمیاوي تعامل د تعادل د ثابت قیمت Kc = 0,0156 دی.

$$2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$$

که په یو لیتر محلول کې د تعامل د موادو لمړني غلظتونه په لاندې ډول وي:

a, $C_{HI} = 1,00mol$ ; $C_{H_2} = 0,01mol$ ; $C_{I_2} = 0,01mol$

b, $C_{HI} = 1,00\ mol$ ; $C_{H_2} = 1,00\ mol$ ; $C_{I_2} = 1,00\ mol$

په دواړو حالتو کې د تعادل حالت ته د تعامل د تګ لوری تعین کړی.

حل :

$$KC = \frac{CH_2 . CI_2}{C^2HI} = 0,0156$$

a ,
$$KC = \frac{0,01 . 0,01}{(1)^2} = 10^{-4}$$

b ,
$$KC = \frac{1 \times 1}{(1)^2} = 1$$

محاسبه ښئي چې كه د تعامل د موادو لمړني غلظتونه د (a) د حالت په شان وي دلته د Kc قيمت ( $10^{-4}$) د تعادلي حالت د Kc د قيمت (0,0156) څخه كم دى نو كه غلظتونه د (a) دحالت په شان وي تعامل ښي خوا يعني د $H_2$ او $I_2$ دجوړيدو په لوري ځي.
او كه غلظتونه د b د حالت په شان وي دلته د Kc قيمت (1) د تعادلي حالت د قيمت (Kc = 0,0156) څخه زيات دى. نو پدې شرايطو كي تعامل د ښي خوا څخه چپ خوا ته يعني د HI د جوړيدو په لور ځي. په دواړو حالتو كي تعامل د تعادل حالت ته ځي تر څو چې د تعادل ثابت Kc ئي (0,0156) شي.
مثال : لاندې تعامل امكان د سانتيګراد په 25 درجو كي وګورى.

$$N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$$

$$Kc = \frac{C^2(NO)}{C(N_2) . C(O_2)} = 1 . 10^{-30}$$

جواب : د Kc د قيمت څخه ښكاري چې د تعادل په وخت كي د NO غلظت د $N_2$او $O_2$ د غلظتو په نسبت ډير كم دى، او په سيستم كي عملاً ټول $O_2$ او $N_2$ وجود لري يعني د تودوخي په 25 درجو كي $O_2$ او $N_2$ تعامل نكوي.
( ۱۱ ) مثال : لاندې تعامل د تودوخي په 25°C كي په پام كي نيسو.

$$2Cl_{(g)} \rightleftharpoons Cl_{2(g)}$$

$$Kc = \frac{C(Cl_2)}{C^2(Cl)} = 1 \times 10^{38}$$

د Kc لوړ قیمت ښئي چې د تعادل په وخت کې په سیستم کې د کلورین د اتومو په نسبت د کلورین مالیکولونه ډیر زیات دي یعني د کلورین تقریباً ټول اتومونه مالیکولونه جوړوي. نو ویلای شو چې پورتنی تعامل غیر رجعي تعامل دی.

( ۱۷ ) - مثال : دتودوخې په 25°C درجو کې لاندي تعامل په پام کې نیسو.

$$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$$

$$Kc = \frac{C^2(NO_2)}{C(N_2O_4)} = 0{,}36$$

دلته د Kc قیمت (0,36) تقریباً (1) ته نژدې دی یعني په تعادلي حالت کې د اولیه موادو او د تعامل څخه حاصل شویو موادو غلظتونه سره ډیر توپیر نلري. تر څو چې خارجي شرایط تغیر ونکړي په پورتني سیستم کې مستقیم او معکوس تعاملا یو هم نه ختمیږي.

( ۷ )- مثال : په عادي حرارت کې ایتایل الکول او استیک اسید د لاندي معادلې په اساس تعامل کوي:

$$CH_3COOH_{(L)} + C_2H_5OH_{(L)} \longrightarrow CH_3COO-C_2H_{5(L)} + H_2O_{(L)}$$

60 گرامه استیک اسید د 46 گرامه ایتایل الکول سره گډ او حرارت ورکړل شوی او دتعادل په حال کې 12 گرامه اوبه او 58,7 گرامه ایتایل اسیتت جوړ شوی دی.

د پورتني تعامل د تعادل ثابت حساب کړی.

د موادو لمړني غلظتونه:

$$C_{CH_3COOH} = 60gr = \frac{60}{60} = 1 \text{ mol} = a$$

$$C_{C_2H_5OH} = 46gr = \frac{46}{46} = 1\ mol = b$$

$$C_{CH_3COOC_2H_5} = 0gr = 0\ mol$$

$$C_{H_2O} = 0gr = 0\ mol$$

د تعادل په حالت کې دموادو غلظتونه :

$$C_{CH_3COOC_2H_5} = 58,7gr = \frac{58,7}{88} = 0,666\ mol = X$$

$$C_{H_2O} = 12gr = \frac{12}{18} = 0,666\ mol = X$$

$$C_{CH_3COOH} = (a - x) = (1 - 0,666) = 0,333\ mol$$

$$C_{C_2H_5OH} = (b - x) = (1 - 0,666) = 0,333\ mol$$

$$Kc = \frac{C(CH_3COOC_2H_5)\ C(H_2O)}{C(CH_3COOH)\ .\ C(C_2H_5OH)} = \frac{(0,666)^2}{(0,333)^2} = 4$$

( VI ) - مثال: په عادي حرارت کې استیک اسید او ایتایل الکول په لاندې ډول تعامل کوي. که 92 گرامه ایتایل الکول او 120 گرامه استیک اسید سره گډ شي نو څو گرامه ایتایل استیت به جوړ شي.

حل :

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| لمړي غلظتونه | $\frac{120}{60} = 2\ mole$ | $\frac{92}{46} = 2\ mole$ | $0\ mole$ | $0\ mole$ |
| تعادلي غلظتونه | $2 - X$ | $2 - X$ | $X$ | $X$ |

$$K_c = \frac{C_{CH_3COOC_2H_5} \cdot C_{H_2O}}{C_{CH_5COOH} \cdot C_{C_2H_5OH}} = \frac{X \cdot X}{(2-X)(2-X)} = \frac{X^2}{(2-X)^2} = 4$$

$$4(2^2 + X^2 - 2 \cdot 2X) = X^2$$
$$16 + 4X^2 - X^2 - 16X = 0$$
$$3X^2 - 16X + 16 = 0$$
$$aX^2 - bX + c = 0$$
$$a = 3 \quad ; b = -16 \quad ; c = 16$$

$$X = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$X = \frac{+16 \pm \sqrt{256 - 192}}{6}$$

$$X_1 = 1,33 \text{ mole} \quad ; \quad X_2 = 4 \text{ mole}$$

دا چې د لمړنيو موادو غلظت 2 موله دي نو 4 = X قيمت نشي اخيستلای پس د تعادل په وخت کې د ايتايل اسيت غلظت 1,33 موله دی.
يعني د پورتني تعامل څخه 177,04 = 1,33 . 88 گرامه ايتايل اسيت حاصليږي.

## 2 - 3 - 5 . د کيمياوي تعادل ړنګيدل:

## دلي شاتلي پرنسيپ:

کيمياوي تعادل د معينو خارجي شرايطو (غلظت، فشار، د تودوخي درجه ) لاندې منځ ته راځي او کله چې د دغه شرايطو څخه يو هم تغير وکړي نو کيمياوي تعادل ړنګيږي. دلي شاتلي د پرنسيپ پر اساس کله چې يو کيمياوي تعامل د تعادل په حال کې وي او د خارجي شرايطو څخه کوم يو تغير وکړي نو د مستقيم او معکوس تعاملاتو د جملې څخه هغه تعامل ډير چټک کيږي چې راغلی تغير بيرته جبران کړي.

**1 - د غلظت د تغير اثر :** لاندې تعامل په پام کې نيسو:

$$2SO_2 + O_2 \underset{V_2}{\overset{V_1}{\rightleftharpoons}} 2SO_3$$

$$K_c = \frac{C^2(SO_3)}{C^2(SO_2)\ .\ C(O_2)}$$

لکه چي پاس مو وویل په تعادلي حالت کي د حرارت په معینه درجه کي د $K_c$ قیمت ثابت دی. د دي معنی دا ده چي د $K_c$ په افاده کي که صورت زیات شي نو باید د هغي سره سم مخرج هم زیات شي تر څو د $K_c$ قیمت ثابت پاتي شي. او برعکس که صورت کم شي نو باید چي مخرج هم کم شي تر څو $K_c$ تغیر ونکړي. په پورتني تعامل کي که مونږ د آکسیجن یا د سلفردای اکساید غلظت زیات کړو نو تعامل باید په خپله د سلفرترای اکساید غلظت زیات کړي تر څو په پورتني کسر کي د صورت او مخرج نسبت ($K_c$) ثابت پاتي شي.

دا پدي کیږي چي په پورتني تعامل کي باید مستقیم تعامل ( ←------ ) چټک ( $V_1 > V_2$ ) شي. همدا ډول که مونږ د تعامل د محیط څخه $SO_3$ خارج کړو یعني د $SO_3$ غلظت کم کړو نو تعامل باید په خپله د آکسیجن او سلفردای اکساید غلظتونه کم کړي. یعني دا ځل هم باید مستقیم تعامل ( ←------ ) د معکوس تعامل په پرتله ډیر چټک ( $V_1 > V_2$ ) شي.

همدا ډول که په پورتني تعامل کي $SO_3$ د خارج څخه د تعامل محیط کي اضافه شي نو تعامل باید په خپله د $SO_2$ او $O_2$ مقدار زیات کړي یعني دا ځل باید معکوس تعامل ( ------→ ) ډیر چټک ( $V_2 > V_1$ ) شي.

د پورتني بیان څخه دوه مهمي نتیجي تر لاسه کیږي:

الف - که د یو رجعي تعامل حاصلات دایماً د تعامل د محیط څخه خارج شي داسي تعامل عملاً ختمیدای شي.

ب - که وغواړو چي د یوي کیمیاوي مادي څخه اعظمي استفاده وشي نو باید د هغي سره تعامل کونکي ماده په تعامل کي ورزیاته شي.

## 2 - د فشار د تغیر اثر:

که د یو کیمیاوي تعامل مواد گازات وي او سربیره پر دي په تعامل کي د داخل شویو او د تعامل څخه د حاصل شویو موادو د مولونو شمیر سره توپیر ولري په داسي تعاملاتو کي د خارجي فشار تغیر د تعامل تعادلي حالت ته تغیر ورکولای شي. لاندي رجعي تعامل د تعادل په حالت کي په پام کي نیسو.

$$2SO_2 + O_2 \underset{V_2}{\overset{V_1}{\rightleftharpoons}} 2SO_3$$

پدي سیستم کي دري موله کیمیاوي مواد تعامل کوي او دوه موله حاصلات تری لاس ته راځي. یعني د اولیه موادو حجم د تعامل د حاصلاتو د حجم څخه زیات دی.

اوس هغه ظرف چي د تعامل مواد پکي دي پر هغي خارجي فشار داسي زیاتوو چي د تودوخي درجه ثابته پاتي شي.. د خارجي فشار په زیاتیدو سره د سیستم حجم کمیږي او د دي لپاره چي د سیستم حجم کم شي نو باید مستقیم تعامل ډیر چټک ($V_1 > V_2$) شي. بر عکس که د تودخي په ثابته درجه کي د تعامل پر سیستم خارجي فشار کم

شي نو باید د سیستم حجم زیات شي او د تعامل د معادلې څخه ښکاري چې د معکوس تعامل په نتیجه کې د سیستم حجم زیاتیږي. پس باید معکوس تعامل ډیر چټک ($V_2 > V_1$) شي. د پورتني بیان څخه دا نتیجه اخیستلای شو چې یو کیمیاوي تعامل چې د تعادل په حال دی که پر هغه خارجي فشار زیات شي دلته د مستقیم او معکوس تعاملاتو د جملې څخه هغه تعامل ډیرچټک کیږي چې د هغې په نتیجه کې د سیستم حجم کمیږي او بر عکس.

## 3 - د تودوخې د درجې د تغیر اثر:

په رجعي تعاملاتو کې د مستقیم او معکوس تعاملاتو له جملې څخه یو ئې اندو ترمیک او بل ئې اکزوترمیک وي. لکه چې مخکې مو وویل(ص ۱۳۷) په داسې تعاملاتو کې د اندوترمیک تعامل دفعال کولو انرژي د اکزوترمیک تعامل د فعال کولو د انرژۍ څخه زیاته وي. نو ځکه د (64) معادلې په اساس ویلای شو کله چې په یو رجعي تعامل د تودوخې درجه لوړه کړای شي نو تعادل داندوترمیک تعامل په لوري درنیږي یعني اندو ترمیک تعامل د اکزوترمیک تعامل په پرتله ډیر چټک کیږي.

# شپږم فصل

# دسپرشني سیستمونه

که د موادو خورا کوچني ذرات یو په بل کې ګډ شي داسې ګډ وله د دسپرشني سیستم په نامه یادیږي. مثلاً که بوره په اوبو کې حل شي یو د سپرشني سیستم لاس ته راځي چې په هغې کې بوره نشر شوې ماده او اوبه د انتشار د محیط په نامه یادیږي. د انتشار د محیط او نشر شوې مادې په اساس نه (9) ډوله دسپرشني سیستمونه وجود لري.

1 - جامد په جامد کې لکه د فلز اتو الیاژونه

2 - جامد په مایع کې . لکه د مالګې یا بورې محلول په اوبو کې.

3 - جامد په ګاز کې . لکه لوګی، دوړې او نور.

4 - مایع په جامد کې لکه کرستلي اوبه په مالګو کې.

5 - مایع په مایع کې. لکه الکول په اوبو کې.

6 - مایع په ګاز کې. لکه وریځ

7 - ګاز په جامد کې . لکه هایدروجن په پلاتین کې

8 - ګاز په مایع کې . لکه سودا واتر، کوکاکولا او نور.

9 - ګاز په ګاز کې. لکه هوا چې د مختلفو ګازاتو مخلوط دی.

د نشر شوې مادې د ذراتو د کوچني والي له مخې درې ډوله دسپرشني سیستمونه وجود لري.

## 1 - 6 . معلق سیستمونه:

په دا ډول سیستمونو کې د نشر شوې مادې ذرات د انتشار په محیط کې ځوړند (معلق ) وي. دلته د نشر شوې مادې د ذراتو قطر $10^{-3}$ - $10^{-5}$ cm وي. دا سیستمونه په دوو ګروپو ویشل کیږي:

الف - **املشنونه** : په املشنو کې هم نشر شوې ماده او هم د انتشار محیط دواړه مایع وي لکه شیدې چې د غوړو د کوچنیو ذراتو او اوبو څخه جوړیږي.

ب - **سوسپنشنونه** : په سوسپنشنونو کې نشر شوې ماده د جامد کوچني ذرات او د انتشار محیط مایع وي. لکه خړې اوبه یا د سیلاب اوبه .

## 2 - 6 . کلوئیدي سیستمونه:

په کلوئیدي سیستمونو کې د نشر شوې مادې د ذراتو قطر $10^{-5}$ - $10^{-7}$ cm وي داسې ذرات د مالیکولو څخه لوی وي دفلتر د کاغذ څخه تیریږي او په عادي مکروسکوپ کې نه لیدل کیږي. کلوئیدي سیستمونه د معلق سیستمونو په پرتله ثابت وي مګر دا سیستمونه هم د زمانې په تیریدو سره تغیر کوي. په اوبو کې د نشایستې محلول او وینه د کلوئیدي سیستمونو ښه مثالونه دي.

## 3 - 6 . محلولونه:

محلولونه د یو فاز څخه جوړ مجانس سیستمونه دي چې تر کیب ئې په معینو حدودو کې تغیر کولای شي. دلته د انتشار محیط د محلل او نشر شوې ماده د حل شوې مادې په نامه یادیږي. په محلولو کې هغه جز چې فازي حالت ئې د محلول په شان وي د محلل په نامه او دمحلول بل جز چې فازي حالت ئې دمحلول د فازي حالت څخه توپیر لري د حل شوې مادې په نامه یادیږي. لکه د مالګې په محلول او په سودا واتر کې مالګه او کاربندای اکساید حل شوي مواد او اوبه محلل دي. که د محلول ټول اجزا د محلول په شان فازي حالت ولري دلته هغه جز چې مقدار ئې زیات دی د محلل او هغه بل جز چې مقدار ئې کم دی د حل شوې مادې په نامه یادیږي لکه د اوبو او الکولو محلول.

د محلول د جوړیدو په جریان کې هم د حل شوې مادې او هم د محلل داخلي جوړښت تغیر کوي. که د خالصې حل شوې مادې په مالیکولو یا کرستلو کې د ذراتو تر منځ کیمیاوي اړیکي وجود لري او د محلل د مالیکولو تر منځ بین المالیکولي قواوې عمل کوي نو کله چې محلول جوړ شي د حل شوې مادې د ذراتو او د محلل د ذراتو تر منځ پخوانۍ اړیکي تغیر کوي او اوس د حل شوې مادې د ذراتو او د محلل د ذراتو تر منځ نوې اړیکي منځ ته راځي د دې اړیکو په هکله دوه نظرئې وجود لري:

الف - **د محلول کیمیاوي نظریه :** د دې نظر پر اساس د محلل او حل شوې مادې د ذراتو تر منځ کیمیاوي اړیکي منځ ته راځي. که د ګوګړو تیزاب په اوبو کې حل کړو ډیر زیات حرارت آزادیږي که د کاپر سلفیتو سپین پودر په اوبو کې حل شي د حاصل شوي محلول حجم د عمومي حجم په نسبت 3,5% کم وي.

د پورتنیو مثالو څخه معلومیږي چې د محلل او حل شوې مادې ذرات یو په بل کې ساده نه ګډیږي بلکه د هغوئ تر منځ متقابل تاثیر دومره شدید دی چې په هغو کې د سیستم انرژي او د اولیه موادو خواص تغیر کوي، نو ځکه د انحلال عملیه کیمیاوي تعامل ته ورته او د محلول د کیمیاوي نظرئې طرفداران وائي چې د محلل او حل شوې مادې د ذراتو تر منځ کیمیاوي اړیکي جوړیږي.

ب - **د محلول فزیکي نظریه :** د دې نظرئې طرفداران وائي چې د محلل او حل شوې مادې د ذراتو تر منځ فزیکي قواوې عمل کوي. د غیر قطبي مالیکولو تر منځ (مثلاً د نجیبه ګازاتو محلول) دا قواوې ډیرې ضعیفه او د قطبي مالیکولو او د ایونو تر منځ دا قواوې ډیرې قوي دي. مثلاً د اوبو د قطبي مالیکولو او دمالګې د ایونو تر منځ د الکتروستاتیکي جذب په نتیجه کې د مالګې کرستل په اوبو کې حلیږي او په نتیجه کې په اوبو کې د مالګې محلول لاس ته راځي. په محلول کې د مالګې کتیون او انیون یو د بل څخه جدا او هر یو د اوبو د قطبي مالیکولو په منځ کې ښکیل وي.

د اوبو د مالیکولو په منځ کې د ایونو ښکیل کیدل د هایدریشن په نامه یادیږي. که د کتیون او انیون چارجونه مختلف العلامه ولې عدداً یو شی وي دا چې د کتیون حجم دانیون د حجم په پرله ډیر کم وي نو دکتیون د چارج کثافت د انیون د چارج د کثافت په پرتله ډیر زیات وي. نو ځکه د اوبو ډیر شمیر مالیکولونه د کتیون چاپیره وصل وي او انیون د ډیر کم شمیر مالیکولو په منځ کې ښکیل وي. که د مالګې محلول په ورو ورو ګرم شي نو د اوبو آزاد مالیکولونه الوزي او د ایونو سره تړلي مالیکولونه د مالګې د هایدریت په کرستل کې پاتې کیږي چې دغه اوبه د کرستلي اوبو په نامه یادیږي. مثلاً د کاپر سلفیت د هایدریت تر کیب $CuSO_4 . 5H_2O$ دی. علمي تحقیقات ښئي

چې پدې هایدریت کرستل کې د اوبو د پنځو مالیکول څخه څلور ئې د $Cu^{+2}$ ایون سره ارتباط لري او یواځې یو مالیکول د $SO_4^{-2}$ ایون سره مربوط دی.

## 4 - 6 . د حل کیدو قابلیت:

بعضي کیمیاوي مواد یو په بل کې په هر نسبت حل کیږي. مثلاً الکول، د گوگړو تیزاب، د مالگې تیزاب او نور په هر نسبت د اوبو سره محلول جوړوي. ولې بعضي مواد لکه بنزین، د خوړلو مالگه او بوره د معین فشار لاندې د تودوخې په معینه درجه کې په معین مقدارونو په اوبو کې حل کیږي او د هغې نه زیات نشي حل کیدای. دغسې محلول چې په هغې کې حل شوې ماده نوره نه حل کیږي د مشبوع محلول په نامه یادیږي.
په مشبوع محلول کې حل شوې ماده څومره چې په محلول کې حل کیږي هغومره بیرته د محلول څخه جدا کیږي یعنې د حل شوې مادې انحلال یو دینامیک تعادل جوړوي.

$$\text{مشبوع محلول} \underset{V_2}{\overset{V_1}{\rightleftharpoons}} \text{حل کیدونکې مواد}$$

$$V_1 = V_2$$

په پورتنۍ افاده کې $V_1$ په مشبوع محلول کې د حل کیدونکې مادې د حل کیدو سرعت او $V_2$ بیرته د مشبوع محلول څخه د حل شوې مادې د جدا کیدو سرعت ښئي. په مشبوع محلول کې د حل شوې مادې مقدار په هغه محلل کې د دغه حل شوې مادې انحلالیت یا د حل کیدو قابلیت ښئي.

## 5 - 6 . د محلول د غلظت افادې:

په یو محلول کې د حل شوې مادې مقدار ته د هغه محلول غلظت وائي. د محلول غلظت په لاندې ډولو افاده کیدای شي.

I - **فیصدي غلظت** : فیصدي غلظت په دوه ډوله دی. وزني فیصدي او حجمي فیصدي.

( ۱ ) - **وزني فیصدي** : د محلول په 100 وزني حصو کې د حل شوې مادې د وزني حصو مقدار ته د محلول وزني فیصدي ویل کیږي مثلاً په اوبو کې د بورې 5% محلول دا معنی لري چه د دغه محلول په 100 گرامو کې 5 گرامه بوره او 95 گرامه اوبه دي.

( ۲ ) - **حجمي فیصدي** : د محلول د حجم په 100 واحده کې د حل شوې مادې د حجم (دواحدونو) مقدار ته د هغه محلول حجمي فیصدي وائي. مثلاً په اوبو کې د الکولو لس حجمي فیصده داسې محلول دی چې د هغه په سل لیتره کې لس لیتره الکول دي.

( II ) - **مولارتي** : په یو لیتر (1000cc) محلول کې د حل شوې مادې د مولونو شمیر د هغې محلول د مولارتي په نامه یادیږي.

مثال : د اوبو په نیم لیتر محلول کې 196 گرامه د گوگړو تیزاب حل شوي دي. د دې محلول مولارتي معلومه

کړی
حل:

$$M_{H_2SO_4} = 2 . 1 + 32 + 4 . 16 = 98$$

| د $H_2SO_4$ وزن (په گرام) | ---- | د محلول حجم (په ml) |
|---|---|---|
| 196 | | 500 |
| X | | 1000 |

$$X = \frac{1000 . 196}{500} = 392gr$$

$$X = \frac{392}{98} = 4 \text{ moles}$$

| مولارتي (m) | --- | د حل شوي مادي مولونه (moles) | ---- | د محلول حجم (په ml) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | | 1 | | 1000 |
| X | | 4 | | 1000 |

X = m = 4

( iii ) - **نارملتي** : په يو ليتر محلول کې د حل شوي مادې د معادل وزنونو شمير د هغه محلول د نارملتي په نامه يادېږي.

مثال : په 100 ملي ليتر محلول کې 9,8 گرامه د گوگړو تيزاب حل شوي دي د دغه محلول نارملتي معلومه کړی
حل :

$M\ H_2SO_4 = 98$ ماليکولي کتله

$H_2SO_4$ معادل وزن $= \frac{98}{2} = 49$

| د حل شوي مادي کتله | ---- | د محلول حجم |
|---|---|---|
| (gr) | | (ml) |
| 9,8 | | 100 |
| X = 98 | | 1000 |

| نارملتي | -------- | د حل شوي مادي کتله | --- | د محلول حجم |
|---|---|---|---|---|
| (N) | | (gr) | | (ml) |
| 1 | | 49 | | 1000 |
| X | | 98 | | 1000 |
| X = N = 2 | | | | |

( iv ) **-مولالتي:** په 1000 گرامه محلل کي د حل شوي مادي د مولو شمير د هغه محلول د مولالتي په نامه یادیږي.

**مثال:** په 2000 گرامه اوبو کي 19,6 گرامه د گوگړو تیزاب حل شوي دي د دي محلول مولالتي څو ده.

**حل :**

$$M_{H_2SO_4} = 2 + 32 + 4 \cdot 16 = 98$$

| د حل شوي مادي کتله | ---- | د محلل کتله |
|---|---|---|
| (gr) | | (gr) |
| 19,6 | | 2000 |
| X = 9,8 | | 1000 |

$$X = 9{,}8gr = \frac{9{,}8}{98} = 0{,}1 \text{ moles}$$

| مولالتي | ------- | د حل شوي مادي وزن | ------ | د محلل کتله |
|---|---|---|---|---|
| (m) | | (gr) | | (gr) |
| 1 | | 9,8 | | 1000 |
| X | | 9,8 | | 1000 |
| X = m = 0,1 | | | | |

( v ) **-مولي قسمت :** که يو سيستم د (1) ( 2) او (3) موادو څخه جوړ وياو ددغه موادو د مولو شمير په ترتيب سره $n_1$, $n_2$ او $n_3$ وي نو د هري مادي مولي قسمت (X) په لاندي ډول پيدا کيږي.

$$X_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2 + n_3} \; ; \; X_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2 + n_3} \; ; \; X_3 = \frac{n_3}{n_1 + n_2 + n_3}$$

## 6-6 . د حل کیدو پر قابلیت موثر عوامل :

د موادو د حل کیدو قابلیت تر هر څه لمړی د حل شوي مادې او محلل په طبیعت یعني د هغوئ د مالیکولو په جوړښت پوري اړه لري. یعني شبه مواد په خپلو منځو کي ښه حلیږي. مثلاً الکول، مالګي تیزابونه او قلویات چي قطبي یا ایوني مالیکولونه لري دغه مواد په قطبي محلل لکه اوبو کي ښه حل کیږي او دغه مواد په بنزین، ایتر او کاربن ترا کلوراید کي ښه نه حل کیږي. بر عکس غوړي ، ربړ و کنډ او نور عضوي مواد چي مالیکولونه ئي غیر قطبي دي دغه مواد په غیر قطبي محلولونو لکه بنزین، ایتر او کاربن ترا کلوراید کي ښه حل کیږي. لدې پر ته دا لاندي عوامل د موادو په حل کیدو باندي تاثیر لري :

**الف - د فشار تاثیر :** په مایعاتو او جامداتو کي د ګاز انحلالیت د خارجي فشار په لوړیدو سره زیاتیږي. په همدي اساس $CO_2$ د فشار په واسطه په شربتونو کي حلوي او مختلف مشروبات لکه کوکاکولا، فانتا، سودا واتر او نور لاس ته راوړي.

دا چي د مایعاتو د متقابل انحلال په جریان کي د سیستم حجم ډیر کم تغیر کوي نو ځکه د مایعاتو په متقابل انحلال د خارجي فشار د تغیر رول هم کم دی. همدا ډول په مایعاتو کي د جامداتو پر انحلال هم د خارجي فشار تغیر دومره اثر نکوي.

**ب - د تودوخي د درجي تاثیر :** د تودوخي د درجي په لوړیدو سره په مایع ،جامد او ګاز کي د ګاز انحلال کمیږي. په مایعاتو کي د جامداتو د انحلال پروسه دوه مرحلي لري.

په لمړی مرحله کي د جامد کرستلي جالی ماتیږي او د جامد آزاد ذرات (ایونونه، مالیکولونه ) منځ ته راځي. د دې کار دپاره ډیره انرژي ضرور ده یعني دا مرحله اندوترمیک ده.

په دوهمه مرحله کي د حل شوي مادې آزاد ذرات د محلل د مالیکولونو سره سلویتونه جوړوي. دلته یو څه انرژي آزادیږي ( دا مرحله اکزوترمیک ده) . خو اکثراً پدې مرحله کي آزاده شوي انرژي د لمړی مرحلي د جذب شوي انرژۍ په پرتله کمه وي نو ځکه په اوبو کي د اکثره جامداتو د حل کیدو په وخت کي د محلول ظرف سړیږي یعني د داسي جامداتو د انحلال عملیه اندو ترمیک ده او د تودوخي د درجي په لوړیدو سره دد غسي جامداتو انحلالیت هم زیاتیږي شکل (1- 6 ).

مګر د بعضي جامداتو لکه KOH او $Ca(OH)_2$ دانحلال عملیه اکزوترمیک ده نو ځکه د دغسي جامداتو د انحلال په وخت کي د تودوخي زیاتول د دغه موادو د انحلالیت د کمیدو سبب ګرځي د تودوخي په 298k په اوبو کي د بعضي موادو انحلالیت په (1 - 6 ) او (2 - 6 ) جدولونو کي ورکړل شویدي.

( ۱ – 6 ) جدول : په اوبو کې د مالګو د حل کېدو مقدار ( T = 298°k )

bij 298 K

| | mol kg$^{-1}$ water | g kg$^{-1}$ water |
|---|---|---|
| $AgNO_3$ | $1,42\cdot10^{1}$ | $2,41\cdot10^{3}$ |
| $AlCl_3 . 6H_2O$ | 3,46 | $8,35\cdot10^{2}$ |
| $Al_2(SO_4)_3$ | $9,15\cdot10^{-1}$ | $3,13\cdot10^{2}$ |
| $BaCl_2$ | 1,46 | $3,04\cdot10^{2}$ |
| $Ba(NO_3)_2$ | $3,91\cdot10^{-1}$ | $1,02\cdot10^{2}$ |
| $Ba(OH)_2 . 8H_2O$ | $1,50\cdot10^{-1}$ | $4,73\cdot10^{1}$ |
| $CuSO_4 . 5H_2O$ | 1,39 | $3,47\cdot10^{2}$ |
| $FeCl_2 . 4H_2O$ | 6,36 | $1,26\cdot10^{3}$ |
| $FeSO_4$ | 1,03 | $1,56\cdot10^{2}$ |
| $HgCl_2$ | $2,69\cdot10^{-1}$ | $7,30\cdot10^{1}$ |
| $KAl(SO_4)_2 . 12H_2O$ | $3,02\cdot10^{-1}$ | $1,43\cdot10^{2}$ |
| $KNO_3$ | 3,75 | $3,79\cdot10^{2}$ |
| $KOH$ | $1,71\cdot10^{1}$ | $9,59\cdot10^{2}$ |
| $KSCN$ | $2,46\cdot10^{1}$ | $2,39\cdot10^{3}$ |
| $K_2SO_4$ | $6,91\cdot10^{-1}$ | $1,20\cdot10^{2}$ |
| $MgCl_2 . 6H_2O$ | 5,77 | $1,17\cdot10^{3}$ |
| $MgSO_4$ | 1,83 | $2,20\cdot10^{2}$ |
| $NH_4Cl$ | 7,34 | $3,93\cdot10^{2}$ |
| $NH_4NO_3$ | $2,68\cdot10^{1}$ | $2,15\cdot10^{3}$ |
| $(NH_4)_2SO_4$ | 5,78 | $7,64\cdot10^{2}$ |
| $NaBr$ | 9,19 | $9,46\cdot10^{2}$ |
| $Na_2CO_3 . 10H_2O$ | 1,03 | $2,95\cdot10^{2}$ |
| $NaCl$ | 6,15 | $3,59\cdot10^{2}$ |

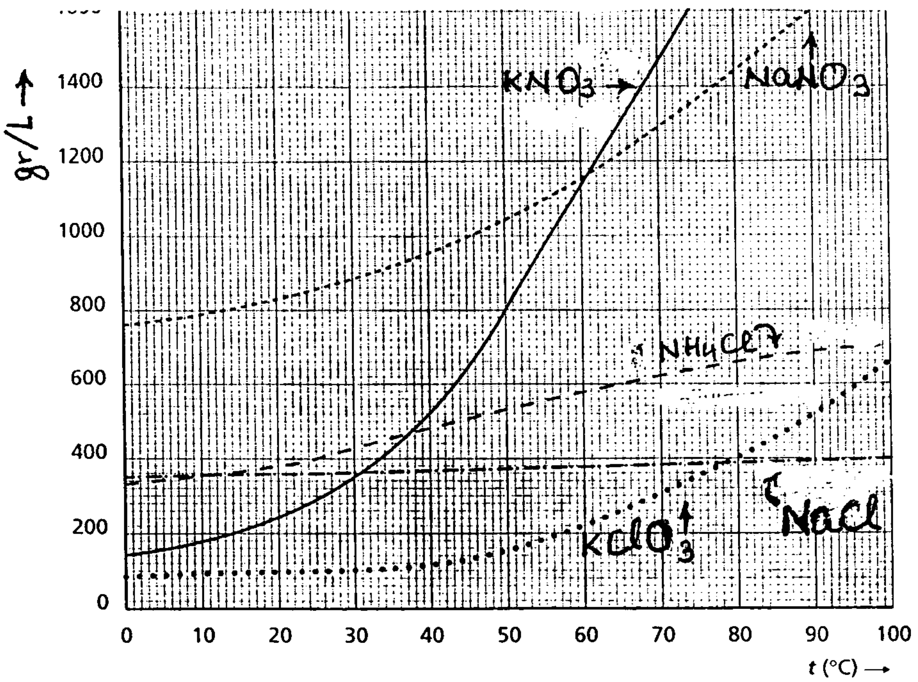
| | mol kg$^{-1}$ water | g kg$^{-1}$ water |
|---|---|---|
| $KBr$ | 5,70 | $6,78\cdot10^{2}$ |
| $KCN$ | $1,10\cdot10^{1}$ | $7,16\cdot10^{2}$ |
| $K_2CO_3$ | 8,11 | $1,12\cdot10^{3}$ |
| $KCl$ | 4,81 | $3,59\cdot10^{2}$ |
| $KClO_3$ | $7,00\cdot10^{-1}$ | $8,58\cdot10^{1}$ |
| $KF$ | $1,75\cdot10^{1}$ | $1,02\cdot10^{3}$ |
| $K_3Fe(CN)_6$ | 1,48 | $4,87\cdot10^{2}$ |
| $K_4Fe(CN)_6 . 3H_2O$ | $8,57\cdot10^{-1}$ | $3,62\cdot10^{2}$ |
| $KHCO_3$ | 3,62 | $3,62\cdot10^{2}$ |
| $KHSO_4$ | 3,78 | $5,15\cdot10^{2}$ |
| $KI$ | 8,92 | $1,48\cdot10^{3}$ |
| $NaHCO_3$ | 1,22 | $1,02\cdot10^{2}$ |
| $NaHSO_4$ | 2,38 | $2,86\cdot10^{2}$ |
| $NaI$ | $1,23\cdot10^{1}$ | $1,84\cdot10^{3}$ |
| $NaNO_2$ | $1,23\cdot10^{1}$ | $8,49\cdot10^{2}$ |
| $NaNO_3$ | $1,08\cdot10^{1}$ | $9,18\cdot10^{2}$ |
| $NaOH$ | $1,05\cdot10^{1}$ | $4,20\cdot10^{2}$ |
| $Na_2S$ | 2,53 | $1,97\cdot10^{2}$ |
| $Na_2SO_4 . 10H_2O$ | 1,97 | $6,35\cdot10^{2}$ |
| $Na_2S_2O_3 . 5H_2O$ | 4,80 | $1,19\cdot10^{3}$ |
| $Pb(NO_3)_2$ | 4,47 | $1,48\cdot10^{3}$ |
| $ZnSO_4 . 7H_2O$ | 3,56 | $1,02\cdot10^{3}$ |

**( 6 – 2 ) جدول : په اوبو کې د گازاتو انحلالیت** په یو لیتر اوبو کې او $P = P^o$

per liter water bij $p = p_0$

| *tempe-ratuur* K | $H_2$ $10^{-3}$ mol $L^{-1}$ | $N_2$ $10^{-3}$ mol $L^{-1}$ | CO $10^{-3}$ mol $L^{-1}$ | $O_2$ $10^{-3}$ mol $L^{-1}$ | $CO_2$ $10^{-3}$ mol $L^{-1}$ | $Cl_2$ $10^{-3}$ mol $L^{-1}$ | $H_2S$ $10^{-3}$ mol $L^{-1}$ | $SO_2$ mol $L^{-1}$ | HCl mol $L^{-1}$ | HBr mol $L^{-1}$ | $NH_3$ mol $L^{-1}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 273 | 0,960 | 1,05 | 1,58 | 2,18 | 76,3 | 206 | 208 | 3,56 | 22,6 | 27,4 | 52,5 |
| 283 | 0,879 | 0,830 | 1,26 | 1,70 | 53,1 | 141 | 152 | 2,53 | | | 40,0 |
| 293 | 0,817 | 0,688 | 1,04 | 1,38 | 38,8 | 103 | 115 | 1,76 | 19,7 | 24,4 | 31,3 |
| 298 | 0,790 | 0,638 | 0,955 | 1,26 | 33,5 | 90,2 | 102 | 1,46 | 19,0 | | 27,8 |
| 303 | 0,759 | 0,598 | 0,893 | 1,16 | 29,5 | 80,4 | 91,1 | 1,21 | | | 25,1 |
| 313 | 0,732 | 0,527 | 0,790 | 1,03 | 23,2 | 64,3 | 74,1 | 0,84 | 17,2 | 22,0 | |
| 323 | 0,719 | 0,487 | 0,719 | 0,933 | 19,2 | 54,5 | 62,1 | | | | |
| 333 | 0,714 | 0,455 | 0,665 | 0,871 | 15,6 | 45,5 | 53,1 | | 15,1 | 20,4 | |
| 343 | | 0,438 | 0,643 | 0,817 | | 38,4 | 45,5 | | | | |
| 353 | | 0,429 | 0,638 | 0,786 | | 30,4 | 41,1 | | | 17,6 | |
| 363 | | 0,424 | 0,634 | 0,768 | | 17,4 | 37,5 | | | | |
| 373 | | 0,424 | 0,629 | 0,759 | | 0,0 | 36,2 | | | | |

**په محلول کې د حل شوي گاز غلظت د محلول دپاسه د هغه گاز د جزئي فشار سره مستقیم تناسب لري ( د هنري قانون ) دا قانون د هغه گازاتو دپاره صدق کوي چې د محلل (ابو) سره تعامل نه کوي.**



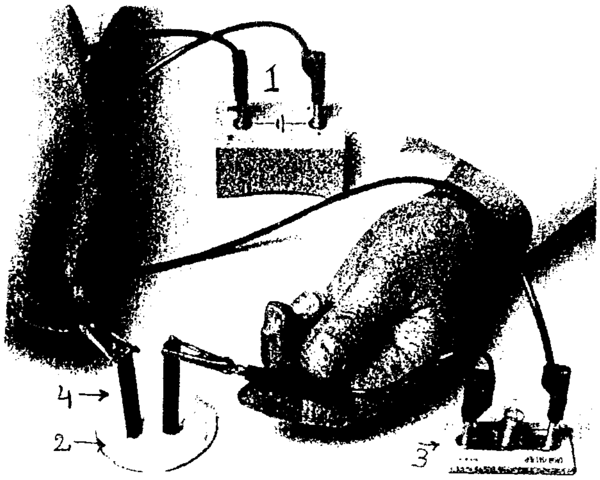

لمړی (1 - 6) شکل: د جامداتو پر انحلال د تودخې اثر

## 7 - 6 . د محلول خواص:

**اول - د محلول برقي هدایت :** په غیر قطبي محللونو کې د غیر قطبي موادو محلولونه برق نه تیروي، ولې په قطبي محللو کې د الکترولیتي موادو محلولونه برق تیروي. لدې څخه دا معلومیږي چې الکترولیت په محلول کې د ایونو په حالت وي.

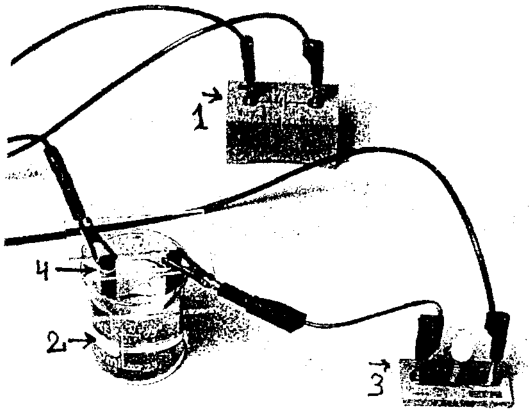
بریښنا تیرول ( برقي هدایت ):

په (2 - 6) او (3 - 6) شکلونو کې د موادو د برقي هدایت د معلومولو تجربې ښودل شوې دي.




دویم (2 - 6) شکل: د وچو مالګو برقي هدایت معلومول

1 - د بریښنا (برق) منبع
2 - مالګه په لوښي کې
3 - د لرګي یا پلاستیکي تخته کې د بریښنا ګروپ
4 - کاربني الکترودونه




دریم (3 - 6) شکل: د مایعاتو برقي هدایت معلومول

1 - د بریښنا (برق) منبع
2 - په ګیلاس کې مایع محلول
3 - د لرګي یا پلاستیکي تخته کې د بریښنا ګروپ
4 - کاربني الکترودونه

عمل: د پورتنیو شکلونو مطابق د موادو د بریښنا ترونې د معلومولو وسیلې جوړې کړئ او احتیاط وکړئ چې لاس مو د برق سیم سره و نه لګیږي.

1 - د مقطرو اوبو د برق هدایت وګورئ.

2 - د خوړلو د وچې مالګې برقي هدایت وګورئ او تشریح کړئ چې وچه مالګه ولې برق نه تیروي.

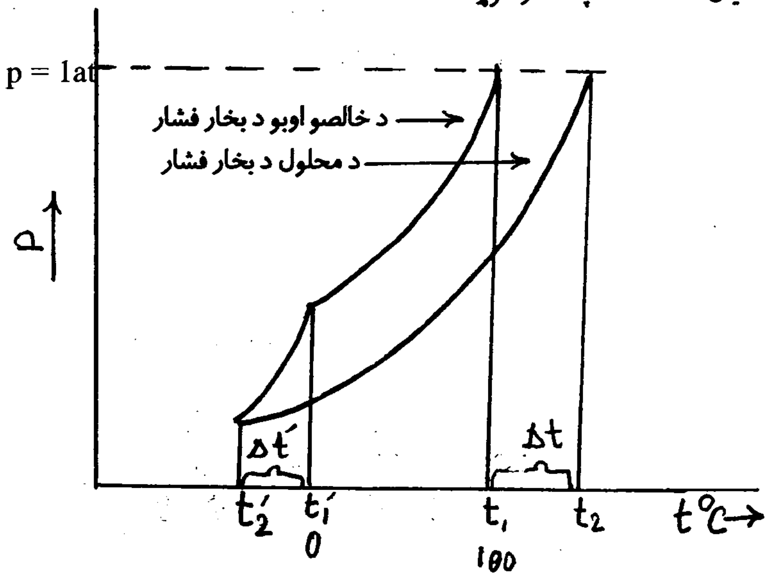
3 - اوبو کې د خوړلو د مالګې د محلول برقي هدایت وګورئ او تشریح کړئ چې ولې دغه محلول برق تیروي.

4 - د وچې بورې او د بورې د محلول برقي هدایت وګورئ او تشریح کړئ چې بوره او د بورې محلول ولې برق نه تیروي.

دوهم - **د محلول د بخار فشار:** کله چې غیر مفر مواد په یو محلل کې حل شي نو د حاصل شوي محلول د بخار فشار د خالص محلل د بخار د فشار په پرتله کم وي. په داسې مواردو کې د حل شوي مادې د ذراتو او د محلل د مالیکولو تر منځ نوې پیدا شوي اړیکې د خالص محلل د مالیکولو تر منځ د اړیکو په پرتله مضبوطې وي نو د محلل مالیکولونه په سختۍ بخار کیږي او ځکه د بخار فشار ئې هم کم وي شکل (4 - 6).

دریم - **د محلول د غلیان او انجماد نقاط :** که د یوې خوا په محلل کې د غیر مفر مادې د حل کیدو له کبله د خالص محلل په پرتله د محلول د بخار فشار کمیږي. د بلې خوا د دغسې حل شوې مادې ذرات په محلول کې د محلل د مالیکولو د نظم او کرستل کیدو اخلال کوي نو ځکه د غیر مفرې مادې د حل کیدو له کبله د یوې خوا د خالص محلل په پرتله د محلول د غلیان نقطه لوړیږي او د بلې خوا د خالص محلل په پرتله د محلول د انجماد نقطه ټیټیږي. ( 2 - 6شکل) .

مثلاً خالصې اوبه د عادي فشار (p = 1 at) لاندې د تودوخې په 100°C درجو($t_1$)کې جوش کیږي. خو کله چې په اوبو کې کومه غیر مفر ماده حل شي د محلول د بخار فشار ټیټیږي او دد ې دپاره چې محلول غلیان وکړي باید د بخار فشار ئې یو اتوموسفیر ته جګ شي. د دې دپاره باید محلول ته د $t_2$ پورې حرارت ورکړل شي یعنې د خالص محلل په پرتله د محلول د غلیان نقطه د $\Delta t$ په اندازه لوړه ده.




خلورم (4 - 6) شکل

همدارنګه که خالص اوبه د سانتیګراد په صفر درجه ($t'_1$) کې کنګل کیږي نو د غیر مفرې مادې محلول د سانتیګراد په ($t'_2$) درجه کې انجماد کوي چې دلته د خالصو اوبو په پرتله د محلول د انجماد نقطه د $\Delta t'$ په اندازه ټیټه ده. د خالص محلل په پرتله د محلول د غلیان د نقطې لوړیدل او دانجماد د نقطې ټیټیدل په محلول کې د حل شوې مادې په غلظت (د ذراتو په شمیر)پورې مستقیم ارتباط لري. چې دغه ارتباط په لاندې فورمولو کې ښودل شویدی.

غیر الکترولیت محلول $\Delta t = E \cdot m \quad , \Delta t' = k \cdot m$ ............6—(66)

الکترولیت محلول $\Delta t = iE \cdot m \quad , \Delta t' = ik \cdot m$ ...... .......6—(67)

دلته $\dot{m}$ د محلول مولالي غلظت ، $\Delta t$ دغلیان د نقطې لوړیدل، $\Delta t'$ د انجماد د نقطې ټیټیدل ، E د ایبولو

سکوپیک ثابت او K د کریوسکوپیک ثابت په نامه یادیږي چې د دې ثابتونو قیمتونه د مختلفو محللونو دپاره په جدولو کې ورکړل کیږي. مثلاً د بعضي محللونو د K او E قیمتونه په لاندې جدول کې ورکړل شویدي:

| محلل | K | E |
|---|---|---|
| اوبه | 1,86 | 0,52 |
| بنزول | 5,10 | 2,64 |
| د سرکې تیزاب | 3,90 | 3,10 |

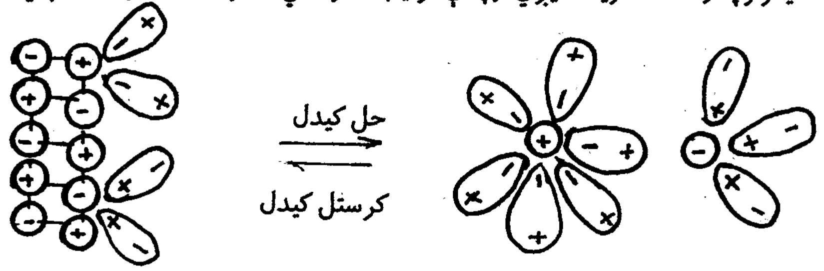
په ( 67 ) افاده کې i ښئي چې عملاً د یوه مالیکول څخه په محلول کې څو ذرات لاس ته راځي.
i د الکترولیت د انفکاک د درجې سره داسې رابطه لري:

$$i = 1 + \alpha(\gamma - 1)$$

دلته $\alpha$ د الکترولیت د انفکاک درجه او $\gamma$ ښئ چې په نظري ډول د یو مالیکول څخه څو ذرې لاس ته راځي. مثلاً په $ALCL_3$ کې د $\gamma$ قیمت (4) دی.

## 8 - 6 . الکترولیتي محلولونه:

په اوبو او نورو قطبي محللو کې د تیزابو، قلویاتو او مالګو محلولو ته الکترولیتي محلولونه وائي.
د ایوني کرستل د حل کیدو په وخت کې د محلل د مالیکول ( + ) قطب په کرستل کې (-) ایون ته او د محلل د مالیکول (-) قطب په کرستل کې (+) ایون ته نژدې کیږي د محلل د مالیکولو او د کرستل د ایونو تر منځ د متقابل جذب په نتیجه کې د کرستل کرستلي جالۍ ړنګیږي او ایونونه محلول ته داخلیږي او په محلول کې هر ایون د محلل د مالیکولو په واسطه سلویت کیږي او پدې ترتیب د کرستلي الکترولیت محلول جوړیږي.




په کرستل کې ایونونه — په محلول که ایونونه

غیر کرستلي مواد چې قطبي مالیکولونه لري د محلل د قطبي مالیکولو تر تاثیر لاندې په (+) او (-) ایونو انفکاک کوي مثلاً په اوبو کې د HCl الکترولیتي انفکاک داسې صورت نیسي:

$$H_2O + HCl \text{ ---------- } H_3\overset{+}{O}_{aq} + \overset{-}{Cl}_{aq}$$

## 6 - 9 . د الکترولیت قوت:

بعضي الکترولیتونه په محلول کې مکمل په ایونو تفکیک کیږي . داسې الکترولیتونه د قوي الکترولیتونو په نامه یادیږي مثلاً په اوبو کې ټولي منحلي مالګي ، بعضي تیزابونه ($HI, HBr, HCl, HCLO_4, HNO_3$) او بعضي القلي ګاني ($KOH, NaOH$) دقوي الکترولیتو په جمله کې حسابیږي.

عضوي تیزابونه او $H_2CO_3$, $H_2S$, $HCN$, $H_2SiO_3$ او همدارنګه $NH_4OH$ دضعیف الکترولیتو له ډلې څخه دي. ضعیف الکترولیتونه په محلول کې مکمل انفکاک نکوي.

د الکترولیت قوت د الکترولیت د انفکاک د درجې ($\alpha$) او د الکترولیت د انفکاک د ثابت $K_D$ له مخې معلومیږي.

1 - **د الکترولیت د انفکاک درجه:** ضعیف الکترولیتونه مکمل انفکاک نکوي . که په محلول کې د الکترولیت ټول مالیکولونه په $N$ او د هغې له جملې څخه تفکیک شوي مالیکولونه په $n$ وښودل شي نو دهغه الکترولیت د انفکاک درجه مساوي کیږي:

$$\alpha = \frac{n}{N} \quad ; \quad \alpha = \frac{n}{N} \cdot 100 \ldots\ldots\ldots\ldots (69)$$

څو اساسه تیزابونه او قلوي ګاني په څومرحلو تفکیک کیږي او د هرې مرحلې د انفکاک درجه ئې فرق کوي. لکه درې اساسه تیزاب $H_3PO_4$ په لاندې ډول انفکاک کوي:

$$H_3PO_4 \rightleftharpoons H^+ + H_2PO_4^{-1} \quad , \quad \alpha_1$$

$$H_2PO_4^{-1} \rightleftharpoons H^+ + HPO_4^{-2} \quad , \quad \alpha_2$$

$$HPO_4^{-2} \rightleftharpoons H^+ + PO_4^{-3} \quad , \quad \alpha_3$$

باید زیاته کړو چې په محلول کې د الکترولیت د غلظت په زیاتیدو سره د هغه د انفکاک درجه کمیږي. لکه چې په غلیظ $H_2SO_4$ کې د $H^+$ د ایونو مقدار تقریباً صفر دی. نو ځکه د ګوګړو غلیظ تیزاب د اوسپنې سره تعامل نکوي او په همدې لحاظ دا تیزاب د اوسپنې په ټانکیو کې انتقال او ساتل کیږي.

2 - **د الکترولیت د انفکاک ثابت :** لکه چې پاس مو وویل ضعیف الکترولیتونه مکمل انفکاک نکوي د داسې موادو انفکاک رجعي جریان دی چې د تودوخې په معینه درجه کې دغه جریان تعادلي حالت نیسي. مثلاً د سرکې د تیزابو الکترولیتي انفکاک په پام کې نیسو:

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^-_{aq} + H_3O^+$$

$$K_D = \frac{[CH_3COO^-_{aq}][H_3O^+]}{[CH_3OOH]} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 6-(70)$$

په پورتنۍ افاده کې $K_D$ د الکترولیت د انفکاک ثابت* او په لوی قوس [ ] کې د موادو د تعادلي حالت غلظتونه (mole/liter) لیکل کیږي.

که د سرکې د تیزابو لمړنی غلظت C موله وي او د تعادل د بر قرار کیدو تر لحظې پورې د دغه تیزاب $\alpha c$ موله تفکیک شوي وي نو د تعادل په وخت کې لیکلای شو چې:

$$\underset{C - \alpha c}{CH_3COOH} \rightleftharpoons \underset{\alpha c}{CH_3COO^-_{aq}} + \underset{\alpha c}{H_3O^+}$$

$$K_D = \frac{\alpha c \cdot \alpha c}{C - \alpha c} = \frac{\alpha^2 c^2}{C(1-\alpha)}$$

$$K_D = \frac{\alpha^2 c}{1 - \alpha} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 6-(71)$$

اخري افاده د یو الکترولیت د انفکاک د درجې او د انفکاک د ثابت ارتباط ښئي.

په ضعیفه الکترولیتو کې چې ( $\alpha << 1$ ) ده نو د ضعیفه الکترولیتو دپاره لیکلای شو چې:

$$K_D = \alpha^2 C \quad \ldots\ldots 6-(72)$$

د اخري افادې نه معلومیږي چې که د الکترولیت غلظت کمیږي نو د الکترولیت دانفکاک درجه لوړیږي یعني د الکترولیت انفکاک زیاتیږي. (71) او (72) معادلې د استولد درقیق کولو قانون بیانوي.

## 6 - 10 . دانحلالیت حاصل ضرب:

که یوه مالګه په اوبو کې لږه حلیږي (مثلاً AgCl ) نو کله چې د دغه مالګې کرستلونه په اوبو کې اچول کیږي د تودوخې په معینه درجه کې بالاخره داسې لحظه رارسي چې په اوبو کې د حل شوي مالګې مقدار نور نه زیاتیږي. دغه محلول ته مشبوع محلول وائي. په مشبوع محلول کې څومره مالګه چې په اوبو کې حلیږي هغومره مالګه بیرته ورڅخه جدا او کرستل کیږي یعني د انحلال عملیه تعادلي حالت ته رسیږي. چې دتعادلي حالت په شرایطو کې

*- ( 10 -8 ) جدول

لیکو:

$$AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^{+}_{(ag)} + Cl^{-}_{(aq)}$$

$$K_D = \frac{[Ag^{+}][Cl^{-}]}{[AgCl_{(s)}]}$$

په پوره تنی افاده کي $[AgCl_{(s)}]$ په کرستل کي د مالگي غلظت بنئي او په کرستل کي د مالگي غلظت ثابت دی.
پس لیکو چي:

$$K = [AgCl_{(s)}]$$

$$K \cdot K_D = [Ksp]$$

$$Ksp = [Ag^{+} . aq] [Cl^{-} . aq] \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 6-(73)$$

Ksp د انحلالیت د حاصل ضرب د ثابت په نامه یادیږي. د تودوخي په معینه درجه کي د یوي مالگي د Ksp قیمت ثابت او معین وي او په جدولو کي ورکړل کیږي. (۵-۱۰ جدول)

د Ksp د قیمت له مخي کیدای شي چي په یوه محلل کي د یوي مالگي د حل کیدو ممکن مقدار پیدا شي.

1 - مثال: د $CaCO_3$ د انحلالیت حاصل ضرب د تودوخي په 25°C کي:

$$Ksp = 45,2 . 10^{-10} \text{ (gr-ion/liter)}$$

دی. د تودوخي په 25°C درجو کي د $CaCO_3$ انحلالیت پیدا کړی.

$$CaCO_3 \rightleftharpoons Ca^{+2} . aq + CO_3^{-2} . aq$$

$$Ksp = [Ca . aq] [CO_3 . aq] = 45,2 . 10^{-10} \text{ gr-ion/liter}$$

$$[Ca^{+2} . aq] = [CO_3^{-2} . aq]$$

$$[Ca^{+2} . aq] = \sqrt{45,2 . 10 \text{ (gr-ion/liter)}} = 6,7 . 10^{-5} \text{ gr-ion/liter}$$

$$[CaCO_3] = 6,7 . 10^{-5} \text{ mol/liter}$$

2 - مثال: د سانتیگراد په 20 درجو کي په اوبو کي د کلسیم سلفیت انحلالیت $1,5 . 10^{-2}$ mol/liter دی.
د کلسیم سلفیت د انحلالیت حاصل ضرب حساب کړی.

حل:

$$CaSO_4 \rightleftharpoons Ca^{+2}_{aq} + SO^{-2}_{4\,aq}$$

$$[Ca^{+2}_{aq}] = [SO^{-2}_{4\,aq}] = 1,5 \cdot 10^{-2}\ mol/lit$$

$$Ksp = [Ca^{+2}_{aq}]\,[SO^{-2}_{4\,aq}] = (1,5 \cdot 10^{-2})\,(1,5 \cdot 10^{-2})$$

$$Ksp = 2,25 \cdot 10^{-4}\ (gr\text{-}ion/liter)^2$$

3 - مثال: د $PbCl_2$ د انحلالیت حاصل ضرب $1,7 \cdot 10^{-5}$ (gr-ion/liter)$^2$ دی که د $PbCl_2$ کرستلونه په خالصو اوبو کې واچول شي د $Pb^{+2}$ ایون غلظت به په محلول کې څو وي.

حل:

$$PbCl_{2(S)} \rightleftharpoons Pb^{+2}_{aq} + 2Cl^{-}_{aq}$$

$$Ksp = [Pb^{+2}_{aq}]\,[Cl^{-}_{aq}]^2$$

$$[Cl^{-}_{aq}] = 2[Pb^{+2}_{aq}]$$

$$Ksp = [Pb^{+2}_{aq}]\,[2Pb^{+2}_{aq}] = 4\,[Pb^{+2}_{aq}]^3$$

$$[Pb^{+2}_{aq}]^3 = \frac{Ksp}{4} \quad ; [Pb^{+2}_{aq}] = \sqrt[3]{\frac{Ksp}{4}} = \sqrt[3]{\frac{1,7 \cdot 10^{-5}}{4}}$$

$$[Pb^{+2}_{aq}] = 1,62 \cdot 10^{-2}\ gr\text{-}ion/liter$$

## 11 - 6 . د اوبو د ایونو د ضرب حاصل او PH:

معلومه شویده چې اوبه ډیر کم برق تیروي یعني اوبه ډیر ضعیف الکترولیت دی چې په لاندې ډول انفکاک کوي:

$$H_2O \rightleftharpoons H^{+} + OH^{-}$$

$$K_D = \frac{[H^{+}]\,[OH^{-}]}{[H_2O]} = 1,8 \cdot 10^{-16} \qquad (22°C)$$

د انفکاک د ثابت دا کوچنی عدد ښئي چې د اوبو تقریباً د ښېم ملیارد مالیکولو څخه یو مالیکول په $\overset{+}{H}$ او $\overset{-}{OH}$ تفکیک کیږي نو په پورتنۍ افاده کې [ $H_2O$] ثابت او همغه لمړنی مقدار نیولای شو او لیکو چې:

$$K_{H_2O} = K_D\,[H_2O] = [\overset{+}{H}]\,[\overset{-}{OH}]$$

$K_{H_2O}$ د اوبو د ایونو د ضرب حاصل په نامه یادیږي. که د اوبو لمړنی مقدار یو لیټر (1000gr) ونو نو

$$[H_2O] = \frac{1000}{18} = 55{,}56 \text{ mol}$$

$$K_D\,.\,[H_2O] = 1{,}8\,.\,10^{-16}\,.\,55{,}56 = 10^{-14}$$

$$K_{H_2O} = [\overset{+}{H}]\,[\overset{-}{OH}] = 10^{-14}$$

د خالصو اوبو د برقي هدایت د اندازه کولو څخه معلومه شویده چې په (25°C) درجو کې په یو لیټر اوبو کې د $\overset{+}{H}$ او $\overset{-}{OH}$ مقدار یو شی او مساوي دی له:

$$[\overset{+}{H}] = [\overset{-}{OH}] = 10^{-7} \text{ gr-ion/liter}$$

نو ځکه خالصې اوبه د تیزابیت او قلویت له پلوه خنثی او برقي هدایت ئې کم دی.
مهمه خبره داده چې په خالصو اوبو او د اوبو په هر ډول محلول کې د $[\overset{+}{H}]$ او $[\overset{-}{OH}]$ د ضرب حاصل ثابت دی.

$$[\overset{+}{H}]\,[\overset{-}{OH}] = 10^{-14} = \text{const}\ .\ (22°C)$$

که په اوبو کې تیزاب واچول شي د هایدروجن د ایون غلظت زیاتیږي ( $[\overset{+}{H}] > 10^{-7}$ ) او داسې محلول ته تیزابي محلول وائي او که په اوبو که قلوي زیاته شي نو د هایدروجن د ایون غلظت کمیږي ( $[\overset{+}{H}] < 10^{-7}$ ) داسې محلول ته قلوي محلول وائي. په قلوي او تیزابي محلولو کې هم د $[\overset{+}{H}]$ او $[\overset{-}{OH}]$ د ضرب حاصل ثابت او $10^{-14}$ دی.
دا چې منفي طاقت لرونکي اعداد یو څه مشکل په نظر راځي نو ځکه د هایدروجن د غلظت پر ځای د PH د مفهوم څخه کار اخلي.
PH د هایدروجن د ایون د غلظت سره داسې ارتباط لري:

$$PH = -\log\,[\overset{+}{H}] \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ 6\ldots (74)$$

او همدارنګه د هایدروکسیل دایون د غلظت پر ځای د POH د مفهوم څخه کار اخلي:

$$POH = -\log[OH^-] \quad \text{.............} \quad ـ٦ (75)$$

د خالصو اوبو لپاره لیکو چې:

$$PH = -\log[H^+] = -\log 10^{-7} = 7$$

$$POH = -\log[OH^-] = -\log 10^{-7} = 7$$

$$PH + POH = 7 + 7 = 14 \qquad (22°C) \text{........} ـ٦ (76)$$

د PH په اساس د محیط تیزابیت، قلویت او خنثی توب داسې دی:

خنثی محیط $[H^+] = 10^{-7}$ ; $PH = 7$

تیزابي محیط $[H^+] > 10^{-7}$ ; $PH < 7$

قلوي محیط $[H^+] < 10^{-7}$ ; $PH > 7$

د محیط PH دیو ډول عضوي مرکباتو په مرسته معلومیږي. دا عضوي مواد په مختلفو محیطو کې خپل رنګ ته تغیر ورکوي او د هغوئ د رنګ له مخې د محیط PH معلوموي.
دغه مواد دمعرفو په نامه یادیږي. په لاندې جدول کې د فینول فتالین، میتایل اورنج، سور میتایل او د لتمس کاغذ د رنګ تغیر ښودل شوی دی:

| د معرف نوم | د معرف د رنګ تغیر: تیزابي | خنثی | قلوي |
|---|---|---|---|
| میتایل اورانج | سور<br>(PH < 3,1) | نارنجي<br>( 3,1< PH < 4,4 ) | زیړ<br>(PH > 4,4) |
| سور میتایل | سور<br>(PH < 4,2) | نارنجي<br>(4,2 < PH < 6,3) | زیړ<br>(PH > 6,3) |
| فنول فتالین | بې رنګ<br>(PH < 8,0) | آلوچه ئي کم رنګ<br>(8,0 < PH < 9,8) | آلوچه ئي<br>(PH > 9,8) |
| لتمس کاغذ | سور<br>(PH < 5) | ګلابي<br>(5 < PH < 8) | آبي<br>(PH > 8) |

1 - مثال : يو محلول چې د هايدروکسيل د ايون غلظت پکې $[OH^-] = 1,5 \cdot 10^{-1}$ دی د دغه محلول PH به څو وي.

حل :

$$POH = -\log[OH^-] = -1,5 \cdot 10^{-1} = -\log 1,5 - \log 10^{-1} = -0,2 + 1 = 0,8$$

$$PH + POH = 14$$

$$PH + 0,8 = 14$$

$$PH = 14 - 0,8$$

$$PH = 13,2$$

2 - مثال : د يو محلول $PH = 10,6$ دی. پدې محلول کې د $H^+$ غلظت معلوم کړی.

حل :

$$-\log[H^+] = 10,6 = -0,4 + 11$$

$$\log[H^+] = 0,4 + (-11)$$

د اطرافو انتي لوګارتم نيسو:

$$[H^+] = \text{antilog } 0,4 \times \text{antilog } (-11)$$

$$[H^+] = 2,5 \cdot 10^{-11}$$

3 - مثال : د HCl د 0,001M محلول PH حساب کړی.

حل :

$$[H^+] = 0,001M = 10^{-3}\ mol\,L^{-1}$$

$$PH = -\log[H^+] = -\log 10^{-3}$$

$$PH = -(-3) \cdot \log 10 = 3 \cdot 1 = 3$$

## 12 - 6 . بفر محلول:

د PH تعينول او کنترول په بعضي ځايو کې ډير اهميت لري. مثلاً د انسان دويني $PH = 7,4$ او د معدې د اوبو $PH = 2$ دی. که د انسان د ويني PH له دغه حد څخه توپير پيدا کړي نو هغه بيو کيمياوي تعاملات چې په وينه کې صورت نيسي بې نظمه او د انسان ژوند د خطر سره مخامخ کيږي. همدا ډول که د انسان د معدې د اوبو PH له دغه قيمت څخه کم يا زياد شي نو انسان ته د معدې تکليف او ورسره د اعصابو نا آرامي ورپيدا کيږي.

په طبابت کې د PH د ثابت ساتلو دپاره د بفري محلولو څخه استفاده کوي.

بفري محلول د يو ضعيف تيزاب او د هغه د مالګې يا د يوې ضعيفې قلوي او د هغې د مالګې څخه لاس ته راځي. په بفر محلول کې که لږ څه تيزاب او يا لږه څه قلوي اضافه شي نو د بفر PH تغير نکوي . د دې پيښې ميخانيکيت په لاندې مثال کې تشريح کيږي.

فرض کوو چې مونږ ی ضعيف تيزاب استک اسيد لرو . دا تيزاب په اوبو کې په لاندې ډول تفکيک کيږي.

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^-_{aq} + H_3O^+$$

او د تودوخې په معينه درجه کې د انفکاک پروسه تعادلي حالت ته رسي. که په دغه محلول کې د استک اسيد مالګه يعنې سوديم استات اضافه کړو دا چې هره مالګه مکمل انفکاک کوي نو د سوديم استات څخه ډير مقدار د

$CH_3CO\bar{O}$ ایونونه تولیدیږي چې د دغه ایونونو شمیر د محیط د $\overset{+}{H}$ د ایون سره تعامل کوي او بیرته استک اسید جوړوي او یو مقدار $CH_3COO$ ایونونه په محلول کې آزاد پاتې کیږي.
دا وخت په سیستم کې په معینه اندازه استک اسید ذخیره کیږي. او دسیستم PH هم معین قیمت لري. دا سیستم د بفر د محلول په نامه یادیږي.
الف - که په دې بفر محلول کې تیزاب یعنې د ( $\overset{+}{H}$ ) ایون اضافه کړو نو د ( $\overset{+}{H}$ ) ایو ن په محلول کې د آزاد $CH_3CO\bar{O}$ سره د سر کې تیزاب جوړوي او په محیط کې د $\overset{+}{H}$ غلظت یا د محیط pH ثابت پاتې کیږي.
ب - که پدې بفر محلول کې قلوي یعنې د ( OH ) ایونونه اضافه شي نو دا د OH اضافه شوي ایونونه په محلول کې د آزاد $CH_3COOH$ سره تعامل کوي او $H_2O$ جوړوي چې په نتیجه کې بیا هم د بفر د محلول pH ثابت پاتې کیږي. هر څومره چې یو بفر محلول د تیزابو یا قلوي د اضافه کولو په مقابل کې خپل pH ثابت وساتي هغومره د هغه بفر ظرفیت ډیر وي. که د بفر د محلول ضعیف تیزاب په HA او د دې تیزاب مربوطه مالګه په MA وښودل شي نو لیکو چې:

$$HA \rightleftharpoons \overset{+}{H} + \bar{A}, \qquad K = \frac{[\overset{+}{H}][\bar{A}]}{[HA]}, \qquad \frac{1}{[\overset{+}{H}]} = \frac{1}{k} \times \frac{[\bar{A}]}{[HA]}$$

دا چې په اوبو کې منحل مالګې مکمل انفکاک کوي نو کیدای شي چې په بفر محلول کې د $\bar{A}$ غلظت عملاً د مالګې غلظت او د ضعیف تیزاب غلظت د هغه لومړني غلظت ونیول شي اوس د آخري افادې د اطرافو لوګاریتم نیسو او لیکو چې:

$$\log\frac{1}{[\overset{+}{H}]} = \log\frac{1}{K} + \log\frac{[\bar{A}]}{[HA]}, \quad pH = pK + \log\frac{[\bar{A}]}{[HA]}, \quad pH = pK + \log\frac{[salt]}{[acid]}$$

په آخري افاده کې [acid] د بفر د محلول د ضعیفه تیزاب غلظت [salt] په دغه محلول کې د ضعیفه تیزاب د مالګې غلظت او K د نوموړي تیزاب د انفکاک ثابت دی چې په جدول کې ورکړل کیږي .

## 13 - 6 . په الکترولیتي محلولو کې کیمیاوي تعاملات:

د الکترولیتي محلول په منځ کې کیمیاوي تعامل په لاندې حالاتو کې عملاً ممکن وي.
1 - که د تعامل حاصلات رسوب وکړي لکه :

مالیکولي معادله $AgNO_3 + NaCl \longrightarrow NaNO_3 + AgCl\downarrow$

ایوني معادله $\overset{+}{Ag}_{aq} + \bar{NO}_{3.aq} + \overset{+}{Na}_{aq} + \bar{Cl}_{aq} \longrightarrow \overset{+}{Na}_{aq} + \bar{NO}_{3.aq} + AgCl\downarrow$

نتیجه $\overset{+}{Ag}_{aq} + \bar{Cl}_{aq} \longrightarrow AgCl\downarrow$

2 - که د تعامل د حاصلاتو څخه یوه یا څو مادې ضعیف الکترولیت وي.

$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$ مالیکولي معادله

ایوني معادله $\overset{+}{Na}_{aq} + \bar{OH}_{aq} + \overset{+}{H}_{aq} + \bar{Cl}_{aq} \longrightarrow \overset{+}{Na}_{aq} + \bar{Cl}_{aq} + H_2O$

نتیجه $\overset{+}{H} + \bar{OH} \longrightarrow H_2O$

3 - که د تعامل د حاصلاتو څخه یو یا څو ټي ګازات وي لکه :

مالیکولي معادله $2HCl + Na_2S \longrightarrow 2NaCl + H_2S$

ایوني معادله $2H_3\overset{+}{O} + 2\overset{-}{Cl}_{aq} + 2\overset{+}{Na}_{aq} + \overset{-2}{S}_{aq} \longrightarrow 2\overset{+}{Na}_{aq} + 2\overset{-}{Cl}_{aq} + H_2S \uparrow$

نتیجه $2H_3\overset{+}{O} + \overset{-2}{S}_{aq} \longrightarrow H_2S + 2H_2O$

که د قوي الکترولیتو محلولونه سره یو ځای شي او په نظري ډول د هغوئ د تعامل څخه منحل او قوي الکترولیتونه لاس ته راځي نو دغسي کیمیاوي تعامل عملاً صورت نه نیسي. مثلاً که د سودیم سلفیت او مګنیزیم کلوراید محلولونه سره یو ځای کړو په نظري ډول د دوئ د تعامل څخه سودیم کلوراید او مګنیزیم سلفیت لاس ته راځي ولي دا چي مګنیزیم سلفیت او هم سودیم کلوراید په اوبو کي حل او قوي الکترولیتونه دي نو دغه تعامل صورت نه نیسي بلکه دغه مالګي د آزادو ایونو په شکل په محلول کي حل وي.

مالیکولي معادله $Na_2SO_4 + MgCl_2 \longrightarrow 2NaCl + MgSO_4$

ایوني معادله $2\overset{+}{Na}_{aq} + \overset{-2}{SO_4}_{aq} + \overset{+2}{Mg}_{aq} + 2\overset{-}{Cl}_{aq} \longrightarrow 2\overset{+}{Na}_{aq} + 2\overset{-}{Cl}_{aq} + \overset{+2}{Mg}_{aq} + \overset{-2}{SO_4}_{aq}$

## 14 - 6 . د مالګو هایدرولیز:

د اوبو سره د کیمیاوي موادو تعامل چي د هغي په نتیجه کي نور کیمیاوي مواد جوړ شي د هایدرولیز په نامه یادیږي.
که د تیزاب او قلوي د تعامل په نتیجه کي مالګه او اوبه لاس ته راځي نو برعکس د مالګي د هایدرولیز څخه بیرته تیزاب او قلوي جوړیږي. دا چي مالګه د څه ډول تیزاب او قلوي څخه لاس ته راغلي پدي اساس په اوبو کي د مالګي د حل کیدو په وخت کي لاندي امکانات وجود لري:

1 - که مالګي د قوي قلوي او ضعیف تیزاب نه لاس ته راغلي وي لکه $Na_2CO_3$ ,$K_2CO_3$ ,KCN
$Na_3PO_4$ ,$CH_3COONa$ داسي مالګي په اوبو کي هایدرولیز کیږي نو ځکه د دغسي مالګو محلول قلوي وي.

مالیکولي معادله $CH_3COONa + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + NaOH$

ایوني معادله $CH_3CO\overset{-}{O} + \overset{+}{Na} + HOH \rightleftharpoons CH_3COOH + \overset{+}{Na}_{aq} + \overset{-}{OH}_{aq}$

نتیجه $CH_3CO\overset{-}{O}_{aq} + HOH \rightleftharpoons CH3COOH + \overset{-}{OH}_{aq}$

لیدل کیږي چي په محلول کي د $\overset{-}{OH}$ آزاد ایونونه منځ ته راځي نو ځکه دغه محلول قلوي $(PH > 7)$ دي.
2 - که مالګي د قوي تیزاب او ضعیف قلوي نه لاس ته راغلي وي لکه $Bi(NO_3)_2$, $AgCl_3$, $CuSO_4$,

$NH_4Cl$, $NH_4NO_3$ داسې مالګې په اوبو کې هایدرولیز کیږي او د دغسې مالګو محلول تیزابي وي.

مالیکولي معادله $NH_4Cl + H_2O \rightleftharpoons NH_4OH + HCl$

ایوني معادله $\overset{+}{NH_4} + \overset{-}{Cl} + HOH \rightleftharpoons NH_4OH + \overset{+}{H_3O} + \overset{-}{Cl}_{aq}$

نتیجه $\overset{+}{NH_4} + HOH \rightleftharpoons NH_4OH + \overset{+}{H_3O}$

دلته په محلول کې د $\overset{+}{H_3O}$ آزاد ایونونه زیاتیږي نو څکه دا محلول تیزابي ( $PH < 7$ ) دی.

3 - که مالګې د ضعیف تیزاب او ضعیف قلوي نه لاس ته راغلې وي لکه $Al_2S_3$ ,( $NH_4$) $_2S$ , $NH_4CN$, $(CH_3COO_3)Fe$ داسې مالګې هایدرولیز کیږي. که د مالګې مربوط تیزاب او قلوي یو شان ضعیف وي نو لاس ته راغلی محلول به خنثی ($PH = 7$) وي. او که قلوي د تیزاب په پرتله ډیره ضعیفه وي نو لاس ته راغلی محلول به لږ څه تیزابي وي او بر عکس.

مالیکولي معادله $CH_3COONH_4 + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + NH_4OH$

$(K_D = 1,76 \cdot 10^{-5})$ $(K_D = 1,79 \cdot 10^{-5})$

دلته د تیزاب او قلوي قوت تقریباً یو شی دی نو څکه حاصل شوی محلول خنثی ($PH = 7$ ) دی.

4 - که مالګې د قوي تیزاب او قوي قلوي څخه لاس ته راغلې وي لکه $KCl$ , $NaCl$ , $KNO_3$ , $Na_2SO_4$ او نورې داسې مالګې په اوبو کې د حل کیدو په وخت کې نه هایدرولیز کیږي.

د دغسې مالګو سلویت شوي ایونونه په محلول کې آزاد ګرځي او محلول ئې خنثی ($PH = 7$ ) وي.

مالیکولي معادله $NaCl + H_2O \rightleftharpoons NaOH + HCl$

ایوني معادله $\overset{+}{Na}_{aq} + \overset{-}{Cl}_{aq} + HOH \rightleftharpoons \overset{+}{Na}_{aq} + \overset{-}{OH}_{aq} + \overset{+}{H_3O}_{aq} + \overset{-}{Cl}_{aq}$

نتیجه $HOH \rightleftharpoons \overset{-}{OH}_{aq} + \overset{+}{H_3O}$

$[\overset{+}{H_3O}] = [\overset{-}{OH}_{aq}]$

$PH = 7$

که د مالګې مربوط تیزاب یا قلوي څو اساسه وي داسې مالګې په څو مرحلو کې هایدرولیز کیږي مثلاً :

د لمړۍ مرحلې مالیکولي معادله $CuCl_2 + H_2O \rightleftharpoons CuOHCl + HCl$

د دوهمي مرحلي ماليکولي معادله $CuOHCl + H_2O \rightleftharpoons Cu(OH)_2 + HCl$

د لمړۍ مرحلي ايوني معادله $Cu^{+2}_{.aq} + 2Cl^{-}_{.aq} + HOH \rightleftharpoons CuOH^{+}_{.aq} + Cl^{-}_{.aq} + H_3O^{+} + Cl^{-}_{.aq}$

نتيجه $Cu^{+2}_{.aq} + HOH \rightleftharpoons CuOH^{+}_{.aq} + H_3O^{+}$

$PH < 7$

د دوهمي مرحلي ايوني معادله $CuOH^{+} + Cl^{-} + HOH \rightleftharpoons Cu(OH)_2 + H_3O^{+} + Cl^{-}_{.aq}$

نتيجه $CuOH^{+} + HOH \rightleftharpoons Cu(OH)_2 + H_3O^{+}$

$PH < 7$

همدارنگه هغه مالگه چي مربوط تيزاب ئې دوه اساسه وي داسي هايدروليز کيږي:

د لمړۍ مرحلي ماليکولي معادله $Na_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons NaHCO_3 + NaOH$

د دوهمي مرحلي ماليکولي معادله $NaHCO_3 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 + NaOH$

د لمړۍ مرحلي ايوني معادله $2Na^{+}_{.aq} + CO^{-2}_{3.aq} + HOH \rightleftharpoons Na^{+}_{.aq} + HCO^{-}_{3.aq} + Na^{+}_{.aq} + OH^{-}_{.aq}$

نتيجه $CO^{-2}_{3.aq} + HOH \rightleftharpoons HCO^{-}_{3.aq} + OH^{-}_{.aq}$

د دوهمي مرحلي ايوني معادله $Na^{+}_{.aq} + HCO^{-}_{3.aq} + HOH \rightleftharpoons H_2CO_3 + OH^{-}_{.aq}$

نتيجه $HCO^{-}_{3.aq} + HOH \rightleftharpoons H_2CO_3 + OH^{-}_{.aq}$

$PH > 7$

لکه چي ليدل کيږي د هايدروليز عمليه يو رجعي جريان دی مگر که د هايدروليز په تعامل کي نه حل کيدونکي مواد يا گازات حاصل شي په داسي حالاتو کي هايدروليز مکمل صورت نيسي. مثلاً:

$FeCl_3 + 3H_2O \dashrightarrow Fe(OH)_3 \downarrow + HCl$

دلته د فرک هایدروکساید د تولید او رسوب له امله پورتنی تعامل غیر رجعي دی.
پاس مو ولیدل چې د هایدرولیز عملیه د خنثوي تعاملاتو عکس عملیه ده. دا چه خنثوي تعاملات اکزوترمیک دي نو د هایدرو لیز عملیه اندو ترمیک ده. نو ځکه تودوخه د هایدرولیز د عملیي سره مرسته کوي.

## 1 - 14 - 6 . د هایدرولیز درجه :

د هایدرولیز ددرجه $\beta$ د الکترولیت د انفکاک د درجې په شان مفهوم لري. یعنې د یوې مادې د هایدرولیز شویو مولو او د هغه مادې د ټولو مولو نسبت ته د هغې مادې د هایدرولیز درجه وائي یعنې لیکو چې:

$$\beta = \frac{n}{N}$$

دلته $n$ د هایدرولیز شوي مولونه او $N$ د هغې مادې ټول مولونه ښئي.
باید زیاته کړو چې د محلول د رقیق کولو او محلول ته د حرارت ورکولو په نتیجه کي د مالگي هایدرولیز ښه صورت نیسي او د $\beta$ قیمت زیاتیږي.
همدارنگه د هایدرولیز په محیط کي د تیزاب یا قلوي اضافه کول په هایدرولیز ډیر تاثیر کوي.

## 2 - 14 - 6 . د هایدرولیز ثابت :

دا چې هایدرولیز د نورو کیمیاوي تعاملاتو په شان یو رجعي جریان دی او د تودوخي په معینه درجه کي دغه جریان تعادلي حالت ته رسیږي نو دلته هم د نورو کیمیاوي تعاملاتو په شان د کتلي د عمل قانون تطبیقیږي.
مثلاً:

$$CH_3COONa + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + NaOH$$

$$CH_3COO^-_{aq} + Na^+_{aq} + HOH \rightleftharpoons CH_3COOH + Na^+_{aq} + OH^-_{aq}$$

$$CH_3COO^-_{aq} + HOH \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-_{aq}$$

$$K_D = \frac{[CH_3COOH]\,[OH^-]}{[CH_3COO^-_{aq}]\,[H_2O]}$$

په رقیقو محلولو کي د اوبو غلظت ثابت نیولای شو او لیکو چې :

$$K_D \cdot [H_2O] = K_h$$

دلته Kh د هایدرولیز د ثابت په نامه یادیږي چې د هغه قیمت د کیمیاوي تعامل د تعادل د ثابت په شان د حرارت په معینه درجه کې ثابت او معین دی. که د Kh قیمت پاس د $K_D$ په افاده کې کیښودل شي نو لیکو چې:

$$Kh = \frac{[CH_3COOH]\,[\overset{-}{OH}_{.aq}]}{[CH_3CO\overset{-}{O}_{.aq}]}$$

د آخري افادې صورت او مخرج په $[H_3\overset{+}{O}]$ کې ضربوو.

$$Kh = \frac{[CH_3COOH]\,[\overset{-}{OH}_{.aq}]\,[H_3\overset{+}{O}]}{[CH_3CO\overset{-}{O}_{.aq}]\,[H_3\overset{+}{O}_{aq}]}$$

$$Kh = \frac{[\overset{-}{OH}_{.aq}]\,[H_3\overset{+}{O}]}{K_D\,(CH_3COOH)} = \frac{K\,H_2O}{K_D\,(CH_3COOH)} \,..........\, 6-(78)$$

د آخرې افادې څخه معلومیږي چې د هایدرولیز ثابت د مالګې د مربوط تیزاب د قوت($K_D\ (CH_3COOH)$) سره معکوس تناسب لري. په همدې ترتیب سره د $NH_4Cl$ د مالګې د هایدرولیز ثابت داسې افاده کیږي:

$$Kh = \frac{K_{H_2O}}{K_D(NH_4OH)} \,..................\, 6.-(79)$$

یعني د مالګې د هایدرولیز ثابت د هغه مالګې مربوط قلوي د قوت ($K_D\ (NH_4OH)$) سره معکوس تناسب لري.
د (78) او (79) افادو څخه ښکاري چې د قوي* تیزاب او قوي* قلوي مالګې نه هایدرولیز کیږي. یوازې هغه مالګې هایدرولیز کیدای شي چې د هغوئ مربوط تیزاب یا قلوي ضعیف الکترولیت وي.

سوال 1 : د $Br_2(aq)$ او $2\overset{-}{Br}\ (aq)$ تر منځ څه فرق دی. دلته که د بروم ایون په اوبو کې مطلوب وي نو کومه لیکنه صحیح ده.
جواب : $2\overset{-}{Br}\ (aq)$ صحیح لیکنه ده. دا لیکنه په اوبو کې د بروم دوه ایونه ښئي.

سوال 2 : د خوړلو د مالګې مالیکولي فورمول NaCl لیکو. ایا د NaCl مالیکول جدا په طبیعت کې وجود لري.
جواب: مالګې اکثراً کرستلي مواد دي او جدا جدا مالیکولونه ئې په طبیعت کې وجود نلري د NaCl فورمول ښئي

* - قوي الکترولیت مکمل انفکاک کوي او KD نلري.

چي د مالگي په کرستل کي د سوديم او کلور د اتومو نسبت $Na : Cl = 1 : 1$ دی.

سوال 3 : د جدول ( 8-1 ) څخه ښکاري چي کاپر سلفيت په اوبو کي ښه او کاپر سلفايد په اوبو کي ښه نه حليږي. ووایاست چي په دغه دوه ايوني مرکباتو کي په کوم يوه کي ايوني رابطه مضبوطه ده.

جواب : کاپر سلفيت په اوبو کي حليږي نو د هغي د انفکاک معادله داسي ليکو :

$$CuSO_4 \longrightarrow Cu^{+2}_{(aq)} + SO_{4\,(aq)}^{-2}$$

دلته ايوني رابطه سسته ده او اوبه کولای شي چي دغه دواړه ايونونه سره جلا کړي . کاپر سلفايد په اوبو کي نه حليږي پس دلته ايوني رابطه دومره مضبوطه ده چي اوبه نشي کولای دغه ايونونه يو له بل څخه جلا کړي.

سوال 4 : تاسي غواړی داسي محلول جوړ کړی چي فقط د کلورايد ايونونه ولري. آيا دغه کار ممکن دی.

جواب : دغه کار ممکن نه دی . څکه د کلورايد د ايون سره بل مثبت ايون حتمي وي تر څو محلول خنثی شي.

سوال 5 : د زنک سيانايد د مالگي فورمول $Zn(CN)_2$ دی دا مالگه په اوبو کي حل کوو.

a - وښاياست چي په اوبو کي د زنک سيانايد په محلول کي کوم ايونونه موجود وي.

b - ووایاست چي زنک سيانايد په اوبو کي ساده الکتروليتي انفکاک کوي او که هايدروليز کيږي.

c - په اوبو کي د زنک سيانايد محلول د څه په نامه يادېږي .

جواب :

$$Zn(CN)_2 + 2H_2O \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2\overset{-}{OH}_{(aq)} + 2HCN_{(g)}\uparrow \qquad \text{- a}$$

b - د پورتنی معادلي څخه ښکاري چي زنک سيانايد د اوبو سره تعامل کوي (هايدروليز کيږي)

c - په اوبو کي د زنک سيانايد محلول ته د زنک هايدروکسايد محلول ويلای شو.

سوال 6 : د باريم کلورايد او سوديم سلفيت محلولونه په يو بيکر کي يو ځای اچوو.

a - په جدا بيکرونو کي د مالگو کوم ايونونه موجود وي.

b - د دواړو مالگو په شريک محلول کي کوم ايونونه موجود وي.

c - که په دغه د شريک محلول بيکر کي رسوب جوړ شي او دغه محلول فلتر کړو نو ووایاست چي په رسوب کي کومه مالگه او په فلټرات (محلول) کي کوم ايونونه موجود وي.

d - که فلترات ته حرارت ورکړو نو کومه مالگه لاس ته راځي.

جواب :

$$BaCl_2 \xrightarrow{\text{اوبه}} Ba^{+2}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)} \qquad \text{- a}$$

$$Na_2SO_4 \xrightarrow{\text{اوبه}} 2Na^{+}_{(aq)} + SO_{4\,(aq)}^{-2}.$$

b - د انحلاليت د جدول ( 8 - 1 ) څخه معلوميږي چي $BaSO_4$ په اوبو کي نه حليږي. نو که په شريک

محلول کې د $Ba^{+2}$ , $Cl^{-}$ , $Na^{+}$ او $SO_4^{-2}$ ایونونه وي د هغوئ څخه $Ba^{+2}$ او $SO_4^{-2}$ یو ځای کیږي او د باریم سلفیت رسوب جوړوي او د $Cl^{-}$ او $Na^{+}$ ایونونه په محلول کې پاتې کیږي.

$$Ba^{+2}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)} + 2Na^{+}_{(aq)} + SO_4^{-2}_{(aq)} \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2Cl^{-}_{(aq)} + 2Na^{+}_{(aq)}$$

c - که دغه محلول فلتر شي نو د فلتر د کاغذ پر مخ د باریم سلفیت رسوب او په فلترات کې د $Na^{+}$ او $Cl^{-}$ ایونونه پاتې کیږي.

d - که فلترات ته حرارت ورکړو نو اوبه الوزي او د سودیم کلوراید مالگه په بیکر کې پاتې کیږي.

سوال 7 : د انحلالیت د جدول څخه ووایاست چې :

a - په اوبو کې د کومو کیتونو مالگې ډیرې حل کیږي.

b - په اوبو کې د کومو انیونو مالگې ډیرې حل کیږي.

جواب :

a - په اوبو کې د $Na^{+}$ , $K^{+}$ او $NH_4^{+}$ ټولې مالگې حل دي.

b - په اوبو کې د $NO_3^{-}$ او $CH_3COO^{-}$ ټولې مالگې حل دي.

سوال 8 : د موادو د رنګونو د جدول ( 4 - 8 ) له مخې ووایاست چې $AgBr$, $Ag_2CrO_4$ , $CuSO_4$ , $Cu^{+2}_{(aq)}$ , $FeSCN^{+2}_{(aq)}$ څه ډول رنګ لري.

جواب : $AgBr$ (ژیړ)، $Ag_2CrO_4$ (سور)، $CuSO_4$ (سپین)، $Cu^{+2}_{(aq)}$ (آبي)، $FeSCN^{+2}_{(aq)}$ (سور) رنګونه لري.

سوال 9 : احمد غواړي وپوهیږي چې آیا نکل کاربونیټ په اوبو کې حل دی او که نه . په لابراتوار کې نکل کاربونیټ نشته مګر نکل نایتریت او سودیم کاربونیټ شته.

آیا احمد ددې مرکباتو په مرسته د نکل کاربونیټ انحلالیت معلوملای شي او که نه . که احمد دغه مالګو محلولونه یو ځای کړي او یو رسوب جوړ شي نو احمد څه قضاوت کولای شي.

جواب : که څه هم د $Ni^{+}$ ایون د انحلالیت په جدول کې نه دی ورکړل شوی مګر که احمد نکل نایتریت په اوبو کې واچوي او حل شي نو دا چې د جدول له مخې سودیم نایتریت او سودیم کاربونیټ دواړه په اوبو کې حل دي پس په محلول کې د موجودو ایونو ( $Ni^{+2}$, $Na^{+}$, $NO_3^{-}$, $CO_3^{-2}$ ) څخه یوازې د $Ni^{+2}$ او $CO_3^{-2}$ د ترکیب څخه ($NiCO_3$) رسوب جوړیدای شي.

سوال 10 : احمد په یو بیکر کې د سلور نایتریت محلول لري . هغه پر دې محلول د سودیم ایوداید محلول قطره قطره اچوي او همزمان د دې سیستم برقي هدایت اندازه کوي او په نتیجه کې د ( 5 - 6) شکل ګراف لاس ته راوړي.

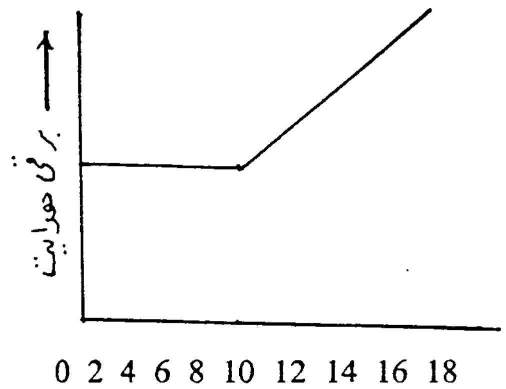
a - د دواړو محلولو تر منځ د تعامل معادله ولیکئ.

b - د ګراف لمړی قسمت ولې (افقي) تللی دی.

c - د ګراف دویم قسمت ولې پورته تللی دی.

d - ووایاست چې د سودیم ایوداید د محلول د 5ml, 10ml او 15ml د علاوه کولو وروسته په سیستم کې کوم

ايونونه موجود دي.




(5 - 6) شکل : د سيستم د برقي هدايت تغير

e - د صنف نور شاګردان عين تجربه اجرا کوي مګر هغوئ د باريم هايدروکسايد پر محلول قطره قطره د کاپر سلفيت محلول اضافه کوي او همزمان د سيستم برقي هدايت اندازه کوي وواياست چي د شاګردانو په محلولو کي کوم کيمياوي تعاملات صورت مومي.

f - د شاګردانو د تجربي دياګرام د ( د کاپر سلفيت د محلول ملي ليتره -- برقي هدايت ) په کواردیناتو کي رسم کړئ.

جواب :

a - د انحلاليت د جدول څخه معلوميږي چي په دي سيستم کي AgI په اوبو کي حل نه دی پس ليکو:

$$Ag^{+}_{(aq)} + NO^{-}_{3(aq)} + Na^{+}_{(aq)} + I^{-}_{(aq)} \longrightarrow AgI \downarrow + NO^{-}_{3(aq)} + Na^{+}_{(aq)}.$$

b - د ګراف لمړی قسمت څکه افقي دی چي د محلول څخه د $Ag^{+}$ د ايونو د جدا کيدو سره همغه اندازه د $Na^{+}$ ايونونه په محلول کي اضافه کيږي او نتيجه کي د محلول برقي هدايت ثابت پاتي کيږي.

c - د سوديم ايودايد د محلول په اضافه کولو سره داسي لحظه رارسي چي د $Ag^{+}$ ټول ايونونه رسوب کوي اوس چي نور سوديم ايودايد په سيستم کي اضافه کيږي په محلول کي د ايونو تعداد زياتيږي او ورسره د محلول برقي هدايت هم زياتيږي.

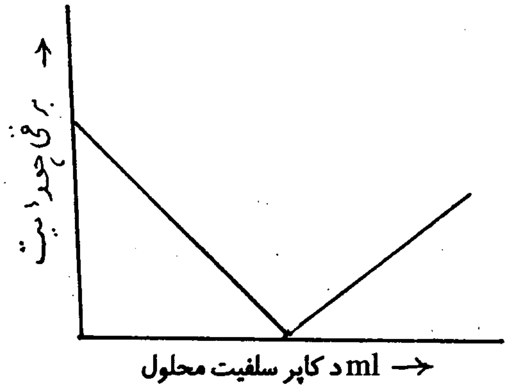
d - د ګراف څخه معلوميږي چي د 5ml سوديم ايودايد په اضافه کولو د محلول برقي هدايت تغير نه دی کړی يعني څومره چي د $Ag^{+}$ او $I^{-}$ ايونونه کم شوي دي په همغه اندازه د $Na^{+}$ او $NO_3^{-}$ ايونونه په سيستم کي زيات شوي دي دلته په سيستم کي $NO_3^{-}$ , $Na^{+}$ او $Ag^{+}$ ايونونه موجود دي. کله چي 10ml د سوديم ايودايد محلول په سيستم کي اضافه شي دلته د $Ag^{+}$ ټول ايونونه رسوب کوي او په محلول کي د $Na^{+}$ او $NO_3^{-}$ ايونونه پاتي کيږي. کله چي 15 ملي ليتره د سوديم ايودايد محلول په دغه محلول اضافه شي نو په سيستم کي د $Na^{+}$,$NO_3$ او $I^{-}$ ډير شمير ايونونه موجود وي نو څکه د سيستم برقي هدايت زياتيږي.

e - د صنف د شاګردانو په سيستم کي د $Ba^{+2}$, $OH^{-}$, $Cu^{+2}$ او $SO_4^{-2}$ ايونونه موجود وي د انحلاليت د جدول له مخي $BaSO_4$ او $Cu(OH)_2$ غير منحل مواد دي نو د باريم هايدروکسايد پر محلول د کاپر سلفيت د محلول

په علاوه کولو سره دوه رسوبه ( ټول ایونونه ) کمیږي.

$$Ba^{+2} . aq + SO_4^{-2} . aq \dashrightarrow BaSO_4$$
$$Cu^{+2} . aq + 2OH^{-} . aq \dashrightarrow Cu(OH)_2$$

دلته د باریم هایدروکساید پر محلول د کاپر سلفیت د محلول په علاوه کولو سره دوه رسوبه او څلور ایونونه د محلول څخه جدا کیږي.




شپږم (6- 6 ) شکل :

په دې توگه په سیستم کې د کاپر سلفیت د محلول په اضافه کولو سره د سیستم برقي هدایت په ترتیب سره کمیږي او کله چې د سیستم ټول ایونونه رسوب وکړي د محلول برقي هدای صفر ته رانښکته کیږي او له دې وروسته د کاپر سلفیت د محلول په اضافه کولو سره په سیستم کې د $Cu^{+2}$ او $SO_4^{-2}$ ایونونه زیاتیږي او ورسره سم د سیستم برقي هدایت هم بیرته لوړیږي.

# اووم فصل

# اکسیدیشني - احیاوي تعاملات

پخوا د یوې کیمیاوي مادې او اکسیجن تر منځ کیمیاوي تعامل ته اکسیدیشني عملیه او د کیمیاوي مادې څخه د اکسیجن جدا کیدو یا د هایدروجن سره د یوې کیمیاوي مادې تعامل او یو ځای کیدو ته د احیا عملیه ویل کیده. مگر دغه تعریف اوس تغیر کړیدی. نن ورځ د الکترون بایللو ته اکسیدیشني عملیه او د الکترون رانیولو ته احیاوي عملیه ویل کیږي. هغه ماده چې الکترون بایلي (بل عنصر ته ور کوي) د احیا گر او هغه بله ماده چې الکترون اخلي د اکسیدانت په نامه یادیږي.

مثال 1 : د $Fe^{+2}$ کیتون د اکسیدانت او هم د احیا گر په حیث عمل کولای شي.

a - دوه نیم تعاملات ولیکئ چې په هغو کې دغه کیتون د اکسیدانت او احیا گر په حیث عمل کوي دلته وښایاست چې کوم یو نیم تعامل اکسیدیشني او کوم یو احیاوي عملیه ده او هم احیا شوې او اکسیدایز شوې ماده په گوته کړئ.

جواب :

احیاوي عملیه

احیا شوې ماده $Fe^{+2} + 2e^{-} \text{ -------------------> } F^{\circ}e_{(s)}$ (اکسیدانت)

اکسیدیشني عملیه

اکسیدایز شوې ماده $Fe^{+2} - 1e^{-} \text{ -------------------> } Fe^{+3}$ (احیا گر)

b - که د جستو ټوټه د $FeCl_2$ محلول ته واچول شي کوم کیمیاوي تعامل منځ ته راځي. دلته لمړی نیم تعاملات او بیا عمومي تعامل ولیکئ.

اکسیدیشني عملیه

$$Z^{\circ}n - 2e^{-} \text{ -------------------> } Zn^{+2}$$

احیاوي عملیه

$$Fe^{+2} + 2e^{-} \text{ -------------------> } F^{\circ}e_{(s)}$$

---

اکسیدیشني - احیاوي تعامل

$$Z^{\circ}n + Fe^{+2} \text{ -------------------> } Zn^{+2} + F^{\circ}e$$

پورتني مثال کې گورو چې :

اکسیدانت هغه ماده ده چې د بلې مادې څخه الکترونونه اخلي په خپله احیا کیږي هغه بله ماده اکسیدایز کوي احیا گر هغه ماده ده چې بلې مادې ته الکترونونه ورکوي په خپله اکسیدایز کیږي او هغه بله ماده احیا کوي. د الکترون ورکولو ته اکسیدیشني عملیه او د الکترون اخستلو ته احیاوي عملیه واثي په کوم تعامل کې چې دغه دواړه عملې همزمان یو ځای صورت نیسي د اکسیدیشني - احیاوي تعامل په نامه یادیږي.

مثال 2 - هایدروجن پر اکساید په خنثی او تیزابي محیطو کې په لاندې ډول تعامل کوي

خنثی محیط $H_2O_2 + 2\bar{e} \longrightarrow 2OH^-$

تیزابي محیط $H_2O_2 + 2H^+ + 2\bar{e} \longrightarrow 2H_2O$

پورتني تعاملات په پام کې ونیسی، د پتاسیم ایوداید تیزابي محلول او د هایدروجن پر اکساید د تعامل معادله ولیکی.

$$2K^+ + 2I^- - 2\bar{e} \longrightarrow I^0_2 + 2K^+ \quad / \quad 2$$

$$2H^+ + H_2O_2 + 2\bar{e} \longrightarrow 2H_2O \quad / \quad 2$$

---

$$2K^+ + 2I^- + 2H^+ + H_2O_2 \longrightarrow I^0_2 + 2H_2O + 2K^+$$

په پورتني تعامل کې هایدروجن پر اکساید د اکسیدانت رول لري ولې د قوي اکسیدانت لکه د $KMnO_4$ په تیزابي محلول کې هایدروجن پر اکساید دد احیا گر رول لري.

$$8H^+ + \overset{+7}{Mn}O_4 + 5\bar{e} \longrightarrow Mn^{+2} + 4H_2O \quad / \quad 2$$

$$H_2O_2 - 2\bar{e} \longrightarrow 2H^+ + O_2 \quad / \quad 5$$

---

$$16H^+ + 2\overset{+7}{Mn}O_4 + 5H_2O_2 \longrightarrow 2Mn^{+2} + 8H_2O + 10H^+ + 5O_2$$

مثال 3 - د ( 1 - 7 ) جدول په اساس ووایاست چې د لاندې تعاملاتو له جملې څخه کوم یو صورت موندلای شي. د هر ممکن تعامل نیم تعاملات او مکمل تعامل ولیکی.

a - سرب د زنک سلفیت د محلول سره

b - کلسیم د اوبو سره

c - ایودین د بروم د اوبو سره

d - اکسیجن د فرس کلوراید د محلول سره

e - نقره د مالگې د تیزابو د محلول سره

جواب :

a - په دې سیستم کې $Pb^0$ احیا گر او $Zn^{+2}$ اکسیدانت دی. اگر چې $SO_4^{-2}$ هم د گوگړو د تیزابو په گرم او غلیظ محلول کې اکسیدانت دی خو بیا هم $Zn^{+2}$ تر هغه قوي اکسیدانت دی. د بلې خوا $PbSO_4$ په اوبو کې نه حلیږي نو په دې اساس لاندې کیمیاوي تعامل عملاً مکن دی.

$$Pb^{\circ} + SO_4^{-2} + Zn^{+2} \longrightarrow PbSO_4 + Zn^{\circ}$$

$$Pb^{\circ} - 2e^{-} \longrightarrow Pb^{+2} \quad 2 \;/\; 1$$

$$Zn^{+2} + 2e^{-} \longrightarrow Zn^{\circ} \quad 2 \;/\; 1$$

b - Ca یو احیا گر دی او اوبه د هغې په مقابل کې اکسیدانت کیدای شي (  ۱ - ۷  ). نو ځکه لیکو چې :

$$Ca^{\circ} + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + H_2$$

$$Ca^{\circ} - 2e^{-} \longrightarrow Ca^{+2} \quad 2 \;/\; 1$$

$$2H_2O + 2e^{-} \longrightarrow Ca(OH)_2 + H_2 \quad 2 \;/\; 1$$

c - ایوډین ($I^{\circ}_2$) او برومین ( $Br^{\circ}_2$) دواړه اکسیدانتونه دي او د هغوئ اکسیدانتي قوت ډیر فرق نلري نو ځکه ایودین د بروم د اوبو سره تعامل نه کوي.

d - اکسیجن یو اکسیدانت دی. $Fe^{+2}$ او $Cl^{-}$ دواړه احیا گر دي. مگر د (  ۱ - 7  )جدول له مخې $Fe^{+2}$ د $Cl^{-}$ څخه قوي احیا گر دی نو په دې لحاظ د اکسیجن او د فرس کلوراید د محلول تر منځ په تیزابي محیط کې داسې تعامل ممکن دی.

$$4H^{+} + O_2 + 4Fe^{+2} \longrightarrow 2H_2O + 4Fe^{+2}$$

$$O_2 + 4e^{-} \longrightarrow 2O^{-2} \quad / \; 1$$

$$Fe^{+2} - 1e^{-} \longrightarrow Fe^{+3} \quad / \; 4$$

e - نقره او د کلوراید انیون دواړه احیا گر دي او $H^{+}$ اکسیدانت دی ولې $H^{+}$ دومره قوي اکسیدانت نه دی چې د نقرې څخه الکترون جذب کړي نو ځکه نقره د مالگې د تیزابو سره تعامل نه کوي.

مثال 4 - د بروم د اوبو او د فرس سلفیت تر منځ د تعامل امکان وگورئ او معادله ئې ولیکئ.

جواب : بروم یو اکسیدانت دی د هغې په مقابل کې باید یو احیا گر موجود وي چې د بروم سره تعامل وکړي. د $Fe^{+2}$ او $SO_4^{-2}$ له جملې څخه $Fe^{+2}$ احیا گر کیدای شي مگر په $SO_4^{-2}$ کې چې د سلفر اکسیدشني درجه اعظمي ( +6) ده نو د ( $SO_4^{-2}$ ) ایون احیا گر نشي کیدای پس لیکو چې:

$$Br_2^{0} + 2\bar{e} \longrightarrow 2Br^{-} \qquad / \; 1$$

$$Fe^{+2} - 1e \longrightarrow Fe^{+3} \qquad / \; 2$$

---

$$Br_2^{0}{}_{.aq} + 2Fe^{+2}_{.aq} \longrightarrow 2Br^{-}_{.aq} + 2Fe^{+3}_{.aq}$$

مثال 5 - رقیق نایترک اسید د اوسپني سره تعامل کوي.

a - که د تیزاب مقدار کافي زیات وي نو وواياست چې دلته NO او که $NO_2$ , $Fe^{+2}$ او که $Fe^{+3}$ جوړیدای شي.

جواب :

a - د رقیق نایترک اسید او اوسپني د تعامل څخه NO او $Fe^{+2}$ لاس ته راځي خو که د تیزاب مقدار کافي زیات وي نو $Fe^{+2}$ نور هم اکسیدایز کیږي او $Fe^{+3}$ جوړیږي.

$$4H^{+} + NO_3^{+5} + 3e^{-} \longrightarrow NO^{+2} \qquad / \; 3 \quad / \; 1 \qquad + 2H_2O$$

$$F^{\circ}e - 3e^{-} \longrightarrow Fe^{+3} \qquad / \; 3 \quad / \; 1$$

---

$$4H^{+} + NO^{+5}_{3.aq} + F^{\circ}e \longrightarrow NO_{(g)} + Fe^{+3}_{aq} + 2H_2O$$

مثال 6 - بلیک واتر د سودیم هایپوکلورایت ( NaOCl) او سودیم کلوراید محلول دی. که په دغه محلول کې تیزاب واچول شي نو لاندې تعامل صورت مومي.

$$ClO^{-}_{.aq} + Cl^{-}_{.aq} + 2H^{+}_{(aq)} \longrightarrow Cl_{2.aq} + H_2O_{(l)}$$

په دغه تعامل کې اکسیدانت او احیا گر په گوته کړی. د پورتني تعامل دواړه نیم تعاملات هم ولیکی.

$$2H^{+} + \text{اکسیدانت } ClO^{-} + 1e^{-} \longrightarrow \tfrac{1}{2} Cl_2 \qquad / \; 1 \qquad + H_2O$$

$$\text{احیا گر } Cl^{-} - 1e^{-} \longrightarrow \tfrac{1}{2} Cl_2 \qquad / \; 1$$

---

$$2H^{+} + ClO^{-} + Cl^{-} \longrightarrow CL_2 + H_2O$$

## 1 - 7 . د اکسیدیشني - احیاوي تعاملاتو د کیمیاوي معادلو توزین:

د اکسیدیشني - احیاوي تعاملاتو د کیمیاوي معادلو د توزین لپاره دوه میتوده په کار وړل کیږي چې یو ئې د

الکتروني توزین او بل ئي د ایوني الکتروني توزین په نامه یادیږي.
د الکتروني توزین په میتود کي دا واقعیت په نظر کي نیول کیږي چي مالیکولونه د چارج له پلوه خنثی دي نو ځکه د الکترونونو عمومي شمیر کوم چي احیا گر اتومونه ئي د لاسه ورکوي باید د هغه الکترونونو د عمومي شمیر سره مساوي وي کوم چي اکسیدانتي اتومونه ئي رانیسي. په دي صورت کي د کیمیاوي معادلي په دواړو خواو کي د اکسیدانتي اتومونو چارج د احیاگرو اتومو د چارج سره مساوي کیږي او د تعامل کیمیاوي معادله توزین کیږي. د الکتروني توزین په میتود کي د بایلل شویو او رانیول شویو الکترونو شمیر د کیمیاوي معادلي په دواړو خواو کي د عناصرو د اکسیدیشني درجي له مخي پیدا کیږي.
مثلاً لاندي کیمیاوي معادله په پام کي نیسو.

$$\overset{+7}{K Mn}O_4 + \overset{+2}{Fe}SO_4 + H_2SO_4 \longrightarrow \overset{+3}{Fe_2}(SO_4)_3 + \overset{+2}{Mn}SO_4 + K_2SO_4 + H_2O$$

په پورتنی معادله کي گورو چي د کوم عنصر اکسیدیشني درجي د تعامل نه مخکي او د تعامل نه وروسته تغیر کړیدی نو یوازي د دغه عناصرو اکسیدیشني درجه د هر عنصر د پاسه لیکو او بیا په لاندي ډول عمل کوو:

$$\overset{+7}{Mn} + 5e^- \longrightarrow \overset{+2}{Mn} \qquad 1 \qquad 2$$
$$\overset{+2}{Fe} - 1e^- \longrightarrow \overset{+3}{Fe} \qquad 5 \qquad 10$$

اوس د Mn اتومونه په (2) کي او د اوسپني اتومونه په (10) کي ضربوؤ او لیکو چي:

$$2KMnO_4 + 10FeSO_4 + H_2SO_4 \text{ ----------- } 2MnSO_4 + 5Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$$

د اوبو د مالیکولو شمیر د $H_2SO_4$ په ضریب پوري اړه لري او د $H_2SO_4$ ضریب د معادلي په دواړو طرفو کي د $SO_4^{-2}$ د ایونو د تساوي ځخه (8) لاس ته راځي نو د پورتنی معادلي مکمل بیلانس داسي دی:

$$2KMnO_4 + 10FeSO_4 + 8H_2SO_4 \longrightarrow 2MnSO_4 + 5Fe(SO_4) + K_2SO_4 + 8H_2O$$

2 - مثال : په لاندي تعامل کي د دري عناصرو اکسیدیشني درجه تغیر کوي. د دي تعامل معادله بیلانس کړی.

$$\overset{+3\ -2}{AS_2S_3} + \overset{+5}{HNO_3} + H_2O \longrightarrow \overset{+5}{H_3ASO_4} + \overset{+6}{H_2SO_4} + \overset{+2}{NO}$$

$$\left.\begin{array}{l} 2\overset{+3}{AS} - 4e^- \longrightarrow 2\overset{+5}{AS} \\ 3S^{-2} - 24e^- \longrightarrow 3S^{+6} \end{array}\right\} 28e^- \qquad 3$$
$$N + 3e^- \longrightarrow N^+ \qquad 3e^- \qquad 28$$

$$3AS_2S_3 + 28HNO_3 + 4H_2O \text{ ------------ } 6H_3ASO_4 + 9H_2SO_4 + 28NO$$

3 - مثال : لاندې کیمیاوي معادله بیلانس کړئ:

$$\overset{+4}{Mn}O_2 + H\overset{-}{Cl} \longrightarrow \overset{+2}{Mn}Cl_2 + Cl^{\circ}_2 + H_2O$$

$$\overset{+4}{Mn} + 2e \longrightarrow \overset{+2}{Mn} \qquad 2 \;/\; 1$$

$$2Cl^{-} + 2e \longrightarrow CL^{\circ}_2 \qquad 2 \;/\; 1$$

$$1MnO_2 + 2HCl + 2HCl \longrightarrow 1MnCl_2 + Cl^{\circ}_2 \cdot 2H_2O$$

4 - مثال: په لاندې تعامل کې په یو مرکب کې د دوه عناصرو اکسیدیشني درجه تغیر کوي د دغه تعامل کیمیاوي معادله بیلانس کړئ.

$$K\overset{+5}{Cl}O_3 \longrightarrow K\overset{-}{Cl} + \overset{\circ}{O}_2$$

$$\overset{+5}{Cl} + 6e^{-} \longrightarrow \overset{-}{Cl} \qquad /4 \qquad /2$$

$$2O^{-2} - 4e^{-} \longrightarrow O^{\circ}_2 \qquad /6 \qquad /3$$

$$2KClO_3 \longrightarrow 2KCl + 3O_2$$

5 - مثال : په لاندې تعامل کې یو عنصر اکسیدیشن او احیا شوی دی. د دغه تعامل معادله بیلانس کړئ.

$$Cl_2 + KOH \longrightarrow KCl + KClO_3 + H_2O$$

$$Cl^{\circ} - 5e^{-} \longrightarrow Cl^{+5} \qquad /\; 1$$

$$Cl^{\circ} + 1e^{-} \longrightarrow Cl^{-1} \qquad /\; 5$$

$$3Cl_2 + 6KOH \longrightarrow 5KCl + KClO_3 + 3H_2O$$

## 2 - 7 . الکترودي پوتانسیل:

که یوه فلزي میله په یو داسې محلول کې چې هلته د دې فلز ایونونه حل وي داخل کړو نو که محلول ډېر رقیق وي د فلز اتومونه خپل ولانسي الکترونونه د فلز په کرستلي جالۍ کې پرېږدي او مثبت ایونونه محلول ته داخلېږي.
چې دلته د برقي میلې او محلول تر منځ د برقي پوتانسیل تفاوت منځ ته راځي. همدا ډول که محلول ډېر غلیظ وي نو ممکن د فلز مثبت ایونونه د محلول څخه د فلز پر سطح جمع شي. دلته بیا د محلول او فلز تر منځ د برقي پوتانسیل

تفاوت منځ ته راځي. په پورتني دواړو حالاتو کي د تودوخي په يوه معينه درجه کي د فلز او محلول تر منځ د ايونو په تګ راتګ کي يو تعادل منځ ته راځي. پدي شرايطو کي د فلز او د محلول تر منځ د برقي پوتانسيل فرق يو معين قيمت پيدا کوي چي د الکترودي پوتانسيل په نامه ياد او د φ په حرف سره ښودل کيږي. او دغه کيمياوي تعامل چي د محلول او ميلي په بين الفازي سطحه کي صورت نيسي اکسيديشني - احياوي تعامل دی چي د الکترودي تعامل په نامه يادېږي:

$$Me^{+2}_{aq} + 2\bar{e} \rightleftharpoons Me^{0}$$

$$OX + 2\bar{e} \rightleftharpoons Red$$

د الکترودي پوتانسيل قيمت د فلز په طبيعت، د تودوخي په درجه او په محلول کي د فلز د ايونو په غلظت پوري اړه لري. د تودوخي په 25°C درجو کي دغه ارتباط داسي دی.

$$\varphi = \varphi^{\circ} + \frac{RT}{ZF} \ln \frac{a_{ox}}{a_{red}} \quad \ldots\ldots\ldots 7 - (80)$$

T = 298K°, F = 96500c/mol , R = 8,31 j/mol

$$\varphi = \varphi^{\circ} + \frac{0,095}{Z} \log \frac{a_{ox}}{a_{red}} \quad \ldots\ldots\ldots 7 - (80')$$

دا چي په خالص جامد فاز کي د فلز د اتومو غلظت ( فعاليت ) ثابت او $a_{red} = 1$ دی نو ليکو چي:

$$\varphi = \varphi^{\circ} + \frac{0,059}{Z} \log a_{ox} \quad \ldots\ldots\ldots 7 - (81)$$

دلته φ د الکترودي پوتانسيل قيمت د محلول په مختلفو غلظتونو او φ° د الکترودي پوتانسيل داسي قيمت دی کله چي ($a_{ox} = 1$) دی. φ° د الکترودي پوتانسيل د ستندرد قيمت په نامه يادېږي. بايد زياته کړو چي د الکرتودي پوتانسيل مطلق قيمت معلومول مشکل کار دی. د دي پر ځای د هايدروجن د الکترود د ستندرد الکترودي پوتانسيل په نسبت د نورو الکترودو ستندر الکترودي پوتانسيل قيمتونه معلوم شوي او په ( 1 - 7 ) جدول کي ورکړل شويدي. د ستندرد الکترودي پوتانسيل د تعينولو آله په ( 2 - 7 ) شکل کي ښودل شويده.

## 3-7 . د هایدروجن ستندرد الکترود:

د هایدروجن ستندرد الکترود ( 7-1 ) شکل کي ښودل شوی دی. لکه چي په شکل کي معلوميږي په يو شيشه ئي نل کي يو مولاره د مالګي تيزاب اچول کيږي او په دغه تيزابو کي يوه پلاتيني صفحه ځوړنديږي. د بل کوچني نل په واسطه چي د عادي فشار ( $P = 1at$ ) لاندي هايدروجن د پلاتين صفحي ته جريان مومي او د پلاتين د صفحي په حجم کي جذبيږي. د پلاتين د کتلستي عمل په نتيجه کي د هايدروجن بعضي ماليکولونه د هايدروجن په اتومو بدليږي او دغه جريان د پلاتين پر سطحه تعادلي حالت ته رسي.

$$\frac{1}{2}H_2 \rightleftharpoons H$$

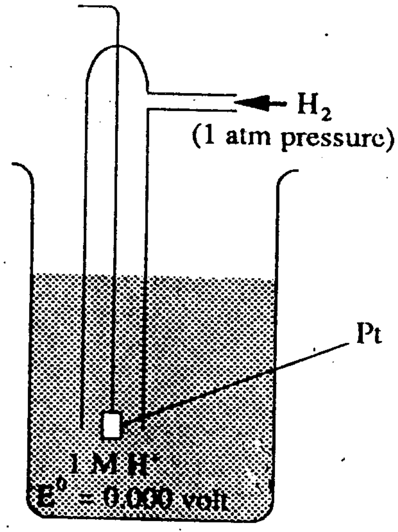
د پلاتين او د محلول په بين الفازي سطحه کي د پلاتيني صفحي په حجم کي د $H$ د اتومو او په تيزابي محلول کي د $H^+$ د ايونو تر منځ متحرک تعادل منځ ته راځي.

$$H_{(g)} \rightleftharpoons H^+_{aq} + e^-$$

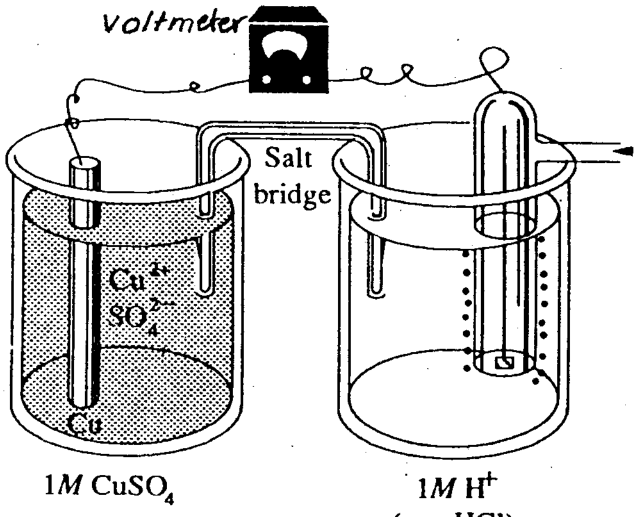
په مجموعي توګه په الکترود کي د هايدروجن د ګاز او په محلول کي د هايدروجن د ايونو تر منځ يو تعادل په لاندي ډول منځ ته راځي:

$$\frac{1}{2}H_{2\,(g)} \rightleftharpoons H^+_{aq} + e^-$$

د دغه متعادل اکسيديشني - احياوي جريان په نيجه کي د پلاتين د صفحي په منځ کي د $H_2$ د ماليکولو او دتيزابو د محلول تر منځ د برقي پوټانسيل توپير منځ ته راځي خو په ستندرد شرايطو کي يعني چي د تودوخي درجه $25°C$ د تيزابو غلظت $[H^+] = 1M$ او د هايدروجن د ګاز فشار $P = 1at$ وي د محلول او پلاتيني صفحي تر منځ دغه د برقي پوټانسيل توپير صفر قبول شوی او پدي شرايطو د هايدروجن الکترود ته د هايدروجن نارمل يا ستندرد الکترود وائي.




لمړی ( 1 - 7 ) شکل
د هایدروجن نارمل الکترود




دوهم ( 2 - 7 ) شکل
د ستندر الکترودي پوتانسیل د تعینولو آله

اول ( 1 - 7) جدول: د کیمیاوي موادو ستندرد الکترودي پوتانسیل $E^{o}_{298}$, V

in V bij $T = 298$ K en $p = p_0$

[ ] = 1MOlL$^{-1}$

| اکسیدانت | | احیاګر | $E^{o}_{298}$, V |
|---|---|---|---|
| $F_2(g) + 2e^-$ | ⇄ | $2F^-$ | +2,87 |
| $O_3(g) + 2H^+ + 2e^-$ | ⇄ | $H_2O(l) + O_2(g)$ | +2,07 |
| $H_2O_2 + 2H^+ + 2e^-$ | ⇄ | $2H_2O(l)$ | +1,77 |
| $Ce^{4+} + e^-$ | ⇄ | $Ce^{3+}$ | +1,70 |
| $PbO_2(s) + SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^-$ | ⇄ | $PbSO_4(s) + 2H_2O(l)$ | +1,69 |
| $2HClO + 2H^+ + 2e^-$ | ⇄ | $Cl_2(g) + 2H_2O(l)$ | +1,63 |
| $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^-$ | ⇄ | $Mn^{2+} + 4H_2O(l)$ | +1,52 |
| $Au^{3+} + 3e^-$ | ⇄ | $Au(s)$ | +1,50 |
| $PbO_2(s) + 4H^+ + 2e^-$ | ⇄ | $Pb^{2+} + 2H_2O(l)$ | +1,46 |
| $ClO_3^- + 6H^+ + 6e^-$ | ⇄ | $Cl^- + 3H_2O(l)$ | +1,45 |
| $Cl_2(g) + 2e^-$ | ⇄ | $2Cl^-$ | +1,36 |
| $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^-$ | ⇄ | $2Cr^{3+} + 7H_2O(l)$ | +1,36 |
| $O_3(g) + H_2O(l) + 2e^-$ | ⇄ | $2OH^- + O_2(g)$ | +1,24 |
| $MnO_2(s) + 4H^+ + 2e^-$ | ⇄ | $Mn^{2+} + 2H_2O(l)$ | +1,23 |
| $O_2(g) + 4H^+ + 4e^-$ | ⇄ | $2H_2O(l)$ | +1,23 |
| $Br_2 + 2e^-$ | ⇄ | $2Br^-$ | +1,09 |
| $Br_2(l) + 2e^-$ | ⇄ | $2Br^-$ | +1,07 |
| $AuCl_4^- + 3e^-$ | ⇄ | $Au(s) + 4Cl^-$ | +1,00 |
| $NO_3^- + 4H^+ + 3e^-$ | ⇄ | $NO(g) + 2H_2O(l)$ | +0,96 |
| $H_2O_2 + 2e^-$ | ⇄ | $2OH^-$ | +0,94 |
| $NO_3^- + 3H^+ + 2e^-$ | ⇄ | $HNO_2 + H_2O(l)$ | +0,93 |
| $Hg^{2+} + e^-$ | ⇄ | $Hg^+$ [1] | +0,91 |
| $Cu^{2+} + I^- + e^-$ | ⇄ | $CuI(s)$ | +0,85 |
| $Hg^{2+} + 2e^-$ | ⇄ | $Hg(l)$ | +0,85 |
| $NO_3^- + 2H^+ + e^-$ | ⇄ | $NO_2(g)$ [2] $+ H_2O(l)$ | +0,81 |
| $Ag^+ + e^-$ | ⇄ | $Ag(s)$ | +0,80 |
| $Hg^+ + e^-$ | ⇄ | $Hg(l)$ [3] | +0,80 |
| $Fe^{3+} + e^-$ | ⇄ | $Fe^{2+}$ | +0,77 |
| $O_2(g) + 2H^+ + 2e^-$ | ⇄ | $H_2O_2$ | +0,68 |
| $I_2 + 2e^-$ | ⇄ | $2I^-$ | +0,62 |
| $MnO_4^- + 2H_2O(l) + 3e^-$ | ⇄ | $MnO_2(s) + 4OH^-$ | +0,57 |
| $MnO_4^- + e^-$ | ⇄ | $MnO_4^{2-}$ | +0,54 |
| $I_3^- + 2e^-$ | ⇄ | $3I^-$ | +0,53 |
| $I_2(s) + 2e^-$ | ⇄ | $2I^-$ | +0,53 |
| $Cu^+ + e^-$ | ⇄ | $Cu(s)$ | +0,52 |
| $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^-$ | ⇄ | $4OH^-$ | +0,40 |
| $Fe(CN)_6^{3-} + e^-$ | ⇄ | $Fe(CN)_6^{4-}$ | +0,36 |
| $Cu^{2+} + 2e^-$ | ⇄ | $Cu(s)$ | +0,34 |

اکسیدانتي فعالیت زیاتیږي

احیاګري فعالیت زیاتیږي

د (7 - 1) جدول ادامه

اکسیدانتي فعالیت زیاتیږي ↑

| اکسیدانت | | احیاګر | $E^{\circ}_{298}$, V |
|---|---|---|---|
| $HgCl(s) + e^-$ | ⇄ | $Hg(l) + Cl^-$ ▸4 | +0,27 |
| $AgCl(s) + e^-$ | ⇄ | $Ag(s) + Cl^-$ | +0,22 |
| $SO_4^{2-} + 4\,H^+ + 2\,e^-$ | ⇄ | $SO_2 + 2\,H_2O(l)$ ▸5 | +0,17 |
| $Cu^{2+} + e^-$ | ⇄ | $Cu^+$ | +0,15 |
| $Sn^{4+} + 2\,e^-$ | ⇄ | $Sn^{2+}$ | +0,15 |
| $S(s) + 2\,H^+ + 2\,e^-$ | ⇄ | $H_2S(g)$ | +0,14 |
| $S_4O_6^{2-} + 2\,e^-$ | ⇄ | $2\,S_2O_3^{2-}$ | +0,10 |
| $HCOOH + 2\,H^+ + 2\,e^-$ | ⇄ | $H_2CO + H_2O(l)$ | +0,06 |
| $NO_3^- + H_2O(l) + 2\,e^-$ | ⇄ | $NO_2^- + 2\,OH^-$ | +0,01 |
| $2\,H^+ + 2\,e^-$ | ⇄ | $H_2(g)$ | 0,000 |
| $SO_4^{2-} + 2\,H^+ + 2\,e^-$ | ⇄ | $SO_3^{2-} + H_2O(l)$ ▸5 | −0,09 |
| $Pb^{2+} + 2\,e^-$ | ⇄ | $Pb(s)$ | −0,13 |
| $Sn^{2+} + 2\,e^-$ | ⇄ | $Sn(s)$ | −0,14 |
| $Ni^{2+} + 2\,e^-$ | ⇄ | $Ni(s)$ | −0,25 |
| $Co^{2+} + 2\,e^-$ | ⇄ | $Co(s)$ | −0,28 |
| $PbSO_4(s) + 2\,e^-$ | ⇄ | $Pb(s) + SO_4^{2-}$ | −0,36 |
| $Cd^{2+} + 2\,e^-$ | ⇄ | $Cd(s)$ | −0,40 |
| $Fe^{2+} + 2\,e^-$ | ⇄ | $Fe(s)$ | −0,44 |
| $S(s) + 2\,e^-$ | ⇄ | $S^{2-}$ | −0,48 |
| $2\,CO_2(g) + 2\,H^+ + 2\,e^-$ | ⇄ | $H_2C_2O_4$ | −0,49 |
| $Cr^{3+} + 3\,e^-$ | ⇄ | $Cr(s)$ | −0,74 |
| $Zn^{2+} + 2\,e^-$ | ⇄ | $Zn(s)$ | −0,76 |
| $2\,H_2O(l) + 2\,e^-$ | ⇄ | $H_2(g) + 2\,OH^-$ | −0,83 |
| $SO_4^{2-} + H_2O(l) + 2\,e^-$ | ⇄ | $SO_3^{2-} + 2\,OH^-$ ▸5 | −0,92 |
| $Zn(OH)_4^{2-} + 2\,e^-$ | ⇄ | $Zn(s) + 4\,OH^-$ | −1,22 |
| $Al^{3+} + 3\,e^-$ | ⇄ | $Al(s)$ | −1,67 |
| $Mg^{2+} + 2\,e^-$ | ⇄ | $Mg(s)$ | −2,34 |
| $Al(OH)_4^- + 3\,e^-$ | ⇄ | $Al(s) + 4\,OH^-$ | −2,35 |
| $Na^+ + e^-$ | ⇄ | $Na(s)$ | −2,71 |
| $Ca^{2+} + 2\,e^-$ | ⇄ | $Ca(s)$ | −2,87 |
| $Ba^{2+} + 2\,e^-$ | ⇄ | $Ba(s)$ | −2,90 |
| $K^+ + e^-$ | ⇄ | $K(s)$ | −2,92 |
| $Li^+ + e^-$ | ⇄ | $Li(s)$ | −3,05 |

احیاګري فعالیت زیاتیږي ↓

■ Dé vermelde waarden kunnen in enkele gevallen vrij sterk afwijken van gegevens uit andere bronnen. Meestal is de keuze van het milieu de oorzaak.

1▸ $2\,Hg^{2+} + 2\,e^- \rightleftharpoons Hg_2^{2+}$

2▸ $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2\,NO_2(g)$.

3▸ $Hg_2^{2+} + 2\,e^- \rightleftharpoons 2\,Hg(l)$

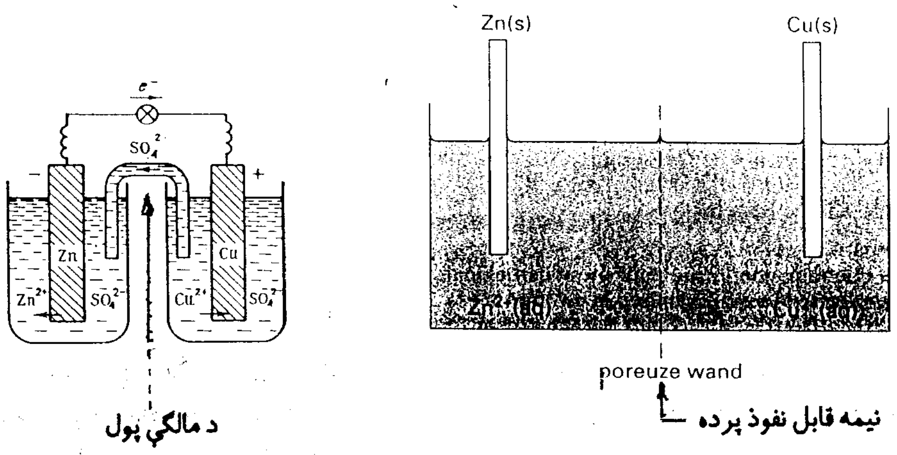
4▸ $Hg_2Cl_2(s) + 2\,e^- \rightleftharpoons 2\,Hg(l) + 2\,Cl^-$

5▸ $SO_4^{2-}$ د ګوګړو په ګرمو او غلیظو تیزابو کي یوازي اکسیدانت

$H_2SO_4(l) + 2\,H^+ + 2\,e^- \rightleftharpoons SO_2(g) + 2\,H_2O(l)$

## 4 - 7 . د برقي انرژي کیمیاوي منابع، الکتروکیمیاوي یا ګلواني حجرې:

که اکسیدانتي او احیا ګر مواد یو ځای او سره ګډ وي نو دلته الکترونونه راساً د احیاګر موادو څخه اکسیدانتي موادو ته داخلیږي چې د دې دواړو موادو څخه نوې کیمیاوي مواد جوړ او د دې کیمیاوي تعامل انرژي اکثراً د حرارت په شکل په سیستم کې جذب یا آزادیږي. ولې که د اکسیدیشن د عملې نیم تعامل او د احیا د عملې نیم تعامل یو له بل څخه لیرې او جدا جدا صورت ومومي او د احیاګرو موادو څخه الکترونونه په یو سیم کې اکسیدانتي موادو ته لاړ شي نو دلته د برق جریان جوړیږي او د کیمیاوي تعامل انرژي په برقي انرژي اوړي. هغه لوښی (ظرف) چې په هغې کې د اکسیدیشن او احیا نیم تعاملات جدا جدا صورت مومي د الکترودونو په نامه یادیږي. په یو الکترود کې الکترولیتي محلول او د محلول په منځ کې کاربني یا فلزي میله ایښودل کیږي. د الکترولیتي محلول او د جامد فاز (فلزي یا کاربني میله) د تماس پر سطح اکسیدیشني نیم تعامل یا احیاوي نیم تعامل صورت مومي. هغه الکترود چې په هغه کې احیاوي نیم تعامل صورت مومي په هغه کې الکترونونه جذبیږي او د مثبت الکترود په نامه یادیږي. هغه الکترود چې په هغه کې اکسیدیشني نیم تعامل صورت مومي د هغه څخه الکترونونه آزادیږي او د منفي الکترود په نامه یادیږي که مثبت او منفي الکترودونه د یوې نیمه قابل نفوذ پردې (ممبران) او یا د مالګې د پله (یو نل چې د KCl یا $KNO_3$ د مشبوع محلول څخه ډک وي) په واسطه یو د بل سره په تماس کې وي او د دواړو الکترودو میلې د یو فلزي سیم په واسطه یو د بل سره وصل وي دلته د منفي الکترود څخه د سیم له لارې مثبت الکترود ته الکترونونه (برق) جریان کوي او د مالګې د پله یا د نیمه قابل نفوذ پردې له لارې د الکترولیت محلول مثبت او منفي ایونونه تبادله کیږي او په دې ترتیب په ټرلي سیستم کې د برق جریان منځ ته راځي. په دې ترتیب په یو الکترود کې اکسیدیشني عملیه او په بل الکترود کې احیاوي عملیه په خپله جریان مومي او د هغې په نتیجه کې د برق جریان تولیدیږي. دغسې آله چې په هغې کې په خپل سر اکسیدیشني - احیاوي تعامل صور مومي او د هغې په نتیجه کې د برق جریان منځ ته راځي د الکتروکیمیاوي یا ګلواني حجري په نامه یادیږي. لاندې د دوه الکتروکیمیاوي حجرو شکلونه ښودل شوي دي.




دریم (3 - 7) شکل : جستي مسي ګلواني حجره

مثال : یوه داسې الکتروکیمیاوي حجره رسم کړئ چې الکترودونه ئې دوه بیکرونه او د مالګې پل ئې د U په شکل یو ښیښه ئي نل وي. په یو بیکر کې کاربني میله او د بروم ( 1M ) محلول، په بل بیکر کې کاربني میله او د پوتاسیم ایوداید ( 1M ) محلول او په U شکله ښیښه ئي نل کې د $KNO_3$ مشبوع محلول وي.

b - په دواړو الکترودو کې هغه نیم تعاملات ولیکئ د کومو په نتیجه کې چې په حجره کې د برق جریان منځ ته راځي.

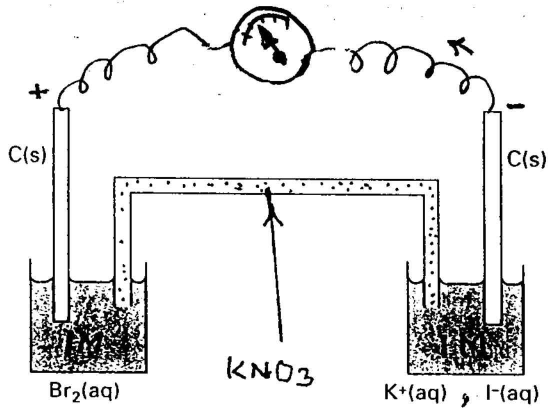
c - وواياست چې الکترونونه دکوم الکترود څخه کوم الکترود ته ځي.

d - د دواړو الکترودو د محلولو او د مالګې د پله تر منځ کوم ایونونه کومې خواته جریان مومي.

e - په ستندرد شرایطو کې د دغه حجرې محرکه قوه حکساب کړئ.

جواب :

a - شکل ( 7-4 )




څلورم ( 4 - 7) شکل

b -

$$(-)\quad 2\bar{I} - 2\bar{e} \longrightarrow I_2$$

$$(+)\quad \overset{\circ}{Br_2} + 2\bar{e} \longrightarrow 2\bar{Br}$$

$$2\bar{I} + \overset{\circ}{Br_2} \longrightarrow \overset{\circ}{I_2} + 2\bar{Br}$$

c - الکترونونه په يو سیم کې د هغه بیکر څخه چې د KI محلول پکې دی د هغه بیکر په لور چې د $Br_2$ محلول پکې دی حرکت کوي.

d - په منفي الکترود کې یعني په هغه بیکر کې چې د KI محلول لري د $\bar{I}$ ایونونه کاربني میلې ته راځي دلته الکترون د لاسه ورکوي او خنثی کیږي ($I^{\circ}_2$ جوړيږي ) نو ځکه د $\bar{I}$ د ایونو تعداد په محلول کې کمیږي په محلول کې مثبت چارجونه د منفي چارجونو په نسبت زیاتیږي د دې دپاره چې منفي چارجونه بیرته زیات او د مثبت چارجونو سره مساوي شي د مالګې د پله څخه د $NO_3$ ایونونه محلول ته داخليږي.

د مثبت الکترود په محلول کې منفي ایونونه ( $Br^-$ ) زیاتیږي د دې لپاره چې د مثبت او منفي چارجونو مقدار مساوي شي نو دمالګي د پله څخه مثبت ایونونه ( $K^+$ ) محلول ته داخلیږي.

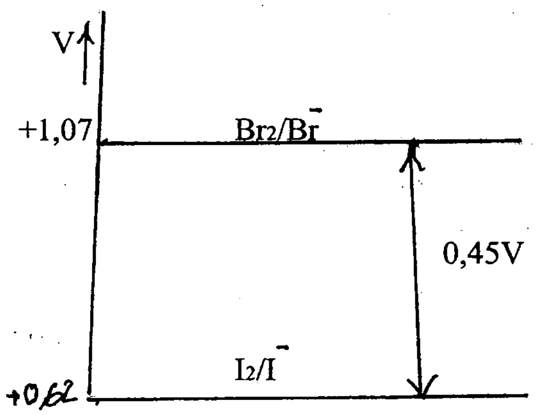
e - د ( 7 - 1 ) جدول له مخې د بروم او ایودین ستندرد الکترودي پوتانسیلونه په لاندې ډول دي.

$$Br_2/Br^- : +1{,}07\ V$$
$$I_2/I^- : +0{,}62\ V$$

دا چې په الکتروکیمیاوي حجره کې اکسیدیشني - احیاوي تعامل په خپل سر صورت نیسي او د برق جریان (محرکه قوه E) منځ ته راځي نو په دې اساس د محرکې قوې علامه باید همیشه مثبت ( $E > 0$ ) وي نو لیکو چې :

$$E^\circ = \varphi\, Br_2/Br^- - \varphi\, I_2/I^- = 1{,}07 - 0{,}62 = 0{,}45V$$

دغه تغیرات د انرژۍ په دیاګرام کې داسې ښودل کیږي




## 7 - 5 . د الکترو کیمیاوي حجرې پر محرکه قوه د مختلفو عواملو اثر:

که د مسو میله د $CuSO_4$ په محلول که او د جستو میله د $ZnSO_4$ په محلول که کیږدو دلته یو د مس الکترود او بل د جست الکترود لاس ته راځي. که دواړه الکترودونه دمالګي د پل ( $KCl$ مشبوع محلول) په واسطه سره مرتبط کړو یوه ګلواني حجره تري جوړیږي که د $CuSO_4$ او $ZnSO_4$ د محلولو غلظتونه یو شی وي او موږ د مسو او جستو میلې د مسي سیم په واسطه د ګلوُنو متر له لارې یو بل سره وصل کړو نو ګلوانو متر به د برق جریان د جستو د الکترود له خوا د مسو د الکترود په طرف وښيي. د برق دا جریان د هغه اکسیدیشني او احیاوي تعاملاتو په نتیجه کې منځ ته راځي کوم چې د جستو او د مسو په الکترودو کې جدا، جدا صورت مومي. یعني لرو چې:

د اکسیدیشن جریان د جستو په الکترود کي $Zn^{\circ} - 2e^{-} \longrightarrow Zn^{+2}$

داحیا کیدو جریان د مسو په الکترود کي $Cu^{+2} + 2e^{-} \longrightarrow C^{\circ}u$

د حجرې تعامل $Z^{\circ}n + Cu^{+2} \longrightarrow C^{\circ}u + Zn^{+2}$

دا چي جست د مسو په پرتله یو فعال فلز دی نو کله چي دغه فلزات هر یو د خپلي مالگي په محلول که کیښودل شي د جستو میله د ډیر کیمیاوي فعالیت په سبب په اوبو کي حل کیږي. یعني ($Zn^{+2}$) ایونونه د کرستلي جالی څخه محلول ته داخلیږي او خپل ولانسي الکترونونه په میله کي پریږدي. نو دلته د جستو میله (-) چارج او د ($ZnSO_4$) محلول (+) چارج پیدا کوي. مس کم فعال عنصر دی. د مسو میله که د $CuSO_4$ په رقیق محلول کي وي نو کیدای شي چي یو کم شمیر د ($Cu^{+2}$) ایونونه د مسو د میلي څخه د $CuSO_4$ محلولو ته داخل شي او د دغه ایونو الکترونونه په میله کي پاتي شي او میله یو څه منفي چارج پیدا کړي چي دغه منفي چارج به حتماً د جستو د میلي منفي چارج په پرتله کم وي. او که د کاپر سلفیت ($CuSO_4$)

محلول ډیر غلیظ وي نو کیدای شي چي د $Cu^{+2}$ ایونونه دمسو پر میله جمع شي او د مسو میله (+) چارج پیدا کړي. په دواړو صورتو کي د مسو د الکترود او د جستو د الکترود تر منځ د برق د پوتانسیل توپیر موجود وي یعني د جستو پر الکترود د الکترونو شمیر د مسو د الکترود په پرتله زیات وي نو کله چي دغه دواړه الکترودونه د ګلوانو متر له لاري د مسي سیم په واسطه سره وصل شي. د برق جریان ( د الکترونو جریان) د جستو د الکترود څخه د مسو د الکترود په طرف بنئي.

د برق دغه جریان چي ګلوانو متر ئي ښئي د ګلواني حجرې د برقي محرکي قوې په نامه یادیږي. هغه قوه چي په هادي سیم کي الکترونونه د یو الکترود څخه بل الکترود ته ټیله کوي د برقي محرکي قوې په نامه یادیږي. د برقي محرکي قوې مقدار د دوو الکترودو د الکترودي پوتانسیل د فرق سره مساوي وي یعني لیکو چي:

$$E = \varphi Cu - \varphi Zn = \left(\varphi^{\circ}Cu + \frac{0,059}{2}\log aCu^{+2}\right) - \left(\varphi^{\circ}Zn + \frac{0,059}{2}\log aZn^{+2}\right)$$

$$\varphi^{\circ}Cu - \varphi^{\circ}Zn = E^{\circ}$$

$$E = E^{\circ} - \frac{0,059}{2}\log\frac{aZn^{+2}}{aCu^{+2}} \quad \ldots\ldots\ldots \text{ح}.(82)$$

د ستندرد الکترودي پوتانسیل د معلومولو لپاره داسي یوه ګلواني حجره ترتیبوي چي یو الکترود ئي د هایدروجن ستندرد الکترود او بل الکترود ئي د امتحاني عنصر ستندرد الکترود وي. کله چي د دغسي ګلواني حجرې برقي محرکه قوه $E^{\circ}$ په ګلوانو متر اندازه شي نو د پورتنی محاسبي په شان لیکو چي:

$$E^{\circ} = \varphi^{\circ}x - \varphi^{\circ}H_2 = \varphi^{\circ}x \quad \ldots\ldots\ldots \text{ح}.(83)$$

د هایدروجني الکترود ستندرد پوتانسیل صفر قبول شوی پس دغه اندازه شوی برقي محرکه قوه د امتحاني الکترود د پوتانسیل ستندرد قیمت دی.

په ( 7-1 ) جدول کي د عناصرو ستندرد الکترودي پوتانسیلو نه په همدې طریقه پیدا شوی دی. دا جدول په محلول که د عناصرو نسبي فعالیت ښئي چي د جدول د شروع څخه د جدول تر پایه د عناصرو احیاگري فعالیت په تر تیب زیات او برعکس د جدول له پای څخه د جدول د شروع په لور د عناصرو اکسیدانتي فعالیت په ترتیب زیاتیږي.

80, 81, 82 او 83 ریاضي افادې پر الکترودي پوتانسیل او د الکتروکیمیاوي حجرې پر محرکه قوه د تودوخي او غلظت اثر ښئي.

مثال 8 - بطرۍ یا اکومولیاتور داسې الکتروکیمیاوي حجره وي چي د بې چارج کیدو وروسته بیرته چراج کیږي. سربي- تیزابي الکتروکیمیاوي حجره د بطریو په جمله کي راځي.

a - ووایاست چي سربي - تیزابي بطرۍ د کومو اجزاؤ څخه جوړه وي

b - ووایاست چي په دې بطرۍ کي د گوگړو تیزاب څه رول لري.

c - ووایاست چي په بطریو کي الکترودونه څنگه یو له بل څخه جلا شویدي.

d - په سربي - تیزابي بطرۍ کي د برق جریان د کوم کیمیاوي تعامل له امله منځ ته راځي

e - د سربي - تیزابي بطرۍ د بیرته چارج کیدو په وخت کي کوم تعامل منځ ته راځي.

جواب:

a - د نورو الکتروکیمیاوي حجرو په شان بطرۍ هم د یو اکسیدانت او احیا گر څخه جوړه وي. په سربي - تیزابي بطرۍ کي د سربو میله ( لوحه ) احیا گر او $PbO_2$ یو اکسیدانت دی دغه دواړه جامد فازونه په یو لوښي کي د گوگړو په تیزابو ( الکترولیت ) کي دړول کیږي.

b - په سربي- تیزابي بطرۍ کي د گوگړو تیزاب د الکترولیت رول لري. کله چي په دې تیزابو کي د مثبت او منفي چارجونو تساوي له منځه ځي نو دغه تیزاب د جامدو الکترودو سره تعامل کوي او د مثبت او منفي چارجونو تساوي بیرته جبران کوي. چي په نتیجه کي د منفي الکترود څخه د مثبت الکترود په لور د الکترونو جریان (دبرق جریان ) منځ ته راځي.

c - په الکترو کیمیاوي حجره کي دا شرط ضرور دی چي د حجرې دواړه الکترودونه باید یو د بل سره مستقیم تماس و نه لري او یو د بل سره گډ نه وي. دغه شرط په بطرۍ کي شته . دا ځکه چي د بطرۍ د دواړو الکترودو مواد جامد دي او یو د بل څخه لیرې (جلا) ښودل کیږي.

d - کله چي سربي - تیزابي بطرۍ برق تولیدوي نو په هغې کي لاندې کیمیاوي تعامل صورت مومي.

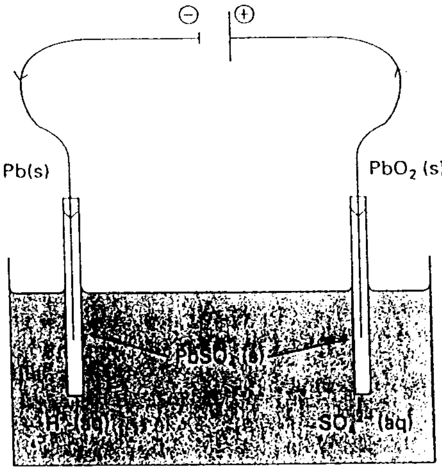
$$\text{انود } (-) \quad SO_4^{-2} + Pb^{\circ}(s) - 2\bar{e} \longrightarrow PbSO_4(s)$$

$$\text{کتود } (+) \quad 4H^{+} + SO_4^{-2} + PbO_2 + 2\bar{e} \longrightarrow PbSO_4 + 2H_2O$$

---

$$2H_2SO_4 + Pb^{\circ} + PbO_2 \underset{\text{چارج کیدل}}{\overset{\text{بې چارج کیدل}}{\rightleftharpoons}} 2PbSO_4(s) + 2H_2O$$

e - کله چې رجعي بطرۍ بې چارجه شي نو هغه د مستقیم برق د منبع په واسطه بیرته چارج اخلي دلته د بطرۍ منفي الکترود د منبع د منفي قطب او د بطرۍ مثبت الکترود د منبع د مثبت قطب سره تړي یعني برق په همغه لار مگر د معکوس لوري بیرته بطرۍ ته راځي، د بطرۍ په داخل که الکترولیتي محلول الکترولیز کیږي او بیرته لمړني مواد جوړ او بطرۍ چارج کیږي ( 5 - 7 شکل )- په سربي - تیزابي بطرۍ کې د بې چارج کیدو او بیرته چارج کیدو تعامل پاس ښودل شوی دی.




پنځم ( 5 - 7 ) شکل : د سربي - تیزابي بطرۍ چارجول

پورتني کیمیاوي تعامل یو رجعي تعامل دی هغه بطرۍ چې په هغې کې د رجعي کیمیاوي تعامل له امله د برق جریان منځ ته راځي د رجعي یا دوئي بطریو په نامه یادیږي. او هغه بطرۍ چه په هغې کې د برق جریان د یو غیر رجعي تعامل په نتیجه کې منځ ته راځي دغسې بطرۍ بیرته نه چارجیږي نو ځکه د غیر رجعي یا اولي بطرۍ په نامه یادیږي.

مثال 2 - سربي - تیزابي بطرۍ (اکو) اکثراً د شپږو حجرو څخه جوړې وي چې په مسلسل ډول تړل کیږي

a - د یوې حجرې ستندارده محرکه قوه ($E^{\circ}$) حساب کړئ.

b - د بطرۍ ستندرده محرکه قوه حساب کړئ.

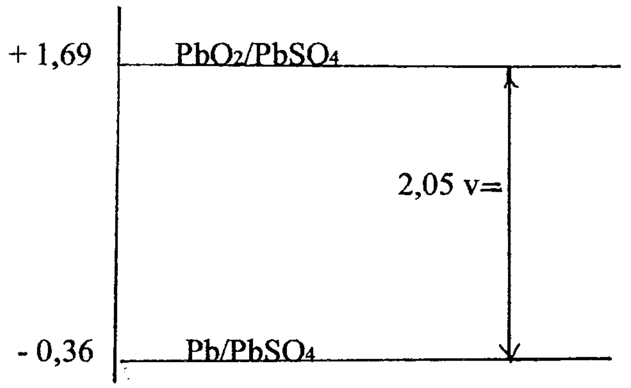
c - که سربي تیزابي بطرۍ (اکوا) بې چارجه شي او وغواړئ چې هغه بیرته چارج کړئ نو د هغې الکترودونه د یوې بلې بطرۍ (چارجونکې بطرۍ) سره تړئ. وواياست چې د چارجونکې بطرۍ محرکه قوا باید څومره وي.

جواب :

a - په 1 مثال کې مو ولیدل چې د سربي تیزابي بطرۍ د هرې حجرې په دواړو الکترودو کې $PbSO_4$ جوړیږي د دغه الکترودي تعاملاتو ستندر الکترودي پوتانسیلونه د ( 1 - 7) جدول له مخې په لاندې ډول دي.

$$PbO_2/PbSO_4 = +1{,}69$$
$$Pb/PSO_4 = -0{,}36$$

که دغه قیمتونه د انرژۍ په دیاګرام کې وښودل شي نو دنوموړي حجرې ستندرده محرکه قوه ( 2,05v) کیږي.




b - دا چې حجرې په مسلسل ډول تړل شوي دي نو د بطرۍ محرکه قوه د ټولو حجرو د محرکو قواؤ د مجموعي سره مساوي کیږي یعني لرو چې:

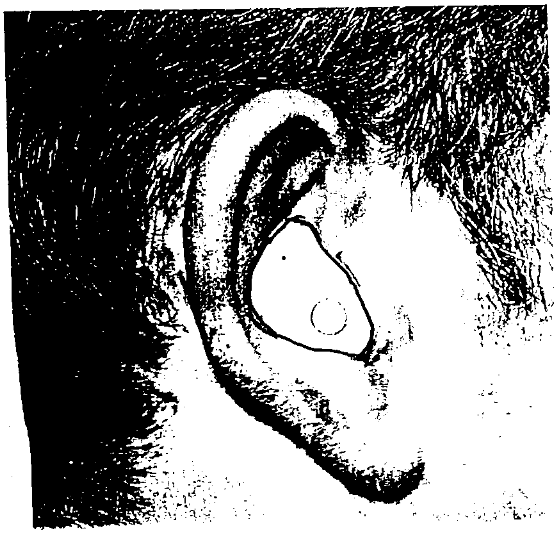
$$E = 2,05 + 2,05 + 2,05 + 2,05 + 2,05 + 2,05 = 12,3 \text{ v}$$

c - د بیرته چارجولو په وخت کې باید د بطرۍ مثبت الکترود د منبع ( چارجونکې بطرۍ) د مثبت قطب او د بطرۍ منفي الکترود د منبع دمنفي قطب سره وتړل شي. ( 5 - 7 شکل ). او د منبع ( چارجونکې بطرۍ) ولتاژ باید د 12,3 V څخه زیات وي.

سوال 1 - کومه بطرۍ وچه بطرۍ بلل کیږي.

جواب : هغه بطرۍ چې الکترولیت ئې د خمیرې په شان نه بهیدونکی او یا خو جامد مواد وي د وچې بطرۍ په نامه یادیږي. بعضي وچې بطرۍ یو جستي پوښ لري چې هغه د بعضي مالګو (لکه امونیم کلوراید، جست کلوراید او نور) د خمیرې څخه ډک وي او په منځ کې ئې کاربني میله ایښودل شوي وي دلته جستي پوښ د منفي الکترود، کاربني میله د مثبت الکترود او د مالګې خمیره د الکترولیت رول لري. د وچو بطریو څخه په راډیو، ګړیو او د حساب په ماشینونو کې کار اخستل کیږي.

سوال 2 - د آواز د اوریدلو لپاره یو ډول کوچنۍ او سپکه آله جوړه شوې چې په غوږ کې ایښودل کیږي.



د دې آلې په داخل کې یوه ډیرې کوچنۍ جستې هوايي بطرۍ چې خورا آرزانه ده ځای لري په دې بطرۍ کې یوه جستې او بله نکلي ټوټه دواړه په لمدبل کې یو له بل څخه جدا ایښودل شوي او د کوچني نري سیم له لارې وصل دي. د هوا څخه اکسیجن د یو ممبران له لارې د بطرۍ داخل ته نفوذ کوي. دلته جستي ټوټه د احیا گر او پخپله اکسیجن د اکسیدانت رول لري. یعني د جستي ټوټي څخه د $Zn^{+2}$ ایونونه لمدبل ته داخل او الکترونونه په جستي ټوټه کې پاتې کیږي دا الکترونونه د سیم له لارې نکلي ټوټې ته ځي. اکسیجن د نکلي ټوټې څخه الکترونونه اخلي او د لمدبل (اوبو) سره تعامل کوي. په دې بطرۍ کې جستي ټوټه منفي الکترود او نکلي ټوټه مثبت الکترود جوړوي.

a - د جستي هوائي بطرۍ شکل رسم کړی.

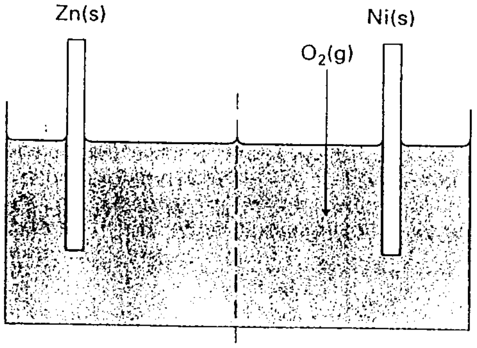
b - د دواړو الکترودو کیمیاوي تعاملات ولیکی.

c - په دې بطرۍ کې د برق د جریان لوری وښایاست.

d - په ستندرد شرایطو کې د دغه بطرۍ محرکه قوه حساب او د انرژۍ په دیاگرام کې یې وښایاست.

جواب:

a - اوم ( 7 - 7 ) شکل:




اووم ( 7 - 7 ) شکل: جستي هوائي بطری

b -

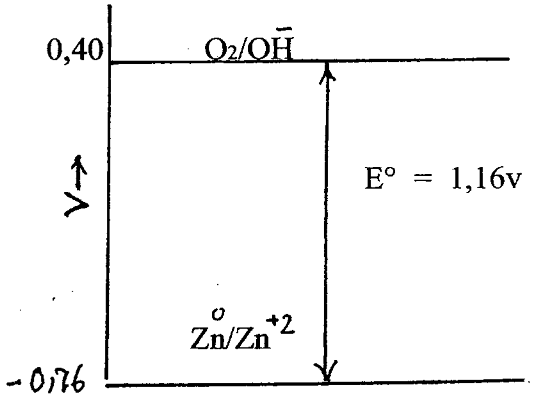
$$(-) \quad Zn^{0} - 2\bar{e} \dashrightarrow Zn^{+2}$$

$$(+) \quad O_2 + 2H_2O + 4\bar{e} \dashrightarrow 4\bar{OH}$$

c - د برق جریان د منفي الکترود ( جست ) څخه و مثبت الکترود ( نکل ) ته ځي.

d - د ( 7 - 1 ) جدول له مخې د مثبت او منفي الکترود قیمتونه په نظر کې نیسو او لیکو چې :

$$E^\circ = \varphi^\circ O_2/\bar{OH} - \varphi^\circ Zn^{0}/Zn^{+2} = +0,40 - (-0,76) = 1,16v$$

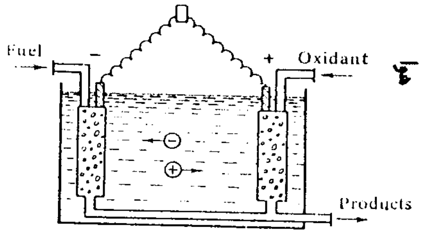



سوال 3 - نن ورځ په فضائي بیړیو، مصنوعي سپوږمیو، ترانسپورتي او جنګي وسایلو کې د حرارتي حجرو ( بطریو ) څخه کار اخستل کیږي. په حرارتي حجرو کې د کیمیاوي تعامل انرژي د حرارت په شکل نه بلکه مستقیماً د برقي انرژۍ په شکل آزادیږي.

a - د یوې حرارتي بطرۍ شکل رسم کړۍ.

b - ووایاست چې په دې حجره کې د احیا ګر او اکسیدانت په حیث کوم مواد استعمالیږي.

c - د دې حجرې د الکترودو جوړښت تشریح کړی.
d - د دې حجرې الکترودونه یو د بل څخه څرنګه جلا شوي دي.
e - د دې حجرې الکتروډ تعاملات او عمومي تعامل ولیکی.
جواب:
a - اتم ( 8 - 7 ) شکل.




اتم ( 8 - 7 ) شکل : حرارتي حجره

b - په دې حجره کې د سون مواد ( سکاره، کوکس، طبیعي یا مصنوعي ګاز) احیاګر او د هوا اکسیجن د اکسیدانت په حیث استعمالیږي.
c - د حرارتي حجرې الکترودونه دنلو څخه جوړ دي. د منفي الکترود نل ته د سون مواد او د مثبت الکترود نل ته هوا داخلیږي.
d - دنورو ګلواني حجرو په څیر د دې حجرې الکترودونه د الکترولیت ( تیزاب، قلوي یا ذوب مالګي) په واسطه یو د بل څخه جلا شوي دي.
e - داسې حرارتي حجره چې د سون مواد ئې هایدروجن او الکترولیت ئې یوه قلوي وي په نظر کې نیسو:

$$(-) \qquad 4OH^- + 2H_2 - 4e^- = 4H_2O$$

$$(+) \qquad 2H_2O + O_2 + 4e^- = 4OH^-$$

---

$$2H_{2(g)} + O_{2(G)} = 2H_2O_{(L)} \qquad \Delta G^\circ = -474 kjmol$$

پورتني کیمیاوي تعاملات د الکترودونو (نلونو) او الکترولیت دتماس په سرحد کې صورت مومي. په الکترولیت کې د $OH^-$ ایونونه د سون د موادو د نل په لور او په مسي سیم کې الکترونونه د هوا د نل په لور حرکت کوي. د هایدروجن په الکترود کې پلاتین او پلادیم د کتلست په حیث او د اکسیجن په الکترود کې د CO او Al یا د Mn, Fe او Ag مخلوط دکتلست په حیث په کار وړل کیږي.

سوال 7 - یوه ستندرده مسي - جستي الکترو کیمیاوي حجره په نظر کي نیسو په دي حجره کي د مس میله د کاپر سلفیت په یو مولاره محلول کي او د جست میله په یو مولاره جست سلفیت محلول کي اېښودل شوی او د دواړو محلول تر منځ نیمه قابل نفوذه پرده اېښودل کیږي.

a - د دغي حجري شکل رسم کړی.

b - د دغي حجري د محرکي قوي ستندرد قیمت حساب او د انرژي په دیا گرام کي ئې وښایاست.

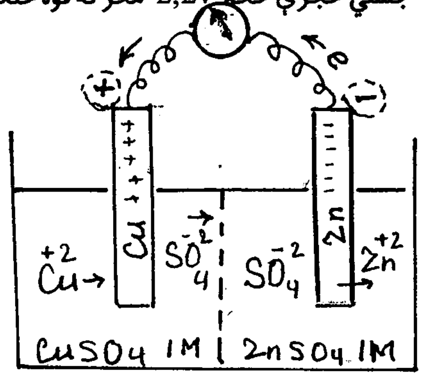
c - د دغه حجري (+) او (−) الکترودونه وښایاست.

d - که په محلول کي د $Cu^{+2}$ غلظت کم شي نو د دغي حجري محرکه قوه کمه او که زیاتیږي.

e - تشریح کړی چي د مسي- جستي حجري څخه 2,2v محرکه قوه څنگه په لاس راتلای شي.

جواب:

a - نهم (9 - 7) شکل:




نهم (9 - 7) شکل : مسي - جستي حجره

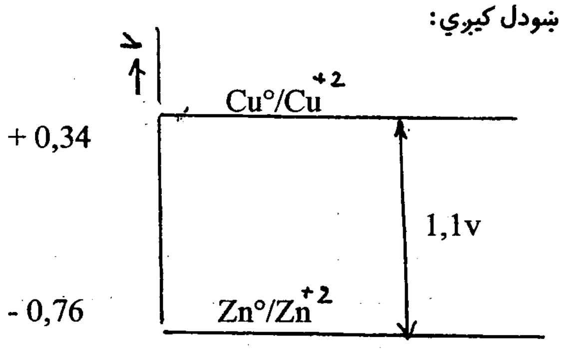
b - څرنگه چي $aZn^{+2} = aCu^{+2} = 1molL^{-1}$ دی نو د (82) افادي په اساس لیکو چي:

$$E = E° - \frac{0,059}{2} \log \frac{1}{1}$$

$$E = E°$$

$$E° = φ°Cu/Cu - φ°Zn/Zn = 0,34 - (-0,76) = 1,1v$$

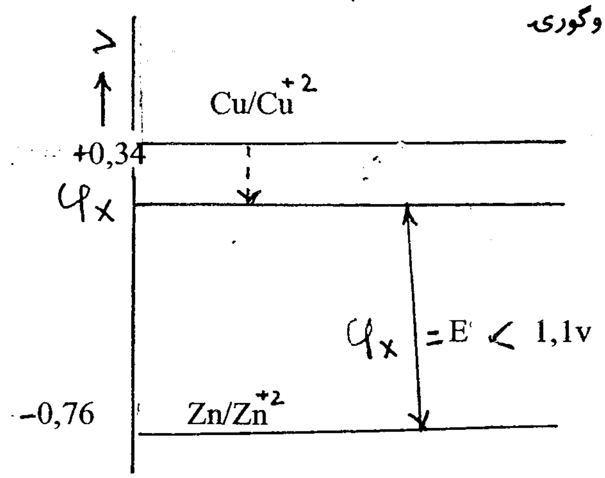
دغه محاسبه د انرژی په دیا گرام داسي ښودل کیږي:



c - په دې حجره کې جستي الکترود منفي او مسي الکترود مثبت دی.

d - د (82) افادې څخه ښکاري چې که د مسو غلظت ($aCu^{+2}$) په دغه حجره کې کم شي نو $\log\frac{a\,Zn^{+2}}{a\,Cu^{+2}}$ زیاتیږي دا چې E° ثابت دی نو د $aCu^{+2}$ په کمیدو سره E هم کمیږي.

دغه تغیرات د انرژۍ په دیاګرام کې وګورۍ.




e - که دوه مسي - جستي الکترو کیمیاوي حجرې په مسلسل ډول (د یوې حجرې مثبت قطب، د بلې حجرې منفي قطب) یو د بل سره وتړل شي نو د دغه سیستم محرکه قوه 2,2v کیږي.

لاربښوونه:

د موټر د نه چالانیدو علت بعضې وخت د موټر د بطرۍ ضعیفه (بې چارجه) کیدل وي. تاسې کولای شۍ چې د موټر بطرۍ د مستقیم برق د یوې منبع په واسطه بیرته چارج او موټر مو چالان کړۍ دلته باید د بطرۍ منفي قطب د منبع د منفي قطب او د بطرۍ مثبت قطب د منبع د مثبت قطب سره وتړل شي. دلته د برق جریان په معکوس لورې (بیرته بطرۍ ته) جریان کوي او په بطرۍ کې د هغه تعامل معکوس صورت مومي کوم چې په بطرۍ کې د برق د تولید (وتلو) په وخت کې صورت موندلی وو.

یادونه :

د الکترو کیمیاوي حجرې محرکه قوه په لاندې شرایطو پورې اړه لري.

1 - د احیاګر او اکسیدانت قوت

2 - د حجرې په الکترولیت کې د ایونو غلظت

3 - دتودوخې درجه

دا هم باید زیاته شي چې د بطریو په جوړولو کې د ماحول دپاره د بطرۍ دموادو مضریت هم په نظر کې نیول کیږي. مثلاً که د لیتیم - فلورین بطرۍ تصور وکړو د (7 - 1) جدول له مخې د دې بطرۍ محرکه قوه باید بر ټولو زیاته وي. مګر لیتیم یو قوي احیاګر او فلورین یو قوي اکسیدانت یعنې دواړه ډېر فعال عناصر او د ماحول دپاره مضر مواد دي. نو څکه د دغه موادو څخه بطرۍ نه جوړوي. عملاً کیدای شي چې یوه بطرۍ 4v محرکه قوه ولري. او تر دې زیاته محرکه قوه د څو بطریو د مسلسل تړلو څخه لاس ته راتلای شي. هغه بطرۍ چې په هغې کې د الکترودې تعاملاتو حاصلات ځای پر ځای د الکترود په څنګ کې جمع کیږي دغسې بطرۍ بیرته چارج اخستلای شي. نن ورځ ډېر زیات برقي آلات په بطریو کار کوي. په غربي نړۍ کې د ترافیکي پیښو د مخنیوي په غرض په

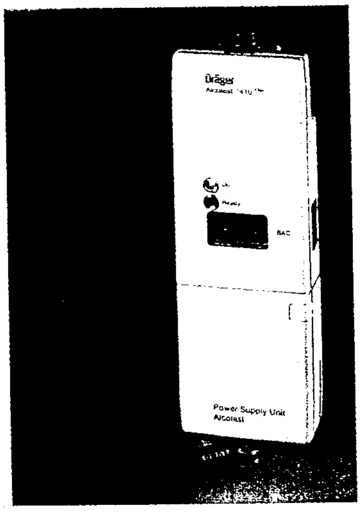
لارو کې دریوران د ترافیکو له خوا کنترولیږي چې آیا څومره الکول ئې څښلي دي. د دې کار لپاره په مختلفو ملکونو کې مختلف آلات په کار وړل کیږي. په (10 - 7) شکل کې دغسې یوه آله ښودل شویده. د دې آلې حساس قسمت یوه ګلواني حجره ده چې دوه الکتروده لري او دواړه الکترودونه د یو الکترولیت په واسطه یو د بل څخه جلا شوي دي. په منفي الکترود (د اندازه ګیری الکترود) ایتانول د اوبو سره تعامل کوي او کاربندای اکساید جوړیږي.

$$C_2H_5OH + 3H_2O - 12e^- \text{--------} 2CO_2 + 12H^+$$

په مثبت الکترود کې د هوا اکسیجن په لاندې ډول تعامل کوي.

$$3O_2 + 12H^+ + 12e^- \text{----------} 6H_2O$$

په دې ډول په دې حجره کې د برق جریان منځ ته راځي. د دې جریان اندازه په هغه الکولو پورې مربوط دی چې د دې الې منفي الکترود ته داخلیږي. دغه آله ترافیک د دریور خولې ته نیسي او دریور هغه پف کوي چې په نتیجه کې د برق جریان منځ ته راځي. د برق د جریان د شدت له مخې د دریور د خولې په هوا کې د الکولو اندازه معلوموي.



لسم (10 - 7) شکل : په هوا کې د الکولو د اندازه کولو آله

## 6 - 7 . د فلزاتو تخریب:

د محیط د موادو سره د فلزاتو تعامل د فلزاتو د تخریب په نامه یادیږي که وچ مواد (لکه بعضي گازات) د فلزاتو سره تعامل وکړي دغه تخریب کیمیاوي تخریب بلل کیږي. په اوبو یا لمدبل محیط کې د اکسیجن سره د فلزاتو تعامل او د فلزاتو د اکسایدو جوړیدل د الکترو کیمیاوي تخریب یا زنګ وهلو په نامه یادیږي. مثلاً که اوسپني یا فولادو ته اوبه او هوا (اکسیجن) ورسیږي نو د اوسپنیز شي د مخ مختلف قسمتونه د مثبت او منفي الکترودو حیثیت پیدا کوي په الکترودو کې اکسیدیشني او احیاوي تعاملات صورت مومي او بالاخره د اوسپني زنګ جوړیږي.

$$(-) \quad 2Fe_{(S)} - 4\bar{e} \dashrightarrow 2Fe^{+2}$$

$$(+) \quad O_2 + 2H_2O + 4\bar{e} \dashrightarrow 4\bar{OH}$$

$$2Fe + O_2 + 2H_2O \dashrightarrow 2Fe(OH)_2$$

په محلول کې دغه $Fe(OH)_2$ اکسیدایز کیږي او د اوسپني زنګ یا $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ یا $Fe(OH)_3$ لاس ته راځي. که په فلزاتو کې د نورو عناصرو کثافات موجود وي دلته ډیرې وړې وړې الکترو کیمیاوي حجرې جوړیږي او هغه فلز ډیر ژر تخریبیږي. همدارنګه فلزات د تیزابو او نورو الکترولیتو په محیط کې ډیر ژر تخریبیږي.

سوال 1 -

a - د فلزاتو د تخریب چټکتیا (سرعت) په کومو عواملو پورې اړه لري.

په دې هکله دتعامل کونکو موادو د ذراتو د بین الفازي سطحې د پراخوالي (د ذراتو د کوچني والي) د تعامل کونکو موادو د غلظت او دتعامل د تودوخې د درجې تاثیر د فعاله ټکرونو د تیورۍ پر بنسټ توضیح کړئ.

b - د وچې هوا لرونکو ملکونو په پرتله په اروپائي ملکو کې موټران ژر زنګ وهي او خرابیږي. دغه موضوع تشریح کړئ.

جواب:

a - د فعاله ټکرونو د تیورۍ پر اساس د دوو مادو د ذراتو تر منځ کیمیاوي تعامل هغه وخت صورت مومي چې د هغوئ ذرات یو د بل سره ټکر وکړي. هر ټکر د تعامل سبب نه گرځي بلکه هغه ټکرونه چې په هغو کې د تعامل کونکو ذراتو انرژي کافي زیاته وي تر څو ذرات سخت ټکر وکړي او الکتروني قشرونه ئې یو بل ته نژدې او تعامل صورت ومومي. داسې ټکرونه د فعاله ټکرونو په نامه یادیږي. که د تعامل کونو موادو کتلې په کوچنیو ذراتو بدلې شي دلته د ذراتو بین الفازي سطحه زیاته او د ذراتو تر منځ د فعاله ټکرونو امکان زیاتیږي او په نتیجه کې د تعامل د سرعت د زیاتیدو احتمال زیاتیږي همدارنګه که د تعامل کونکوموادو ذرات (غلظت) زیات وي نو د فعاله ټکرونو امکان او هم د تعامل د سرعت د زیاتیدو احتمال زیاتیږي که د تعامل د تودوخې درجه لوړه شي نو د تعامل کونکو موادو د ذراتو انرژي زیاتیږي دلته فعال ذرات او د فعاله ټکرونو امکان زیاتیږي او په نتیجه کې د تودوخې د درجې په لوړیدو سره د تعامل سرعت زیاتیږي.

b -د زنګ وهلو دپاره دوه اساسي شرطونه د اوبو او هوا موجودیت دی. دا چې په اروپا کې بارانونه ډیر دي نو ځکه

مقران په اروپا کې ژر زنگ وهي او ژر خرابيږي.

سوال 2 - په بتوني جوړښتونو کې د سمنتو په منځ کې د اوسپنې سيمان ايښودل کيږي. که د اوسپنې سيمان زنګ ووهي نو وواياست چې بتون خرابيږي او که نه؟

جواب : د اوسپنې په پرتله د اوسپنې د اکسايد (د اوسپنې د زنګ) حجم زيات دی کله چې د بتون په منځ کې اوسپنه زنګ وکړي د هغې حجم زيات شي او د هغې په شا وخوا بتون کې چاونه پيدا کيږي.

يادونې :

اوسپنه د نورو فلزاتو په پرتله په تخنيک او تعميراتي جوړښتونو کې ډيره استعماليږي د بلې خوا د اوبو او هوا په موجوديت کې اوسپنه زنګ وهي او خرابيږي چې له دې پلوه په نړۍ کې هر کال په مليار دو ډالره تاوان رسيږي نو په دې لحاظ د زنګ وهلو څخه د اوسپنيز جوړښتو ساتنه لوی اقتصادي ارزښت لري. د زنګ وهلو څخه د اوسپنې حفاظت په دوه ظريقو کيدای شي.

1 - که اوسپنې ته اوبه او هوا ونه رسيږي نو هغه زنګ نه کوي د دې کار لپاره اوسپنيز جوړښتو ته د پلاستيک ، ښيښې يا د يو بل فلز پوښ جوړوي او يا ئې په مخصوصو رنګونو رنګوي.

2 - اوسپنه د يو بل فعال فلز (قوي احياگر) سره مستقيماً)يا د يو فلزي سيم په واسطه وصل کوي. اوس که دې محيط ته اکسيجن (اکسيدانت) راشي نو هغه فعال فلز د اکسيجن سره تعامل کوي او اوسپنه زنګ نه وهي. دغه فعال فلز د قرباني فلز په نامه ياديږي.

پاس مو ووېل چې د اوسپنې د زنګ وهنې د مخنيوي په غرض اوسپنيز سامانونه په يو بل فلز پوښوي. په دې هکله د جستو $(Zn)$ او د قلعي پوښونه په پام کې نيسو که ( 7 - 1 ) جدول ته پام وکړو نو ليدل کيږي چې جست د اوسپنې په پرتله يو فعال فلز (قوي احياگر ) او قلعي د اوسپنې په پرتله کم فعال فلز (ضعيف احيا گر )دی. اوس د اوسپنې دوه سامانونه په پام کې نيسو چې يو ئې په جستو او بل ئې په قلعي پوښل شوی دی. تر څو چې دواړه پوښونه سالم دي د اوسپنې دواړه سامانو ته اوبه او هوا نه رسيږي او زنګ نه وهي. د زماني په تيريدو سره جستي پوښ په $ZnO$ او قلعي پوښ په $SnO$ بدليږي او اوسپنه د زنګ وهلو څخه ساتي. خو که چيرې په دغه پوښونو کې سوري وشي او اوبه او هوا اوسپنې ته ورسيږي. نو د دغه پوښونو ارزښت فرق پيدا کوي د اوبو په موجوديت کې جست او اوسپنه همدارنګه قلعي او اوسپنه ګلواني حجرې جوړوي. دا چې جست د اوسپنې په پرتله فعال فلز (قوي احيا گر ) دی نو جستي پوښ د حجرې منفي الکترود او اوسپنه د حجرې مثبت الکترود گرځي چې په نتيجه کې جست د اکسيجن سره تعامل کوي او اوسپنه پر ځای پاتې کيږي او نه تخريبيږي دا چې اوسپنه د قلعي په پرتله فعال فلز (قوي احياگر) دی نو د قلعي او اوسپنې په حجره کې اوسپنه د حجرې منفي الکترود او قلعي د هغې مثبت الکترود گرځي دلته په حجره کې د عمومي تعامل په نتيجه کې اوسپنه د اکسيجن سره تعامل کوي او د اوسپنې اکسايد يعنې زنګ جوړيږي. له دی ځايه معلوميږي چې که يو فلز د بل فلز په واسطه پوښ کيږي نو بهتر ده چې د پوښ فلز د اصلي فلز په پرتله ډير فعال وي.

سوال 3 - ولې اوسپنې ته د جستو پوښ ورکوي په داسې حال کې چې د اوسپنې زنګ د اوسپنې اکسايد دی. جست هم د جستو په اکسايد اوړي.

جواب : د اوسپنې اکسايد داسې کرستلي جوړښت لري چې د اوسپنې د کرستلي جوړښت څخه ډير فرق لري نو ځکه دا اکسايد د اوسپنې پر مخ نه نښلي او د باد او باران په واسطه د اوسپنې له مخ څخه جدا کيږي او اوسپنه بيا زنګ وهي مګر د جستو د اکسايد کرستلي جوړښت داسې دی چې د اوسپنې پر مخ جوخت نښلي او اوسپنه د زنګ وهلو څخه ساتي.

سوال 4 - د فلزاتو ښيښه ئي پوښ د څه په نامه ياديږي.

جواب : د فلزاتو پر مخ شيشه ئي پوښ دايمالي په نامه ياديږي دغه پوښ د $BO_3$, $SiO_2$ د قلوي فلزاتو د اکسايدونو $TiO_2$, $Al_2O_3$ او د سرب د اکسايد څخه لاس ته راځي دغه پوښ فلزات د تخريب څخه ساتي.

سوال 5 - اوسپني ته د قلعي پوښ ورکوي خو کله چي په دغه پوښ کي سوري وشي نو دا اوسپنه د بي پوښه اوسپني څخه ژر زنګ وهي ووایاست چي بیا هم ولي اوسپني ته د قلعي پوښ ورکوي.

جواب : اوسپنه او جست دواړه فعال فلزات دي چي په آسانۍ په تيزابو کي حل کيږي. ولي قلعي کم فعال فلز دی او په تيزابو کي په آسانۍ نه حل کيږي. بعضي سابه او تازه ميوي تيزاب لري چي د اوسپني لوښي يا په جستو پوښل شوي د اوسپني لوښي حل کوي نو څکه دغه خوراکي شيان په حلبي لوښو (قطيو) کي ساتل کيږي. حلبي قطۍ د اوسپني څخه جوړي او په قلعي پوښل شوي وي.

سوال 6 - يوه جستي ناوه او بله مسي ناوه په پام کي نيسو. په دغه دواړو ناوو کي د اوسپني ميخ ايښودل کيږي. ووایاست چي کومه ناوه به ژر سوری او خرابه شي.

حل : د اوبه په موجوديت کي جستي ناوه د اوسپني د ميخ سره او مسي ناوه د اوسپني د ميخ سره دوه ګلواني حجري جوړوي. په جستي ناوه کي داسي تعامل صورت نيسي.

$$Zn^{0} - 2\bar{e} \longrightarrow Zn^{+2}$$

$$Fe^{+2} + 2e \longrightarrow Fe^{0}$$

$$Zn^{0} + Fe^{+2} \longrightarrow Zn^{+2} + Fe^{0}$$

يعني په جستي ناوه کي جست حليږي او په ناوه کي سوری کيږي.

د مسو او د اوسپني د ميخ په ناوه کي داسي تعامل صورت مومي.

$$Fe^{0} - 2\bar{e} \longrightarrow Fe^{+2}$$

$$Cu^{+2} + 2\bar{e} \longrightarrow Cu^{0}$$

$$Fe^{0} + Cu^{+2} \longrightarrow Fe^{+2} + Cu^{0}$$

نو په مسي ناوه کي ميخ حليږي او مسي ناوه ساتل کيږي.

سوال 7 - اوسپنه يو داسي فلز دی چي د نورو فلزاتو په پرتله په پراخه پيمانه په تخنيک کي استعماليږي.

a - ولي اوسپنه د نورو فلزاتو په پرتله په تخنيک کي ډيره استعماليږي.

b - په پلونو، بتوني ساختمانونو او نورو هغو ځايو کي چي اوسپني ته لمدبل رسيږي د اوسپني د زنګ وهلو د مخنيوي په غرض د اوسپني سره په تماس کي يو بل قرباني فلز ( داسي فلز چي د اوسپني څخه ئي احياګري فعاليت زيات وي) ايښودل کيږي. ووایاست چي دغه کار څه فايده لري.

جواب :

a - د يوې خوا اوسپنه په طبيعت کي ډيره پيدا کيږي او استحصال ئي ارزان دی. د بلي خوا اوسپنه داسي فزيکي خواص لري چي د هغو له بر کته د اوسپني څخه کلک او مضبوط شيان جوړيدای شي.

b - تر څو چې قرباني فلز ختم نه وي اوسپنه زنګ نه وهي. قرباني فلز د اوسپنيز ساختمان په داسې قسمت کې ايښودل کيږي چې هغه په آسانۍ جدا، بدليداى او نوى کيداى شي او د ټول ساختمان ړنګولو او نوي کولو ته ضرورت نه پيښيږي.

سوال 8 - په دريابو نو کې د تيلو دراايستلو دپاره د اوسپنې يوه مصنوعي جزيره ګۍ جوړوي. که په يوه ورځ کې د اوسپنې د زنګ وهلو سرعت $25mg \cdot dm^{-2}$ وي او د جزيره ګۍ عمومي سطحه $100m^2$ وي نو حساب کړۍ چې د يو کال دپاره د زنګ وهلو څخه د دغه جزيره ګۍ د ژغورنې دپاره څو کيلو ګرامه جست ضرور دي.

جواب: په اوبو کې د اوسپنې او جستو تر منځ داسې تعامل صورت مومي:

$$Zn^{\circ} + Fe^{+2} \dashrightarrow Zn^{+2} + Fe^{\circ}(s)$$

د پورتنۍ معادلې څخه معلوميږي چې د يو مول جستو په واسطه د اوسپنې يو مول ايونونه بيرته په اوسپنه بدليږي. يعنې يو مول حل شوې اوسپنه بيرته په فلزي اوسپنه اوړي يا په بل عبارت يو مول جست يو مول اوسپنه له زنګ وهلو څخه ژغوري. د بلې خوا که د اوسپنې سطحه $1dm^2$ وي نو په يوه ورځ کې د هغې څخه $25mg$ په اوبو کې حليږي. دا چې د جزير ګۍ خارجي سطحه $100m^2$ ده نو په يوه ورځ کې د دغې جزيره ګۍ څخه لاندې مقدار په اوبو کې حليږي:

$$25 \,.\, 1dm^2 \,.\, 100m^2 = 25 \,.\, 1 \,.\, (100 \,.\, 100dm^2) = 2{,}5 \,.\, 10^5 \ mg = 2{,}5.10^2 \ gr \ Fe(s)$$

او په يو کال کې:

$$2{,}5 \ 10^2 \,.\, 365 = 9{,}13 \ .\, 10^4 \ g \ Fe(s) \,.$$
$$9{,}13 \,.\, 10^4 \div 55{,}85 = 1{,}63 \,.\, 10^3 \ mol \ Fe(s)$$

د پورتنۍ کيمياوي معادلې په اساس يو مول جست يو مول اوسپنه د زنګ وهلو څخه ژغوري که د جست مولي کتله په پام کې ونيسو نو ليکو چې:

$$1{,}63 \,.\, 10^3 \cdot 65{,}38 = 1{,}07 \,.\, 10^5 \ g = 1{,}07 \,.\, 10^2 \ kg \ Zn \ (s)$$

يعنې د يو کال دپاره دغه جزيره ګۍ په $1{,}07 \,.\, 10^2 \ kg$ جستو د زنګ وهلو څخه ژغورل کيداى شي.

## 2 - 6 - 7 . د سوډيم کلورايد الکتروليز:

الف - **د سوډيم کلورايد د مذابې الکتروليز:** الکتروليتونه په محلول او د مذابې په حالت که په مثبت او منفي ايونو انفکاک کوي. مثلاً سوډيم کلورايد د مذابې په حالت که د $Na^+$ او $Cl^-$ ايونو په شکل وجود لري. کله

چې د دې مذابې څخه د مستقیم برق جریان تیریږي نو د $Na^{+}$ ایونونه منفي الکترود (کتود) او د $Cl^{-}$ ایونونه مثبت الکترود (انود) ته ځي.

$$2NaCl \xrightarrow{\text{ذوب}} 2Na^{+} + 2Cl^{-}$$

(-) کتود

$$2Na^{+} + 2e^{-} \xrightarrow{\text{احیا}} 2Na^{\circ}$$

(+) انود

$$2Cl^{-} - 2e^{-} \xrightarrow{\text{اکسیدیشن}} Cl^{\circ}_2$$

په کتود کې د سودیم ایونونه احیا کیږي او فلزي سودیم جوړوي. او په انود کې د کلورین ایونونه اکسیدیشن کیږي او د کلورین ګاز آزادیږي.

## ب - د سودیم کلوراید د اوبو د محلول الکترولیز :

پاس مو ولیدل چې د سودیم کلوراید په مذابه کې یواځې د همدې مالګې ایونونه $Na^{+}$ او $Cl^{-}$ وجود لري مګر د سودیم کلوراید د اوبو په محلول کې اوبه او د $Na^{+}$ او $Cl^{-}$ ایونونه وجود لري دلته په کتود کې د $Na^{+}$ او $H_2O$ د احیا د تعاملاتو له جملې څخه هغه تعامل صورت نیسي د کوم دپاره چې کمه انرژي مصرفیږي.

د ( 1-7 ) جدول څخه ښکاري چې $H_2O$ د $Na^{+}$ په پرتله قوي اکسیدانت دی نو دلته په کتود کې اوبه احیا او هایدروجن آزادیږي.

$$(-) \qquad 2H_2O + 2e^{-} \longrightarrow H_2 + 2OH$$

په آنود کې کلورین په استثنائي ډول د اوبو څخه د مخه اکسیدایز کیږي او په انود کې د کلورین ګاز لاس ته راځي.

$$(+) \qquad 2Cl^{-} - 2e^{-} \longrightarrow Cl^{\circ}_2$$

پس د سودیم کلوراید د اوبو د محلول د الکترولیز په جریان کې په کتود کې د هایدروجن ګاز او په آنود کې د کلورین ګاز آزادیږي او د سودیم هایدروکساید محلول هم په لاس راځي. خالص سودیم هایدروکساید (کاستک سودا) په صنعت کې په هم دې طریقه حاصلیږي.

$$2NaCl + 2H_2O \xrightarrow{\text{الکترولیز}} 2NaOH + H^{\circ}_2 + Cl^{\circ}_2$$

د پورتنې مثال څخه څرګندیږي چې د خالصې کیمیاوي مادې د مذابې د الکترولیز او د هغې مادې د اوبو د محلول د

الکترولیز حاصلات کیدای شي چي فرق ولري. پاس مو ولیدل چي د محلول د الکترولیز په وخت په کتود کي د مختلفو کیتونو له جملې څخه تر ټولو قوي اکسیدانت او په انود کي د مختلفو انیونو له ډلې څخه ډیر قوي احیا گر په الکترودي تعاملاتو کي برخه اخلي. که د الکترولیز د آلې کوم الکترود منحل وي نو هغه هم په دغه مسابقه کي شامليږي. د اکسیدانت او احیا گر نسبي قوت د ( 1 - 7 ) جدول څخه معلومیدای شي.

## په آنود کي کیمیاوي تعاملات :

که د اوبو د محلول د الکترولیز په وخت کي په انود کي اوبه او $Br^-$, $I^-$ او $Cl^-$ انیونونه راټول وي نو د (1 - 7 ) جدول له مخې لمړی $I^-$ بیا $Br^-$ او په آخر کي $Cl^-$ الکترونونه د لاسه ورکوي(اکسیدایز کیږي) او په نتیجه کي په آنود کي $I_2$, $Br_2$ او $Cl_2$ آزادیږي. که په انود کي اوبه او اکسیجن لرونکي انیونونه لکه $SO_4^{-2}$, $CO_3^{-2}$, $NO_3^-$ او نور راټول وي نو دلته اوبه الکترولیز کیږي او نوموړي انیونونه پاتي کیږي. په دې صورت کي $O_2$ په انود کي آزادیږي.

$$(+)\quad 2H_2O - 4e^- \longrightarrow O_2 + 4H^+ \qquad E^\circ = +1{,}23v$$

## په کتود کي کیمیاوي تعاملات :

که په کتود کي اوبه او له هغې څخه ضعیفه اکسیدانتونه لکه $Li^+$, $K^+$, $Na^+$, $Mg^{+2}$, $Ca^{+2}$, $Ba^{+2}$, او نور کیتونونه راټول وي نو دلته قوي اکسیدانت (اوبه) الکترولیز کیږي په کتود کي هایدروجن آزاد او پاتي محیط قلوي گرځي.

$$(-)\qquad 2H_2O + 2e^- \longrightarrow H_2 + 2OH^- \qquad E^\circ = -0{,}83V$$

مگر که په کتود کي اوبه او له هغې څخه قوي اکسیدانتونه لکه $Au^+$ , $Ag^+$ , $Hg^{+2}$, $Cu^{+2}$ , او نور راټول وي نو دلته پخپله دغه قوي اکسیدانتونه احیا او د هغوئ مربوط فلزات آزادیږي.

## یادونه:

لکه چي مو ولیدل د اوبو د محلول په کتودي تعاملاتو کي اوبه هم اکسیدانت او هم د احیاگر په حیث عمل کوي. په کتودي تعامل کي اوبه الکترونونه اخلي او د اکسیدانت په حیث عمل کوي په (1 - 7) جدول کي د اکسیدانت په حیث د اوبو ستندرد الکترودي پوتانسیل $E^\circ = -0{,}83v$ دی نو د اکسیدانتونو په قطار کي د $H_2O$ $(E^\circ = -0{,}83V)$ څخه د $F_2$ په لور د اوبو څخه قوي اکسیدانتونه او د $H_2O$ $(E^\circ = -0{,}83V)$ څخه د $Li^+$ په لور د اوبو څخه ضعیف اکسیدانتونه ځای لري .

په انودي تعامل کي اوبه الکترونونه د لاسه ورکوي او د احیا گر په صفت عمل کوي دلته د اوبو ستندرد الکترودي پوتانسیل $E^\circ = +1{,}23v$ دی. نو د احیا گرو په قطار کي د $H_2O$ $(E^\circ = +1{,}23V)$ څخه د $Li$ په لور قوي او د $H_2O$ $(E^\circ = +1{,}23v)$ د $F^-$ په لور د ابو څخه ضعیفه احیا گر قرار لري . نو په انود کي د نورو موادو ستندرد الکترودي پوتانسیلونه د دې عدد سره مقایسه او بیا قوي او ضعیف احیا گر تعینیږي.

## تجربه :

د موادو د الکترولیز دپاره لاندي شیان ضرور دي.

1 - د مستقیم جریان منبع

2 - مایع الکترولیت یا د الکترولیت محلول چي ایونونه پکي آزاد حرکت کوي.

3 - دوه فلزي یا دوه کاربني الکترودونه. د کاربن او پلاتین الکترودونه د الکترولیز په جریان کي نه حلیږي نو ځکه د

غیر منحل الکترودونو په نامه یادیږي. او د نورو فلزاتو الکترودونه کوم چې د الکترولیز په جریان کې حل کیږي د منحل الکترودو په نامه یادیږي.

عمل : په یو بیکر کې دوه کاربني الکترودونه کښیږدی‌او بیا یو الکترود د بطری( + ) قطب او بل الکترود د بطری د ( - ) قطب سره وتړی. اوس د دې آلې په واسطه د کاپر بروماید، کاپر کلوراید، سودیم سلفیت او د پوتاسیم برومايد محلول نه جدا جدا الکترولیز کړی.

b - اوس د کاربني الکترودو پر ځای د مس دوه الکترودونه په گیلاس کې کښیږدی‌او په دې آله کې د سودیم کاربونیت محلول الکترولیز کړی.

c - د هر محلول د الکترولیز په صورت کې الکترودي نیم تعاملات او عمومي تعامل او هم هغه مواد چې په الکترود کې آزادیږي ولیکی.

مشاهدات : د کاپر برماید د محلول د الکترولیز په وخت کې د کتود ته خنگ سور رنگی رسوب اوآنود په شا وخوا کې سور بنفشي نگی محلول جوړیدل د دې معنی لري چې په کتود کې مس او په انود کې برومین آزادیږي.

د کاپر کلوراید د الکترولیز په وخت په کتود کې د سور رنگه رسوب او په انود کې د شین ژیړ بخن گاز آزادیدل په کتود کې د مس او په انود کې د کلورین د آزادیدو نښه ده.

د سودیم سلفیت د الکترولیز په وخت په کتود کې د هایدروجن گاز او په انود کې د اکسیجن گاز آزادیږي.

د پوتاسیم برومايد د الکترولیز په نتیجه کې په کتود کې هایدروجن او په انود کې سور بنفشي رنگه مایع ($Br_2$) جوړیږي. په پورتنیو تجربو کې په څپله الکترودي مواد( c یا pt ) په کتودي تعاملاتو کې برخه نه اخلي.

په مسي الکترودونو د سودیم کاربو نیت د محلول د الکترولیز په وخت په کتود او انود کې لاندې مواد موجودوي.

کتود: $Na^{+}$ , $H_2O$ , $Cu$

انود : $CO_3^{-2}$ , $H_2O$ , $Cu$

دلته په کتود کې هایدروجن آزادیږي او په انود کې مسي الکترود حل او کوچنی کیږي. د پورتنیو تجربو الکتر ودي تعاملات لاندې ورکړل شوي دي.

د کاپر برومايد الکترولیز

$$CuBr_2 \xrightarrow{\text{حل}} Cu^{+2}_{(aq)} + 2Br^{-}_{(aq)}$$

کتود ( - ) $$Cu^{+2} + 2e^{-} \longrightarrow Cu^{\circ}$$

انود (+) $$2Br^{-} - 2e^{-} \longrightarrow Br_2$$

د کاپر کلوراید الکترولیز

$$CuCl_2 \xrightarrow{\text{حل}} Cu^{+2}_{aq} + 2Cl^{-}_{aq}$$

کتود (-) $$Cu^{+2} + 2e^{-} \longrightarrow Cu^{\circ}$$

انود (+) $$2Cl^{-} - 2e^{-} \longrightarrow Cl_2$$

د سوديم سلفيت الکتروليز

$$Na_2SO_4 \xrightarrow{\text{حل}} 2Na^{+}_{aq} + SO_4^{-2}{}_{aq}$$

کتود (-) $2H_2O + 2e^{-} \longrightarrow H_2 + 2OH^{-}$

انود (+) $2H_2O - 4e^{-} \longrightarrow O_2 + 4H^{+}$

د پوتاسيم برومايد الکتروليز

$$kBr \xrightarrow{\text{حل}} K^{+}_{a.q} + Br^{-}_{a.q}$$

کتود (-) $2H_2O + 2e^{-} \longrightarrow H_2 + 2OH^{-}$

انود (+) $2Br^{-} - 2e^{-} \longrightarrow Br_2$

د منحل الکترود ( Cu) په واسطه د سوديم کاربونيت الکتروليز

دلته په کتود کي $Cu^{o}$*, $H_2O$ او $Na^{+}$ موجود وي. د (1 - 7 ) جدول له مخي د دغه موادو له جملي څخه اوبه ($E° = - 0,83v$) قوي اکسيدانت دی چي د کتود څخه الکترونونه اخلي او په خپله احيا کيږي. نو څکه دلته په کتود کي هايدروجن آزاديږي.

کتود (-) $2H_2O + 2e^{-} \longrightarrow H_2 + 2OH^{-}$

په انود کي $Cu^{o}$ , $H_2O$ ($E° = +1,23v$) او $CO_3^{-2}$ راټوليږي. د (1 - 7) جدول له مخي د دغه موادو له جملي څخه په خپله الکترود ($Cu^{o}$) قوي احيا گر دی نو څکه په انود کي لاندي تعامل صورت مومي.

انود (+) $Cu° - 2e^{-} \longrightarrow Cu^{+2}$

او مسي الکترود په تدريج سره حل او کوچنی کيږي.

## يادونه:

د کومو مالگو د الکتروليز په جريان کي چي د $H^{+}$ يا $OH^{-}$ ايونونه جوړيږي د دغه ايونو د پيژندني لپاره کيدای شي چي د الکترودو په محيط کي لازم کيمياوي معرفونه استعمال شي.

سوال 1 - د غير منحل الکترودود ( کاربني ميله يا پلاتيني لوحه) په واسطه داسي محلول چي په هغي کي د سلور نايتريت او کاپر سلفيت مالگي حل وي الکتروليز کيږي.

a ←که الکتروليز د ډير وخت لپاره ادامه ومومي نو وواياست چي په منفي الکترود کي کوم ايونونه لمړی او کوم وروستی احيا کيږي.

---

* آزاد فلزات اکسيدانت ($M^{o} + e^{-} \longrightarrow M^{-}$) نشي کيدای.

b - په يو محلول کې د پوتاسيم ايودايد، پوتاسيم برومايد او پوتاسيم کلورايد مالګې حل دي. که د مستقيم برق جريان د دغه محلول څخه د ډير وخ لپاره تير شي نو وواياست چې په مثبت الکترود کې کوم ايونونه لمړی او کوم وروستی اکسيدايز کيږي.

جواب :

a - منفي الکترود کې اوبه $(E° = -0,83v)$ او د $Ag^{+}$ او $Cu^{+2}$ ايونونه راټوليږي . د (1 - 7) جدول له مخې دلته لمړی $Ag^{+}$ او بيا $Cu^{+2}$ احيا کيږي.

b - په مثبت الکترود کې اوبه $(E = +1,23v)$ او د $I^{-}$ ، $Br^{-}$ او $Cl^{-}$ ايونونه راټوليږي د ( 1 - 7 ) جدول له مخې دلته لمړی $I^{-}$ بيا $Br^{-}$ او په آخر کې $Cl^{-}$ الکترونونه د لاسه ورکوي (اکسيدايز کيږي) يعنې په انود کې لمړی د $I_2$ بيا $Br_2$ او په آخر کې $Cl_2$ آزاديږي.

سوال 2 - د پوتاسيم سلفيت دمالګې محلول الکتروليز کيږي.

a - په کتود او انود کې کوم مواد آزاديږي. کيمياوي معادلې ئې وليکئ.

b - په کتود او انود کې د آزاد شويو موادو مولي نسبت څو دی.

c - په کتود او انود کې د آزاد شويو موادو (ګازاتو) د حجمونو نسبت څو دی.

d - مقطرې اوبه ولې نه الکتروليز کيږي.

جواب :

a - د ( 1-7 ) جدول له مخې دلته يوازې اوبه الکتروليز کيږي چې په کتود کې هايدروجن او په انود کې اکسيجن آزاديږي. په انود کې اوبه الکترونونه د لاسه ورکوي چې همدغه تعداد الکترونونه په کتود کې اوبه اخلي پس ليکو چې:

$$\text{انود} \quad (+) \quad 2H_2O - 4\bar{e} \longrightarrow O_2 + 4H^{+} \qquad 2 \,/\, 1$$

$$\text{کتود} \quad (-) \quad 2H_2O + 2\bar{e} \longrightarrow H_2 + 2\bar{OH} \qquad 4 \,/\, 2$$

b - پورتني ضريبونه په پام کې نيسو او ليکو چې:

$$\text{انود} \quad (+) \quad 2H_2O - 4\bar{e} \longrightarrow O_2 + 4H^{+}$$

$$\text{کتود} \quad (-) \quad 4H_2O + 4\bar{e} \longrightarrow 2H_2 + 4\bar{OH}$$

ليدل کيږي چې په انود کې يو مول اکسيجن او په کتود کې دوه موله هايدروجن آزاديږي. پس د دغه ګازاتو د مولو نسبت مساوي کيږي له:

$$O_2 : H_2 = 1:2$$

c - دا چې په دواړو الکترودو کې فشار او د تودوخې درجه يو شی ده پس د دغه ګازاتو د مولو او د حجمو نو نسبت يو شی دی.

$$VO_2 : VH_2 = 1 : 2$$

d - د مقطرو اوبو برقي هدايت ډير کم دی. له دې څخه معلوميږي چې په مقطرو اوبو کې آزاد $H^{+}$ او $\bar{OH}$

ایونونه ډیر کم وي. کله چې د بق جریان د مستقیم برق د منبع څخه دواړو الکترودونه ورشي نو په مقطرو اوبو کې د آزادو ایونو د نشتوالي له کبله د برق جریان د یو الکترود څخه بل الکترود ته نه ځي د برق سلسله نه تړل کیږي او الکترولیز صورت نه مومي.

سوال 3 - د لاندي سیستمونو د الکترولیز په صورت کې الکترودي نیم تعاملات ولیکئ.

a - الکترودونه د جست او محلول د پتاسیم سلفیت .

b - الکترودونه د پلاتین او محلول د مګنیزیم ایوداید .

c - الکترودونه د نقرې او محلول د کاپر کلوراید.

جواب :

a - د ( 1 - 7) جدول له مخې په هر سیستم کې جدا جدا قوي اکسیدانت او قوي احیا ګر پیدا کوو. قوي اکسیدانت او قوي احیاګر د قوس نه بهر لیکو. او لرو چې:

انود (+) $(SO_4^{-2}, H_2O), \overset{\circ}{Zn} - 2\bar{e} \longrightarrow Zn^{+2}$

کتود (-) $(\overset{+}{K}, Zn^{\circ}),\ 2H_2O + 2\bar{e} \longrightarrow H_2 + 2\bar{OH}$

-b کتود (-) $(Mg, Pt),\ 2H_2O + 2\bar{e} \longrightarrow H_2 + 2\bar{OH}$

انود (+) $(H_2, Pt),\ 2\bar{I}\ 2\bar{e} \longrightarrow \overset{\circ}{I_2}$

- c کتود (-) $(H_2, Ag^{\circ}),\ Cu^{+2} + 2\bar{e} \longrightarrow Cu^{\circ}$

انود (+) $(H_2O\ ,\ \bar{Cl}),\ Ag^{\circ} - 1\bar{e} \longrightarrow \overset{+}{Ag}$

سوال 4 - د الکترولیز د آلې الکترودونه د مس څخه جوړ دي. که په دې آلې د جست کلوراید محلول الکترولیز شي نو د څه وخت وروسته منفي الکترود 1,2 ګرامه زیاتیږي.

a - په دواړو الکترود کې نیم تعاملات ولیکئ.

b - حساب کړئ چې مثبت الکترد څو ګرامه کم شوی دی.

حل : د دې سیستم په الکترودو کې لاندي مواد راټولیږي.

کتود (-) $Cu^{\circ},\ H_2O\ Zn^{+2}$

انود (+) $Cu^{\circ},\ H_2O, 2\bar{Cl}$

د (1 - 7) جدول له مخې د کتود د موادو څخه $Zn^{+2}$ قوي اکسیدانت دی او د انود د موادو له جملې څخه $Cu^{\circ}$ قوي احیاګر دی پس لرو چې:

کتود (-) $Zn^{+2} + 2e^{-} \longrightarrow Zn^{\circ}$

انود (+) $Cu^{\circ} - 2e^{-} \longrightarrow Cu^{+2}$

b - له الکترودي تعاملاتو څخه ښکاري چې که په انود کې یو مول مس حل شي نو په کتود کې یو مول جست حاصل او د کتود وزن زیاتیږي.
د مسو مولي کتله $63,55gr$ او د جستو مولي کتله $65,38gr$ ده.
پس که په کتود کې $1,2 : 65,38 = 1,84 \cdot 10^{-2}$ موله جستو رسوب کړی نو په انود کې هم $1,84 \cdot 10^{-2}$ موله مس د مس د الکترود څخه جدا (حل) شوي دي چې $1,84 \cdot 10^{-2}$ موله مس $1,84 \cdot 10^{-2} \cdot 63,55 = 1,2g$ کیږي. یعني د مس د الکترودڅخه $1,2gr$ مس په محلول کې حل شوي دي. په کتود کې د جستو د رسوب او په انود کې د مسو حل شوی مقدار $(gr)$ څکه مساوي دی چې د دغه دواړو فلزاتو مولي کتلې تقریباً یو شی دي.
سوال 5 - که د الکترولیز په آله کې الکترودونه غیر منحل او په دغه آله د لاندي موادو رقیق محلولونه الکترولیز شي نو د الکترولیز څخه د لاس ته راغلیو موادو د مولو نسبت و ښایاست.

1 - د مالګې تیزاب
2 - د ګوګړو تیزاب
3 - سودیم هایدروکساید
4 - پتاسیم هایدروکساید
5 - د نل اوبه

جواب : دلته الکترودونه غیر منحل دي نو په الکترودي تعاملاتو کې یواځې د الکترولیت ایونونه احیا او اکسیدایز کیږي.

-1 $$HCl \xrightarrow{\text{حل}} H^{+}_{aq} + Cl^{-}_{(aq)}$$

کتود (-) $H_2O\ ,\ H^{+}$ $\qquad 2H^{+} + 2e^{-} \longrightarrow H_2 \quad / \quad 1$

انود (+) $H_2O\ ,\ Cl^{-}$ $\qquad 2Cl^{-} - 2e^{-} \longrightarrow Cl_2 \quad / \quad 1$

لکه چې لیدل کیږي په دواړو الکترودي تعاملاتو کې د الکترونو راکړه ورکړه مساوي ده نو څکه په الکترودو کې د حاصل شویو موادو دمولو نسبت $H_2 : Cl_2 = 1 : 1$ دی.

- 2 $$H_2SO_4 \xrightarrow{\text{حل}} 2H_{(aq)} + SO_{4\,(aq)}$$

کتود (-) $2H^{+} + 2e^{-} \longrightarrow H_2 \quad / \quad 4 \quad / \quad 2$

انود (+) $2H_2O + 4e^{-} \longrightarrow O_2 + 4H^{+} \quad / \quad 2 \quad / \quad 1$

$$H_2 : O_2 = 2 : 1$$

3 -

$$NaOH \longrightarrow Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

کتود (-) $Na^+$ , $H_2O$ $\quad 2H_2O + 2e^- \longrightarrow H_2 + 2OH^-$ $\quad /4 \quad /2$

انود (+) $OH^-$ , $H_2O$ $\quad 4OH^- - 4e^- \longrightarrow O_2 + 2H_2O$ $\quad /2 \quad /1$

$$O_2 : H_2 = 1 : 2$$

4 - د پتاسیم هایدروکساید د الکترولیز نتیجه د سودیم هایدروکساید په شان ده.

5 -

کتود (-) $\quad 2H_2O + 2e^- \longrightarrow H_2 + 2OH^-$ $\quad /4 \quad /2$

انود (+) $\quad 2H_2O - 4e^- \longrightarrow O_2 + 4H^+$ $\quad /2 \quad /1$

$$H_2 : O_2 = 2 : 1$$

سوال 6 - تشریح کړی چې د غیر منحل الکترودو په استعمال سره د سودیم کلوراید د محلول د الکترولیز څخه څنګه سودیم هایدروکساید لاس ته راځي.

جواب :

$$NaCl \xrightarrow{\text{حل}} Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

کتود (-) $\quad 2H_2O + 2e^- \longrightarrow H_2 + 2OH^-_{(aq)}$

انود (+) $\quad 2Cl^- - 2e^- \longrightarrow Cl_2$

یعني د سودیم کلوراید د محلول د الکترولیز په وخت په کتود کې هایدروجن او په انود کې کلورین آزادیږي او په محلول کې د $Na^+$ او هم د $OH^-$ ایونونه پاتې کیږي چې سودیم هایدروکساید جوړوي.

سوال 7 - په اکثرو اروپائي ملکو کې د خوړلو مالګه د بحر د اوبو څخه لاس ته راوړي دلته لمړی د مالګې مشبوع محلول حاصلوي او بیا وروسته د هغې اوبه د حرارت په مرسته تبخیروي. د درې ملیونه ټنه وچې مالګې د لاس ته راوړو لپاره حساب کړی.

a - د ( 6 - 2 ) جدول له مخې ووایاست چې د سودیم کلوراید مشبوع محلول کې په یو لیتر اوبو کې څو ګرامه سودیم کلوراید حل کیدای شي.

b - د درې ملیونه ټنه وچې مالګې د لاس ته راوړو لپاره به څو لیتره اوبه تبخیر شي.

c - د دغې اوبو د تبخیر لپاره څومره انرژي ضرور ده. دلته د ( 8 - 5 ) جدول څخه کار واخلئ.

d - د ( 8 - 11 ) جدول له مخې ووایاست چې د دغې انرژۍ لاس ته راوړلو لپاره څومره ( $m^3$ ) طبیعي ګاز ضرور دی.

e - که هر کور په کال کې $2500m^3$ د گاز مصرف ولري نو حساب کړئ چې دغه (d) گاز په کال کې د څومره کورونو دپاره کفایت کوي.

جواب:

a - د ( 6-2 ) جدول څخه معلومیږي چې په یو کیلو گرام (یو لیتر) اوبو کې $3,59 \cdot 10^2$ گرامه د خوړلو مالگه حل کیدای شي (مشبوع محلول جوړوي).

-b

| مالگه (گرام) | اوبه (لیتر) |
|---|---|
| $3,59 \cdot 10^2$ | 1 |
| $3 \cdot 10^{12}$ | X |

$$X = 3 \cdot 10^{12} \div 3,59 \cdot 10^2 = 8,4 \cdot 10^9 \text{ liter}$$

c - د ( 5 - 8 ) جدول له مخې ښکاري چې د یو کیلو گرام (یو لیتر) اوبو د تبخیر لپاره $2,26 \cdot 10^6$ ژوله انرژي ضرور ده پس لیکو چې:

| انرژي (ژول) | اوبه (لیتر) |
|---|---|
| $2,26 \cdot 10^6$ | 1 |
| X | $8,4 \cdot 10^9$ |

$$X = 8,4 \cdot 10^9 \cdot 2,26 \cdot 10^6 = 1,9 \cdot 10^{16} \text{ j}$$

d - د ( 8 - 12 ) جدول څخه معلومیږي چې د یو مکعب متر طبعي گاز د سولو څخه $32 \cdot 10^6$ ژ انرژي لاس ته راځي پس لرو چې:

| انرژي (ژول) | د گاز حجم ( $m^3$ ) |
|---|---|
| $32 \cdot 10^6$ | 1 |
| $1,9 \cdot 10^{16}$ | X |

$$X = 1,9 \cdot 10^{16} \div 32 \cdot 10^6 = 5,9 \cdot 10^8 m^3$$

- e

$$5,9 \cdot 10^8 \div 2500 = 2,4 \cdot 10^5 \text{ کورونه}$$

# الکترولیز په عمل کې:

خالص کیمیاوي مواد، فلزات او غیر فلزات د الکترولیز په واسطه لاس ته راتلای شي. مثلاً د کاپر کلوراید د محلول د الکترولیز څخه په کتود کې مس او په انود کې کلورین آزادیږي. لکه چې پاس مو ولوستل فعال فلزات د هغوئ د مالګو د محلولو د الکترولیز څخه لاس ته نشي راتلای . باید ددغو فلزاتو مرکبات ذوب شي او بیا د مذابې د الکترولیز څخه فعال فلزات هم په لاس راتلای شي مثلاً که د پوتاسیم کلوراید څخه د پتاسیم لاس راوړل مطلوب وي نو که موږ د دغې مالګې د اوبو محلول الکترولیز کړو دا چې په خپله اوبه د $K^{+}$ څخه قوي اکسیدانت دی نو اوبه په کتود کې الکترون اخلي او هایدروجن احیا کیږي (آزادیږي) او پتاسیم په محلول کې د KOH په شکل پاتې کیږي. مګر که پتاسیم کلوراید ذوب او بیا الکترولیز شي دلته په کتود کې یوازې د $K^{+}$ ایونونه دي نو ځکه دلته پخپله $K^{+}$ احیا او په کتود کې آزاد او جمع کیږي.

$$K^{+} + e^{-} \dashrightarrow K^{\circ}$$

د ارزانه فلزاتو لوښو او نورو سامانونو ته د قیمتي فلزاتو ښکلي نازک پوښونه د الکترولیز د عملې په واسطه ورکړل کیږي. دلته هغه فلزي لوښي چې پوښ باید ورکړل شي د کتود (منفي الکترود) په حیث د الکترولیز په اله کې ایښودل کیږي. مثلاً که وغواړو چې یوې سکې ته د نقرې پوښ ورکړو نو د نقرې د یوې مالګې محلول جوړوو او په هغې کې دوه الکتروده چې منفي الکترود ئې همدغه سکه ده ایښودل کیږي . که دمستقیم برق جریان څو دقیقې د دې محلول څخه تیر شي نو لیدل کیږي چې سکې ښکلی نقره ئي پوښ پیدا کړی دی.

سوال 8 - بعضې فلزات د دغه فلزاتو د مالګو د الکترولیز څخه لاس ته راوړي . خو ټول فلزات د هغوئ د مالګو د الکترولیز څخه په لاس نشي راوړل کیدای.

a - د ( 1 - 7 ) جدول په اساس ووایاست چې آیا کوبالت (Co) د کوبال د مالګو د محلول د الکترولیز څخه په لاس راتلای شي. په دې هکله د ( 1-7 ) جدول کوم کمیت په کاریږي.

b - المونیم د هغه د مالګو د محلول د الکترولیز څخه په لاس نه راوړل کیږي. نو ووایاست چې په صنعت کې المونیم څنګه لاس ته راځي.

c - ولې د المونیم د استحصال فابریکه کې د برق برج حتمي دی.

d - د الکترولیز پرته په نورو طریقو هم فلزات لاس ته راتلای شي. مثلاً که د یو فلز د مالګې محلول ولرو او په دغه محلول کې یو بل فلز واچوو نو د مالګې مربوط فلز لاس ته راتلای شي او د دغه طریقې یو مثال د هغه لمړنیو موادو نومونه چې په آخري طریقه کې په کار ځي ولیکې او هم کوم کیمیاوي تعامل چې دلته صورمومي د هغه کیمیاوي معادله ولیکې.

جواب :

a - د کوبالت د مالګې په محلول کې د $Co^{+2}$ کیتون او اوبه په کتود کې راټولیږي د ( 1-7 ) جدول له مخې $Co^{+2}$ د اوبو په پرتله قوي اکسیدانت دی نو په کتود کې $Co^{+2}$ احیا کیږي او د کوبالت فلز لاس ته راځي.

$$Co^{+2} + 2e^{-} \dashrightarrow Co^{\circ}$$

یعني دلته د ( 1 - 7 ) جدول له مخې د $E^{\circ}$ د قیمت په اساس تر ټولو قوي اکسیدانت پیژندل کیږي.

b - د ( 1 - 7) جدول له مخې اوبه $Al^{+3}$ په پرتله یو قوي اکسیدانت دی نو ځکه د المونیم د مالګو د محلول د الکترولیز څخه د المونیم فلز لاس ته نشي راوړل کیدای بلکه المونیم د المونیم د مالګو د مذابو د الکترولیز څخه (چې هلته اوبه نشته ) لاس ته راتلای شي.

c - د الکترولیز په طریقه د المونیم د استحصال په فابریکه کې د المونیم د مالګو دویلي کولو لپاره ډیره برقي انرژي ضرور ده. نو ځکه په دغسې فابریکو کې جدا برج هم ضرور دی.

d - فرضاً غواړو چې د الکترولیز پر ته د مس د مالګې څخه مس لاس ته راوړو نو دلته د Cu په پرتله یو قوي احیا ګر (د مس څخه فعال فلز مثلاً اوسپنه) دمس د مالګې په محلول کې اچوو تر څو د $Cu^{+2}$ ایونونه احیا او فلزي مس $Cu^{\circ}$ لاس ته راشي.

$$Cu^{+2} + 2e \longrightarrow Cu^{\circ}_{(s)}$$
$$Fe^{\circ}_{(s)} - 2e \longrightarrow Fe^{+2}$$
$$\overline{Cu^{+2} + Fe^{\circ} \longrightarrow Cu^{\circ} + Fe^{+2}}$$

سوال 9 -اوسپنې ته په دوه طریقو د جستو پوښ جوړولای شو.

1 -الکترولیز

2 - تودوخه (حرارت )

دغه دواړه طریقې تشریح کړی.

جواب:

1 - د الکترولیز یوه داسې آله چې کتود (منفي الکترود) ئې د اوسپنې وي جوړوو.

په دغه آله کې د جستو د مالګې محلول اچوو چې د دې مالګې د الکترولیز په نتیجه کې جست د اوسپنې پر مخ رسوب کوي او د جستو پوښ جوړوي.

2 -د تودوخې په لوړه درجه جست ویلي کوو او په دغه مذابه کې د اوسپنې سامان غوټه کوو. چې په نتیجه کې د اوسپنې پر مخ د جستو پوښ جوړیږي.

سوال 10 -اوسپنې ته د کروم پوښ په درې طریقو جوړولای شو.

1 -الکترولیز

2 -غوټه کول یا حرارتي طریقه

3 - په خپل سر کیمیاوي تعامل.

د دغه درې واړو طریقو کیمیاوي تعاملات ولیکی.

جواب:

1 - د الکترولیز د آلې کتود (منفي الکترود) د اوسپنې څخه جوړوو او د کروم د مالګې مذابه یا د هغې محلول په دغه

آله كي الكتروليز كوو. دلته د $Cr^{+3}$ كيتونونه په كتود كي احيا او د اوسپني پر مخ رسوب كوي.

$$Cr^{+3} + 3e^{-} \longrightarrow Cr^{\circ}{}_{(S)}$$

2 - اوسپنه د كروم په مذابه كي غوټه كوو دلته مايع كروم د اوسپني پر مخ جامد پوښ جوړوي.

$$Cr_{(L)} \longrightarrow Cr_{(S)}$$

3 - د اوسپني سامان د كروم د مالگي په محلول كي ايښودل كيږي او بيا دغه محلول ته د كروم څخه فعال فلز (قوي احياگر ) مثلاً المونيم اچوو دلته په خپل سر لاندي تعامل صورت مومي او كروم د اوسپني پر مخ رسوب كوي.

$$Cr^{+3} + 3e^{-} \longrightarrow Cr_{(s)}$$
$$Al^{0}_{(S)} - 3e^{-} \longrightarrow Al^{+3}$$
$$Cr^{+3} + Al^{0} \longrightarrow Cr^{0}_{(S)} + Al^{+3}$$

سوال 11 - د اوبو ډير بندونه د فولادو د تختو څخه جوړوي.

a - په اوبو كي حل اكسيجن د فولادي تختو د زنگ وهني سبب گرځي. د دې تعامل كيمياوي معادله وليكئ.

b - كله هم د فولادو تختي په مخصوصو رنگونو رنگوي دغه كار څه گټه لري.

c - په اولسم ( 11-7 ) شكل كې د فولادو تخته ښودل شوې ده چي پر سر ئې د لمدبل طبقه (L) ښكاري. كله چي د اوسپني ايونونه د (1) قسمت څخه لمدبل طبقي ته وكوچيږي د دغه ايونو مربوط الكترونونه د فولادو په تخته كي پاتي كيږي او دا چي اوسپنه برق ښه تيروي نو نوموړي الكترونونه د فولادو (2) قسمت ته ځي كه د (2) قسمت د پاسه لمدبل كي اكسيجن وي نو ووايااست چي هلته څه تغيرات رامنځ ته كيږي.

d - د دې تعامل معادله د (a) د تعامل د معادلې سره مقايسه كړئ.

e - دا چي د (1) او (2) قسمتونو د پاسه لمدبل د لمدبل شريكه طبقه جوړوي نو ووايااست چي د فولادو پر مخ د لمدبل طبقه كي كوم كيمياوي تعامل صورت مومي او كوم مواد جوړيږي.

f - د فولادو د زنگ وهني د مخنيوي په غرض يو بله طريقه هم په كاريږي چي د كتودي دفاع د طريقي په نامه يادېږي. په دې طريقه كي د فولادو تختي (د بند ديوال ) د مستقيم برق د منبع د كتود سره تړي يعني د بند ديوال كتود گرځي.

ووايااست چي دلته د بند ديوال څه ډول چارج پيدا كوي.

g - دا كار د اوسپني پر تخريب څه ډول اثر كوي.

h - د كتودي دفاع په غرض د مستقيم برق د منبع (بطرئ) منفي قطب د بند د ديوال سره او د هغي مثبت قطب په ځمكه كي ډوب يو زنځير سره تړي. دا تړل په شكل كي وښاياست.

i - دغه زنځير ولي د اوسپني د مخصوصو الياژونو څخه جوړوي.

j - په دې سيستم كي د برق دوره چيرته تړل كيږي.

k - په دې دوره کې شدید جریان منځ ته راتلای شي او که نه؟

l - که د کتودي دفاع دپاره د برق د مصرف قیمت په کال کې 4500 ډالره وي او د یو کیلو واټ ساعت ( kwh) برق قیمت 7,5 سنټه او د بند د دیوال ټوله سطحه $1300m^2$ او د برق د منبع ولتاژ 2v وي نو حساب کړۍ چي په 4500 ډالره په کال کې څو کیلو وات ساعته د برق مصرف راځي.

m - دغه kwh برق څو امپیره کیږي.

n - حساب کړۍ چي د دیوال د $1cm^2$ سطحې څخه د برق څومره جریان تیریږي.

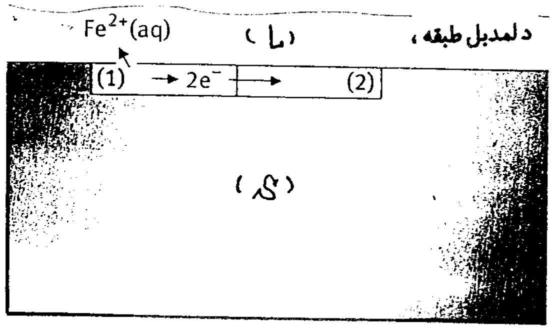
o - آیا دغه جریان کم دی او که زیات.

جواب :

a-

$$Fe^{0}_{(s)} - 2e^{-} \longrightarrow Fe^{+2}$$

$$O_2 + 2H_2O + 4e^{-} \longrightarrow 4OH^{-}$$




b - دغه مخصوص رنګونه د هوا څخه اوسپنې ته د اکسیجن د رسیدو مخنیوی کوي نو ځکه اوسپنه د زنګ وهنې څخه ژغوري.

c - په (2) قسمت کې اضافي الکترونونه دي. کله چې دغه ځای ته اکسیجن راشي نو د اوبو په موجودیت کې دغه الکترونونه اکسیجن اخلي او د $OH^{-}$ ګروپ جوړیږي.

(7 - 11) شکل: د اوسپنې زنګ وهل

$$2H_2O + O_2 + 4e^{-} \longrightarrow 4OH^{-}$$

$$Fe - 2e \longrightarrow Fe^{+2}$$

d - دغه تعاملات د (a) د تعاملاتو سره یو شی دي.

e-

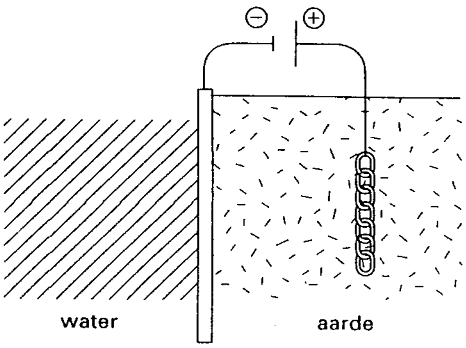
$$Fe^{+2} + 2OH^{-} \longrightarrow Fe(OH)_2$$

f - دیوال منفي چارج اخلي.

g - کله چې دیوال (د فولادو تختو) ته الکترونونه راشي نو د $Fe^{+2}$ ایونونه دغه الکترونونه اخلي او په اوسپنه $(Fe^{o})$ اوړي او په دې ترتیب د دیوال تخریب ورو کیږي.

h - د اوبو د بند کتودي دفاع په (12 - 7) شکل کې ښودل شوې ده.

i - د دغه زنځیر مواد یو خاص ډول الیاژ دي چې




دشکل (7 - 1 2) شکل
د اوبو د بند کتودي دفاع

د اوبو او اکسیجن سره تعامل نه کوي.

j - د بند په اوبو کې د آزادو ایونو او یا د اوبو د بند د تل د ځمکې له لارې د برق د جریان دوره تړل کیږي.

k - اوبه او ځمکه دواړه لوړ برقي مقاومت لري.

د بل پلوه د برق د منبع ولتاژ هم دومره لوړ نه دی نو د $I = \frac{u}{R}$ افادې ښخه ښکاري چې په دغه تړلې دورې کې به د برق د جریان شدت کم وي.

L -

| kwh | پیسې |
|---|---|
| 1 | 0,075 |
| X | 4500 |

$$X = 4500 \div 0{,}075 = 6 \cdot 10^{4}\ \text{kwh}$$

m - اوس که د سیستم د برقي مقاومت (R) د برق د جریان شدت (I) د برقي منبع د ولتاژ (u) د برقي جریان طاقت (P) او د برقي جریان د انرژی (E) تر منځ روابط په پام کې ونیسو نو لرو چې:

$$u = IR \quad (v)$$

$$P = uI = I^2R = \frac{E}{t} \quad (w)$$

$$E = Pt \quad (kwh)$$

$$P = \frac{6 \cdot 10^{4}\ \text{kwh}}{\text{کال}}$$

دا چې یو کال 8760 ساعته کیږي نو لیکو چې:

$$P = \frac{6 \cdot 10^{4}\ \text{kwh}}{8760\text{h}} = \frac{6 \cdot 10^{7}\ \text{wh}}{8760\text{h}}$$

$$P = 6{,}8 \cdot 10^{3}\ \text{w}$$

د ولتاژ قیمت (2v) دی نو لیکو چې:

$$P = uI \ , I = \frac{P}{u} = \frac{6,8 \cdot 10^3}{2}$$

$$I = 3,4 \cdot 10^3 A$$

n - د برق دغه جریان د دیوال د ټولي سطحې (1300m²) څخه تیریږي پس د یو سانتي متر مربع سطحې څخه د برق جریان مساوي کیږي له :

$$1m^2 = 1 \cdot 10^4 cm^2$$

$$3,4 \cdot 10^3 \div 1300 \cdot 10^4 = 2,6 \cdot 10^{-4} A \approx 0,3 \ mA$$

o - د برق د جریان دغه شدت ډیر کم دی که څوک د دیوال سره تماس وکړي نو خطر نلري.

سوال 12 - نن ورځ بعضي نکلي سامانونه چې پخوا به د فلزاتو څخه جوړیدل، د پلاستیک او فلز څخه جوړیږي. یعني دا چې د سامان اصلي تنه د پلاستیک او د هغې د پاسه ښکلی فلزي پوښ ورکول کیږي. د دې کار لپاره لمړی پلاستیکي سامان په یو داسې محلول کې چې هلته د $H_2PO_2^-$ ایونونه وي غوټه کوي او د هغې وروسته دغې محلول ته بل محلول چې د نکل ایونونه ولري اچوي. دلته نکل په پلاستیکي سامان رسوب کوي او هم د $H^+$ او $H_2PO_3^-$ ایونونه منځ ته راځي.

a - د دغه کیمیاوي تعامل معادله ولیکئ.

دغه نکلي پوښ لا تر اوسه ښکلی او ځلانده نه دی. خو اوس د هغې دپاسه د الکترولیز په واسطه بل ښکلی او ځلانده پوښ جوړیدای شي.

b - تشریح کړئ چې دغه لمړنی نکلي پوښ د کروم د پوښ جوړیدل څنګه ممکن کړل.

c - وواياست دغه سامان چې نکلي پوښ لري د هغې د پاسه د کروم د پوښ د جوړیدو په غرض د الکترولیز د آلې د کوم الکترود سره باید وتړل شي.

جواب :

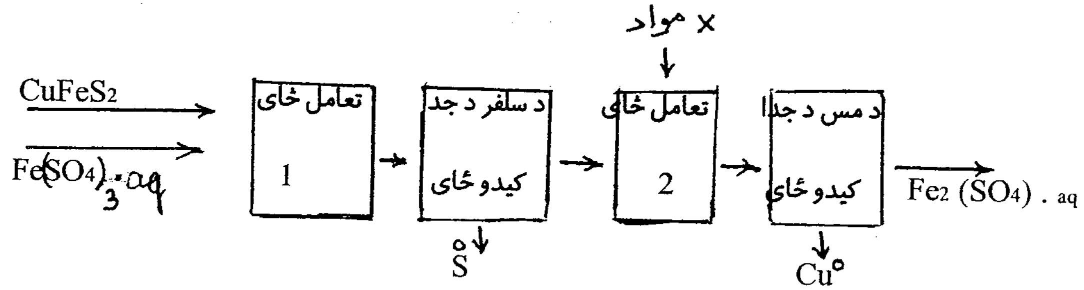
- a

$$Ni^{+2}_{(aq)} + H_2PO_2^-{}_{(aq)} + H_2O \longrightarrow Ni^0_{(S)} + 2H^+_{(aq)} + H_2PO_3^-{}_{(aq)}$$

b - دا چې پلاستیک برق نه تیروي او فلز برق تیروي نو ځکه د پلاستیک د پاسه یو فلزي پوښ ضرور دی چې د الکترولیز په آله کې د برق دوره وتړل شي او د محلول او الکترود تر منځ د الکترونو او ایونو راکړه ورکړه صورت ومومي.

c - دغه سامان باید د الکترولیز د آلې منفي الکترود سره وتړل شي.

سوال 13 - مس د هلکو پا یرایټ ( $CuFeS_2$ ) د منرال څخه لاس ته راځي. د مس د استحصال تکنالوژیکي پروسه په لاندې شکل کې ښودل شویده.




په (1) تعامل ځای کې لاندې تعامل صورت مومي.

$$CuFeS_{2\,(S)} + 4Fe^{+3}_{(aq)} \dashrightarrow Cu^{+2}_{(aq)} + 5Fe^{+2}_{(aq)} + 2S_{(S)}$$

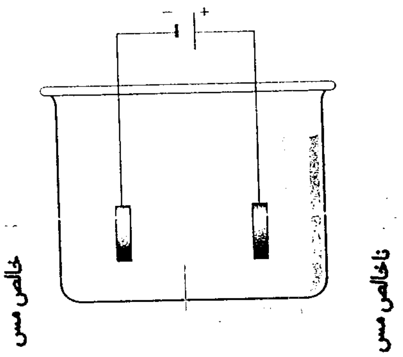
a - ووایاست چې په دغه تعامل کې د هلکو پایرایت کوم عنصر احیاگر دي.

- د سلفر د جدا کیدو وروسته په (2) تعامل ځای کې باقي پاتې موادو سره یوه نامعلومه ماده (X) یوځای او یو کیمیاوي تعامل صورت مومي بیا دا مواد بل قسمت ته ځي او هلته ترې مس جدا کیږي او یواځې د $FeSO_4$ محلول بل طرف ته ځي.

b - د X مادې کیمیاوي فورمول ولیکی.

c - په (2) تعامل ځای کې کوم کیمیاوي تعامل صورت مومي معادله ئې ولیکی.

d - که لمړنیو (معدني) موادو کې د هلکو پایرایت سره نور مرکبات چې نقره او نکل ولري هم موجود وي نو په لاس ته راغلیو مسو کې د نقرې او نکل ناپاکي هم موجوده وي. د دې لپاره چې د دغه ناپاکه مسو څخه کاملاً پاک او خالص مس لاس ته راشي نو دغه ناپاکه مس ذوب اوبیا لوحې (تختې) ترې جوړوي او بیا ئې د الکترولیز په واسطه خالصه کوي. د الکترولیز په آله کې د ناپاکه مسو تختې د آنود (مثبت الکترود) او د خالصه مسو تختې د کتود سره تړي او د الکترولیت په حیث د کاپر سلفیت محلول استعمالوي. کله چې برق چالان شي نو د کاپر سلفیت په محلول کې د $Cu^{+2}$ ایونونه د کتود په لورې ځي او هلته احیا او د خالصو مسو پر تخته رسوب کوي. د $SO_4^{-2}$ ایونونه د انود په لور ځي او د انود څخه کتیونونه را جدا کوي او انود حل کیږي. د انود څخه لمړی د فعاله فلز اتو (قوي احیا گرو) کیتونونه ($Ni^{+2}$ او $Cu^{+2}$) راجدا کیږي. د دې لپاره چې د نقرې (ضقیف احیا گر) کیتونونه د انود څخه راجدا نشي نو د کتود او انود تر منځ د برقي پوتانسیل فرق (د منبع ولتاژ) په معینه آندازه عیاروي تر څو یواځې د مس او نکل کیتونونه د انود څخه را جداشي. کله چې د نکل او مسو کیتونونه محلول ته راشي نو دا چې $Cu^{+2}$ د $Ni^{+2}$ په پرتله قوي اکسیدانت دی ( جدول 7 – ۱ ) نو دلته لمړی د $Cu^{+2}$ ایونونه کتود ته ځي او د خالصو مسو پر تخته رسوب کوي(احیا کیږي) او $Ni^{+2}$ په محلول کې پاتې کیږي فلزې نقره یا په انود کې پاتې او یا محلول ته راغورځي دغسې الکترولیز آله په لاندې شکل کې ښودل شویده.




دیارلسم (13 - 7) شکل:

وواياست کوم مقدار کتله چې په انود کې د مسو او نکل د حل کیدو له کبله د انود څخه کمیږي د هغې مقدار کتلې سره کومه چې د مسو د ایونو د رسوب له کبله پر کتود اضافه کیږي مساوي ده او که نه؟

e - په الکترولیت کې د نکل د ایونو غلظت باید د $0,1 mol \cdot L^{-1}$ څخه زیات نشي ځکه که د نکل د ایونو غلظت له دغه مقدار څخه زیات شي نو بیا کیدای شي چې نکل هم پر کتود رسوب وکړي او نا مطلوب کیمیاوي تعاملات صورت ومومي نو باید چې د الکترولیز عملیه ډیر وخت دوام و نه کړي او د بلې خوا په انود (ناخالصه د مسو تخته) کې د نکل مقدار باید کم وي. د دې کار لپاره په انودي تخته کې د مس او نکل د مولونو تناسب $Cu : Ni = 20 : 1$ سره برابر وي نو بیا انتظار کیږي چې د انود څخه د مس او نکل ایونونه په همدغه تناسب محلول ته داخلیږي.

که د الکترولیز په آله که یو لیتر د کاپر سلفیت محلول واچول شي او د الکترودو خارجي سطحه (چې پر هغې کیمیاوي تعاملات صورت مومي) یو متر مربع وي او د مثبت الکترود خارجي سطحې ته د چارج د ورتلو سرعت دوه کولومبه پر یو متر مربع په یوه ثانیه که وي نو حساب کړه چې د الکترولیز عملیه باید څو ساعته دوام وکړي تر څو د نکل د ایونو غلظت $[Ni^{+2}]$ د $0,1 mol \cdot L^{-1}$ څخه زیات نشي.

حواب :

- a

$$\overset{+2}{Cu}\overset{+2}{Fe}(\overset{-2}{S})_{2(s)} + 4\overset{+3}{Fe}_{(aq)} \dashrightarrow \overset{+2}{Cu}_{(aq)} + 5\overset{+2}{Fe}_{(aq)} + 2S^{0}_{(s)}$$

د پورتني تعامل څخه ښکاري چې د هلکو پایرایت د عناصرو له جملې څخه $(\overset{-2}{S})$ احیا گر دی.

b - د سلفر د جدا کیدو وروسته ټول مواد (2) تعامل ځای ته راځي او د X د مادې سره تعامل کوي. دلته ټول $Cu^{+2}$ په $Cu^{\circ}$ بدل شوي ځکه د Cu د جدا کیدو وروسته په محلول کې یوازې د $Fe^{+2}$ ایونونه $(FeSO_{4.aq})$

موجود دي له دي څخه معلوميږي چې د $X$ ماده اصلاً اوسپنه ( $Fe^{\circ}$) ده چې $Cu^{+2}$ ئې احيا او جدا کړي دي او پخپله په $Fe^{+2}$ اوښتي ده.

c - په (2) تعامل ځای کي لاندي کيمياوي تعامل صورت مومي.

$$Cu^{+2} + 2e \longrightarrow Cu^{\circ}$$
$$Fe^{\circ} - 2e \longrightarrow Fe^{+2}$$
$$Fe^{\circ} + Cu^{+2} \longrightarrow Cu^{\circ} + Fe^{+2}$$

d - د الکتروليز په عمليه کي اتومونه خپل الکترونونه په انود کي پريږدي او د کيتون په شکل محلول ته داخليږي. د محلول څخه کيتونونه کتود ته ځي هلته د کتود څخه الککترونونه اخلي او احيا کيږي. د الکترونو تعداد کوم چې په آنود کي جمع او کوم چې په کتود کي مصرفيږي کټ مټ يو شی دی. د بلې خوا د $Ni^{+2}$ او $Cu^{+2}$ ايونونه دواړه دوه دوه الکترونونه واخلي لو دواړه به احيا ( $Cu^{\circ}$ , $Ni^{\circ}$ ) شي. مگر خبره دا ده چې د $Cu^{+2}$ کيتون د $Ni^{+2}$ د کيتون په پرتله قوي اکسيدانت دی نو ځکه يوازي د $Cu^{+2}$ کيتونونه کتود ته ځي او احيا کيږي. دا چې د $Cu$ کتله د $Ni$ د کتلي په پرتله زياته ده نو ځکه د انود د کتلي کميدل او د کتود د کتلي زياتيدل يو شی نه بلکه د کتود کتله ډيره زياتيږي.

e - معلومه ده چې د يو الکترون چارج $1,6 \,.\, 10^{-19}\,c$ او د يو مول الکرونو چارج $9,6 \,.\, 10^{4}\,c$ دی. نو که په يوه ثانيه که دوه کولومبه چارج الکترودوته ورکړل شي په دې صورت کي $2 : 9,6 \,.\, 10^{4} = 2,1 \,.\, 10^{-5}$ موله الکترونه د سيم څخه تيريږي. د بلې خوا $Ni^{+}$ او هم $Cu^{+2}$ هر يو دوه الکترونه د لاسه ورکوي او په $Ni^{\circ}$ او $Cu^{\circ}$ بدليږي.

پس په يوه ثانيه کي محلول ته د داخل شويو ايونو دمولونو تعداد مساوي کيږي له:

| مول ايون | | مول الکترون |
|---|---|---|
| 1 | ---------- | 2 |
| X | ---------- | $2,1 \,.\, 10^{-5}$ |

$$X = 2,1 \,.\, 10^{-5} : 2 = 1 \,.\, 10^{-5}\,mol\,(Ni + Cu)$$

د بلې خوا په انودي تخته کي د نکل او مس د مولونو نسبت ( $Cu : Ni = 20 : 1$ ) دی نو د دغه مولونو $1/21$ برخه يعني $1/21 \,.\, 10^{-5} = 4,9 \,.\, 10^{-7}\,mol$ د $Ni$ ده د دي لپاره چې په محلول کي د $Ni$ غلظت $0,1\,mol\,L^{-1}$ ته ورسيږي د الکتروليز عمليه بايد $0,1 : 9,4 \,.\, 10^{-5} = 2 \,.\, 10^{5}\,sec$ يا 56 ساعته ( $2 \,.\, 10^{5} : 3600 =$ ) دوام وکړي او د هغې وروسته قطع شي.

# اتم فصل

# د کیمیاوي موادو پېژندنه

د کیمیاوي موادو پېژندل د کیمیاوي تحلیل په نامه یادیږي. کیمیاوي تحلیل په دوه ډوله دی.

1 - **توصیفي تحلیل :** په یو خالص کیمیاوي مرکب کې د شاملو کیمیاوي عناصرو پېژندل، د کیمیاوي موادو د ګډولي د اجزاؤ (مرکباتو) پېژندل د کیمیاوي موادو د اصلیت پیژندنې یا توصیفي تحلیل په نامه یادیږي.

2 - **مقداري تحلیل :** په یو خالص کیمیاوي مرکب کې د ترکیب جوړونکو عناصرو د مقدارو دنسبت پیژندل یا د موادو د ګډولي د اجزاؤ ( کیمیاوي مرکباتو) دمقدارونو د نسبت پېژندل د مقداري تحلیل په نامه یادیږي. د موادو دمقداري تحلیل لپاره دوه متوده چې یو ئې د حجم د اندازه کولو له مخې او بل ئې د وزن د اندازه کولو پر اساس د موادو د مقدارونو نسبت معلوموي په کار وړل کیږي. په دې آخرو کالونو کې یو شمیر فزیکي متودونه لکه کروماتو ګرافي، ماس سپکترومتري، سپکتروفوتو متري او نور هم د کیمیاوي تحلیل لپاره په کار وړل کیږي.

**توصیفي تحلیل :**

مثال: هایدروجن، اکسیجن ،اوبه او کاربندای اکساید څنګه پیژندلای شو.

جواب:

د هایدروجن پیژندنه: په یو وچ امتحاني تیوب کې هایدروجن جمع او د اور لمبه ورته نژدې کړی دلته هایدروجن سوزي او د انفلاق آواز اوریدل کیږي.

$$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow H_2O \qquad \Delta H < O$$

د اکسیجن پیژندنه : که په یو وچ تیوب کې اکسیجن جمع او د تیوب خولې ته تازه نیم سوي تیلي نژدې کړی تیلي بیرته اور اخلي.

د اوبو پیژندنه : که د کاپر سلفیت سپین پودرو ($CuSO_4$) ته اوبه ورسیږي د هغې رنګ آبي ګرځي او نیل توتیا جوړیږي .

$$CuSO_4 + _5H_2O \longrightarrow CuSO_4 \;.\; SH_2O$$

د کاربندای اکساید پیژندنه : که د چونې روڼ محلول ته د کاربندای اکساید ګاز داخل شي نو د کلسیم کاربونیت د رسوب د جوړیدو له امله محلول خړ ګرځي.

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$$

## د ایودین، کلورین او سلفر دای اکساید پیژندنه :

الف - نشایسته (وړه) په گرمو اوبو کې حل او ایودین د محلول څو څاڅکي ور واچوئ. گورئ چې یو آبي رنگه محلول لاس ته راځي چې د ایودین موجودیت ثابتوي.

ب - که د فلتر کاغذ د پتاسیم ایوداید په محلول لوند او د نشایستې د محلول څاڅکي ور باندې واچول شي او بیا دا کاغذ د بلیک واتر ( د سپینولو اوبه ) د بوتل د خولې د پاسه د یو څه وخت دپاره ونیول شي. دلته هم د فلتر کاغذ آبي رنگ اخلي دا ځکه چې د بلیک واتر د بوتل څخه د کلورین گاز راوځي او هغه چې د فلتر کاغذ ته ورسیږي نو د پتاسیم ایوداید په محلول کې د $I^-$ ایون په آزاد ایودین $I_2^0$ اوړي او د کاغذ رنگ آبي گرځي. په دې ډول د کلورین موجودیت ثابتیږي.

$$Cl_{2(g)} + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-$$
$$2I^- - 2e^- \longrightarrow I_2^0$$
$$Cl_2^0 + 2I^- \longrightarrow I_2^0 + 2Cl^-$$

ولې دا چې ایودین د پتاسیم ایوداید څخه نه یوازې تـ کلورین بلکه د نورو اکسیدانو په واسطه هم آزادیدای شي. نو د کلورین د پیژندنې دا لار دومره اطمیناني نه ده.

ج - د فلتر کاغذ د ایودین په رقیق محلول لوند کړئ دلته د فلتر کاغذ د ایودین قهوه ئي رنگ اخلي بیا نو د هوا کښ لاندې په یوه کوچنۍ فلزي قاشقه کې یو څه سلفر واخلئ او د برقي منقل د پاسه ئې وسوزئ او د دې لوگي د پاسه د ایودین په محلول ککړ قهوه ئي رنگه د فلتر کاغذ د یو څه وخت دپاره ونیسئ وینئ چې د کاغذ رنگ له منځه ځي. یعنې دلته ایودین د اوبو په موجودیت کې د سلفردای اکساید (د سلفر لوگی) سره تعامل کوي او د ایودین څخه HI چې یو بې رنگه مرکب دی جوړیږي او د فلتر د کاغذ قهوه ئي رنگ له منځه ځي. د پورتنیو تغیراتو کیمیاوي تعامل داسې دی.

$$I_2^0 + 2e^- \longrightarrow 2I^-$$
$$\overset{+4}{SO_2} + 2H_2O - 2e^- \longrightarrow (\overset{+6}{SO_4})^{-2} + 4H^+$$
$$\overset{0}{I_2} + \overset{+4}{SO_2} + 2H_2O \longrightarrow 2I^- + 4H^+ + SO_4^{-2}$$

## د سلفایت ($SO_3^{-2}$) د انیون پیژندنه :

د سلفایت انیون د رسوبي تعاملاتو له مخې نشي پیژندل کیدای. ځکه که د انحلالیت جدول ته وگورو نو د سلفایت او کاربونیت انیونونه د ټولو کیتونو سره مشابه تعاملات ورکوي مگر دا چې د سلفایت ایون $(\overset{+4}{SO_3})^{-2}$ یو احیاگر او د کاربونیت ایون $(\overset{+4}{CO_3})^{-2}$ احیا گر نشي کیدای پدې اساس د دغه دوه ایونو فرق کولای شو. که د فلتر کاغذ د ایودین په رقیق محلول کې لوند کړو او پر دغه کاغذ امتحاني محلول واچوو نو که په امتحاني محلول کې د سلفایت ایون موجود وی د لاندې تعامل په نتیجه کې آزاد ایودین په HI چې یو بې رنگه مرکب دی اوړي او د کاغذ قهوه ئي رنگ له منځه ځي.

$$I_{2(aq)} + SO_{3(aq)}^{-2} + H_2O \longrightarrow 2I^{-}_{(aq)} + 2H^{+}_{(aq)} + SO_{4(aq)}^{-2}$$

اکم ( 8 - 1 ) جدول : په اوبو کې د بعضي مالګو د انحلالیت تقریبي اندازه $T = 293\ K$

| کتیون | انیون *negaticve ionen* $NO_3^-$ | $CH_3COO^-$ | $Cl^-$ | $Br^-$ | $I^-$ | $SO_4^{2-}$ | $F^-$ | $S^{2-}$ | $OH^-$ | $SO_3^{2-}$ | $CO_3^{2-}$ | $PO_4^{3-}$ | $O^{2-}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $Na^+$ | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g | r |
| $K^+$ | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g | r |
| $NH_4^+$ | g | g | g | g | g | g | g | o | | g | o | o | |
| $Mg^{2+}$ | g | g | g | g | g | g | s | m | s | m | m | s | s |
| $Al^{3+}$ | g | g | g | g | g | g | g | r | s | r | r | s | s |
| $Fe^{2+}$ | g | g | g | g | g | g | m | s | s | s | s | s | s |
| $Zn^{2+}$ | g | g | g | g | g | g | g | s | s | s | s | s | s |
| $Fe^{3+}$ | g | g | g | g | | g | m | | s | | r | s | s |
| $Cu^{2+}$ | g | g | g | g | | g | g | s | s | s | s | s | s |
| $Ca^{2+}$ | g | g | g | g | g | m | s | m | m | s | s | s | r |
| $Ba^{2+}$ | g | g | g | g | g | s | m | m | g | s | s | s | r |
| $Hg^{2+}$ | g | g | g | m | s | r | r | s | | | s | s | s |
| $Pb^{2+}$ | g | g | m | m | s | s | m | s | s | s | s | s | s |
| $Hg^+(Hg_2^{2+})$ | g | m | s | s | s | s | r | s | | s | s | s | s |
| $Ag^+$ | g | m | s | s | s | m | g | s | | s | s | s | s |

g - ښه حل ( زیات له 0,1 مول في لیتر )

m - کم حل ( کم له 0,1 مول في لیتر زیات له 0,01 مول في لیتر )

s - خراب حل ( کم له 0,01 مول في لیتر )

o - په اوبو کې تجزیه کیږي

r - د اوبو سره تعامل کوي

د ابو موجودیت د سپین کاپر سلفیت په مرسته معلومیدای شي. دا ځکه چې سپین کاپر سلفیت د اوبو سره تعامل کوي او په نیل توتیا یا آبي رنګه کاپر سلفیت اوړي. د دې تعامل کیمیاوي تعادله لاندې ورکړل شویده.

$$CuSO_{4\,(S)} + SH_2O \longrightarrow CuSO_4 \,.\, SH_2O_{(S)}$$

د نیل توتیا په کرستل کې پنځه مالیکوله اوبه د کرستلي اوبو په نامه یادیږي. (د مختلفو موادو په کرستلونو کې کرستلي اوبه په معین مقدار موجودې وي. د اکثرو مالګو د هایدراتو په یو مالیکول کې 1, 2, 3 مالیکوله کرستلي اوبه موجودې وي. کرستلي اوبه کیدای شي د کرستلي جالې په غوټو کې ځای نیولی وي او یا خو د کیمیاوي یا هایدروجني اړیکې په واسطه د هغې کیمیاوي مادې د ایونونو سره تړاو ولري. نو ځکه د لمدبل د اوبو بر عکس کرستلي اوبه په ډیره سختۍ د مربوطه موادو څخه جدا کیږي. په نیل توتیا کې د پنځه مالیکوله کرستلي اوبو له جملې څخه څلور مالیکوله ئې د مس د ایون سره د دونر اکسپټر کیمیاوي اړیکې په واسطه یو کمپلکس $[\,Cu(H_2O)_4\,]^{+2}$ جوړوي او پنځم مالیکول ئې د سلفیت د ایون سره د هایدروجني اړیکې په واسطه تړاو پیدا کوي. د تودوخې په $100°C$ کې کاپر سلفیت څلور مالیکوله کرستلي اوبه د لاسه ورکوي او پنځم مالیکول ئې د

تودوخې په 250°C کې جدا کېږي او سپین کاپر سلفیت ترې لاس ته راځي.)

سوال : د اوبو په محلول کې د $Ba^{+2}$ او $Mg^{+2}$ کیتونونه او هم د $SO_4^{-2}$ او $PO_4^{-3}$ انیونونه یو د بل نه څنګه فرق کولای شي.

جواب : د رسوبي تعاملاتو په مرسته د یو کیتون یا د یو انیون د پیژندلو دپاره د انحلالیت د جدول ( ۱ - 8 ) نه کار اخستل کېږي. په دغه جدول کې باید وکتل شي چې دغه مشخص کیتون یا دغه مشخص انیون د کومو انیونو یا د کومو کیتونو سره رسوب جوړوي چې د نورو انیونو او یا د نورو کیتونو سره ئې نه جوړوي.

a - د $Mg^{+2}$ او $Ba^{+2}$ د کیتونو پیژندنه :

د انحلالیت د جدول څخه ښکاري چې $Ba^{+2}$ د $SO_4^{-2}$ سره رسوب جوړوي مګر $Mg^{+2}$ ئې نه جوړوي د بلې خوا $Mg^{+2}$ د $OH^-$ سره رسوب جوړوي مګر $Ba^{+2}$ ئې نه جوړوي پس په دوه امتحاني تیوبونو کې لږ څه د امتحاني موادو محلولنه اخلو په یو تیوب کې څو څاڅکي سودیم سلفیت او په بل تیوب کې څو څاڅکي سودیم هایدروکساید علاوه کوو. که د سودیم سلفیت په څاڅکو رسوب جوړ شو نو په امتحاني محلول کې د $Ba^{+2}$ کیتونونه وجود لري او که د سودیم هایدروکساید په څاڅکو رسوب جوړ شو نو ویلای شو چې په امتحاني محلول کې د $Mg^{+2}$ کیتونونه وجود لري.

b - د $SO_4^{-2}$ او $PO_4^{-3}$ د انیونو فرق :

د انحلالیت د جدول څخه ښکاري چې د سلفیت او فاسفیت انیونونه د ډیرو کیتونو په واسطه سره فرق کیدای شي موږ کولای شو د دې کار لپاره د $Mg^{+2}$ څخه کار واخلو.

په امتحاني محلول کې د مګنیزیم نایتریت څو څاڅکي اچوو چې نتیجه کې مګنیزیم فاسفیت رسوب کوي او مګنیزیم سلفیت رسوب نه کوي.

سوال : د دې لپاره چې مالګې یو د بل څخه فرق کړای شو باید د هغو محلولونه جوړ کړو دغه مالګې په اوبو کې نه حلیږي بیا لازمه ده چې بله چاره ولټوو.

a - که په یوه پیاله کې یوه نامعلومه مالګه وي نو څنګه کولای شو وپیوهیږو چې دغه مالګه ارجنتم کلوراید او که ارجنتم کاربونیت ده.

جواب : په نوموړې مالګه کې څو څاڅکي د نایترک اسید محلول اچوو که د غه مالګه ارجنتم کاربونیت وي نو هغه د شورې د تیزابو سره تعامل کوي او د کاربندای اکساید ګاز آزادیږي.

$$Ag_2CO_3\,(s) + 2H_3O^+ + 2NO_3^- \dashrightarrow 2AG^+{}_{.aq} + 2NO_3^-{}_{.aq} + CO_2\uparrow + H_2O$$

او که ارجنتم کلوراید وي نو کوم ګاز نه آزادیږي.

b - څنګه پوهیدای شو چې په یوه پیاله کې چې باریم سلفیت دي په هغې کې سهواً باریم کاربونیت هم لویدلي دي.

جواب : د دغې پیالې مواد په امتحاني تیوب کې واچموی او پر هغې لږ څه د شورې د تیزابو محلول اضافه کړی. که هلته د باریم کاربونیت مالګه وي نو په تیوب کې د کاربندای اکساید پوکنۍ جوړیږي.

$$BaCO_3\,(s) + 2H_3O^+ + 2NO_3^-{}_{.aq} + \dashrightarrow Ba^{+2}{}_{.aq} + 2NO_3^-{}_{.aq} + CO_2\uparrow + H_2O$$

# کروماتو گرافي:

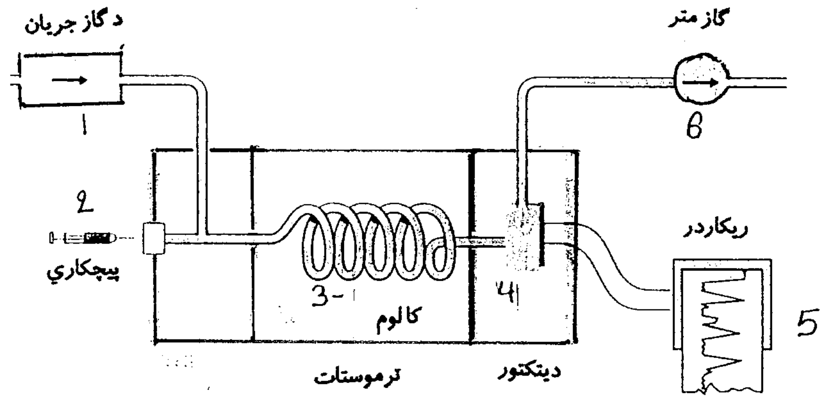
کروماتو گرافي د کیمیاوي موادو د ګډولي (مخلوط ) د اجزاؤ د پیژندني او یو د بل څخه د جلا کوني یو متود دي. دا متود د لمړي ځل لپاره په کال 1903 کې د یو روسي وانبه پیژندونکي میخائیل سوت له خوا د نباتاتو د پګمنتونو ( رنګونو) د جلا کوني دپاره په کار وړل شویدی نو څکه د کروماتو ګرفي ( رنګ پیژندني ) په نامه یاد شوی دی. ولي نن ورځ دغه متود د هر ډول موادو د ګډولي د اجزا. د پیژندني او یو د بل څخه د جلا کوني دپاره استعمالیږي. پر جاذب شي د یو مخلوط د مختلفو اجزاؤ د جذبیدو د قابلیت تفاوت د دې متود اساس جوړوي. کیمیاوي مواد په دې متود کې دوه فازي حالات لري. چې یو ئې ثابت فاز او بل یې متحرک فاز وي. جاذب مواد یو ثابت فاز او اکثراً جامدات او یا یوه مایع وي چې پر جامد شي کې جذب شوي وي.

متحرک فاز ګاز یا مایع او یا خو مایع محلول وي.

د امتحاني موادو ګډوله د متحرک فاز سره یو ځای د ثابت فاز له مینځ څخه تیریږي په دې جریان کې د مخلوط بعضي اجزا مضبوطې جذب، بعضې ئې سستې او بعضې ئې هیڅ نه جذبیږي چې په دې ترتیب د ګډولي اجزاوې یو له بل څخه جدا کیږي. نن ورځ د کروماتو ګرافي ډیر ډولونه مینځ ته راغلي دي چې د هغو له جملې څخه یو متود ئې د ګاز کروماتو ګرافي دی چې لاندې تشریح کیږي.

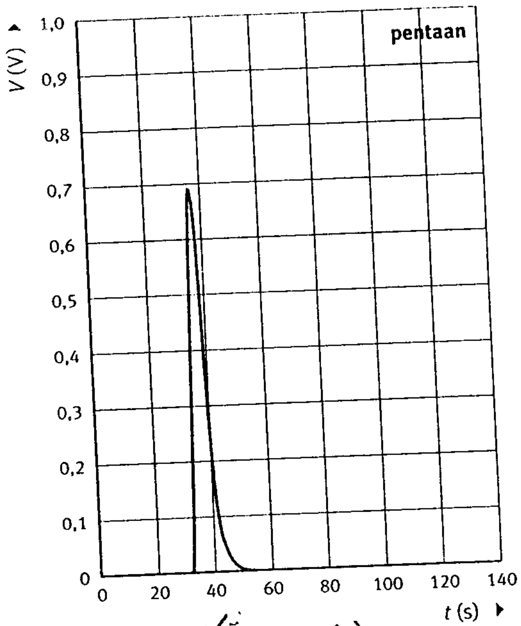
# ګاز کروماتو ګرافي:

په (1 - 8) شکل کې د ګاز کروماتو ګرافي ساده شیما ښودل شویده.

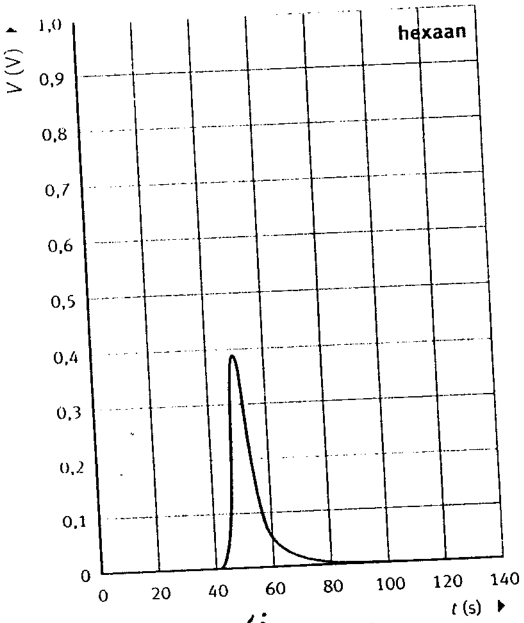



(1 - 8) شکل : د ګاز کروماتو ګرافي شیما

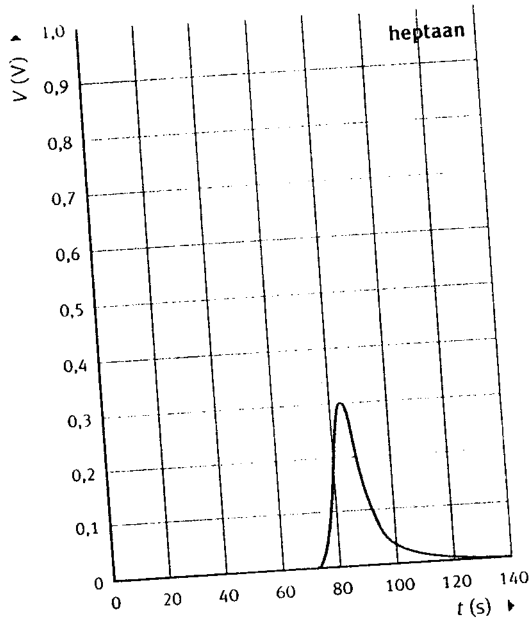
له (1) قسمت څخه حامل گاز کرماتو گراف ته داخليږي. په (2) قسمت کې پيچکاري د ستنې په واسطه د گاز امتحاني گړوله حامل گاز سره يو ځای کيږي او ټول گاز يو ځای په (3) قسمت ( کالوم) کې جاذب موادو (ثابت فاز) ته ورننوځي. د گاز د گړولي د اجزاؤ د ماليکولي کتلې او دماليکولنو د قطبيت له مخې د گړولي هر جز په جدا جدا وختونو کې له (3) قسمت څخه وزي. که د گاز د جريان سرعت معين او ثابت وي نو دغه وختونه د هر گاز لپاره معين او مشخص دي. او د هغې له مخې د گړولي اجزأ پيژندل کيږي. د گړولي هغه اجزأ چې ماليکولي کتله يې کمه وي په لږ وخت کې له (3) قسمت څخه وزي. که جاذب مواد قطبي وي نو د گړولي هغه جز چې ماليکولونه ئې قطبي دي هغه پر جاذب محکم جذب او څه وخت وروسته له (3) قسمت څخه وزي . دلته بايد انتظار وايستل شي تر څو ټول گاز د (3) قسمت څخه وزي. کله چې گاز له (3) څخه (4) قسمت ته داخليږي نو د ديتکتور څخه تيريږي او په دغه لحظه کې کمپيوتر او يا ريکاردر کې سگنال جوړيږي. د گاز د جريان مقدار د (6) آلې په واسطه اندازه کيږي. او په نتيجه کې کمپيوتر يا ريکاردر داسې گراف رسموي چې په هغې کې سگنال د پيک په شکل په گراف کې راځي. دغه گراف د کروماتو گرام په نامه ياديږي. په کروماتو گرام کې د وخت پر محور د پيک ځای د کالوم څخه د گاز د وتلو وخت او د پيک لاندې ساحې مساحت د گاز حجم ښئي. په کروماتو گراف کې د تودوخې درجه بايد دومره وي چې امتحاني گړوله د گاز حالت ولري او د (3) قسمت د تودوخې درجه د ترموستات په واسطه ثابته وساتل شي. د گاز د جريان سرعت بايد ثابت وي. د گاز د جريان سرعت په (1) قسمت کې کنتروليږي. په (8 - 2) , (8 - 3) , (8 -4) , شکلونو کې د معلومو او خالصو موادو يعنې پنتان، هکذان او هپتان کروماتوگرامونه ښودل شوي دي. او (8 -5 ) شکل د پنتان او هپتان د مخلوط کروماتو گرام دی.



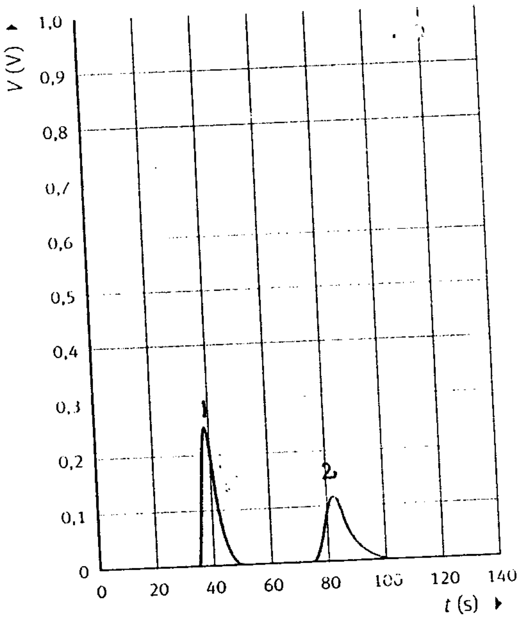

شکل (8-2)




شکل (8-3)




شکل (8-4)




1: 1,7 cm³
2: 1,4 cm³

شکل (8-5)

(3 - 8) , (2 - 8 )او (4 - 8) کروماتو گرامونه درې واړه په یو کروماتو گراف او د عین شرایطو لاندې اخستل شوي دي. د امتحاني موادو مقدار په درې واړو نمونو کې دوه مکرولیتره مایع ده. له پورتنیو شکلونو څخه ښکاري چې په دې کروماتو گراف او په دې شرایطو کې د دوه مکرولیتره امتحاني مایع په کروماتو گرام کې د پیکو لاندې ساحو مساحت 3,7 یا $3,8cm^2$ دی. همدا ډول د عین کروماتو گراف په واسطه د عین شرایطو لاندې دوه مکرولیتره د الکان ( $CnH_{2r}$ ) د مخلوط کروماتو گرام په (5 - 8) شکل کې ښودل شوی دی د پورتنیو څلور واړو گرامونو د مقایسې څخه معلومیږي چې په (5 - 8 ) شکل کې دوه پیکونه په پنتان او هپتان پورې اړه لري. او د دې دوه پیکونو لاندې ساحو د مساحتو نسبت ( pentane : heptane = 1,7 : 1,4) په نوموړي مخلوط کې د پنتان او هپتان د حجمونو نسبت ښئي.

سوالونه :

1 -

a - د کرماتو گرافي په تجربو کې ولې باید د کروماتو گراف د تودوخې درجه او د گاز جریان ثابت پاتې شي.

جواب : که د تجربو په جریان کې د کروماتو گراف د تودوخې درجه لوړه شي نو گاز له جاذب ( کالوم ) څخه ژر آزادیږي او ژر دیتکتور ته رسیږي همدا ډول که د گاز د جریان سرعت زیات شي گاز پر جاذب نه جذبیږي او ژر دیتکتور ته رسي یعنې په دواړو حالاتو کې مشخصه ئي وخت کمیږي بر عکس که د کروماتو گراف د تودوخې درجه ټیټه او یا د گاز د جریان سرعت کم شي مشخصه ئي وخت زیاتیږي. په څلور واړو حالاتو کې په کروماتو گرام باندې د وخت پر محور د پیک ځای تغیر کوي او د دغسې کروماتو گرام له مخې د گاز د گډولې د اجزاؤ نوعیت او مقدار سم نشي تعینیدلای.

b - په گاز کروماتو گرافي کې ترموستات باید د تودوخې په څو درجو عیار شي.

جواب : که د گاز گډوله د پنتان او هپتان څخه جوړه وي دا چې د پنتان د غلیان نقطه 309°k او د هپتان د غلیان نقطه 372°k ده نو ترموستات باید په 372°k عیار شي تر څو د گډولې ټولې اجزاوې د گاز حالت ولري.

2 - توضیح کړی چې مشخصه ئي وخت په لاندې فکتورونو پورې اړه لري.

a - د حامل گاز د جریان سرعت

b - د ثابت فاز د موادو نوعیت .

جواب :

a - که د حامل گاز سرعت زیات وي نو د گډولې اجزأ پر جاذب ښه نشي جذبیدای او ژر دیتکتور ته رسیږئ چې په دې ترتیب مشخصه یې وخت تغیر کوي ( لنډیږي ) .

b - قطبي مواد مثلاً ایتانول په نظر کې نیسو چې د یو کالوم په منځ کې جریان کوي که په کالوم کې ثات فاز قطبي مواد وي نو ایتایل الکول په داسې ثات فاز ښه جذبیږي یعنې ایتانول په کالوم کې په ورو حرکت کوي او په څنډ دیتکتور ته رسیږي چې دلته مشخصه ئي وخت اوږد ( زیات ) وي. برعکس که په کالوم کې ثابت فاز غیر قطبي مواد وي ایتانول پر هغې نه جذبیږي یعنې ایتانول په کالوم کې چټک حرکت کوي او ژر دیتکتور ته رسي چې دلته مشخصه ئي وخت لنډ (کم ) وي.

3 - د پنتان او هپتان د گډولې کروماتو گرام په (5 - 8 ) شکل کې ورکړل شویدی په گډوله کې د پنتان او هپتان د حجمونو نسبت پیدا کړی.

جواب : پنتان او هپتان دواړه غیر قطبي مواد دي نو د دوئ مشخصه ئي وخت یوازې په مالیکولي کتله پورې اړه لري. دا چې د هپتان په نسبت د پنتان مالیکولي کتله کمه ده نو هغه د هپتان څخه د مخه دیتکتور ته رسي پس

ویلای شو چې په (5 - 8) شکل کې لمړی پیک په پنتان او دویم پیک په هپتان پورې اړه لري او د دغه پیکو لاندې ساحو مساحتونه او هم د دغو گازونو حجمونه په خپل مینځ کې داسې نسبت لري.

$1,4 : 1,7 =$ هپتان : پنتان د پیک لاندې ساحو د مساحتو نسبت

$1,4 : 1,7 =$ هپتان : پنتان د حجمونو نسبت

4 - د (2 - 8) , (3 - 8) او (4 - 8) شکلونو له مخې وواياست چې آیا پنتان که هکذان او که هپتان په عین جاذب مضبوط جذبیږي.

جواب : څرنگه چې مشخصه ئې وخت په کالوم کې د گاز د جذبیدو د شدت سره مستقیم اړیکې لري نو د دغه درې واړو شکلونو د مقایسې له مخې ویلای شو چې هپتان به کالوم کې مضبوط جذبیږي.

5 - د یو گاز کروماتوگراف کالوم د جامدو قطبې موادو څخه ډک شوی دی مونږ غواړو چې د متان او هایدروجن فلوراید مخلوط د دې کروماتو گراف په واسطه سره جلا کړو

a - پدې تجربو کې د کروماتو گراف د تودوخې ټیټه درجه څو کیدای شي.

جواب : د متان د غلیان نقطه $112°k$ او د هایدروجن فلوراید د غلیان نقطه $293°k$ درجې دي پس په کروماتو گراف کې د تودوخې درجه باید $293°k$ څخه لوړه وي.

b - وواياست چې د متان او که د هایدروجن فلوراید مشخصه ئې وخت زیات دی.

جواب : متان غیر قطبي او هایدروجن فلوراید یوه قطبي ماده ده. هایدروجن فلوراید په کالوم کې مضبوط جذبیږي او مشخصه ئې وخت یې اوږود (زیات) دی.

نوټ : د گاز کروماتو گرافي د متود په واسطه د گازي گډولې اجزأ په اطمینانی ډول جدا کیدای شي. جدا شوي اجزأ وروسته ما سسپکترو متر ته ورځي هلته د اجزاؤ نوعیت او هم د هغوئ مالیکولي جوړښت په دقیقه توگه معلومیږي. د دې کار لپاره بعضې وخت د IR سپکترو سکوپي څخه هم استفاده کیږي.

# ماسسپکترو سکوپي:

د کتلې د تفاوت له مخې د کوچنیو ذرو پیژندل او یو له بل څخه فرق کول د ماسسپکترو سکوپي اساس جوړوي. د ماسسپکترو سکوپي په واسطه د عناصرو مختلف ایزوتوپونه پیژندل کیږي. دا متود د کیمیاوي تحلیل، د ایوني تعاملاتو د مطالعې او هم د کیمیاوي موادو د مالیکولونو د جوړښت د پیژندنې دپاره په کار وړل کیږي همدا ډول د وینې معاینه ،په تجارتي خوراکي شیانو کې د مضره موادو کنترول ،په کیمیاوي صنعت کې د هر قسم موادو پیژندل د ماسسپکترو سکوپي په واسطه کیږي. مثلاً د پولي ایتین د لاس ته راوړلو لپاره په ایتین ( $CH_2 = CH_2$ ) کې د ایتان ډیر کم مقدار د پولي ایتین د جوړیدو مانع گرځي نو ځکه د ایتین هغه جریان چې رییکتور (تعامل ځای) ته ځي په منظم ډول همیشه کنترولیږي.

په ماسسپکترومتري کې د یوې کیمیاوي مادې د مالیکولونو د جوړښت د معلوملو دپاره لمړی دغه ماده باید خالصه شي چې بیا هغه په خلا ( $10^{-4}$ pa ~ ) کې په گاز بدلیږي او وروسته ایونایز کیږي.

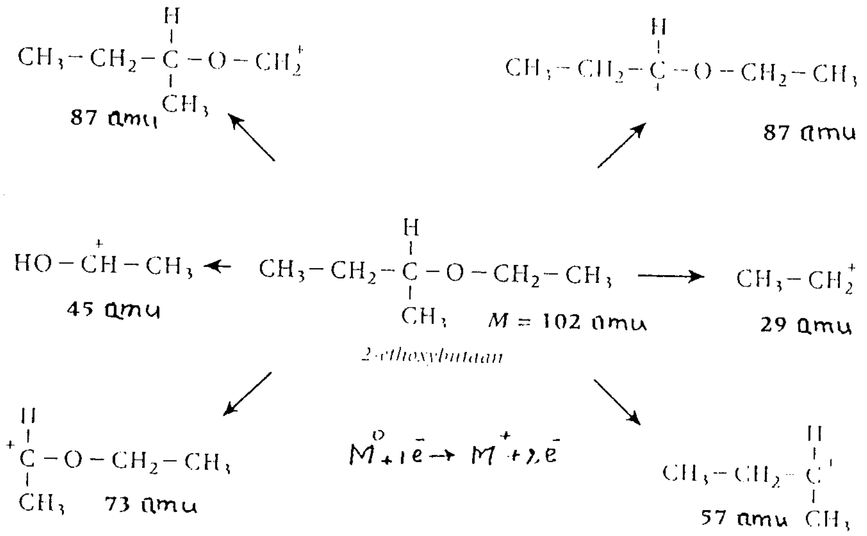
د امتحانی مادې مالیکولونه په ډیرو طریقو ایونایز کیدای شي چې د هغې له جملې څخه یوه طریقه ئې د آزادو الکترونونو گوزار دی. آزاد الکترونونه په شدت سره د امتحاني مادې مالیکولونو ته دومره نژدې کیږي چې د دې مالیکولونو څخه بعضې الکترونونه الوزي او هم بعضې سستي کیمیاوي رابطې شلیږي. چې په نتیجه کې مالیکول ایون

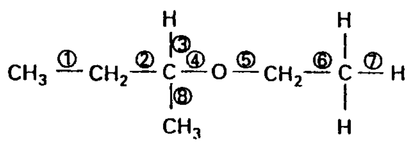
( ماليکول چې الکترون ورځخه جلا شوی وي ) او د ماليکول مثبت چارج لرونکي ټوټې ( فرگمنتونه ) جوړيږي. د دې ټولو ايونو چارج اکثراً (+1) وي.
مثلاً د کاربندای اکساید د ايونايزيشن په نتيجه کې لاندې مثبت ايونونه لاس ته راځي.

$$CO_2 + \bar{e} \longrightarrow \overset{+}{CO_2} + 2\bar{e}$$

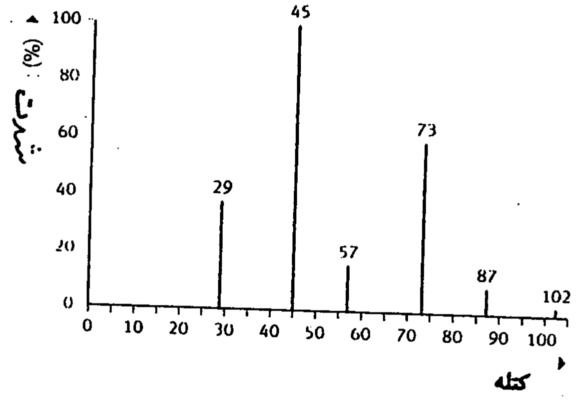
$$\overset{+}{CO_2} \longrightarrow CO + O^{+}$$

مثبت ايونونه داسې قسمت ته داخليږي چې هلته لوړه خلا او قوي برقي ساحه ده دلته د ايون د حرکت سرعت زياتيږي او بيا دغه ايونونه ( فرگمنتونه ) مقناطيسي ساحې ته کومه چې د ايونو د حرکت پر مسير عموده ده داخليږي. د مقناطيسي ساحې تر تأثير لاندې ايونونه له خپل اصلي مسير څخه انحراف کوي. د دې انحراف اندازه د هر ايون په کتله (m) او چارج (z) پورې اړه او m/z سره مستقيم تناسب لري. دا چې دلته د ايون چارج (1) دی نو د دغه انحراف اندازه يوازې د ايون ( فرگمنت ) د کتلې سره مستقيم تناسب لري. په دې اساس کله چې د مختلفو کتلو لرونکي فرگمنتونه مقناطيسي ساحې ته داخل شي دلته له خپل لمړني مسير څخه په مختلفو اندازو انحراف کوي او په نتيجه کې يو له بل څخه جلا کيږي او کله چې هغوئ په ديتکتور کې غورځي نو هره کتله جلا برقي سگنال مينځ ته راوړي ولې ټول هغه فرگمنتونه چې عين کتله لري يو شريک سگنال جوړوي. که يوه معينه کتله د نورو کتلو په پر تله ډير کرته په ديتکتور کې راجستر شي نو د هغې کتلې د سگنال شدت ( د سگنال ارتفاع ) د نورو سگنالو په پرتله زيات وي. په خپل منځ کې د سگنالونو د شدت د مقايسې دپاره د هغه تر ټولو لوړ سگنال شدت 100% قبلوي او د هغې په مقايسه د نورو سگنالونو د شدت فيصدي محاسبه کوي او په آخر کې د کتلې او د سگنال د شدت ارتباط په گراف رسموي داسې گراف د ماسسپکتروم په نامه يادېږي. لاندې 2 - ethoxybutane ماليکول څخه د ممکنه فرگمنتو جلا کيدل او په (6 - 8) شکل کې د 2 - ethoxybutane ماسسپکتروم ښودل شويدی.






| توټه(فرگمنت) | د شلیدلي اړیکي نمره |
|---|---|
| $CH_3-CH_2-CH(CH_3)-O-CH_2^+$ | 6 |
| $CH_2-CH_2-C^+H-O-CH_2-CH_3$ | 8 |
| $HO-C^+H-CH_3$ | 4 |
| $CH_3-CH_2^+$ | 2 |
| $^+CH(CH_3)-O-CH_2-CH_3$ | 2 |
| $CH_3-CH_2-C^+H-CH_3$ | 4 |




شپږم ( 6 - 8 ) شکل : د ( 2 - ethoxybutane ) ماسسپکتروم

سوال : د ethoxybutane 2 د مالیکول جوړښت او د مالیکول څخه د مختلفو فرګمنتو جلا کېدل په پام کې ونیسی.

a - د مالیکول څخه د هر فرګمنت د جدا کېدو په وخت کې کومه رابطه شلېږي.

جواب : په ۲۳۶ مخ کې جدا شوي ټوټې او د شلیدلې رابطې نمرې ورکړل شویدي.

b - د نوموړي مالیکول څخه د لاس ته راغلیو فرګمنتو څخه معلومیږي چې د دغه فرګمنتو د جملې څخه د یو فرګمنت په جلا کېدو کې نه یوازې یوه کیمیاوي رابطه شلیدلې ده بلکه په هغې کې د یوه اتوم ځای هم بدل شویدی. تاسې وواياست چې دغه فرګمنت کوم دی دلته په مالیکول کې کومه اړیکه شلیدلې ده او د کوم اتوم ځای بدل شویدی.

جواب : دغه فرګمنت $HO - \overset{+}{C}H - CH_3$ دی دلته په مالیکول کې (4) نمبر رابطه شلیدلې ده او دلته د H اتوم د C د اتوم څخه د O اتوم ته ورغلی دی.

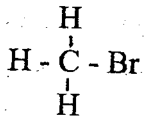
سوال 7 : د لاندې کیمیاوي موادو د مالیکولو څخه کوم فرګمنتونه جلا کېدای شي.

a - بروم متان

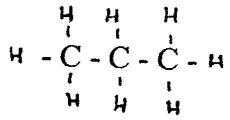
b - پروپان

جواب : لمړی د هرې مادې د مالیکول جوړښت او بیا د هر مالیکول فرګمنتونه لیکو.

-a



$\overset{+}{C}H_3$ , $\overset{+}{Br}$ , $CH_2 - \overset{+}{Br}$ , $\overset{+}{H}$ , $CH\overset{+}{Br}$ , $\overset{+}{CH_2}$



$CH_3 - CH_2 - \overset{+}{CH_2}$ , $CH_3 - \overset{+}{C}H - CH_3$ , $\overset{+}{C_2H_5}$ , $\overset{+}{C}H_3$ , $H^+$

سوال 8: که په ( ۲۳۶ ) صفحه کې د 2 - ethoxybutane د مالیکول جوړښت او د هغې څخه لاس ته راغلیو فرګمنتو ته متوجه شي نو لیدل کیږي چې د نورو فرګمنتو د جلا کېدو امکان هم شته. دغه فرګمنتونه کوم دي چې پاس نه دي ښودل شوي.

جواب : $\overset{+}{C}H_3$ او $H^+$

سوال 9 : د یوې کیمیاوي مادې په ماسسپکتروم کې د کتلې 15 , 29 او 45 اتومي واحده (amu) فرګمنتونه لیدل کیږي د لاندې جدول له مخې وواياست چې دغه کومه ماده ده.

| کیمیاوي ماده | ګروپ | د M کتله په (amu) |
| --- | --- | --- |
| الديهايد، ايترونه، امينونه | H | 1 |
| د میتایل لرونکي مختلف مرکبات | $CH_3$ | 15 |
| الديهايد، ايتايل لرونکي مرکبات | CHO , $C_2H_5$ | 29 |
| عضوي تيزابونه | COOH | 45 |

جواب : هغه کیمیاوي ماده چې له دغه ګروپو څخه جوړه وي کیدای شي چې پروپانک اسید وي.

$$CH_3 - CH_2 - COOH$$

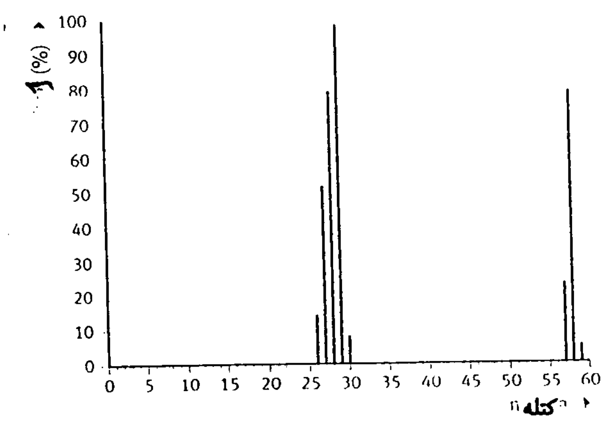
سوال 10 : په یو ماسسپکتروم کې کوم پیک د امتحاني مادې د جوړښت په هکله دقیق معلومات ورکوي

a - هغه پیک چې په لویه کتله پورې مربوط وي.

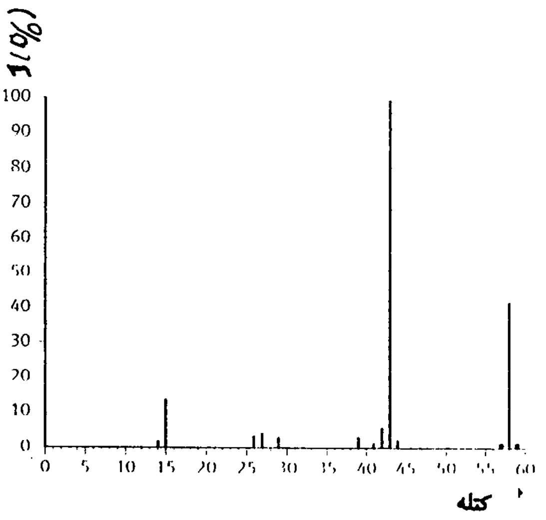
b - هغه پیک چې په کوچنۍ کتله پورې مربوط وي.

جواب : هغه پیک چې د لويې کتلې لرونکی فرګمنت پورې مربوط وي د امتحاني مادې د مالیکول لوی قسمت ښئي او د مالیکول لوی قسمت د اصلي مالیکول د جوړښت په هکله دقیق معلومات ورکوي.

سوال 11 - د پروپانون او پروپانل مالیکولي کتلې یو شی دي مګر د هغوئ ماسسپکترونه سره فرق لري چې په (7 - 8) او (8 - 8) شکلونو کې ښودل شويدي.



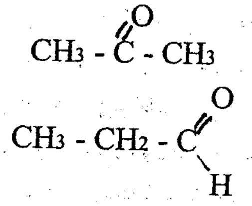

(8 - 8) شکل




(7 - 8) شکل

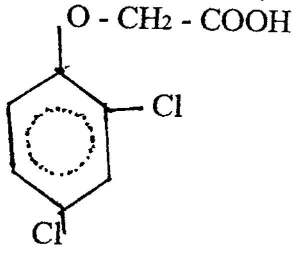
وواياست چې کوم ماسسپکتروم د کومې مادې څخه لاس ته راغلی دی.

جواب: لمړی د دغه دواړو کیمیاوي مرکباتو ساختماني فورمولونه لیکو. بیا د دغه ساختماني فورمولونو له مخې د مختلفو فرگمنتو د جلا کیدو امکان او هم د باقي پاتې قسمت کتله په نظر کې نیسو.




د دغه دواړو مادو مالیکولي کتلې یو شی (58 amu) دي. د (7 - 8) شکل په ماسسپکتروم کې یو پیک په 15 amu او یو بل لوړ پیک پر 43 amu = (58 - 15) کې ښکاري. د 43 amu پیک د شدت څخه معلومیږي چې دلته ډیر شمیر د $CH_3$ گروپونه د کوم مالیکول څخه جلا شوي دي پس ویلای شو چې (8 - 7) شکل ماسسپکتروم په پروپانون پورې اړه لري. همدا ډول د (8 - 8) شکل ماسسپکتروم کې 29 amu کتلې ته نژدې یو شمیر پیکونه ښکاري. دغه پیکونه کیدای شي د ایتایل یون او الدیهاید د فرگمنتو څخه لاس ته راغلي وي. یعني کیدای شي چې دغه ماسسپکتروم د پروپانل وي.

سوال 12: په مخدره موادو او هم په باراني ډنډ اوبو کې یوه ډیره مضره ماده یعنې 2,4 dichlorofenoxy ethanoic acid چې تجارتي نوم ئې 2 ,4 D دی موجوده وي. ددې مادې د تثبیتولو دپاره ماسسپکترومتري ډیره استعمالیږي. د دې مادې کیمیاوي فورمول دا دی.




د دې مادې ماسسپکتروم کې په 220 amu او 175 amu, 162 amu پیکونه جوړیږي د دې پیکونو جوړیدل توضیح کړی.

جواب: د نوموړې مادې مالیکولي کتله 220 amu ده پس لرو چې:

a - د 220 amu پیک پخپله په مالیکول ایون پورې اړه لري.

b - که له دغه مالیکول څخه د COOH گروپ ( m = 45 amu ) جدا شي نو د (220 - 45) = 175 amu پیک لاس ته راځي یعني د 175 amu پیک په $Cl_2 - C_6H_3 - O - CH_2$ فرگمنت پورې اړه لري.

c - که د 2,4D د مالیکول څخه داسې یو گروپ چې کتله ئې 58 amu وي جدا شي (220 -58 = 162) نو

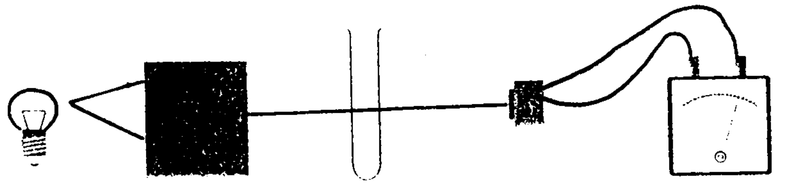
د 162 amu پیک لاس ته راځي مګر دلته نور امکانات هم شته. مثلاً که د $Cl_2 - C_6H_3 - O - CH_2$ فرګمنت څخه چي کتله ئي $m = 175$ amu ده د CH ($m = 13$ amu) ګروپ جدا شي او د هایدروجن یو اتوم د C څخه د O اتوم ته لاړ شي په هغه صورت کي د $Cl_2 - C_6H_3 - OH$ فرګمنت چي کتله ئي 162 amu ده لاس ته راځي.

تبصره: ماسپکترومتري یواځي د مالیکول د فرګمنتونو د کتلو له مخي دمالیکول د جوړښت په هکله قضاوت کوي. دا چي مختلف فرګمنتونه لکه $C_2H_5$ , CHO کیدای شي عیني کتله ولري نو په دي دلیل د ماسپکتروم له مخي د مالیکول د جوړښت په هکله مطلق قضاوت ډیر اطمیناني ندی پر ته له دي د ماسسپکترو سکوپي د مطالعي څخه داسي ښکاري چي د یو ماسسپکتروم توضیح کول اوږده عملي تجربه غواړي او د کیمیاوي موادو د مالیکول د جوړښت د پیژندني دپاره بعضي وخت اضافي تحقیقاتو ته ضرورت پیښیږي.

## جذبي سپکترومتري:

بعضي مواد، مایعات او محلولونه ځانګړي ( خاص ) رنګ لري. مثلاً د مسو د مالګو محلولونه اکثراً آبي رنګه وي چي د دغه رنګ له مخي د مس مالګي پیژندل کیدای شي.

کله چي رڼا ( د لیدو وړ وړانګي ) رنګه موادو ته داخلیږي نو رنګه مواد درڼا د اوه رنګه وړانګو له جملي څخه یوازي هغه وړانګي چي د څپي ( موج ) اوږدوالی ئي معین قیمت لري جذبولای شي. د موادو د دي خاصیت پر بنسټ د کیمیاوي موادو د پیژندلو یو متود چي جذبي سپکترومتري ئي بولي منځ ته راغلی دی. هغه وسیله چي د جذبي سپکترومتري تجربي پکي سرته رسي د سپکتروفوتومتر په نامه یادیږي. د دي وسیلي د کار طرز په لاندي ډول دی.




(9 - 8) شکل: جذبي سپکتروفوتومتر

د رڼا وړانګي مونو کروماتور ته راځي. د مونو کروماتور څخه د رڼا د اوه ډوله رنګه وړانګو له جملي څخه فقط یو ډول وړانګي چي د ټولو د څپو اوږدوالی (λ) یو شی وي وتلای شي. د مونو کروماتور څخه راوتلي وړانګي یو شیشه ئي نل ( کیوت ) ته راځي. په دي نل کي کیمیاوي مواد اچول کیږي. کله چي یو رنګه وړانګي د شیشه ئي نل څخه تیریږي نو دغه کیمیاوي مواد د وړانګو یو قسمت جذبوي چي په نتیجه کي د کیوت څخه د وتلیو وړانګو شدت کمیږي. د

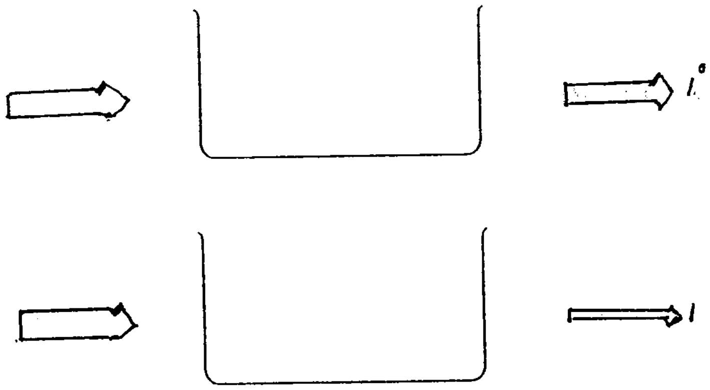
کیوت څخه د وتلیو وړانګو شدت په دري طریقو اندازه کیږي.

1 - د کیوت څخه د راوتلیو وړانګو په لار کې فوتو سل ایښودل کیږي چې د ما تر تاثیر لاندې په فوتو سل کې د برق جریان منځ ته راځي او د امپیر متر په واسطه اندازه کیږي. چې د برق د جریا ن د شدت له مخې فوتو سل ته د راغلیو وړانګو شدت معلوموي. په دې تجربو کې دوه کیوتونه چې قطرونه ئې یو شی وي په کاریږي. په لمړي کیوت کې مقیاسي مایع او په بل کیوت کې امتحاني محلول اچول کیږي. د مقیاسي مایع څخه د راتیر شویو وړانګو شدت په $I^{\circ}$ او د محلول څخه د راتیر شویو وړانګو شدت په $I$ ښودل کیږي.

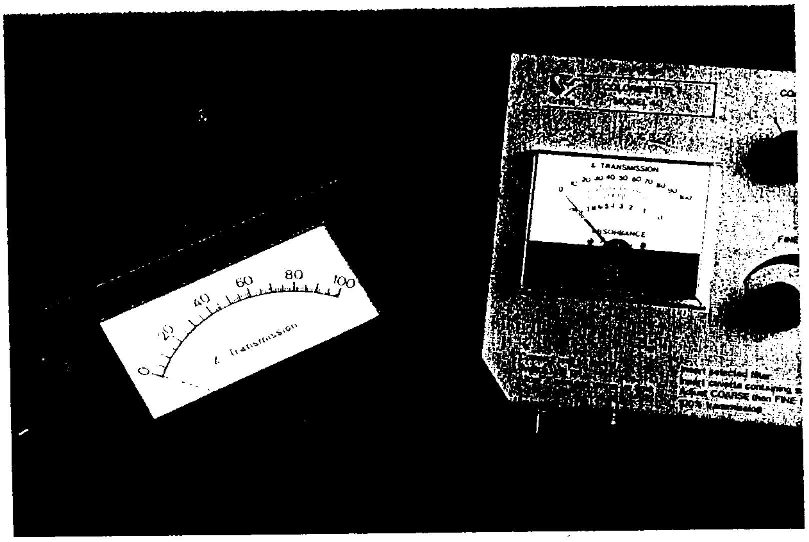
2 - د کیوت څخه د راتیر شویو وړانګو شدت د یوې بلې آلې په واسطه هم معلوموي.

دلته د جذب شویو وړانګو اندازه د ترانسمیسیون په فیصدۍ سره ښئي. د دې آلې لوحه د صفر څخه تر 100 پورې درجې لري. کله چې د مقیاسي مایع څخه د تیر شویو وړانګو شدت $I^{\circ}$ معلوموي نو د الې ستن پر 100 برابروي. بیا د محلول څخه د تیر شویو وړانګو د شدت اندازه کولو په وخت دغه ستن د 100 څخه ښکته راځي او کوم عدد چې ښئي د ترانسمیسیون د فیصدۍ په نامه یادیږي.

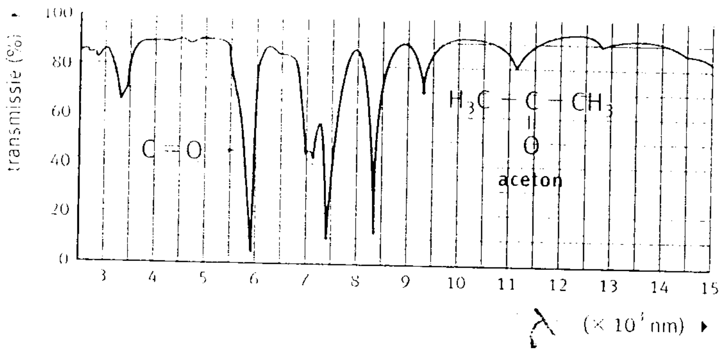
3 - کولوري متر (colorimeter) یوه بله آله ده چې د ترانسمیسیون فیصدي او اوپتیکي کثافت $E = \log \frac{I^{\circ}}{I}$ دواړه یو ځای ښئي. په دې آله کې د مقیاسي مایع څخه د تیر شویو وړانګو د شدت $I^{\circ}$ د اندازه کولو په وخت د آلې ستن د ترانسمیسیون پر 100 او د $E$ پر صفر درجه راځي. که د مقیاسي مایع او امتحاني محلول د کیوتونو قطرونه یو شی وي نو بیا د عین محلول دپاره د $\left( \frac{I^{\circ}}{I} \right)$ کمیت یو معین قیمت لري. او دا چې د محلول د غلظت په زیاتیدو سره د رڼا جذب زیات او $I$ قیمت کمیږي چې د دې سره متناسب د $E = \left(\log \frac{I^{\circ}}{I}\right)$ قیمت زیاتیږي نو ځکه د بعضي موادو د محلولو غلظت د جذبي سپکترو متري په واسطه معلومیدای شي.




(10 - 8 شکل : د مقیاسي مایع ($I^{\circ}$) او محلول ($I$) څخه د رڼا تیریدل



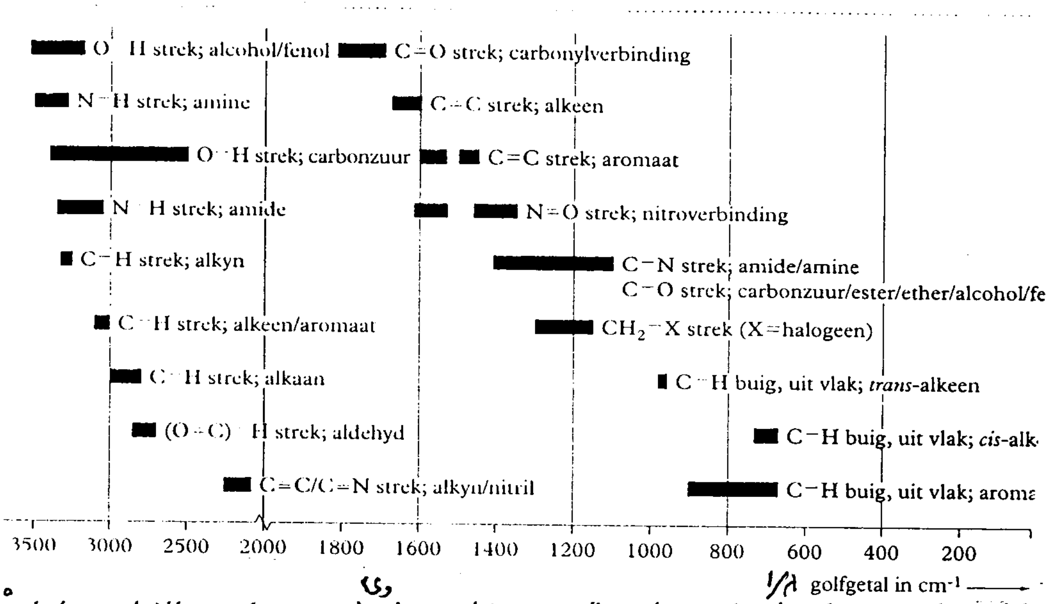

(8 10 ) شکل : د ترانسمیسیون او E د اندازه کولو آلې.




(12- 8) شکل : د استون IR سپکتر

باید زیاتو کړو چې د جذبي سپکترو متري په تجربو کې لمړی باید معلومه شي چې امتحاني سیستم د رڼا کومې وړانګې (λ) اعظمي جذبوي او بیا د دغه سیستم ټولې تجربې په همدغه (λ) سرته ورسیږي. د رنګه موادو د محلولونو د څېړنې دپاره اکثراً د لید وړ رڼا $(\lambda = 400 - 700\ nm)$ په کاریږي هلته چې ماورای بنفش وړانګې $(\lambda = 180 - 400\ nm)$ استعمالیږي دغه سپکتروفوتومتري (uv - spectrophotometry) په نامه او کوم وخت چې د $(\lambda = 700 - 10\,000\ nm)$ وړانګې استعمالیږي نو دغه سپکتروفوتو متري د (IR-spectrophotometry) په نامه یادیږي. دا ډول سپکتروفوتومتري معمولاً د موادو د جوړښت د پیژندنې دپاره په کاریږي. مثلاً د عضوي موادو په کاربني ځنځیر پورې مرتبط مشخصه ئې ګروپونه د مشخصې λ لرونکې وړانګې جذبوي چې د هغې له کبله د IR په سپکتر کې په همدغه λ یو پیک منځ ته راځي او په دې ترتیب د امتحاني عضوي موادو جوړښت پیژندل کیږي. په (12 - 8) شکل کې د استون سپکتر ښودل شویدی چې په هغې کې د کیتون د ګروپ $(C = O)$ پیک په $\lambda = 5900\ nm$ کې راڅرګندیږي.

دویم (2 - 8) جدول: د IR په سپکتر کې د بعضې ګروپونو مشخصه ئې موجي اعداد $(cm^{-1})$ $(\omega = \frac{1}{\lambda})$




که په سپکترو متري کې داسې کیوتونه استعمال شي چې قطر ئې زیات (په سیستم کې د رڼا لار اوږدوي) دلته $I^{\circ}$ او $I$ دواړه کمیږي مګر دا چې د رنګه موادو محلول د مقیاسي مایع په پرتله ډیره رڼا جذبوي نو $I$ د $I^{\circ}$ په پرتله ډیر کمیږي او په نتیجه کې د $E$ قیمت زیاتیږي. همدارنګه که کیوتونو قطر ثابت او یو شی وي مګر په محلول کې د رنګه موادو غلظت زیات شي دلته یوازې د $I$ قیمت کمیږي چې بیا هم $E_3$ قیمت زیاتیږي.

مثال: که د KSCN محلول په یو بل محلول کې چې د $Fe^{+3}$ ایونونه لري واچول شي نو د $FeSCN^{+2}$ ایونونه چې محلول کې سور رنګ لري جوړیږي.

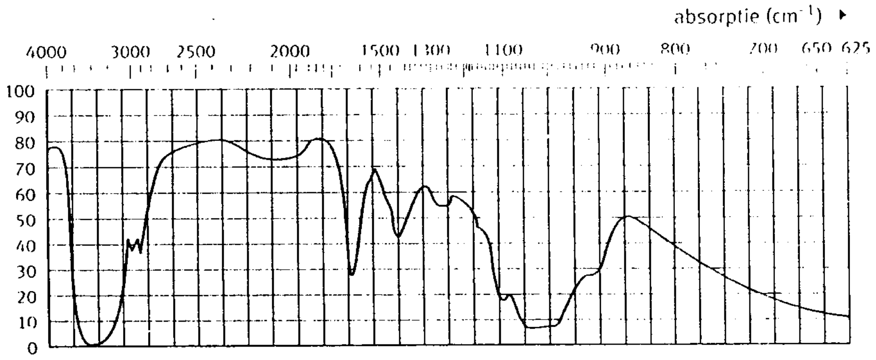
$$Fe^{+3}_{aq} + SCN^{-}_{aq} \rightleftharpoons FeSCN^{+2}_{aq}$$

د جذبي سپکترومتري په متود دغه سیستم مطالعه او هم وواياست چي:
1 - د رڼا کومي وړانگي په دغه سیستم کي اعظمي جذبيږي.
2 - آيا د سیستم رنگ او د جذب شويو وړانگو رنگ سره یو شی دی او که نه؟
تجربه :
a - په یو کیوت کي د KSCN رقیق محلول (مقیاسی مایع) واچوۍ بیا یو ملي لیتر د $FeCl_3$ محلول او یو ملي لیتر د KSCN رقیق محلول سره گډ کړۍ او لاس ته راغلی محلول په مقطرو اوبو دوڅلاه رقیق کړۍ چي سور رنگ ئي پاتي وي. دغه محلول په یو بل کیوت کي واچوۍ.
b - سپکتروفوتومتر د رڼا په $(\lambda = 400\ nm)$ برابر کړۍ بیا د مقیاسي مایع کیوت په سپکتروفوتومتر کي کښیږدۍ او د رڼا د شدت د اندازه کولو د آلي پر لوحه ستن د $I^{o}$ پر 100 درجو او د E پر صفر درجه ودروۍ له دي وروسته د $FeCl_3$ او KSCN گډوله سور رنگی محلول (امتحاني محلول) په سپکتروفوتو متر کي کښیږدۍ او E ئي اندازه کړۍ.
c - د b عملیه د رڼا په نورو وړانگو $(\lambda)$ تکرار کړۍ او هر ځل د مقیاسي مایع څخه د راوتلیو وړانگو د شدت د اندازه کولو لپاره د لوحي ستن پر $I^{o} = 100$ او $E = 0$ ودروۍ او بیا وروسته E معلوم کړۍ چي پدي ډول هغه وړانگي $(\lambda)$ چي په سیستم کي اعظمي جذبيږي معلومیدای شي. د دي تجربي وروسته پورتني دري سوالو ته داسي جواب پیدا کوي.
1 - په پورتني سیستم کي د رڼا $\lambda = 490 - 510\ nm$ وړانگي اعظمي جذب لري.
2 - دغه رڼا آبي - شین رنگ لري او محلول سور رنگ لري مگر بیا هم شین او سور رنگ انډول (complementar) رنگونه دي.
سوال 13 : که د $Fe^{+3}$ د محلول غلظت زیات شي نو د رڼا جذب هم زیاتیږي.
a - وواياست چي د I قیمت کم او که زیاتیږي.
b - وواياست چي د E قیمت کم او که زیاتیږي.
جواب : که په محلول کي د $Fe^{+3}$ غلظت زیات شي نو د I قیمت کم او د $E = (\log \frac{I^{o}}{I})$ قیمت زیاتیږي.
سوال 14 : په جذبي سپکترومتري کي د مقیاسي مایع او امتحاني محلول د رڼا جذب د قابلیت د اندازه کولو دپاره عین یو رنگه وړانگي $(\lambda = const)$ په کاریږي. که د امتحاني محلول دپاره د بل ډول یو رنگه وړانگو څخه کار واخستل شي نو نتیجه به ئي څه وي؟
جواب : بل ډول یو رنگه وړانگي لږي او یا ډیري جذبيږي پس د I قیمت تغیر کوي او نتیجه غلطه وي.
سوال 15 - احمد دجذبي سپکترومتري د څیړنو په جریان کي کله چي په مختلفو مونوکروماتیکو وړانگو کار کوي په هري λ د $I^{o}$ قیمت په 100% برابروي او وروسته I اندازه کوي. ملالی په هري $(\lambda)$ د $I^{o}$ قیمت پر 100% نه برابروي بلکي د هغي په تجربو کي د $I^{o}$ قیمت د 80% څخه تر 100% تغیر کوي.
a - آيا د هغوئ د واړو جذبي سپکترونه سره فرق لري او که نه؟
b - د کوم یوه نتایج به ډیر دقیق وي.
جواب : د جذبي سپکتر کواردینات $(E - \lambda)$ دي چي $E = \log \frac{I^{o}}{I}$ دی که د $I^{o}$ د اندازه کولو دپاره ستن پر 100% برابره شي او بیا د I د اندازه کولو په وخت ستن 90% ته راښکته شي یا که د $I^{o}$ د اندازه کولو په وخت ستن پر 90% برابره شي او بیا د I د اندازه کولو په وخت ستن 80% ته راښکته شي په هر صورت د $I^{o}$

او I فرق یو شی او هم ---|--- ډیر فرق نه کوي.
مگر خبره دا ده چې که هر څل د $I^{o}$ د اندازه کولو دپاره ستن پر همغه اعظمي عدد ( 100%) ودرول شي او بیا I اندازه شي نو حسابي غلطي به کمې وي او د تجربو نتیجې به دقیقې وي.
سوال 16 - په پورتنی تجربه کې مو د $FeCl_3$ محلول د KSCN د محلول په واسطه رنگه کړ او د مقیاسي مایع په حیث مو د KSCN د رقیق محلول څخه کار واخیست. آیا کولای شو چې د KSCN د رقیق محلول پر ځای د مقطرو اوبو څخه د مقیاسي مایع په حیث کار واخلو.
جواب : د امتحاني محلول څخه پرته بله هره بې رنگه مایع کیدای شي چې د مقیاسي مایع پر ځای استعمال شي. دلته باید وکتل شي چې آیا د مقطرو اوبو او د KSCN د محلول دپاره د $I^{o}$ قیمت یو شی دی او که نه ؟
سوال 17 :
a - که د کیوت قطر زیات شي ( په کیوت کې د رڼا لار اوږده شي ) د E قیمت کم او که زیاتیږي؟
b - که د امتحاني مادې غلظت په محلول کې زیات شي د E قیمت کم او که زیاتیږي؟
جواب : که د کیوت قطر زیات شي نو د رڼا د جذب مقدار زیات او د $I^{o}$ او I قیمتونه کمیږي مگر دا چې امتحاني رنگه مواد د مقیاسي مایع په پر تله ډیره رڼا جذبوي دلته د I قیمت د $I^{o}$ په پرتله زیا ت کمیږي او په نتیجه کې E = ( $\log \frac{I^{o}}{I}$ ) زیاتیږي هر څومره چې د امتحاني مادې غلظت نور زیاتیږي I د $I^{o}$ په پرتله ډیر کمیږي او E ډیر زیاتیږي.
سوال 18 : په اوبو کې د 40% فورم الدیهاید محلول د فورمالین په نامه یادیږي. دغه محلول د مکروب ضد موادو په حیث او هم د اناتومي نمونو د ساتلو دپاره ډیر استعمال لري. په دغه محلول کې په لاندې ډول کیمیاوي تعادل وجود لري.

$$H_2C = O + H_2O \rightleftharpoons H_2C(OH)_2$$

د فورمالین IR سپکتر په ( 13- 8 ) شکل کې ورکړل شوی دی.




( 13 - 8) شکل : د فورمالین IR سپکتر

د ( 8 - 2 ) جدول له مخې په دې سپکر کې یوازې یو پیک د $CH_2(OH)_2$ موجودیت ښئي. او نور پیکونه په دې هکله څه معلومات نشي ورکولای. $3500\ cm^{-1}$ فریکونسي ته نژدې پیک په نوموړي مخلوط کې د O - H رابطه ښئي ولې د $CH_2(OH)_2$ د موجودیت حکم نشي کولای.

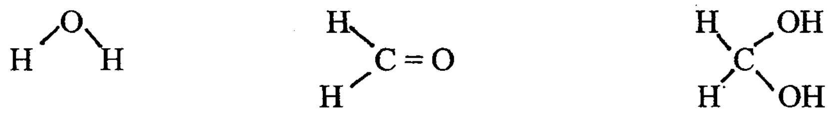
a - وواياست چې $3500cm^{-1}$ پیک ولې د $CH_2(OH)_2$ موجودیت نشي ثابتولای په داسې حال کې چې په دې مرکب کې دوه د O - H رابطې شته.

b - وواياست چې کوم پیک د $CH_2(OH)_2$ موجودیت ښودلای شي.

جواب :

a - په فورمالین کې $H_2O$ , $H_2C = O$ او $CH_2(OH)_2$ مالیکولونه وجود لري. دلته د $H_2O$ او هم د $CH_2(OH)_2$ په مالیکول کې د OH رابطه وجود لري.

b - د فورمالین د اجزاؤ د مالیکولو جوړښت په لاندې ډول دی:



له پورتنیو مالیکولي جوړښتونو څخه ښکاري چې د C- O رابطه یوازې په $CH_2(OH)_2$ کې ده چې په $H_2O$ او $H_2C = O$ کې نشته. د جدول له مخې د C - O اړیکه هغه وړانګې چې فریکونسي ئې د $1210cm^{-1}$ په شا وخوا کې وي جذبولای شي پس په پورتني سپکتر کې د $1000cm^{-1}$ فریکونسۍ ته نژدې پیک د C - O اړیکه یعني د $CH_2(OH)_2$ د مالیکول موجودیت ښئي.

## جذبي سپکترومتري او د کیمیاوي موادو د مقدار پېژندل:

هره کیمیاوي ماده یوازې د رڼا ځانګړې وړانګې ($\lambda$) جذبولای شي چې د دې خاصیت پر بنسټ د کیمیاوي موادو نوعیت او مقدار دواړه پېژندل کیدای شي. دلامبرت - بیر د قانون له مخې د یو سیستم اوپتیکي کثافت $E = (\log \frac{I_0}{I})$ په هغه سیستم کې د رڼا جذبونکي مادې د غلظت سره مستقیم تناسب لري.

$$E = \log \frac{I_0}{I} = \varepsilon \cdot c \cdot d \ldots\ldots\ldots (8 - 1)$$

دلته $\varepsilon$ د مولري جذب د ضریب په نامه یادیږي. د $\varepsilon$ قیمت د وړانګو په $\lambda$ او د رڼا جذبونکي مادې په طبیعت پورې اړه لري. د $\varepsilon$ واحد $\frac{l}{c \cdot d}$ دی.

c - د محلول مولري غلظت او d د کیوټ قطر ( په محلول کې د رڼا لار ) ښئي. له پورتنۍ رابطې څخه ښکاري چې که $C = \frac{mol}{L}$ او $d = 1cm$ وي نو په دې شرایطو کې $\varepsilon = E$ کیږي. همدارنګه د (8 - 1) رابطې څخه ښکاري چې د E او C تر منځ رابطه مستقیم خط جوړوي نو که موږ د یوې امتحاني مادې د مختلفو غلظتو محلولونه جوړ کړو او د هغوئ اوپتیکي کثافتونه عملاً معلوم کړو نو داسې یو مستقیم خط (معیاري ګراف) به لاس ته

راشي چي د ( E - C ) د کواردیناتو د مبدا څخه تیریږي. د دغسي ګراف په مرسته د همدغي مادي نامعلوم غلظتونه معلومیدای شي. البته شرط ئې دا دی چي ټولي تجربي په عین آلې او په عین وړانګو ( λ ) سرته ورسي او د ټولو کیوتونو قطرونه ( d ) یو شی وي.

**تجربه :د ځمکي پر مخ اوبو کي د اوسپني مقدار معلومول :**

د ځمکي پر مخ اوبو کي د اوسپني د مقدار د معلومولو دپاره لمړی باید معیاري ګراف رسم کړو .

a - داسي یو محلول جوړ کړئ چي په هغي کي د اوسپني د ایونو مقدار ( $Fe^{+3}$. aq ) مساوي 10mg/L وي. بیا په نهو امتحاني تیوبو کي د دې محلول ، اوبو او KSCN د محلول څخه په لاندي ډول 9 محلولونه جوړ کړئ او د هر محلول مولري غلظت [ ] محاسبه کړئ.

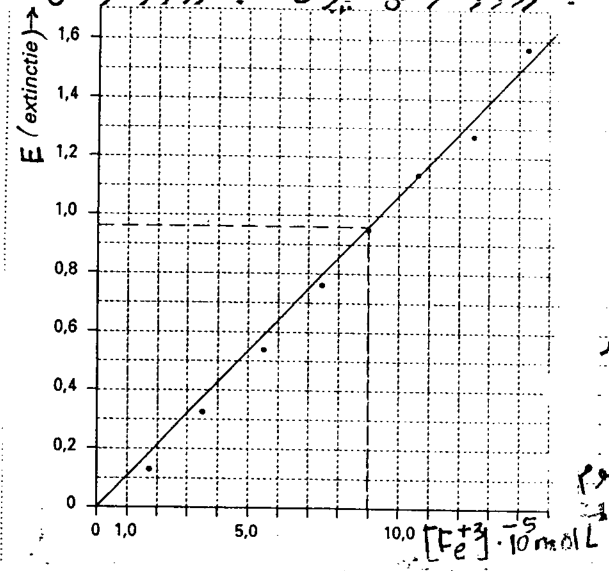
| د تیوب نمبر | د $Fe^{+3}$. aq محلول ml | KSCN ml | اوبه ml | $[Fe^{+3}] \cdot 10^{-5}$ mol/liter | E |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1,0 | 1,0 | 8,0 | 1,79 | 0,12 |
| 2 | 2,0 | 1,0 | 7,0 | 3,58 | 0,31 |
| 3 | 3,0 | 1,0 | 6,0 | 5,37 | 0,56 |
| 4 | 4,0 | 1,0 | 5,0 | 7,16 | 0,77 |
| 5 | 5,0 | 1,0 | 4,0 | 8,95 | 0,87 |
| 6 | 6,0 | 1,0 | 3,0 | 10,70 | 1,16 |
| 7 | 7,0 | 1,0 | 2,0 | 12,5 | 1,28 |
| 8 | 8,0 | 1,0 | 1,0 | 14,30 | 1,59 |
| 9 | 9,0 | 1,0 | ---- | 16,1 | 1,70 |

b - یو کیوت کي مقطري اوبه واچوئ بیا کیوت په سپکتروفوتو متر کي کښیږدئ. د سپکتروفوتومتر ستن د $I^{0} = 100\%$ او $E = 0$ برابره کړئ.

c - د نهو واړو امتحاني محلولونو څخه په نهو پاکو او وچو کیوتونو کي (د کیوتونو قطرونه باید یو شی وي) امتحاني محلولونه واخلئ او E ئې معلوم کړئ. او بیا د ( E - C ) معیاري ګراف رسم کړئ.

d - بیا د ځمکي د مخ اوبه فلتر کړئ او د هغي څخه یو معین مقدار مثلاً 0,4ml اوبه واخلئ په هغي کي یو ml د KSCN محلول او بیا پر هغي دومره مقطر اوبه واچوئ تر څو حجم ئې 10 ml ته ورسي. اوس د دې محلول E اندازه کړئ او د معیاري ګراف په مرسته په هغي کي د اوسپني مقدار mol/liter معلوم کړئ.

حل : د پورتني جدول په اساس د ( E - C ) ګراف (14 - 8) شکل کي ښودل شوی دی.




( 14 - 8) شکل: د ( E - C ) معیاري ګراف

فرضاً که د ځمکي د مخ د اوبو E = 0,96 وي نو د شکل له مخي د اوسپني غلظت $[Fe^{3+}] = 9 . 10^{-5}$ mol/liter لاس ته راځي. ولي د اوسپنې دا غلظت د داسي محلول غلظت دی چي په هغې کي د ځمکي د مخ د اوبو څخه علاوه د KSCN محلول او مقطري اوبه هم دي چي حجم ئي 10ml ته رسيدلی دي. يعني د ځمکي د مخ د اوبو نمونه 25 کرته رقيقه سوي ده او د هغې اصلي غلظت مساوي کيږي:

$$9 . 10^{-5} . 25 = 2,25 . 10^{-4} \simeq 2,3 . 10^{-4} \text{ mol/L}$$

نن ورځ د کيمياوي موادو د نوعيت او مقدار د پيژندني دپاره د جذبي سپکتروميتري څخه ډير استفاده کيږي. مثلاً ترافيک د يو ډول مخصوصي آلي په مرسته کولای شي د درايور د خولي څخه په راوتلي هوا کي د الکولو ډير کم مقدار معلوم کړي. په دې آله کي يو مخصوص لايزر دی چي د هغې څخه داسي وړانګي چي د څپې اوږدوالی ئي 1,4 µm دی توليديږي. الکول دغه وړانګي جذبولای شي. د درايور د خولي څخه په راوتلي هوا کي د الکولو ماليکولونه دغه وړانګي جذبوي او په نتيجه کي د وړانګو شدت کميږي او د هغې له مخي په هوا کي د الکولو مقدار په اتومات ډول معلوميږي.

سوال 19: بروم تايمول بلو يو ضعيف تيزاب دی چي په HB سره ښودل کيږي. دغه تيزاب په اوبو کي په لاندي ډول تفکيک کيږي.

$$HB_{.aq} + H_2O \rightleftharpoons H_3O^{+}_{.(aq)} + B^{-}_{.(aq)} \; ........... (a)$$

د پورتني تعادل ثابت داسي ښودل کيږي.

$$Kz = \frac{[H_3O^{+}]\,[B^{-}]}{[HB]}$$

دلته $HB_{(aq)}$ او $B^{-}_{(aq)}$ مختلف رنګونه لري نو ځکه بروم تايمول بلو د تيزابي - قلوي معرف په حيث استعماليږي. $HB_{(aq)}$ په تيزابي محيط کي زيړ رنګ او $B^{-}_{(aq)}$ په قلوي محيط کي آبي رنګ لري.

a - د پورتني تعادل له مخي وواياست چي د بروم تايمول بلو آبي رنګ د $HB_{(aq)}$ او که د $B^{-}_{(aq)}$ له کبله دی.

b - احمد غواړي چي د بروم تايمول بلو د آبي رنګ د شدت او د $B^{-}_{(aq)}$ د غلظت د رابطي مستقيم خط لاس ته راوړي. د دې کار لپاره هغه يو ستاندارد محلول چي د $B^{-}$ غلظت ئي $1,00 . 10^{-5}$ mol/L دی جوړوي او بيا د دې محلول څخه يو شمير نور محلولونه چي د $[B^{-}_{(aq)}]$ غلظت ئي معلوم وي جوړوي. وواياست هغه محلول چي د $[B^{-}]$ قيمت ئي د ستاندارد محلول نيمائي وي څنګه جوړ کړي؟ او د دې کار لپاره د سلندر حجم بايد څومره وي.

c - وواياست چي ولي دغه مستقيم خط بايد د کوارديناتو د مبدأ څخه تير شي.

d - احمد يو بفر محلول (PH = 6,8) جوړوي او پر هغې $1,00 . 10^{-5}$ mol/L د HB محلول علاوه کوي. دلته د HB يو قسمت انفکاک کوي او لاس ته راغلی محلول شين رنګ لري دا ځکه چي په دې محلول کي زيړ او آبي رنګونه مساوي دي. احمد د $B^{-}$ غلظت د محلول د E د اندازه کولو له لاري معلوموي دا ځکه چي دلته زيړ

رنګ د محلول د E د قیمت په تغیر کې رول نه لري. وواياست چې ولې زيږ رنګ دلته د E د قیمت په تغیر کې تاثیر نه لري.

e - احمد په سپکټروفوټومتر کې د نوموړي محلول اوپټيکي کثافت E = 0,20 پيدا کړ د( [B] - E) د مستقيم خط په مرسته د $[\bar{B}]$ غلظت پيدا کړی.

f - د $[\bar{B}]$ د قيمت د معلومولو وروسته احمد غوښتل چې د HB د انفکاک ثابت (Kz) پيدا کړي او د دې کار لپاره هغه بايد په دې بفر محلول کې د $[H_3\overset{+}{O}]$ او [HB] قيمتونه هم پيدا کړي. دغه محاسبات سرته ورسوئ.

حل :

a - پوهيږو چې په قلوي محلول کې د $\bar{OH}$ ايونونه ډير وي. د $\bar{OH}$ ايونونه د $H_3\overset{+}{O}$ د ايونو سره تعامل کوي او اوبه جوړوي نو د HB د ايوني انفکاک تعادل (a) ښي لاس خواته درنيږي چې په نتيجه کې د HB غلظت کم او د $\bar{B}$ ايونونه په محلول کې زياتيږي او د محلول رنګ آبي ګرځي.

b - بايد د ستاندارد محلول د حجم په اندازه مقطري اوبه په ستاندارد محلول علاوه کړی د دې کار دپاره کيدای شي چې يو 25 ml سلندر واخلی په هغې کې 10 ml ستاندارد محلول او 10 ml مقطري اوبه سره ګډ کړی.

c - د E - C مستقيم خط ولې د کوارديناتو د مبدأ څخه تيريږي. دا ځکه چې $E = \log \frac{I^{o}}{I}$ دی کله چې C = 0 شي نو $I^{o} = I$ او $\log \frac{I^{o}}{I} = 0$ کيږي.

d - احمد د محلول د E د اندازه کولو لپاره داسې وړانګې λ په کاروي چې په آبي رنګه موادو کې جذبيدای شي او زيږ رنګه موادو کې نشي جذبيدای نو ځکه زيږ رنګ د E په تغير کې تاثير نلري.

e - که د $(E - [\bar{B}])$ ګراف رسم کړو نو ليدل کيږي د E = 0,20 سره $[\bar{B}] = 0{,}40 \cdot 10^{-5}$ mol/L برابريږي.

f - که د محلول PH = 6,8 وي نو $[H_3\overset{+}{O}] = 1{,}6 \cdot 10^{-7}$ mol/L کيږي پس لرو چې:

$$\text{لمړنی غلظت د HB} = 1{,}00 \cdot 10^{-5}\ \text{mol}\ L^{-1}$$

$$\text{تجزيه شوي مقدار د HB} = [\bar{B}_{aq}] = 0{,}40 \cdot 10^{-5}\ \text{mol}\ L^{-1}$$

$$\text{غلظت د تعادل په حالت کې د HB} = 1{,}00 \cdot 10^{-5} - [\bar{B}_{aq}] = 1{,}00 \cdot 10^{-5} - 0{,}40 \cdot 10^{-5} = 0{,}60 \cdot 10^{-5}\ \text{mol}\ L^{-1}$$

پس په تعادلي حالت کې د ټولو موادو غلظتونه مساوي کيږي له :

$$[HB_{aq}] = 0{,}6 \cdot 10^{-5}\ \text{mol}\ L^{-1}$$

$$[\bar{B}_{aq}] = 0{,}40 \cdot 10^{-5}\ \text{mol}\ L^{-1}$$

$$[H_3\overset{+}{O}] - 1{,}6 \cdot 10^{-7}\ \text{mol}\ L^{-1}$$

$$Kz = \frac{[H_3O^{+} . aq]\,[B^{-} . aq]}{[HB . aq]} = \frac{1,6 . 10^{-7} . 0,4 . 10^{-5}}{0,6 . 10^{-5}} = 1,1 . 10^{-7}$$

سوال 20 : په جوش اوبو کې منحل اکسیجن د فلزي شیانو د تخریب سبب ګرځي په اوبو کې منحل اکسیجن د سوډیم سلفایت په واسطه لرې کیدای شي.

$$SO_3^{-2}{}_{(aq)} + O_{2(aq)} \longrightarrow 2SO_4^{-2}{}_{(aq)} \;.........\; (1)$$

د پورتنۍ معادلې په اساس د سوډیم سلفایت مقدار محاسبه کوو او بیا د دې لپاره چې ټول اکسیجن په پوره ډول د اوبو څخه لرې شوي وي یو څه اندازه زیات سوډیم سلفایت په اوبو کې اچوو. د سوډیم سلفایت د اضافي مقدار د معلومولو لپاره په همغه اوبو کې ایودین علاوه کوو.

ایودین د $SO_3^{-2}{}_{(aq)}$ سره تعامل کوي او په نتیجه کې $SO_3^{-2}{}_{(aq)}$ په $SO_4^{-2}{}_{(aq)}$ اوړي ( 2 معادله) . دلته هم زیات ایودین په همغه اوبو کې اچوو تر څو د (1) تعامل څخه پاتې ټول $SO_3^{-2}{}_{(aq)}$ په $SO_4^{-2}{}_{(aq)}$ بدل شي. د دې تعامل څخه د پاتې شوي ایودین مقدار داسې معلوموو چې لاس ته راغلی محلول د سوډیم تیو سلفیت د محلول په واسطه تتر کوو (3 معادله) او په دې ترتیب د (2) تعامل څخه پاتې ایودین معلوموو. که د ایودین لمړنی مقدار معلوم وي نو د هغه څخه د (2) تعامل څخه پاتې ایودین مقدار تفریق کوو نو هغه مقدار ایودین معلومیږي چې په (2) تعامل کې مصرف شوي دي.

a - د تودوخې په 293°k کې په یو لیتر اوبو کې $1,38 . 10^{-3}$ مول اکسیجن حل کیدای شي. وواياست چې د یو لیتر اوبو څخه د منحل اکسیجن د لیرې کولو دپاره څو ګرامه سوډیم سلفایت ضرور دي. اوس څو ګرامه سوډیم سلفایت واخستل شي چې د دې ضروري مقدار څخه زیات وي.

b - د سوډیم سلفایت او ایودین د تعامل معادله ولیکئ.

c - د سوډیم تیو سلفیت او ایودین د تعامل معادله ولیکئ.

d - د سوډیم سلفایت د علاوه کولو وروسته د تومونو اوبو په 100 ml کې 10 ملي لیتره $1,5 . 10^{-2}$ M د ایودین محلول اچول شویدي. دلته د (2) تعامل څخه د پاتې ایودن مقدار معلومولو په غرض د دې محلول د تتر دپاره 10,25 ملي لیتره $1,16 . 10^{-2}$ M د سوډیم تیوسلفیت محلول مصرف شویدی معلوم کړئ چې د (1) تعامل څخه وروسته په یو لیتر جوش اوبو کې څو ملي ګرامه سوډیم سلفایت پاتې دی.

حل :

a -

$$2SO_3^{-2}{}_{(aq)} + O_{2(aq)} \longrightarrow 2SO_4^{-2}{}_{(aq)} \;.........\; (1)$$

2 mol     1mol

X     $1,38 \cdot 10^{-3}$ mol

X = 2 . 1,38 . 10 = 2,76 . 10 mol = 2,76 . 10 . 126 = 0,348 gr

اوس که موږ (0,4 gr) سودیم سلفایت په یو لیتر جوش اوبو کې واچوو نو دا مقدار د ضروري مقدار (0,348 gr) څخه زیات دی.

b -

$$SO_3^{-2}{}_{(aq)} + I_2^{0}{}_{(aq)} + H_2O \longrightarrow SO_4^{-2}{}_{(aq)} + 2H^{+}{}_{(aq)} + 2I^{-}{}_{(aq)} \quad \ldots (2)$$

c -

$$I_{2(aq)} + 2S_2O_3^{-2}{}_{(aq)} \longrightarrow 2I^{-}{}_{(aq)} + S_4O_6^{-2}{}_{(aq)} \quad \ldots (3)$$

$$I_2 + 2\bar{e} \longrightarrow 2\bar{I}_{(aq)}$$

$$2S_2O_3^{-2} - 2\bar{e} \longrightarrow S_4O_6^{-2}{}_{(aq)}.$$

d -

د ایودین ټول مقدار $= 10 \cdot 1{,}5 \cdot 10^{-2}\,M = 0{,}150\ mmol\ I_2$

په تتر کې مصرف شوی سودیم تیو سلفیت $= 10{,}25 \cdot 1{,}16 \cdot 10^{-2}\,M = 0{,}119\ mmol\ S_2O_3^{-2}$

د (3) کیمیاوي معادلې څخه ښکاري چې دوه موله $S_2O_3^{-2}$ د یو مول $I_2$ سره تعامل کوي پس لرو چې:

هغه مقدار ایودین چې د سودیم تیو سلفیت سره ئې تعامل کړیدی $= 0{,}119 : 2 = 5{,}95 \cdot 10^{-2}\ mmol\ I_2$

یعنې د (2) کیمیاوي معادلې څخه $5{,}95 \cdot 10^{-2}\ mmol$ ایودین پاتې دی. پس هغه مقدار ایودین چې په (2) معادله کې مصرف شوي مساوي کیږي.

په (2) معادله کې مصرف شوي ایودین = د ایودین ټول مقدار $- 5{,}95 \cdot 10^{-2}\ mmol =$

$$0{,}150\ mmol - 5{,}95 \cdot 10^{-2}\ mmol = 15 \cdot 10^{-2} - 5{,}95 \cdot 10^{-2} = 9{,}06 \cdot 10^{-2}\ mmol \cdot I_{2(aq)}$$

په (2) معادله کې مصرف شوی ایودین ټول د هغه $SO_3^{-2}$ د اکسیدیشن لپاره مصرف شوي دي چې د (1) تعامل څخه پاتې دي. د بلې خوا په (2) معادله کې د $SO_3^{-2}$ او $I_2$ د مولونو تعداد یو شی دی پس د (1) معادلې څخه د $Na_2SO_3$ پاتې مقدار مساوي کیږي.

$9,06 \cdot 10^{-2}$ mmol/100ml $= 90,6 \cdot 10^{-2}$ mmol/liter
$= 0,906$ mmol $Na_2SO_3$/liter $= 0,906 \cdot 126 = 114,156$ mgr $Na_2SO_3$/liter

سوال 21 : د جذبي سپکترومتري په واسطه کولای شو چې د ځمکې په اوبو کې د نایتریت د ایونو اندازه معلومه کړو. دا ځکه چې د نایتریت ایونونه د سالیسالک اسید سره تعامل کوي او په قلوي محیط کې د دغه موادو د محلول رنګ ژیړ ګرځي.

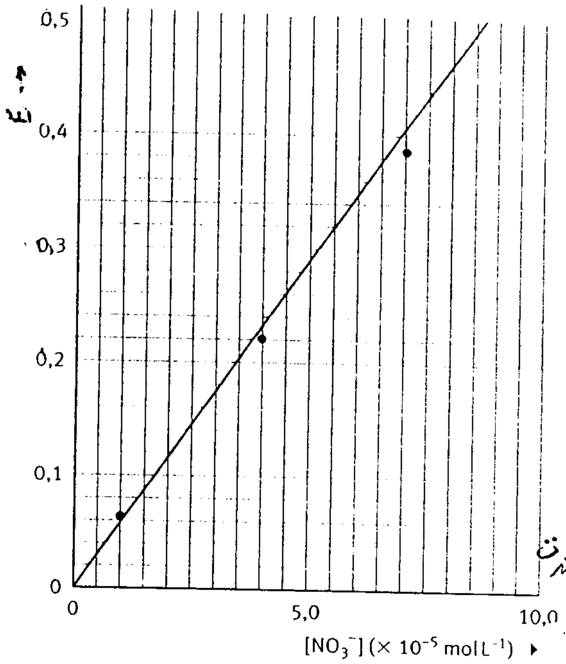
a - د ژیړ رنګه محلول د جذبي سپکترومتري تجربه تشریح کړی.

b - د لامبرت - بیرد د قانون له مخې هغه تجربه تشریح کړی چې د ځمکې د مخ په اوبو کې د نایتریت د ایونو مقدار معلومیدای شي.

c - د ځمکې په اوبو کې د نایتریت د ایونو د مقدار د معلومولو د پاره د $E - [NO_3^-]$ ګراف په (15 - 8) شکل ښودل شویدی که د ځمکې د مخ د ابو $E = 0,18$ اندازه شوي وي نو د دغه معیاري ګراف په مرسته د ځمکې په اوبو کې د نایترېټ د ایونو مقدار معلوم کړی. د E د اندازه کولو په وخت د ځمکې اوبه د مقطرو اوبو په واسطه دوچنده رقیقې شویدي.

حل : لمړی باید هغه وړانګې وپیژنو چې په دې سیستم کې اعظمي جذبیږي.

د دې کار لپاره په اوبو کې د سالیسالک اسید محلول (مقیاسي محلول ) او بل د نایتریت د ایونو او سالیسالک اسید داسې امتحاني محلول چې د دواړو موادو مقدار یکې مساوي وي او ژیړ رنګ ولري جوړوو. بیا د رڼا په مختلفو وړانګو (λ) د مقیاسي محلول او د امتحاني محلول په واسطه د رڼا د جذب (I او $I_0$ ) اندازه او د هرې وړانګې (λ) لپاره د E قیمت پیدا کوو بیا د ( E - λ ) ګراف رسموو چې د هغې له مخې هغه وړانګې چې په ژیړ رنګه محلول کې اعظمي جذبیږي پیژنو.




(15 - 8 ) شکل : د $[NO_3^-]$ - E معیاري ګراف

b - کله چه مو د ژیړ رنګه محلول د جذبي سپکترو متري دپاره مناسبې وړانګې وپیژندلې بیا یو شمیر داسې محلولونه چې د نایتریت د ایونو مقدار یکې معلوم او د سالیسالک اسید په واسطه ژیړ رنګه شوي وي جوړوو. د همدغه پیژندل شویو وړانګو (λ) په واسطه د دغه محلولونو E اندازه کوو او بیا د ( $E - [NO_3^-{}_{(aq)}]$ ) ګراف (مستقیم خط ) رسموو ( 15 - 8 شکل ) . وروسته د ځکې د مخ اوبه اخلو او یو څه سالیسالک اسید وراچوو تر څو رنګ ئې ژیړ شي . اوس د دې ژیړ رنګه محلول E اندازه او د ګراف له مخې په دغه محلول کې د نایتریت غلظت ( مول فی لیتر ) پیدا کوو.

c - د (15 - 8) شکل څخه ښکاري چې د $E = 0,18$ سره د $[NO_3^-] = 0,32 \cdot 10^{-5}$ mol $L^{-1}$ سر خوري او دغه په یو لیتر کې $(0,32 \cdot 10^{-5} \cdot 62,01) = 1,98 \cdot 10^{-4}$ ګرامه یا تقریباً 20 ملي ګرامه د نایتریت ایونونه

کیږي. د بلې خوا دا چې دغه اوبه دوه چنده رقیقې شوې دي نو په یو لیتر د څمکې اوبو کې د نایتر د ایونو مقدار $20 \cdot 2 = 40\,mg$ کیږي.

سوال 22 - پتاسیم دای کرومیت په اوبو کې په لاندې ډول هایدرولیز کیږي.

$$Cr_2O_7^{-2} + H_2O \rightleftharpoons 2HCrO_4^{-}$$

$$C_0 - X \qquad\qquad 2X$$

دا چې $HCrO_4^{-}$ یو ضعیف تیزاب دی نو د PH په تغیر سره پورتنی تعادل یوې خواته ډنګریږي.

a - که د محیط PH زیات شي او د هغې سره د حجم تغیر د صرف نظر وړ وي نو وواياست چې د $Cr_2O_7^{-2}$ مقدار به په محیط کې کم او که زیات شي.

b - د پورتني تعامل د تعادل د ثابت (K) افاده ولیکئ.

c - د K د قیمت د معلوملو په غرض مور د اوبو په یو لیتر بفر محلول کې $4 \cdot 10^{-4}$ مول $K_2Cr_2O_7$ حل کوو او د دې محلول اوپتیکي کثافت د $\lambda = 370$ nm وړانګو په واسطه $E = 1,228$ پیدا کوو. که د کیوت قطر یو سانتي متر او د محلول دموادو مولاري E (ε) په لاندې ډول وي.

$$\varepsilon\, Cr_2O_7^{-2}{}_{.aq} = 7,27 \cdot 10^{2}\, L \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-1}$$

$$\varepsilon\, HCrO_4^{-2}{}_{.aq} = 4,81 \cdot 10^{3}\, L \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-1}$$

نو د پورتني تعامل د تعادل ثابت (k) معلوم کړئ.

حل :

a - که په دغه محلول کې قلوي زیاته شي د $Cr_2O_7^{-2}$ مقدار کم او تعادل ښي خوا ته درنیږي.

b - دا چې په محلول کې د اوبو مقدار زیات دی نو $[H_2O] = const$

$$K = \frac{[HCrO_4^{-}]^2}{[Cr_2O_7^{-2}]} = \frac{X^2}{C_0 - X}$$

c - دا چې په $Cr_2O_7^{-2}$ او $HCrO_4^{-}$ دواړو کې کروم شته نو د دغه محلول عمومي E په دغه دواړو رنګه موادو پورې اړه لري پس لرو چې:

$$E = \varepsilon \cdot c \cdot d \overset{d=1cm}{=} \varepsilon \cdot c = \varepsilon\, Cr_2O_7^{-2} \cdot C_{Cr_2O_7^{-2}} + \varepsilon\, HCrO_4^{-} \cdot C_{HCrO_4^{-}}$$

د پورتني کيمياوي تعادل د معادلې څخه ښکاري چې :

$$C_{Cr_2O_7^{-2}} = C_0 - X = 4,0 . 10^{-4} - X$$
$$C_{HCrO_4^{-}} = 2X = 2X \text{ mol } L^{-1}$$
$$E = 7,27 . 10^2 (4. 10^{-4} - X) + 4,81 . 10^3 . 2X$$
$$1,228 = (0,2908 - 727 X + 9,62 . 10^3 X$$
$$X = 1,05 . 10^{-4}$$

$$K = \frac{X^2}{C_0 - X} = \frac{(1,05 . 10^{-4})^2}{(4 . 10^{-4} - 1,5 . 10^{-4})} = 3,8 . 10^{-5}$$

# آزاد سوالونه

سوال 1 - اسپرين د ساليسالک اسيد او استک اسيد څخه لاس ته راځي که اسپرين په اوبو کې واچول شي نو هغه هايدروليز کيږي او بيرته ساليسالک اسيد او استک اسيد لاس ته راځي. ساليسالک اسيد د $Fe^{+3}$ د ايونو سره يو آبي رنګه محلول جوړوي. د جذبي سپکترو سکوپي په واسطه په اسپرين کې د ساليسالک اسيد مقدار معلوم کړۍ.

حل :

a - سره د دې چې د محلول رنګ آبي دی او د دې سيستم د سپکترو سکوپۍ دپاره به آبي رنګ وړانګې ضرور وي خو بيا هم بهتره ده چې عملاً هغه وړانګې ( λ ) معلومې شي کومې چې په دې سيستم ( $Fe^{+3}.aq$ ، استک اسيد، ساليسالک اسيد، اوبه ) کې اعظمي جذب لري.

b - د $Fe^{+3}$ محلول دې په $[Fe^{+3}] = 0,1 \text{ mol } L^{-1}$ غلظت جوړ شي.

c - د ساليسالک اسيد $(0,1 \text{ mol } L^{-1})$ او استک اسيد $(0,1 \text{ mol } L^{-1})$ محلولونه جوړ او دواړو محلولو څخه لس لس ملي ليتره سره يو ځای کړۍ. بيا په 9 پاکو او وچو کيوتو کې مقطرې اوبه او په لاندې اندازه د b او c محلولونه سره ګډ کړۍ.

| b (ml) | C(ml) | $H_2O$ ml |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 8 |
| 1 | 2 | 7 |
| 1 | 3 | 6 |
| 1 | 4 | 5 |
| 1 | 5 | 4 |
| 1 | 6 | 3 |
| 1 | 7 | 2 |

د پورتنيو محلولو د E د اندازه کولو وروسته د ( [ساليسالک اسيد ] - E) معياري گراف رسم کړی.
d - اسپرين په يو فلاسک کې واچوی او مقطرې اوبه پرې علاوه کړی تر څو اسپرين حل شي. د لاس ته راغلي محلول حجم د مقطرو اوبو په واسطه د فلاسک د حجم نښې ته ورسوی او کوشش دې وشي چې د نظري محاسبې له مخې په لاس ته راغلي محلول کې د ساليسالک اسيد غلظت د $0,1mol\ L^{-1}$ څخه زيات نه وي. لاس ته راغلی محلول دې ورو ورو گرم شي تر څو اسپرين مکمل هايدروليز شي. وروسته له سړيدو څخه دې دا محلول په همغه اندازه کپوت کې واچول شي او E ئې معلوم کړی. بيا نو دمعياري گراف له مخې په نوموړي محلول کې د ساليسالک اسيد غلظت معلوم کړی.
سوال 2 :
په انگورو کې د بورې اندازه په دې پورې اړه لري چې د انگورو بوټي ته جمله څو ساعته لمر رسيدلی دی. په دې اساس له مختلفو انگورو څخه لاس ته راغلي واينو کې د الکولو اندازه له 12 څخه تر 13% پورې فرق کوي. داسې يوه تجربه معرفي کړی چې د رنگ د شدت (colorimetric analysis) له مخې په واينو کې د الکولو فيصدي معلوم کړای شي.
سوال 3 : د پنډ (سگرټ لايټر) گاز د مشبوع هايدروکابونو مخلوط دی. د گاز کروماتوگرافي په واسطه معلوم کړی چې د دغه گاز اجزأ کوم گازات دي.
سوال 4 : غالی، ټوکران، بعضي کاغذونه، خوراکي شيان او نور يو ډول رنگ لري د رنگه موادو نوعيت او د هغوئ اندازه د سپکترو فوتومتري په واسطه څرنگه پيژندلای شي.
سوال 5 - سپين ټوکران ژر ژيړيږي. د صابوني موادو د جوړولو په فابريکو کې يو خاص ډول مواد چې د اوپتيکي سپينونکو موادو په نامه ياديږي د صابون سره يو ځای کوي. تاسې ووایاست چې دغه څه ډول مواد دي او هغوئ ټوکران څنگه سپينوي.
سوال 6 - د فنول فتالين، سور متايل، تايمول بلو او بروم تايمول بلو د يو ځای کولو څخه يو عام معرف لاس ته راتلای شي. تجربتاً معلوم کړی چې د جذبي سپکتر د لاس ته راوړلو په وخت کې کوم معرف په کوم PH کې د محلول د رنگ په تغير کې مرسته کوي. همدارنگه معلوم کړی هغه عام معرف چې د کيمياوي په لابراتوار کې موجود دی د کومو معرفو څخه لاس ته راغلی دی.

جدول دریم ( 1 - 3 - 8 ) : د کیمیاوي عناصرو ایزوتوپونه :

| د عنصر ترتیبي نمبر Z | سمبول X | کتلوي عدد A= N + Z | اتومي کتله amu | په طبیعت کي فیصدي | د نیماتي تجزیه کیدو وخت ثانیه - s دقیقه - min ساعت - u ورځ - d کال - j | ورانګي انرژي MeV (zie van het) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | u | % | s/min/u/d/j | MeV [2] |
| 0 | n | 1 | 1,008665 | | 10,6 min | $\beta^-$ en $p^+$ |
| 1 | H | 1 | 1,007825 | 100 | $>7 \cdot 10^{30}$ j | |
| | | 2 | 2,014102 | 0,015 | – | – |
| | | 3 | 3,016050 | | 12,3 j | $\beta^-$ 0,018 |
| 2 | He | 3 | 3,016029 | 0,00014 | – | – |
| | | 4 | 4,002603 | 100 | – | – |
| | | 6 | 6,018891 | | 0,805 s | $\beta^-$ 3,7 |
| 3 | Li | 6 | 6,015123 | 7,5 | – | – |
| | | 7 | 7,016004 | 92,5 | – | – |
| | | 8 | 8,022487 | | 0,844 s | $\beta^-$ 12,0 |
| 4 | Be | 7 | 7,016930 | | 54 d | $\gamma$, K-vangst [3] |
| | | 8 | 8,005305 | | $10^{-16}$ s | 2 $\alpha$ |
| | | 9 | 9,012182 | 100 | – | – |
| | | 10 | 10,013535 | | $2{,}7 \cdot 10^6$ j | $\beta^-$ 0,555 |
| 5 | B | 8 | 8,024608 | | 0,770 s | $\beta^+$ 0,014 |
| | | 10 | 10,012938 | 19,8 | – | – |
| | | 11 | 11,009305 | 80,2 | – | – |
| | | 12 | 12,014353 | | 0,0204 s | $\beta^-$ 13,4, $\gamma$ |
| 6 | C | 10 | 10,016858 | | 19,2 s | $\beta^+$ 2,2 |
| | | 11 | 11,011433 | | 20,4 min | $\beta^+$ 0,95, K-vangst |
| | | 12 | 12,000000 [4] | 98,89 | – | – |
| | | 13 | 13,003355 | 1,11 | – | – |
| | | 14 | 14,003242 | | 5730 j | $\beta^-$ 0,156 |
| 7 | N | 12 | 12,01864 | | 0,0125 s | $\beta^+$ 16,6 |
| | | 13 | 13,00574 | | 9,97 min | $\beta^+$ 0,92 |
| | | 14 | 14,00307 | 99,63 | – | – |
| | | 15 | 15,00011 | 0,37 | – | – |
| | | 16 | 16,00610 | | 7,10 s | $\beta^-$ 10,0, $\gamma$ |
| 8 | O | 15 | 15,00307 | | 124 s | $\beta^+$ 1,7 |
| | | 16 | 15,99492 | 99,76 | – | – |
| | | 17 | 16,99913 | 0,038 | – | – |
| | | 18 | 17,99916 | 0,20 | – | – |
| | | 19 | 19,00358 | | 26,8 s | $\beta^-$ 3,0, $\gamma$ |
| 9 | F | 19 | 18,99840 | 100 | – | – |
| 10 | Ne | 20 | 19,99244 | 90,9 | – | – |
| | | 21 | 20,99385 | 0,27 | – | – |
| | | 22 | 21,99138 | 9 | – | – |
| | | 24 | 23,99361 | | 15 u | $\beta^-$ 1,4, $\gamma$ |

> (8-3) جدول ادامه

| Z | X | A | amu | % | s/min/u/d/j | MeV |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | Na | 22 | 21,99444 | | 2,6 j | $\beta^+$ 1,8, $\gamma$ |
| | | 23 | 22,98977 | 100 | – | – |
| | | 24 | 23,99096 | | 14,8 u | $\beta^-$ 1,39, $\gamma$ |
| 12 | Mg | 22 | 21,99958 | | | $\beta^+$, K-vangst |
| | | 24 | 23,98505 | 78,8 | – | – |
| | | 25 | 24,98584 | 10,1 | – | – |
| | | 26 | 25,98260 | 11,1 | – | – |
| | | 28 | 27,98388 | | 21,2 u | $\beta^-$ 0,460 |
| 13 | Al | 26 | 25,98689 | | 6,4 s | $\beta^+$ 2,99 |
| | | 27 | 26,98154 | 100 | – | – |
| | | 28 | 27,98191 | | 2,4 min | $\beta^-$ 3,0, $\gamma$ |
| 14 | Si | 28 | 27,97693 | 92,23 | – | – |
| | | 29 | 28,97650 | 4,67 | – | – |
| | | 30 | 29,97377 | 3,10 | – | – |
| | | 31 | 30,97535 | | 2,6 u | $\beta^-$ 1,48 |
| | | 32 | 31,97414 | | 700 j | $\beta^-$ 0,21 |
| 15 | P | 30 | 29,97832 | | 2,55 min | $\beta^+$ 3,5 |
| | | 31 | 30,97376 | 100 | – | – |
| | | 32 | 31,97391 | | 14,3 d | $\beta^-$ 1,72 |
| | | 33 | 32,97173 | | 25 d | $\beta^-$ 0,26 |
| 16 | S | 32 | 31,97207 | 95,0 | – | – |
| | | 33 | 32,97150 | 0,7 | – | – |
| | | 34 | 33,96787 | 4,2 | – | – |
| | | 35 | 34,96903 | | 87,2 d | $\beta^-$ 0,167 |
| | | 36 | 35,96708 | 0,0136 | – | – |
| | | 38 | 37,97116 | | 2,9 u | $\beta^-$ 1,10 |
| 17 | Cl | 34 | 33,97375 | | 33,0 min | $\beta^+$ 4,5, $\gamma$ |
| | | 35 | 34,96885 | 75,5 | – | – |
| | | 36 | 35,96831 | | $3{,}01 \cdot 10^5$ j | $\beta^-$ 0,66, $\beta^+$, K-vangst |
| | | 37 | 36,96590 | 24,5 | – | – |
| | | 38 | 37,96801 | | 37,3 min | $\beta^-$ 4,81, $\gamma$ |
| | | 39 | 38,96801 | | 55,5 min | $\beta^-$ 2,5 |
| 18 | Ar | 36 | 35,96755 | 0,34 | – | – |
| | | 37 | 36,96678 | | 34,8 d | K-vangst |
| | | 38 | 37,97673 | 0,06 | – | – |
| | | 39 | 38,96432 | | 269 j | $\beta^-$ 0,565 |
| | | 40 | 39,96238 | 99,6 | – | – |
| 19 | K | 39 | 38,96371 | 93,1 | – | – |
| | | 40 | 39,96400 | 0,01 | $1{,}28 \cdot 10^9$ j | $\beta^-$ 1,33, K-vangst, $\gamma$ |
| | | 41 | 40,96183 | 6,9 | – | – |
| | | 42 | 41,96241 | | 12,4 u | $\beta^-$ 3,55, $\gamma$ |

د (8-3) جدول ماده

| Z | X | A | amu | % | s/min/u/d/j | MeV |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | Ca | 40 | 39,96259 | 96,9 | – | – |
| | | 41 | 40,96228 | | $1,1 \cdot 10^5$ j | K-vangst |
| | | 42 | 41,95866 | 0,65 | - | |
| | | 43 | 42,95877 | 0,14 | | |
| | | 44 | 43,95549 | 2,1 | | |
| | | 45 | 44,95619 | | 163 d | $\beta^-$ 0,256 |
| | | 46 | 45,95369 | 0,0035 | - | |
| | | 47 | 46,95454 | | 4,54 d | $\beta^-$ 1,4, $\gamma$ |
| | | 48 | 47,95253 | 0,187 | – | – |
| 21 | Sc | 41 | 40,96925 | | 0,60 s | $\beta^+$ 4,94 |
| 23 | V | 50 | 49,94716 | 0,24 | $1 \cdot 10^{17}$ j | $\beta^-$, $\gamma$ |
| | | 51 | 50,94396 | 99,76 | – | – |
| | | 52 | 51,94478 | | 3,8 min | $\beta^-$ 2,73, $\gamma$ |
| 24 | Cr | 51 | 50,94477 | | 27,5 d | $\gamma$, K-vangst |
| | | 52 | 51,94051 | 83,8 | – | – |
| | | 53 | 52,94065 | 9,6 | – | – |
| 25 | Mn | 54 | 53,94036 | | 312 d | K-vangst, $\gamma$ |
| | | 55 | 54,93805 | 100 | – | – |
| 26 | Fe | 54 | 53,93961 | 5,8 | – | – |
| | | 55 | 54,93830 | | 2,9 j | K-vangst |
| | | 56 | 55,93494 | 91,7 | – | – |
| | | 57 | 56,93540 | 2,2 | – | – |
| | | 58 | 57,93328 | 0,33 | – | – |
| | | 59 | 58,93488 | | 45 d | $\beta^-$ 1,56, $\gamma$ |
| 27 | Co | 56 | 55,93985 | | 77 d | $\beta^+$ 1,5, $\gamma$, K-vangst |
| | | 57 | 56,93630 | | 270 d | K-vangst, $\gamma$ |
| | | 58 | 57,93576 | | 70,8 d | $\beta^+$ 0,58, $\gamma$, K-vangst |
| | | 59 | 58,93320 | 100 | – | – |
| | | 60 | 59,93382 | | 5,27 j | $\beta^-$ 0,315 (0,12% 1,48), $\gamma$ |
| 28 | Ni | 58 | 57,93535 | 67,8 | – | – |
| | | 60 | 59,93079 | 26,2 | – | – |
| | | 61 | 60,93106 | 1,2 | – | – |
| | | 62 | 61,92835 | 3,7 | | |
| | | 63 | 62,92966 | | 85 j | $\beta^-$ 0,062 |
| | | 64 | 63,92797 | 1,1 | – | – |
| | | 65 | 64,93007 | | 2,6 u | $\beta^-$ 2,10, $\gamma$ |
| 29 | Cu | 63 | 62,92960 | 69,1 | – | – |
| | | 64 | 63,92977 | | 12,7 u | $\beta^-$ 0,573, $\beta^+$, K-vangst |
| | | 65 | 64,92779 | 30,9 | – | – |

د (3-8) جدول اكمال

| Z | X | A | amu | % | s/min/u/d/j | MeV[2] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 30 | Zn | 64 | 63,92915 | 48,9 | – | – |
| | | 65 | 64,92923 | | 250 d | $\beta^+$ 0,33, K-vangst, $\gamma$ |
| | | 66 | 65,92604 | 27,8 | – | – |
| | | 67 | 66,92713 | 4,1 | – | – |
| | | 68 | 67,92485 | 18,6 | – | – |
| | | 69 | 68,92654 | | 51 min | $\beta^-$ 0,90 |
| | | 70 | 69,92533 | 0,6 | – | – |
| 31 | Ga | 69 | 68,92558 | 60,4 | – | – |
| | | 71 | 70,92470 | 39,6 | – | – |
| | | 72 | 71,92637 | | 14,2 u | $\beta^-$ 3,16 |
| 33 | As | 75 | 74,92160 | 100 | – | – |
| | | 76 | 75,92240 | | 26,8 u | $\beta^-$ 2,97 |
| | | 77 | 76,92065 | | 40 u | $\beta^-$ 0,68 |
| 34 | Se | 80 | 79,91652 | 49,8 | – | – |
| 35 | Br | 79 | 78,91834 | 50,5 | – | – |
| | | 80 | 79,91853 | | 17,7 min | $\beta^-$ 2,0, $\beta^+$ |
| | | 81 | 80,91629 | 49,5 | – | – |
| | | 82 | 81,91680 | | 36 u | $\beta^-$ 0,465, $\gamma$ |
| | | 87 | 86,92034 | | 55 s | $\beta^-$ 8,0, $\gamma$ |
| 36 | Kr | 80 | 79,91638 | 2,27 | – | – |
| | | 81 | 80,91661 | | $2,1 \cdot 10^5$ j | K-vangst |
| | | 82 | 81,91348 | 11,6 | – | – |
| | | 83 | 82,94034 | 11,5 | – | – |
| | | 84 | 83,91151 | 56,9 | – | – |
| | | 85 | 84,91252 | | 4 u | $\beta^-$ 0,85, $\gamma$ |
| | | 86 | 85,91061 | 17,4 | – | – |
| | | 87 | 86,91337 | | 78 min | $\beta^-$ 3,8, $\gamma$ |
| | | 89 | 88,91660 | | 3,2 min | $\beta^-$ 4,0 |
| 37 | Rb | 85 | 84,91180 | 72,2 | – | – |
| | | 86 | 85,91119 | | 19,5 d | $\beta^-$ 1,77, $\gamma$ |
| | | 87 | 86,90918 | 27,8 | $4,9 \cdot 10^{10}$ j | $\beta^-$ 0,274 |
| 38 | Sr | 87 | 86,90889 | 7,02 | 2,7 u | $\gamma$ |
| | | 88 | 87,90563 | 82,6 | – | – |
| | | 90 | 89,90775 | | 28 j | $\beta^-$ 0,6 |
| | | 94 | 93,91523 | | 1,3 min | $\beta^-$ 2,1, $\gamma$ |
| 39 | Y | 88 | 87,90953 | | 106 d | $\beta^+$ 0,83, $\gamma$ |
| | | 89 | 88,90586 | 100 | – | – |
| 42 | Mo | 99 | 98,90772 | | 68,3 u | $\beta^-$ 1,23, $\gamma$ |
| 43 | Tc[5] | 99 | 98,90625 | | $2,2 \cdot 10^5$ j | $\beta^-$ 0,32 |
| | | 99 m | 98,90640 | | 6,0 u | $\gamma$ |

ادامه جدول (8-3)

| Z | X | A | amu | % | s/min/u/d/j | MeV*2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 44 | Ru | 102 | 101,90435 | 31,6 | – | – |
| | | 103 | 102,90631 | | 40 d | $\beta^-$ 6,84, $\gamma$ |
| | | 104 | 103,90542 | 18,6 | – | – |
| 47 | Ag | 107 | 106,90510 | 51,8 | – | – |
| | | 108 | 107,90596 | | 2,41 min | $\beta^-$ 1,49, $\gamma$ |
| | | 109 | 108,90475 | 48,2 | – | – |
| | | 110 | 109,90610 | | 24 s | $\beta^-$ 2,8 |
| 48 | Cd | 108 | 107,90418 | 0,9 | – | – |
| | | 109 | 108,90495 | | 462 d | K-vangst, $\gamma$ |
| | | 110 | 109,90301 | 12,4 | – | – |
| 49 | In | 113 | 112,90409 | 4,3 | 105 min | $\gamma$ |
| | | 114 | 113,90491 | | 72 s | $\beta^-$ 0,19, $\beta^+$, K-vangst |
| | | 115 | 114,90388 | 95,7 | $6 \cdot 10^{14}$ j | $\gamma$ |
| | | 116 | 115,90532 | | 13 s | $\beta^-$ 2,8 |
| 50 | Sn | 115 | 114,90335 | 0,35 | – | – |
| | | 116 | 115,90175 | 14,3 | – | – |
| | | 120 | 119,90220 | 32,9 | – | – |
| | | 121 | 120,90423 | | 22,7 u | $\beta^-$ 0,4 |
| 51 | Sb | 121 | 120,90382 | 57,2 | – | – |
| | | 122 | 121,90518 | | 2,8 d | $\beta^-$ 1,94, $\gamma$ |
| | | 123 | 122,90422 | 42,8 | – | – |
| 52 | Te | 128 | 127,90446 | 31,8 | – | – |
| 53 | I | 123 | 122,90559 | | 13,3 u | K-vangst, $\gamma$ |
| | | 127 | 126,90447 | 100 | – | – |
| | | 128 | 127,90584 | | 25,0 min | $\beta^-$ 2,02, $\gamma$ |
| | | 131 | 130,90612 | | 8,0 d | $\beta^-$ 0,60, $\gamma$ |
| 54 | Xe | 128 | 127,90353 | 1,92 | – | – |
| | | 140 | 139,92144 | | 16 s | $\beta^-$, $\gamma$ |
| 55 | Cs | 133 | 132,90543 | 100 | – | – |
| | | 137 | 136,90707 | | 35 j | $\beta^-$ 1,17, $\gamma$ |
| 56 | Ba | 133 | 132,90583 | | 10,8 j | K-vangst, $\gamma$ |
| | | 137 | 136,90582 | 11,3 | – | – |
| | *5 | 137m | 136,90652 | | 2,6 min | $\gamma$ |
| | | 138 | 137,90524 | 71,7 | – | – |
| | | 140 | 139,91058 | | 12,8 d | $\beta^-$ 1,02, $\gamma$ |
| | | 144 | 143,92267 | | 11,9 s | $\beta^-$ |
| 57 | La | 138 | 137,90711 | 0,09 | $1,1 \cdot 10^{11}$ | $\beta^-$ 0,21, K-vangst |

جدول (8-3) ادامه

| | | | u | % | s/min/u/d/j | MeV*2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 58 | Ce | 140 | 139,90544 | 88,5 | – | – |
| | | 141 | 140,90822 | | 32 d | $\beta^-$ 0,56, $\gamma$ |
| | | 142 | 141,90925 | 11,1 | $5 \cdot 10^{16}$ j | |
| 62 | Sm | 147 | 146,91491 | 15,0 | $1,1 \cdot 10^{11}$ j | $\alpha$ 2,1, $\beta^-$ 0,210, $\gamma$ |
| 71 | Lu | 176 | 175,94064 | 2,5 | $2,2 \cdot 10^{10}$ j | $\beta^-$ 0,430, $\gamma$ |
| 72 | Hf | 180 | 179,94656 | 35,2 | ... | ... |
| | | 181 | 180,94911 | | 43 d | $\beta^-$ 0,41, $\gamma$ |
| 73 | Ta | 181 | 180,94801 | 99,99 | – | – |
| | | 182 | 181,95017 | | 115 d | $\beta^-$ 0,53, $\gamma$ |
| 74 | W | 184 | 183,95095 | 30,7 | – | – |
| | | 185 | 184,95352 | | 74 d | $\beta^-$ 0,43, $\gamma$ |
| | | 186 | 185,95438 | 28,6 | – | – |
| 77 | Ir | 191 | 190,96060 | 37,3 | – | – |
| | | 192 | 191,96270 | | 74 d | $\beta^-$, $\beta^+$, $\gamma$ |
| | | 193 | 192,96294 | 62,7 | – | – |
| 79 | Au | 192 | 191,96462 | | 4,0 u | $\beta^-$ 1,9, K-vangst, $\gamma$ |
| | | 197 | 196,96656 | 100 | – | – |
| 80 | Hg | 202 | 201,97063 | 29,8 | – | – |
| | | 203 | 202,97288 | | 46,5 d | $\beta^-$ 0,208, $\gamma$ |
| | | 204 | 203,97348 | 6,9 | – | – |
| | | 205 | 204,97621 | | 5,5 min | $\beta^-$ 1,75 |
| 81 | Tl | 201 | 200,97075 | | 72 u | K-vangst, $\gamma$ |
| | | 203 | 202,97234 | 29,5 | – | – |
| | | 204 | 203,97387 | | 2,7 j | $\beta^-$ 0,76, K-vangst |
| | | 205 | 204,97441 | 70,5 | – | – |
| | | 206 | 205,97610 | | 4,2 min | $\beta^-$ 1,8 |
| | | 207 | 206,97745 | | 4,76 min | $\beta^-$ 1,47, $\gamma$ |
| | | 208 | 207,98201 | | 3,1 min | $\beta^-$ 1,82, $\gamma$ |
| | | 209 | 208,98530 | | 2,2 min | $\beta$ 1,8 |
| | | 210 | 209,99005 | | 1,32 min | $\beta^-$ 1,80 |
| 82 | Pb | 204 | 203,97304 | 1,48 | $1,4 \cdot 10^{17}$ j | $\gamma$ |
| | | 206 | 205,97446 | 23,6 | – | – |
| | | 207 | 206,97589 | 22,6 | – | .. |
| | | 208 | 207,97664 | 52,3 | .. | .. |
| | | 209 | 208,98108 | | 3,3 u | $\beta$ 0,72 |
| | | 210 | 209,98418 | | 22,3 j | $\beta^-$ 0,025, $\gamma$ |
| | | 211 | 210,98874 | | 36,1 min | $\beta^-$ 0,5, $\gamma$ |
| | | 212 | 211,99191 | | 10,6 u | $\beta^-$ 0,59, $\gamma$ |
| | | 214 | 213,99977 | | 26,8 min | $\beta^-$ 0,65, $\gamma$ |

جدول (3-8) ادامه

| atoom-nummer | symbool | massagetal | atoommassa | voorkomen (in de natuur) | halveringstijd | verval en energie van het deeltje [1] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | u | % | s/min/u/d/j | MeV [2] |
| 83 | Bi | 207 | 206,97844 | | 50 j | K-vangst, γ |
| | | 209 | 208,98039 | 100 | > 2 · $10^{18}$ j | |
| | | 210 | 209,98412 | | 4,8 d | α 5,0, $\beta^-$, γ |
| | | 211 | 210,98730 | | 2,16 min | α 6,62, $\beta^-$, γ |
| | | 212 | 211,99127 | | 60,6 min | α 6,09, $\beta^-$, γ |
| | | 213 | 212,99432 | | 46,5 min | $\beta^-$ 1,2, α |
| | | 214 | 213,99869 | | 19,7 min | $\beta^-$ 3,3, α 5,50 |
| 84 | Po | 209 | 208,98243 | | 200 j | α 4,09 |
| | | 210 | 209,98288 | | 140 d | α 5,298, γ |
| | | 211 | 210,98666 | | 0,5 s | α 7,434 |
| | | 212 | 211,98887 | | 3 · $10^{-7}$ s | α 8,776 |
| | | 213 | 212,99283 | | 3,2 · $10^{-6}$ s | α 8,3 |
| | | 214 | 213,99519 | | 1,6 · $10^{-4}$ s | α 7,68 |
| | | 215 | 214,99942 | | 1,83 · $10^{-3}$ s | α 7,365 |
| | | 216 | 216,00190 | | 0,158 s | α 6,774, $\beta^-$ |
| | | 218 | 218,00893 | | 3,05 min | α 5,998, $\beta^-$ |
| 85 | At | 215 | 214,99866 | | $10^{-4}$ s | α 8,04 |
| | | 216 | 216,00241 | | 3 · $10^{-4}$ s | α 7,64 |
| | | 217 | 217,00465 | | 2 · $10^{-3}$ s | α 7,0 |
| | | 218 | 218,00861 | | 2 s | α 6,63 |
| 86 | Rn | 218 | 218,00560 | | 1,9 · $10^{-3}$ s | α 7,1 |
| | | 219 | 219,00948 | | 3,92 s | α 6,824 |
| | | 220 | 220,01140 | | 54,5 s | α 6,282 |
| | | 222 | 222,01757 | | 3,825 d | α 5,486 |
| 87 | Fr | 221 | 221,01418 | | 4,8 min | α 6,3 |
| | | 223 | 223,01974 | | 21 min | $\beta^-$ 1,2, γ |
| 88 | Ra | 223 | 223,01850 | | 11,2 d | α 5,719, γ |
| | | 224 | 224,02020 | | 3,64 d | α 5,7 |
| | | 226 | 226,02541 | | 1,60 · $10^{3}$ j | α 4,79, γ |
| | | 228 | 228,03114 | | 6,7 j | $\beta^-$ 0,030 |
| 89 | Ac | 225 | 225,02322 | | 10,0 d | α 5,8 |
| | | 227 | 227,02775 | | 27,7 j | $\beta^-$ 0,04, γ, α 4,94 |
| | | 228 | 228,03108 | | 6,13 u | $\beta^-$, γ, α 4,54 |
| 90 | Th | 227 | 227,02771 | | 18,6 d | α 6,05, γ |
| | | 228 | 228,02875 | | 1,9 j | α 5,42, γ |
| | | 229 | 229,03165 | | 7340 j | α 5,02 |
| | | 230 | 230,03313 | | 7,7 · $10^{4}$ j | α 4,68, γ |
| | | 231 | 231,03629 | | 25,6 j | $\beta^-$ 0,302, γ |
| | [6] | 232 | 232,03805 | 100 | 1,4 · $10^{10}$ j | α 3,98, γ |
| | | 233 | 233,04158 | | 22,2 min | $\beta^-$ 1,23 |
| | | 234 | 234,04358 | | 24,1 d | $\beta^-$ 0,192, γ |

## ایزوتوپونه :

| د عنصر ترتیبي نمبر Z | سمبول X | کتلوي عدد A= N + Z | اتومي کتله amu | په طبیعت کې فیصدي | د نیمائي تجزیه کیدو وخت ثانیه - s دقیقه - min ساعت - u ورځ - d کال - j | وړانګې انرژي MeV | ie van het |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | u | % | | s/min/u/d/j | MeV [2] | |
| 91 | Pa | 231 | 231,03589 | | $3,43 \cdot 10^4$ j | α 4,66 | |
| | | 233 | 233,04024 | | 27,4 d | $\beta^-$ 0,53 | |
| | | 234 | 234,04330 | | 1,14 min | $\beta^-$ 2,32 | |
| 92 | U [1] | 233 | 233,03963 | | $1,6 \cdot 10^5$ j | α 4,83, $\beta^-$, K-vangst, γ | |
| | | 234 | 234,04095 | 0,0006 | $2,4 \cdot 10^5$ j | α 4,76 | |
| | [7] | 235 | 235,04393 | 0,72 | $7,04 \cdot 10^8$ j | α 4,52 | |
| | | 236 | 236,04564 | | $2,47 \cdot 10^7$ j | α 4,49, γ | |
| | [8] | 238 | 238,05079 | 99,28 | $4,47 \cdot 10^9$ j | α 4,18, γ | |
| 93 | Np | 237 | 237,04817 | | $2,14 \cdot 10^6$ j | α 4,77, γ | |
| | | 239 | 239,05293 | | 2,4 d | $\beta^-$ 0,57, γ | |
| 94 | Pu | 239 | 239,05216 | | $2,4 \cdot 10^4$ j | α 5,2, γ | |
| | | 240 | 240,05388 | | 6850 j | α 5,1 | |
| | [9] | 241 | 241,05685 | | 14 j | α 4,91, β | |
| | | 244 | 244,06410 | | $8,2 \cdot 10^7$ j | α 4,7 | |
| 95 | Am | 241 | 241,05682 | | 432 j | α 5,6, γ | |
| | | 243 | 243,06137 | | $10^4$ j | α 5,4, γ | |
| 96 | Cm | 245 | 245,0655 | | 8500 j | α 5,6, γ | |
| | | 247 | 247,0703 | | $1,6 \cdot 10^7$ j | α 5,4, γ | |
| 100 | Fm | 249 | 249,0789 | | 3 min | α 7,5, K-vangst | |
| | | 257 | 257,0751 | | 100 d | α 6,5, γ | |
| 101 | Md | 255 | 255,0911 | | 27 min | α 7,30, K-vangst | |
| | | 257 | 257,0956 | | 5,5 u | K-vangst, α 7,2 | |
| 103 | Lr | 257 | 257,0995 | | 0,7 s | α 8,6, K-vangst | |
| 104 | Rf | 259 | 259,1055 | | 3 s | α 9,2 | |
| | | 260 | 260,1063 | | $20 \cdot 10^{-3}$ s | splijting | |
| 105 | Db | 260 | 260,1110 | | | α 9,1 | |
| | | 262 | 262,1138 | | | α 8,7, splijting | |
| 106 | Sg | 259 | 259,1144 | | 0,5 s | α 9,5, splijting | |
| | | | | | 0,8 s | α 9,1, splijting | |

1 - دلته د $\beta^-$ یا $\beta$ اعظمي انرژي ورکړل شویده.

2 - $1 \mu eV = 10$ ev =

3 - د اتوم هسته د K د مدار څخه الکترون رانیسي.

4 - تهرنغا

5 - m ایزومیر

6 - د توریم سلسله

7 - د اکتینیم سلسله

8 - د یورانیم سلسله

9 - د نپتونیم سلسله

## خلورم (2 - 4 - 8 ) جدول : د کیمیاوي مرکباتو رنګونه

| | سپين wit | کم رنګه زیړ licht-geel | زیړ geel | زیړرنګه شین geel-groen | کم رنګه شین licht-groen | groen | نارنجي orange | rose | سور rood | قهوه يي bruin | آبي blauw | تور آبي donker-blauw | بنفش paars-violet | تور خړ grijs-zwart | تور zwart |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $AgBr(s)$ | | ■ | | | | | | | | | | | | | |
| $Ag_2CrO_4(s)$ | | | | | | | | | ■ | | | | | | |
| $AgI(s)$ | | | ■ | | | | | | | | | | | | |
| $Ag_2O(s)$ | | | | | | | | | | ■ | | | | | |
| $Ag_3PO_4(s)$ | | | ■ | | | | | | | | | | | | |
| $BaCrO_4(s)$ | | | ■ | | | | | | | | | | | | |
| $Br_2(l)/Br_2(aq)$ | | | ■ | | | | ■ | | ■ | ■ | | | | | |
| $C(grafiet)$ | | | | | | | | | | | | | | | ■ |
| $Cl_2(g)/Cl_2(aq)$ | | | | | ■ | | | | | | | | | | |
| $Co^{2+}(aq)$ | | | | | | | | ■ | | | | | | | |
| $CoCl_2(s)$ | | | | | | | | | | | ■ | | | | |
| $CoCl_2 . 6H_2O(s)$ | | | | | | | | | ■ | | | | | | |
| $Cr^{3+}(aq)$ | | | | | | ■ | | | | | ■ | | | | |
| $CrCl_3 . 6H_2O(s)$ | | | | | | ■ | | | | | | | | | |
| $Cr_2O_3(s)$ | | | | | | ■ | | | | | | | | | |
| $CrO_3(s)$ | | | | | | | | | ■ | | | | | | |
| $Cr(OH)_3(gel)$ | | | | | | ■ | | | | | | | | | |
| $CrO_4^{2-}(aq)$ | | | ■ | | | | | | | | | | | | |
| $Cr_2O_7^{2-}(aq)$ | | | | | | | ■ | | | | | | | | |
| $Cu(s)$ | | | | | | | | | ■ | | | | | | |
| $Cu^{2+}(aq)$ | | | | | | | | | | | ■ | | | | |
| $CuCl_4^{2-}$ | | | | | | ■ | | | | | | | | | |
| $Cu_2Fe(CN)_6(gel)$ | | | | | | | | | | ■ | | | | | |
| $Cu(NH_3)_4^{2+}(aq)$ | | | | | | | | | | | | ■ | | | |
| $Cu_2O(s)$ | | | | | | | | | ■ | | | | | | |
| $CuO(s)$ | | | | | | | | | | | | | | | ■ |
| $Cu(OH)_2(gel)$ | | | | | | | | | | | ■ | | | | |
| $CuSO_4(s)$ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| $CuSO_4 . 5H_2O(s)$ | | | | | | | | | | | ■ | | | | |
| $F_2(g)$ | | | | | ■ | | | | | | | | | | |
| $Fe^{2+}(aq)$ | | | | | ■ | | | | | | | | | | |
| $Fe^{3+}(aq)$ | | ■ | | | | | | | | | | | | | |
| $Fe(CN)_6^{3-}(aq)$ | | | | ■ | | | | | | | | | | | |
| $Fe(CN)_6^{4-}(aq)$ | | ■ | | | | | | | | | | | | | |
| $FeCl_3 . 6H_2O(s)$ | | | | | | | | | | ■ | | | | | |
| $FeNO^{2+}(aq)$ | | | | | | | | | | ■ | | | | | |
| $FeO(s)$ | | | | | | | | | | | | | | | ■ |
| $Fe_2O_3(s)$ | | | | | | | | | | ■ | | | | | |
| $Fe_3O_4(s)$ | | | | | | | | | | | | | | | ■ |
| $Fe(OH)_2(gel)$ | | | | | | ■ | | | | | | | | | |
| $Fe(OH)_3(gel)$ | | | | | | | | | | ■ | | | | | |
| $FeS(s)$ | | | | | | | | | | | | | | | ■ |
| $Fe_2S_3(s)$ | | | | ■ | | | | | | | | | | | ■ |
| $FeSCN^{2+}(aq)$ | | | | | | | | | ■ | | | | | | |

## خلورم (2 - 4 - 8 ) جدول : د کیمیاوي مرکباتو رنګونه

| | سپین<br>*wit* | کم رنګه زیړ<br>*licht-geel* | زیړ<br>*geel* | زیړ رنګه شین<br>*geel-groen* | کم رنګه شین<br>*licht-groen* | شین<br>*groen* | نارنجي<br>*oranje* | ګلابي<br>*rose* | سور<br>*rood* | قهوه‌يي<br>*bruin* | آبي<br>*blauw* | آبي تور<br>*donker-blauw* | بنفش<br>*paars-violet* | خړ تور<br>*grijs-zwart* | تور<br>*zwart* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $FeSO_4 . 7H_2O(s)$ | | | | | | ■ | | | | | | | | | |
| $HgI_2(s)$ ▸[1] | | | ■ | | | | | | ■ | | | | | | |
| $HgO(s)$ ▸[1] | | | ■ | | | | | | ■ | | | | | | |
| $HgS(s)$ ▸[1] | ■ | | | | | | | | ■ | | | | | | ■ |
| $I_2(s)$ | | | | | | | | | | | | | | ■ | |
| $I_2(g)$ | | | | | | | | | | | | | ■ | | |
| $I_2$(in apolaire oplos-middelen) ▸[4] | | | | | | | | | | ■ | | | ■ | | |
| $I_3^-(aq)$ | | | ■ | | | | | | | ■ | | | | | |
| $I_2$-zetmeel(aq) ▸[2] | | | | | | ■ | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ |
| $K_2CrO_4(s)$ | | | ■ | | | | | | | | | | | | |
| $K_2Cr_2O_7(s)$ | | | | | | | ■ | | | | | | | | |
| $K_3Fe(CN)_6(s)$ | | | | | | | | | ■ | | | | | | |
| $K_4Fe(CN)_6 . 3H_2O(s)$ | | | ■ | | | | | | | | | | | | |
| $KFeFe(CN)_6 . H_2O(s)$ | | | | | | | | | | | | ■ | | | |
| $KMnO_4(s)$ | | | | | | | | | | | | | ■ | | |
| $K_2MnO_4(s)$ | | | | | | ■ | | | | | | | | | |
| $MnO_2(s)$ | | | | | | | | | | ■ | | | | | ■ |
| $MnO_4^-(aq)$ | | | | | | | | | | | | | ■ | | |
| $MnO_4^{2-}(aq)$ | | | | | | ■ | | | | | | | | | |
| $NO_2(g)$ | | | | | | | | | | ■ | | | | | |
| $Ni^{2+}(aq)$ | | | | | | ■ | | | | | | | | | |
| $NiCl_2 . 6H_2O(s)$ | | | | | | ■ | | | | | | | | | |
| $Ni(OH)_2(gel)$ | | | | | | ■ | | | | | | | | | |
| $P_4$ ▸[3] | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | |
| $P_x$ ▸[3] | | | | | | | | | ■ | | | | ■ | | |
| $PbCrO_4(s)$ | | | ■ | | | | | | | | | | | | |
| $PbI_2(s)$ | | | ■ | | | | | | | | | | | | |
| $PbO(s)$ ▸[1] | | ■ | | | | | | | ■ | | | | | | |
| $PbO_2(s)$ | | | | | | | | | | ■ | | | | | |
| $Pb_3O_4(s)$ | | | | | | | | | ■ | | | | | | |
| $PbS(s)$ | | | | | | | | | | | | | | | ■ |
| $S_8(s)$ | | ■ | | | | | | | | | | | | | |
| $SnS(s)$ | | | | | | | | | | ■ | | | | | |

1 ◀ - د دې موادو مختلف موديفيکيشنونه مختلف رنګونه لري

2 ◀ - د ايودين د مقدار په زياتيدو سره د مخلوط رنګ د کم رنګه آبي څخه تر تور رنګ پورې تغير کوي.

3 ◀ - سپين او زيړ فاسفورس عين کيمياوي ماده ده

4 ◀ - که د ماليکول په ترکيب کې اکسيجن وي په داسې محلل کې د ايودين محلول قهوه يي رنګ لري

جدول: ( 5 – 8 )

| | کثافت T = 293 K | سطحي کَشش vlakte-spanning T = 293 K | لزوجيت T = 293 K | مخصوصه حرارت 293-373 K | د حرارت تيرولو ضريب T = 293 K | د ذوب نقطه p = p0 | د ذوب حرارت | د غليان نقطه p = p0 | د بخار کيدو حرارت | حرارت بحراني درجه | بحراني فشار |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $10^3$ kg $m^{-3}$ | $10^{-3}$ N $m^{-1}$ | $10^{-3}$ Pa s | $10^3$ J $kg^{-1}$ $K^{-1}$ | W $m^{-1}$ $K^{-1}$ | K | $10^3$ J $kg^{-1}$ | K | $10^6$ J $kg^{-1}$ | K | $10^6$ Pa |
| aceton اسيتون | 0,79 | 23 | 0,33 | 2,20 | 0,16 | 178 | 92 | 329 | 0,515 | 509 | 6,1 |
| alcohol [ethanol الکول | 0,80 | 22 | 1,2 | 2,43 | 0,17 | 159 | 105 | 351 | 0,841 | 516 | 6,2 |
| aniline انالين | 1,02 | 43 | 4,4 | 2,05 | 0,17 | 267 | 88 | 457 | 0,434 | 699 | 5,1 |
| benzeen بنزين | 0,88 | 29 | 0,65 | 1,71 | 0,15 | 279 | 127 | 353 | 0,393 | 563 | 4,6 |
| benzine پترول | 0,72 | | | 2,1 | | 123 | | | | | |
| chloroform کلوروفورم | 1,49 | 27 | 0,6 | 0,96 | 0,12 | 210 | 244 | 334 | 0,250 | 535 | 5,5 |
| ether [ethoxyetha: ايتر | 0,71 | 17 | 0,23 | 2,30 | 0,14 | 157 | 115 | 308 | 0,377 | 467 | 3,3 |
| glycerol گلسرين | 1,26 | 62 | 1500 | 2,43 | 0,29 | 291 | 175 | 563 | 0,83 | 725 | |
| koolstofdisulfide- $CO_2$ | 1,26 | 32 | 0,36 | 1,00 | 0,14 | 161 | 57 | 319 | 0,35 | 552 | 7,5 |
| kwik سيماب | 13,5 [1] | 500 | 1,55 | 0,138 | 10,4 | 234 | 12 | 630 | 0,301 | 1720 | 100 |
| melk شدي | 1,02–1,04 | 45 | 2,1 | 3,9 | 0,49 | 272,5 | 92 | 373 | | | |
| methanol ميتانول | 0,79 | 23 | 0,60 | 2,50 | 0,21 | 176 | 145 | 338 | 1,11 | 513 | 7,5 |
| oijfolie د زيتون غوړی | 0,92 | 33 | 84 | 1,65 | 0,17 | | | 570 | | | |
| paraffineolie د پارافين تيل | 0,80 | 26 | 1000 | 2,13 | 0,15 | 327 | | 573 | | | |
| petroleum د خاوری تيل | 0,79 | 27 | | 2,14 | 0,15 | 203 | | 423 | 0,319 | | |
| siliconenolie سليکان تيل | 0,76 | 16 | 0,49 | 1,37 | 0,10 | 205 | | 373 | | | |
| spiritus 95% سپيريت | 0,85 | | | | | 183 | | 351 [6] | | | |
| stookol د سون مخصوص تيل | 0,95 | | | | | | | | | | |
| terpentijn تريپنتاين | 0,84 | 27 | 1,5 | 1,75 | 0,15 | 263 | | 453 | 0,293 | 649 | 7,9 |
| tetra تترا | 1,59 | 26 | 0,97 | 0,84 | 0,10 | 250 | 17 | 350 | 0,193 | 556 | 4,4 |
| water اوبه | 0,998 | 73 | 1,00 | 4,18 | 0,60 | 273 | 334 | 373 | 2,26 | 647 | 22,1 |
| zeewater [4] د بحر اوبه | 1,024 | | 1,01 | 3,93 | 0,60 | 270 | 334 | | 2,26 | | |
| zwaar water- $D_2O$ | 1,105 | | | 4,22 | 0,58 | 277 | 318 | 374 | 2,07 | 645 | 21,7 |
| zwavelzuur- $H_2SO_4$ | 1,84 | 55 | 28 | 1,38 | | 284 | | 603 | 0,511 | | |

1 ▶ 13,6 bij 273 K
2 ▶ 273-333 K
3 ▶ 293K
4 ▶ 30‰ zout مالگه
5 ▶ destilleert tussen 323 en 473 K
6 ▶ eigenlijk een traject

شپږم (6 - 8 ) جدول : د بعضي موادو کثافتونه او مولاريتي غلظتونه.

bij 298 K

| | وزني فيصدي | کثافت | مولاريتي |
|---|---|---|---|
| | % | kg L$^{-1}$ | mol L$^{-1}$ |
| د گوگرو د تيزابو محلول | 98,0 | 1,832 | 18,32 |
| | 17,5 | 1,118 | 2,00 |
| | 9,26 | 1,059 | 1,00 |
| | 4,77 | 1,029 | 0,500 |
| د مالگي تيزاب | 36,0 | 1,178 | 11,63 |
| | 13,7 | 1,065 | 4,00 |
| | 7,06 | 1,032 | 2,00 |
| | 3,60 | 1,015 | 1,00 |
| د بوري د تيزابو محلول | 65,0 | 1,385 | 14,29 |
| | 22,4 | 1,127 | 4,00 |
| | 11,9 | 1,064 | 2,00 |
| | 6,12 | 1,030 | 1,00 |
| د سرکي د تيزابو محلول | 100 | 1,044 | 17,39 |
| | 85,0 | 1,063 | 15,05 |
| | 23,4 | 1,028 | 4,00 |
| | 5,97 | 1,006 | 1,00 |

| | وزني فيصدي | کثافت | مولاريتي |
|---|---|---|---|
| | % | kg L$^{-1}$ | mol L$^{-1}$ |
| $NH_3$ | 32,0 | 0,883 | 16,6 |
| | 25,0 | 0,904 | 13,3 |
| | 7,04 | 0,968 | 4,00 |
| | 3,47 | 0,982 | 2,00 |
| NaOH | 13,9 | 1,150 | 4,00 |
| | 7,42 | 1,079 | 2,00 |
| | 3,85 | 1,040 | 1,00 |
| KOH | 19,1 | 1,179 | 4,00 |
| | 10,3 | 1,092 | 2,00 |
| | 5,36 | 1,046 | 1,00 |

293 K

| | وزني فيصدي | کثافت | مولاريتي |
|---|---|---|---|
| | % | kg L$^{-1}$ | mol L$^{-1}$ |
| د گوگرو غليظ تيزاب | 95–98 | 1,8 | 18 |
| د مالگي غليظ تيزاب | 36–38 | 1,2 | 12 |
| د بوري غليظ تيزاب | 65–70 | 1,4 | 15 |
| د سرکي کنگل | 99–100 | 1,0 | 17 |
| غليظ امونياک | 25 | 0,91 | 13 |
| د فاسفورس غليظ تيزاب | 85 | 1,7 | 15 |
| د چوني دابو مشبوع محلول | 0,15 | 1,0 | 0,020 |
| د سوديم هيدروکسايد مشبوع محلول | 7,5 | 1,1 | 2,0 |

## اوم (7 - 8) جدول : د بعضي موادو د ذوب او غليان نقطي

د تصعید نقطه ▸1
تجزیه ▸2
منفجر ▸3

in K bij $p = p_0$

| | ذوب نقطه | د غلیان نقطه |
|---|---|---|
| AgBr | 705 | 1573 ▸2 |
| $Ag_2CO_3$ | 491 ▸2 | |
| AgCl | 728 | 1823 |
| AgI | 831 | 1779 |
| $AgNO_3$ | 485 | 717 ▸2 |
| $Ag_2O$ | 503 ▸2 | |
| $AlBr_3$ | 371 | 536 |
| $AlCl_3$ | | 451 ▸1 |
| $AlF_3$ | | 1564 ▸1 |
| $Al_2O_3$ | 2345 | 3253 |
| $Al_2(SO_4)_3$ | 1043 | |
| $BaCO_3$ | ▸2 | |
| $BaCl_2$ | 1236 | 1833 |
| $Ba(NO_3)_2$ | 865 | ▸2 |
| BaO | 2191 | 2300 |
| $BaSO_4$ | 1853 | |
| CO | 74 | 82 |
| $CO_2$ | | 195 ▸1 |
| $COCl_2$ | 145 | 281 |
| $CS_2$ | 162 | 319 |
| $CaCO_3$ | ▸2 | |
| $CaC_2$ | 720 | 3573 |
| $CaCl_2$ | 1055 | 1900 |
| $CaF_2$ | 1696 | 2773 |
| CaO | 2887 | 3123 |
| $Ca(OH)_2$ | 583 ▸2 | |
| CaS | ▸2 | |
| $CaSO_4$ | 1700 ▸2 | |
| $Cl_2O$ | 253 | 277 ▸3 |
| $CoCl_2$ | 997 | 1322 |
| $CrCl_3$ | 1423 | 1573 ▸1 |
| $Cr_2O_3$ | 2539 | 4273 |
| $CuCl_2$ | 893 | 1266 ▸2 |
| CuO | 1599 | |
| $Cu_2O$ | 1508 | 2073 ▸2 |
| $Cu(OH)_2$ | ▸2 | |
| CuS | 376 | 493 ▸2 |
| $CuSO_4$ | 473 ▸2 | 923 ▸2 |
| $FeCO_3$ | ▸2 | |
| $FeCl_2$ | 943 | ▸1 |
| $FeCl_3$ | 579 | 588 ▸2 |
| FeO | 1642 | |
| $Fe_2O_3$ | 1838 | |
| $Fe(OH)_2$ | ▸2 | |

| | د ذوب نقطه | د غلیان نقطه |
|---|---|---|
| FeS | 1466 | |
| HBr | 185 | 206 |
| HCN | 259 | 299 |
| HCl | 158 | 188 |
| HF | 190 | 293 |
| HI | 222 | 238 |
| $HNO_3$ | 231 | 356 |
| $H_2O$ | 273 | 373 |
| $H_2O_2$ | 273 | 423 |
| $H_3PO_4$ | 316 | 438 ▸2 |
| $H_2S$ | 188 | 212 |
| $H_2SO_4$ | 284 | 603 |
| $HgCl_2$ | 549 | 575 |
| HgO | 773 ▸2 | |
| KBr | 1007 | 1708 |
| $KBrO_3$ | 707 ▸2 | |
| KCN | 908 | |
| $K_2CO_3$ | 1164 | ▸2 |
| KCl | 1043 | 1673 ▸1 |
| $KClO_3$ | 629 | 673 ▸2 |
| $K_2CrO_4$ | 1241 | |
| $K_2Cr_2O_7$ | 671 | |
| KF | 1131 | 1778 |
| $KHCO_3$ | 370 ▸2 | |
| $KHSO_4$ | 487 | ▸2 |
| KI | 954 | 1603 |
| $KIO_3$ | 833 ▸2 | |
| $KMnO_4$ | 513 ▸2 | |
| $KNO_2$ | 713 | |
| $KNO_3$ | 607 | 673 ▸2 |
| $K_2O$ | 623 ▸2 | |
| KOH | 633 | 1593 |
| KSCN | 446 | 773 ▸2 |
| $K_2S$ | 1113 | |
| $K_2SO_4$ | 1342 | 1962 |
| $MgBr_2$ | 973 | |
| $MgCO_3$ | 623 ▸2 | |
| $MgCl_2$ | 987 | 1685 |
| MgO | 3125 | 3873 |
| $Mg(OH)_2$ | 623 ▸2 | |
| MgS | 2273 ▸2 | |
| $MgSO_4$ | 1397 ▸2 | |
| $MnCO_3$ | ▸2 | |
| $MnSO_4$ | 973 | 1123 ▸2 |

( ۱۵ - و ) جدول : د زکلایت د ضرب حاصل

bij 298 K

| | oplosbaarheids-product $K_s$ | $pK_s$ | | oplosbaarheids-product $K_s$ | $pK_s$ |
|---|---|---|---|---|---|
| AgBr | $5{,}4\cdot10^{-13}$ | 12,27 | CuS | $10^{-44}$ | 44 |
| AgCl | $1{,}8\cdot10^{-10}$ | 9,74 | $Fe(OH)_2$ | $4{,}9\cdot10^{-17}$ | 16,31 |
| $Ag_2CO_3$ | $8{,}5\cdot10^{-12}$ | 11,07 | $Fe(OH)_3$ | $2{,}6\cdot10^{-39}$ | 38,59 |
| $Ag_2CrO_4$ | $1{,}1\cdot10^{-12}$ | 11,96 | FeS | $1\cdot10^{-19}$ | 19,0 |
| AgI | $8{,}5\cdot10^{-17}$ | 16,07 | HgS | $10^{-52}$ | 52 |
| $Ag_3PO_4$ | $8{,}9\cdot10^{-17}$ | 16,05 | $MgCO_3$ | $6{,}8\cdot10^{-6}$ | 5,17 |
| $Ag_2S$ | $10^{-29}$ | 29 | $Mg(OH)_2$ | $5{,}6\cdot10^{-12}$ | 11,25 |
| AgSCN | $1{,}0\cdot10^{-12}$ | 12,00 | MnS | $2{,}5\cdot10^{-16}$ | 15,60 |
| $Ag_2SO_4$ | $1{,}2\cdot10^{-5}$ | 4,92 | $PbBr_2$ | $6{,}6\cdot10^{-6}$ | 5,18 |
| $Al(OH)_3$ | $2{,}0\cdot10^{-32}$ | 31,70 | $PbCl_2$ | $1{,}2\cdot10^{-5}$ | 4,92 |
| $BaCO_3$ | $2{,}6\cdot10^{-9}$ | 8,59 | $PbCO_3$ | $1{,}5\cdot10^{-13}$ | 12,82 |
| $BaCrO_4$ | $1{,}2\cdot10^{-10}$ | 9,92 | $PbCrO_4$ | $1{,}8\cdot10^{-14}$ | 13,74 |
| $BaSO_4$ | $1{,}1\cdot10^{-10}$ | 9,96 | $PbI_2$ | $8{,}5\cdot10^{-9}$ | 8,07 |
| $CaCO_3$ | $5{,}0\cdot10^{-9}$ | 8,30 | $Pb(OH)_2$ | $1{,}4\cdot10^{-20}$ | 19,85 |
| $CaC_2O_4$ | $2{,}3\cdot10^{-9}$ | 8,64 | PbS | $10^{-27}$ | 27 |
| $CaF_2$ | $1{,}5\cdot10^{-11}$ | 10,82 | $PbSO_4$ | $1{,}8\cdot10^{-8}$ | 7,74 |
| $Ca(OH)_2$ | $4{,}7\cdot10^{-6}$ | 5,33 | SnS | $1\cdot10^{-25}$ | 25,0 |
| $CaSO_4$ | $7{,}1\cdot10^{-5}$ | 4,15 | $SrSO_4$ | $3{,}4\cdot10^{-7}$ | 6,47 |
| $Cr(OH)_3$ | $6\cdot10^{-31}$ | 30,2 | $ZnCO_3$ | $1{,}2\cdot10^{-10}$ | 9,92 |
| CuI | $1{,}3\cdot10^{-12}$ | 11,89 | $Zn(OH)_2$ | $6\cdot10^{-17}$ | 16,2 |
| $Cu(OH)_2$ | $1{,}6\cdot10^{-19}$ | 18,80 | ZnS | $2\cdot10^{-23}$ | 22,7 |

## اتم (8 - 8) جدول : د تصعید او تبخیر حرارتونه

in $10^5$ J $mol^{-1}$ bij $T$ = 298 K en $p = p_0$

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Li | +1,61 | Mg | +1,49 | Al | +3,24 |
| Na | +1,08 | Ca | +1,77 | C (grafiet) | +7,15 |
| K | +0,90 | Ba | +1,75 | $I_2$ | +0,62 |
| Rb | +0,82 | Fe | +4,18 | $P_4$ (wit) | +0,55 |
| Cs | +0,78 | Cu | +3,39 | $S_8$ | +0,93 |
| Ag | +2,86 | Pb | +1,96 | | |
| | | Zn | +1,30 | | |

## مایعات

in $10^5$ J $mol^{-1}$ bij $T$ = 298 K en $p = p_0$

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Hg | +0,61 | $H_2O$ | +0,44 | $CH_3OH$ | +0,38 |
| $Br_2$ | +0,31 | $C_6H_6$ | +0,34 | $CH_3$-$CH_2OH$ | +0,43 |
| | | | | $C_6H_5$-$CH_3$ | +0,37 |

## ( 9 - 8) جدول : د کرستلي جالی انرژي (نظري محاسبه)

in $10^5$ J $mol^{-1}$ bij $T$ = 298 K

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LiF | −10,4 | RbF | −7,8 | $MgF_2$ | −29,3 | $Na_2O$ | −25,3 |
| LiCl | −8,5 | RbCl | −6,8 | $MgCl_2$ | −25,0 | $K_2O$ | −22,8 |
| LiBr | −8,0 | RbBr | −6,5 | $MgBr_2$ | −24,0 | MgO | −38,4 |
| LiI | −7,6 | RbI | −6,2 | $MgI_2$ | −23,1 | CaO | −34,5 |
| NaF | −9,2 | CsF | −7,4 | $CaF_2$ | −26,2 | BaO | −31,0 |
| NaCl | −7,8 | CsCl | −6,5 | $CaCl_2$ | −22,3 | ZnO | −40,2 |
| NaBr | −7,4 | CsBr | −6,3 | $CaBr_2$ | −21,3 | FeO | −39,0 |
| NaI | −7,0 | CsI | −6,0 | $CaI_2$ | −20,6 | $Fe_2O_3$ | −150 |
| KF | −8,2 | AgF | −9,7 | $BaCl_2$ | −20,2 | $Al_2O_3$ | −153 |
| KCl | −7,1 | AgCl | −9,1 | | | | |
| KBr | −6,8 | AgBr | −8,9 | | | | |
| KI | −6,4 | AgI | −8,9 | | | | |

جدول (8-14) : [illegible] ثابت

bij 298 K

Bij deeltjes zonder toestandsaanduiding moet steeds (aq) worden gelezen.

| *evenwichtsreactie* [1] | | | *dissociatieconstante* $K_d$ | $pK_d$ |
|---|---|---|---|---|
| $Ag(CN)_2^-$ | ⇄ | $AgCN(s) + CN^-$ | $4 \cdot 10^{-6}$ | 5,4 |
| $AgCl_2^-$ | ⇄ | $AgCl(s) + Cl^-$ | $2 \cdot 10^{4}$ | –4,3 |
| $Ag(NH_3)_2^+$ | ⇄ | $Ag^+ + 2\ NH_3$ | $5{,}9 \cdot 10^{-8}$ | 7,23 |
| $Ag(S_2O_3)_2^{3-}$ | ⇄ | $Ag^+ + 2\ S_2O_3^{2-}$ | $1 \cdot 10^{-13}$ | 13,0 |
| $Al(OH)_4^-$ | ⇄ | $Al(OH)_3(s) + OH^-$ | $2{,}5 \cdot 10^{-2}$ | 1,60 |
| $AlF_6^{3-}$ | ⇄ | $Al^{3+} + 6\ F^-$ | $2 \cdot 10^{-20}$ | 19,7 |
| $Co(NH_3)_6^{2+}$ | ⇄ | $Co^{2+} + 6\ NH_3$ | $1{,}3 \cdot 10^{-5}$ | 4,89 |
| $Co(NH_3)_6^{3+}$ | ⇄ | $Co^{3+} + 6\ NH_3$ | $10^{-33}$ | 33 |
| $CuCl_4^{2-}$ | ⇄ | $Cu^{2+} + 4\ Cl^-$ | $2{,}4 \cdot 10^{-6}$ | 5,62 |
| $Cu(NH_3)_4^{2+}$ | ⇄ | $Cu^{2+} + 4\ NH_3$ | $7{,}1 \cdot 10^{-14}$ | 13,15 |
| $Fe(CN)_6^{4-}$ | ⇄ | $Fe^{2+} + 6\ CN^-$ | $10^{-24}$ | 24 |
| $Fe(CN)_6^{3-}$ | ⇄ | $Fe^{3+} + 6\ CN^-$ | $10^{-31}$ | 31 |
| $FeSCN^{2+}$ | ⇄ | $Fe^{3+} + SCN^-$ | $1{,}1 \cdot 10^{-3}$ | 2,96 |
| $HgI_4^{2-}$ | ⇄ | $HgI_2(s) + 2\ I^-$ | $1{,}0 \cdot 10^{-6}$ | 6,00 |
| $I_3^-$ | ⇄ | $I_2 + I^-$ | $1{,}4 \cdot 10^{-3}$ | 2,85 |
| $Pb(OH)_4^{2-}$ | ⇄ | $Pb(OH)_2(s) + 2\ OH^-$ | $1 \cdot 10^{1}$ | –1,0 |
| $Zn(NH_3)_4^{2+}$ | ⇄ | $Zn^{2+} + 4\ NH_3$ | $2{,}6 \cdot 10^{-10}$ | 9,59 |
| $Zn(OH)_4^{2-}$ | ⇄ | $Zn(OH)_2(s) + 2\ OH^-$ | $1 \cdot 10^{-1}$ | 1,0 |

EDTA-complexen

## يولسم (14 - 8) جدول : د سوزيدو حرارتونه

### جامدات

اوبه د بخار په شکل آزاديږي

| | $10^6\ J\ kg^{-1}$ | $kWh\ kg^{-1}$ |
|---|---|---|
| قهوه‌يي رنګه سکاره | 21 | 5,8 |
| لرګي | 16 | 4,4 |
| د ډبرې سکاره | 29 | 8,1 |
| تورف | 11 | 3,1 |

### مايعات

$T = 298\ K$. اوبه د بخار په شکل آزاديږي

| | $10^9\ J\ m^{-3}$ | $10^3\ kWh\ m^{-3}$ |
|---|---|---|
| الکهول (ايتانول) | 22 | 6,1 |
| فت (99% اکتان) | 33 | 9,2 |
| د ګاز تيل | 36 | 10,0 |
| سپريت | 18 | 5,0 |
| مخصوص تيل | 40 | 11,1 |

### ګازات

$T = 273\ K, p = p_0$ اوبه د بخار په شکل آزاديږي

| | $10^6\ J\ m^{-3}$ | $kWh\ m^{-3}$ |
|---|---|---|
| طبيعي ګاز | 32 | 8,9 |
| د طبيعي ګازاتو مخلوط | 29,5 - 44,4 | 8,2 - 12,2 |
| استلين | 56,9 | 15,8 |
| بوتان | 120,7 | 34 |
| بوتا ګاز | 110 | 31 |
| ايتلين | 64,5 | 17,9 |
| جنراتور ګاز | 3,0 | 0,83 |
| د اوسپنې د ذوب کولو د فابريکې ګاز | 4,2 | 1,17 |
| CO | 12,8 | 3,6 |
| ميتان | 35,8 | 9,9 |
| پروپان | 93,8 | 26 |
| هايدروجن | 10,8 | 3,0 |

## Appendix 1. The Greek alphabet

| Letters | | Name | Letters | | Name |
|---|---|---|---|---|---|
| Α | α | alpha | Ν | ν | nu |
| Β | β | beta | Ξ | ξ | xi |
| Γ | γ | gamma | Ο | ο | omicron |
| Δ | δ | delta | Π | π | pi |
| Ε | ε | epsilon | Ρ | ρ | rho |
| Ζ | ζ | zeta | Σ | σ, ς | sigma |
| Η | η | eta | Τ | τ | tau |
| Θ | θ | theta | Υ | υ | upsilon |
| Ι | ι | iota | Φ | φ | phi |
| Κ | κ | kappa | Χ | χ | chi |
| Λ | λ | lambda | Ψ | ψ | psi |
| Μ | μ | mu | Ω | ω | omega |

## Appendix 2. Fundamental constants

| Constant | Symbol | Value in SI units |
|---|---|---|
| acceleration of free fall | $g$ | $9.806\ 65$ m s$^{-2}$ |
| Avogadro constant | $L$, $N_A$ | $6.022\ 1367(36) \times 10^{23}$ mol$^{-1}$ |
| Boltzmann constant | $k = R/N_A$ | $1.380\ 658(12) \times 10^{-23}$ J K$^{-1}$ |
| electric constant | $\varepsilon_0$ | $8.854\ 187\ 817 \times 10^{-12}$ F m$^{-1}$ |
| electronic charge | $e$ | $1.602\ 177\ 33(49) \times 10^{-19}$ C |
| electronic rest mass | $m_e$ | $9.109\ 3897(54) \times 10^{-31}$ kg |
| Faraday constant | $F$ | $9.648\ 5309(29) \times 10^{4}$ C mol$^{-1}$ |
| gas constant | $R$ | $8.314\ 510(70)$ J K$^{-1}$ mol$^{-1}$ |
| gravitational constant | $G$ | $6.672\ 59(85) \times 10^{-11}$ m$^3$ kg$^{-1}$ s$^{-2}$ |
| Loschmidt's constant | $N_L$ | $2.686\ 763(23) \times 10^{25}$ m$^{-3}$ |
| magnetic constant | $\mu_0$ | $4\pi \times 10^{-7}$ H m$^{-1}$ |
| neutron rest mass | $m_n$ | $1.674\ 9286(10) \times 10^{-27}$ kg |
| Planck constant | $h$ | $6.626\ 0755(40) \times 10^{-34}$ J s |
| proton rest mass | $m_p$ | $1.672\ 6231(10) \times 10^{-27}$ kg |
| speed of light | $c$ | $2.997\ 924\ 58 \times 10^{8}$ m s$^{-1}$ |
| Stefan-Boltzmann constant | $\sigma$ | $5.670\ 51(19) \times 10^{-8}$ W m$^{-2}$ K$^{-4}$ |

| Group | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | n (Period) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 H | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 He | 1 |
| | 3 Li | 4 Be | | | | | | | | | | | 5 B | 6 C | 7 N | 8 O | 9 F | 10 Ne | 2 |
| | 11 Na | 12 Mg | | | | | | | | | | | 13 Al | 14 Si | 15 P | 16 S | 17 Cl | 18 Ar | 3 |
| | 19 K | 20 Ca | 21 Sc | 22 Ti | 23 V | 24 Cr | 25 Mn | 26 Fe | 27 Co | 28 Ni | 29 Cu | 30 Zn | 31 Ga | 32 Ge | 33 As | 34 Se | 35 Br | 36 Kr | 4 |
| | 37 Rb | 38 Sr | 39 Y | 40 Zr | 41 Nb | 42 Mo | 43 Tc | 44 Ru | 45 Rh | 46 Pd | 47 Ag | 48 Cd | 49 In | 50 Sn | 51 Sb | 52 Te | 53 I | 54 Xe | 5 |
| | 55 Cs | 56 Ba | 57-71 La-Lu | 72 Hf | 73 Ta | 74 W | 75 Re | 76 Os | 77 Ir | 78 Pt | 79 Au | 80 Hg | 81 Tl | 82 Pb | 83 Bi | 84 Po | 85 At | 86 Rn | 6 |
| | 87 Fr | 88 Ra | 89-103 Ac-Lr | 104 Rf | 105 Db | 106 Sg | 107 Bh | 108 Hs | 109 Mt | 110 Uun | 111 Uuu | 112 Uub | | | | | | | 7 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lanthanoids | 57 La | 58 Ce | 59 Pr | 60 Nd | 61 Pm | 62 Sm | 63 Eu | 64 Gd | 65 Tb | 66 Dy | 67 Ho | 68 Er | 69 Tm | 70 Yb | 71 Lu | 6 |
| Actinoids | 89 Ac | 90 Th | 91 Pa | 92 U | 93 Np | 94 Pu | 95 Am | 96 Cm | 97 Bk | 98 Cf | 99 Es | 100 Fm | 101 Md | 102 No | 103 Lr | 7 |

Correspondence of recommended group designations to other designations in recent use

| IUPAC Recommendations 1990 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Usual European Convention | IA | IIA | IIIA | IVA | VA | VIA | VIIA | VIII (or VIIIA) | | | IB | IIB | IIIB | IVB | VB | VIB | VIIB | 0 (or VIIIB) |
| Usual US Convention | IA | IIA | IIIB | IVB | VB | VIB | VIIB | VIII | | | IB | IIB | IIIA | IVA | VA | VIA | VIIA | VIIIA (or 0) |

# Appendix 3. SI units

## TABLE 3.1 Base and dimensionless SI units

| Physical quantity | Name | Symbol |
|---|---|---|
| length | metre | m |
| mass | kilogram | kg |
| time | second | s |
| electric current | ampere | A |
| thermodynamic temperature | kelvin | K |
| luminous intensity | candela | cd |
| amount of substance | mole | mol |
| *plane angle | radian | rad |
| *solid angle | steradian | sr |

*dimensionless units

## TABLE 3.2 Derived SI units with special names

| Physical quantity | Name of SI unit | Symbol of SI unit |
|---|---|---|
| frequency | hertz | Hz |
| energy | joule | J |
| force | newton | N |
| power | watt | W |
| pressure | pascal | Pa |
| electric charge | coulomb | C |
| electric potential difference | volt | V |
| electric resistance | ohm | Ω |
| electric conductance | siemens | S |
| electric capacitance | farad | F |
| magnetic flux | weber | Wb |
| inductance | henry | H |
| magnetic flux density (magnetic induction) | tesla | T |
| luminous flux | lumen | lm |
| illuminance | lux | lx |
| absorbed dose | gray | Gy |
| activity | becquerel | Bq |
| dose equivalent | sievert | Sv |

**TABLE 3.3 Decimal multiples and submultiples to be used with SI units**

| Submultiple | Prefix | Symbol | Multiple | Prefix | Symbol |
|---|---|---|---|---|---|
| $10^{-1}$ | deci | d | 10 | deca | da |
| $10^{-2}$ | centi | c | $10^{2}$ | hecto | h |
| $10^{-3}$ | milli | m | $10^{3}$ | kilo | k |
| $10^{-6}$ | micro | µ | $10^{6}$ | mega | M |
| $10^{-9}$ | nano | n | $10^{9}$ | giga | G |
| $10^{-12}$ | pico | p | $10^{12}$ | tera | T |
| $10^{-15}$ | femto | f | $10^{15}$ | peta | P |
| $10^{-18}$ | atto | a | $10^{18}$ | exa | E |
| $10^{-21}$ | zepto | z | $10^{21}$ | zetta | Z |
| $10^{-24}$ | yocto | y | $10^{24}$ | yotta | Y |

**TABLE 3.4 Conversion of units to SI units**

| From | To | Multiply by |
|---|---|---|
| in | m | $2.54 \times 10^{-2}$ |
| ft | m | 0.3048 |
| sq. in | $m^2$ | $6.4516 \times 10^{-4}$ |
| sq. ft | $m^2$ | $9.2903 \times 10^{-2}$ |
| cu. in | $m^3$ | $1.63871 \times 10^{-5}$ |
| cu. ft | $m^3$ | $2.83168 \times 10^{-2}$ |
| l(itre) | $m^3$ | $10^{-3}$ |
| gal(lon) | l(itre) | 4.546 09 |
| miles/hr | m $s^{-1}$ | 0.477 04 |
| km/hr | m $s^{-1}$ | 0.277 78 |
| lb | kg | 0.453 592 |
| g $cm^{-3}$ | kg $m^{-3}$ | $10^{3}$ |
| lb/$in^3$ | kg $m^{-3}$ | $2.767\ 99 \times 10^{4}$ |
| dyne | N | $10^{-5}$ |
| poundal | N | 0.138 255 |
| lbf | N | 4.448 22 |
| mmHg | Pa | 133.322 |
| atmosphere | Pa | $1.013\ 25 \times 10^{5}$ |
| hp | W | 745.7 |
| erg | J | $10^{-7}$ |
| eV | J | $1.602\ 10 \times 10^{-19}$ |
| kW h | J | $3.6 \times 10^{6}$ |
| cal | J | 4.1868 |

| | 0 | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I0 | 0000 | 0043 | 0086 | 0I28 | 0I70 | 02I2 | 0253 | 0294 | 0334 | 0374 |
| II | 04I4 | 0453 | 0492 | 053I | 0569 | 0607 | 0645 | 0682 | 07I9 | 0755 |
| I2 | 0792 | 0828 | 0864 | 0899 | 09[illegible] | I0[illegible] | I0[illegible] | I0[illegible] | I[illegible]77 | II06 |
| I3 | II39 | II73 | I206 | I239 | I27I | I303 | I335 | I367 | I399 | I430 |
| I4 | I46I | I492 | I523 | I553 | I584 | I6I4 | I644 | I673 | I703 | I732 |
| I5 | I76I | I790 | I8I8 | I847 | I875 | I903 | I93I | I959 | I987 | 20I4 |
| I6 | 204I | 2068 | 2095 | 2I22 | 2I48 | 2I75 | 220I | 2227 | 2253 | 2279 |
| I7 | 2304 | 2330 | 2355 | 2380 | 2405 | 2430 | 2455 | 2480 | 2504 | 2529 |
| I8 | 2553 | 2577 | 260I | 2625 | 2648 | 2672 | 2695 | 27I8 | 2742 | 2765 |
| I9 | 2788 | 28I0 | 2833 | 2856 | 2878 | 2900 | 2923 | 2945 | 2967 | 2989 |
| 20 | 30I0 | 3032 | 3054 | 3075 | 3096 | 3II8 | 3I39 | 3I60 | 3I8I | 320I |
| 2I | 3222 | 3243 | 3263 | 3284 | 3304 | 3324 | 3345 | 3365 | 3385 | 3404 |
| 22 | 3424 | 3444 | 3464 | 3483 | 3502 | 3522 | 354I | 3560 | 3579 | 3598 |
| 23 | 36I7 | 3636 | 3655 | 3674 | 3692 | 37II | 3729 | 3747 | 3766 | 3784 |
| 24 | 3802 | 3820 | 3838 | 3856 | 3874 | 3892 | 3909 | 3927 | 3945 | 3962 |
| 25 | 3979 | 3997 | 40I4 | 403I | 4048 | 4065 | 4082 | 4099 | 4II6 | 4I33 |
| 26 | 4I50 | 4I66 | 4I83 | 4200 | 42I6 | 4232 | 4249 | 4265 | 428I | 4298 |
| 27 | 43I4 | 4330 | 4346 | 4362 | 4378 | 4393 | 4409 | 4425 | 4440 | 4456 |
| 28 | 4472 | 4487 | 4502 | 45I8 | 4533 | 4548 | 4564 | 4579 | 4594 | 4609 |
| 29 | 4624 | 4639 | 4654 | 4669 | 4683 | 4698 | 47I3 | 4728 | 4742 | 4757 |
| 30 | 477I | 4786 | 4800 | 48I4 | 4829 | 4843 | 4857 | 487I | 4886 | 4900 |
| 3I | 49I4 | 4928 | 4942 | 4955 | 4969 | 4983 | 4997 | 50II | 5024 | 5038 |
| 32 | 505I | 5065 | 5079 | 5092 | 5I05 | 5II9 | 5I32 | 5I45 | 5I59 | 5I72 |
| 33 | 5I85 | 5I98 | 52II | 5224 | 5237 | 5250 | 5263 | 5276 | 5289 | 5302 |
| 34 | 53I5 | 5328 | 5340 | 5353 | 5366 | 5378 | 539I | 5403 | 54I6 | 5428 |
| 35 | 544I | 5453 | 5465 | 5478 | 5490 | 5502 | 55I4 | 5527 | 5539 | 555I |
| 36 | 5563 | 5575 | 5587 | 5599 | 56II | 5623 | 5635 | 5647 | 5658 | 5670 |
| 37 | 5682 | 5694 | 5705 | 57I7 | 5729 | 5740 | 5752 | 5763 | 5775 | 5786 |
| 38 | 5798 | 5809 | 582I | 5832 | 5843 | 5855 | 5866 | 5877 | 5888 | 5899 |
| 39 | 59II | 5922 | 5833 | 5944 | 5955 | 5966 | 5977 | 5988 | 5999 | 60I0 |
| 40 | 602I | 603I | 6042 | 6053 | 6064 | 6075 | 6085 | 6096 | 6I07 | 6II7 |
| 4I | 6I28 | 6I38 | 6I49 | 6I60 | 6I70 | 6I80 | 6I9I | 620I | 62I2 | 6222 |
| 42 | 6232 | 6243 | 6253 | 6263 | 6274 | 6284 | 6294 | 6304 | 63I4 | 6325 |
| 43 | 6335 | 6345 | 6355 | 6365 | 6375 | 6385 | 6395 | 6405 | 64I5 | 6425 |
| 44 | 6435 | 6444 | 6454 | 6464 | 6474 | 6484 | 6493 | 6503 | 65I3 | 6522 |
| 45 | 6532 | 6542 | 655I | 656I | 657I | 6580 | 6590 | 6599 | 6609 | 66I8 |
| 46 | 6628 | 6637 | 6646 | 6656 | 6665 | 6675 | 6684 | 6693 | 6702 | 67I2 |
| 47 | 672I | 6730 | 6739 | 6749 | 6758 | 6767 | 6776 | 6785 | 6794 | 6803 |
| 48 | 68I2 | 682I | 6830 | 6839 | 6848 | 6857 | 6866 | 6875 | 6884 | 6893 |
| 49 | 6902 | 69II | 6920 | 6928 | 6937 | 6946 | 6955 | 6964 | 6972 | 698I |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 55 | 7404 | 7412 | 7419 | 7427 | 7435 | 7443 | 7451 | 7459 | 7466 | 7474 |
| 56 | 7482 | 7490 | 7497 | 7505 | 7513 | 7520 | 7528 | 7536 | 7543 | 7551 |
| 57 | 7559 | 7566 | 7574 | 7582 | 7589 | 7597 | 7604 | 7612 | 7619 | 7627 |
| 58 | 7634 | 7642 | 7649 | 7657 | 7664 | 7672 | 7679 | 7686 | 7694 | 7701 |
| 59 | 7709 | 7716 | 7723 | 7731 | 7738 | 7745 | 7752 | 7760 | 7767 | 7774 |
| 60 | 7782 | 7789 | 7796 | 7805 | 7810 | 7818 | 7825 | 7832 | 7839 | 7846 |
| 61 | 7853 | 7860 | 7868 | 7875 | 7882 | 7889 | 7896 | 7903 | 7910 | 7917 |
| 62 | 7924 | 7931 | 7938 | 7945 | 7952 | 7959 | 7966 | 7973 | 7980 | 7987 |
| 63 | 7993 | 8000 | 8007 | 8014 | 8021 | 8028 | 8035 | 8041 | 8048 | 8055 |
| 64 | 8062 | 8069 | 8075 | 8082 | 8089 | 8096 | 8102 | 8109 | 8116 | 8122 |
| 65 | 8129 | 8136 | 8142 | 8149 | 8156 | 8162 | 8169 | 8176 | 8182 | 8189 |
| 66 | 8195 | 8202 | 8209 | 8215 | 8222 | 8228 | 8255 | 8241 | 8248 | 8254 |
| 67 | 8261 | 8267 | 8274 | 8280 | 8287 | 8293 | 8299 | 8306 | 8312 | 8319 |
| 68 | 8325 | 8331 | 8338 | 8344 | 8351 | 8357 | 8363 | 8370 | 8376 | 8382 |
| 69 | 8388 | 8395 | 8401 | 8407 | 8414 | 8420 | 8426 | 8432 | 8439 | 8445 |
| 70 | 8451 | 8457 | 8463 | 8470 | 8476 | 8482 | 8488 | 8490 | 8500 | 8506 |
| 71 | 8513 | 8519 | 8525 | 8531 | 8537 | 8543 | 8549 | 8555 | 8561 | 8567 |
| 72 | 8573 | 8579 | 8585 | 8591 | 8597 | 8603 | 8609 | 8615 | 8621 | 8627 |
| 73 | 8633 | 8639 | 8645 | 8651 | 8657 | 8663 | 8669 | 8675 | 8681 | 8686 |
| 74 | 8692 | 8698 | 8704 | 8710 | 8716 | 8722 | 8727 | 8733 | 8739 | 8745 |
| 75 | 8751 | 8756 | 8762 | 8768 | 8774 | 8779 | 8785 | 8791 | 8797 | 8802 |
| 76 | 8808 | 8814 | 8820 | 8825 | 8831 | 8837 | 8842 | 8848 | 8854 | 8859 |
| 77 | 8865 | 8871 | 8876 | 8882 | 8887 | 8895 | 8899 | 8904 | 8910 | 8915 |
| 78 | 8921 | 8927 | 8932 | 8938 | 8943 | 8949 | 8954 | 8960 | 8965 | 8971 |
| 79 | 8976 | 8982 | 8987 | 8993 | 8998 | 9004 | 9009 | 9015 | 9020 | 9025 |
| 80 | 9031 | 9036 | 9042 | 9047 | 9053 | 9058 | 9063 | 9069 | 9074 | 9079 |
| 81 | 903[illegible] | 9090 | 9096 | 9101 | 9106 | 9112 | 9117 | 9122 | 9128 | 9133 |
| 82 | 9138 | 9143 | 9149 | 9154 | 9159 | 9165 | 9170 | 9175 | 91 | 91 |
| 83 | 9191 | 9196 | 9201 | 9206 | 9212 | 9217 | 9222 | 9227 | 92 | 92 |
| 84 | 9243 | 9248 | 9253 | 9258 | 9263 | 9269 | 9274 | 9279 | 92 | 9289 |
| 85 | 9294 | 9298 | 9304 | 9309 | 9315 | 9320 | 9325 | 9330 | 9335 | 9340 |
| 86 | 9345 | 9350 | 9355 | 9360 | 9365 | 9370 | 9375 | 9380 | 9385 | 9390 |
| 87 | 9395 | 9400 | 9405 | 9410 | 9415 | 9420 | 9425 | 9430 | 9435 | 9440 |
| 88 | 9445 | 9450 | 9455 | 9460 | 9465 | 9469 | 9474 | 9479 | 9484 | 9489 |
| 89 | 9494 | 9499 | 9504 | 9509 | 9513 | 9518 | 9523 | 9528 | 9533 | 9538 |
| 90 | 9542 | 9547 | 9552 | 9557 | 9562 | 9566 | 9571 | 9576 | 9581 | 9586 |
| 91 | 9590 | 9595 | 9600 | 9605 | 9609 | 9614 | 9619 | 9624 | 9628 | 9633 |
| 92 | 9638 | 9643 | 9647 | 9652 | 9657 | 9661 | 9666 | 9671 | 9675 | 9680 |
| 93 | 9685 | 9689 | 9694 | 9699 | 9703 | 9708 | 9713 | 9717 | 9722 | 9727 |
| 94 | 9731 | 9736 | 9741 | 9745 | 9750 | 9754 | 9759 | 9763 | 9768 | 9773 |
| 95 | 9777 | 9782 | 9786 | 9791 | 9795 | 9800 | 9805 | 9809 | 9814 | 9818 |
| 96 | 9823 | 9827 | 9832 | 9836 | 9841 | 9845 | 9850 | 9854 | 9859 | 9863 |
| 97 | 9868 | 9872 | 9877 | 9881 | 9886 | 9890 | 9894 | 9899 | 9903 | 9908 |
| 98 | 9912 | 9917 | 9921 | 9926 | 9930 | 9934 | 9939 | 9943 | 9948 | 9952 |
| 99 | 9956 | 9961 | 9965 | 9969 | 9974 | 9978 | 9983 | 9987 | 9991 | 9996 |

# انتی لــــوگـــاریـــتم

| | 0 | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| .00 | I000 | I002 | I005 | I007 | I009 | I0I2 | I0I4 | I0I6 | I0I9 | I02I |
| .0I | I023 | I026 | I028 | I030 | I033 | [illegible] | [illegible] | I040 | I042 | I045 |
| .02 | I047 | I050 | I052 | I054 | I057 | I059 | I062 | I064 | I067 | I069 |
| .03 | I072 | I074 | I076 | I079 | I08I | I084 | I086 | I089 | I09I | I094 |
| .04 | I096 | I099 | II02 | II04 | II07 | II09 | III2 | III4 | III7 | III9 |
| .05 | II22 | II25 | II27 | II30 | II32 | II35 | II38 | II40 | II43 | II46 |
| .06 | II48 | II5I | II53 | II56 | II59 | II6I | II64 | II67 | II69 | II72 |
| .07 | II75 | II78 | II80 | II83 | II86 | II89 | II9I | II94 | II97 | II99 |
| .08 | I202 | I205 | I208 | I2II | I2I3 | I2I6 | [illegible] | I222 | I225 | I227 |
| .09 | I230 | I233 | I236 | I239 | I242 | I245 | I247 | I250 | I253 | I257 |
| .I0 | I259 | I262 | I265 | I268 | I27I | I274 | I276 | I279 | I282 | I285 |
| .II | I288 | I29I | I294 | I297 | I300 | I303 | I306 | I309 | I3I2 | I3I5 |
| .I2 | I3I8 | I32I | I324 | I327 | I330 | I334 | I337 | I340 | I343 | I346 |
| .I3 | I349 | I352 | I355 | I358 | I36I | I365 | I358 | I37I | I374 | I377 |
| .I4 | I380 | I384 | I387 | I390 | I393 | I396 | I400 | I403 | I406 | I409 |
| .I5 | I4I3 | I4I6 | I4I9 | I422 | I426 | I429 | I432 | I435 | I439 | I442 |
| .I6 | I445 | I449 | I452 | I455 | I459 | I462 | I466 | I469 | I472 | I476 |
| .I7 | I479 | I483 | I486 | I489 | I493 | I496 | I500 | I503 | I507 | I5I0 |
| .I8 | I5I4 | I5I7 | I52I | I524 | I528 | I53I | I535 | I538 | I542 | I545 |
| .I9 | I549 | I552 | I556 | I560 | I563 | I567 | I570 | I574 | I578 | I58I |
| .20 | I585 | I589 | I592 | I596 | I600 | I603 | I607 | I6II | I6I4 | I6I8 |
| .2I | I622 | I626 | I629 | I633 | I637 | I64I | I644 | I648 | I652 | I656 |
| .22 | I660 | I663 | I667 | I67I | I675 | I679 | I683 | I687 | I690 | I694 |
| .23 | I698 | I702 | I706 | I7I0 | I7I4 | I7I8 | I722 | I726 | I730 | I734 |
| .24 | I738 | I742 | I746 | I750 | I754 | I758 | I762 | I766 | I770 | I774 |
| .25 | I778 | I782 | I786 | I79I | I795 | I799 | I803 | I807 | I8II | I8I6 |
| .26 | I820 | I824 | I828 | I832 | I837 | I84I | I845 | I849 | I854 | I858 |
| .27 | I862 | I866 | I87I | I875 | I879 | I884 | I888 | I892 | I897 | I90I |
| .28 | I905 | I9I0 | I9I4 | I9I9 | I923 | I928 | I932 | I936 | I94I | I945 |
| .29 | I950 | I954 | I959 | I963 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | I986 | I99I |
| .30 | I995 | 2000 | 2004 | 2009 | 20I4 | 20I8 | 2023 | 2028 | 2032 | 2037 |
| .3I | 2042 | 2046 | 205I | 2056 | 206I | 2065 | 2070 | 2075 | 2080 | 2084 |
| .32 | 2089 | 2094 | 2099 | 2I04 | 2I09 | 2II3 | 2II8 | 2I23 | 2I28 | 2I33 |
| .38 | 2I38 | 2I43 | 2I48 | 2I53 | 2I58 | 2I63 | 2I68 | 2I73 | 2I78 | 2I83 |
| .34 | 2I88 | 2I93 | 2I98 | 2203 | 2208 | 22I3 | 22I8 | 2223 | 2228 | 2234 |
| .35 | 2239 | 2244 | 2249 | 2254 | 2259 | 2265 | 2270 | 2275 | 2280 | 2286 |
| .36 | 229I | 2296 | 230I | 2307 | 23I2 | 23I7 | 2323 | 2328 | 2333 | 2339 |
| .37 | 2344 | 2350 | 2355 | 2360 | 2366 | 237I | 2377 | 2382 | 2388 | 2393 |
| .38 | 2399 | 2404 | 24I0 | 24I5 | 242I | 2427 | 2432 | 2438 | 2443 | 2449 |
| .39 | 2455 | 2460 | 2466 | 2472 | 2477 | 2483 | 2489 | 2495 | 2500 | 2506 |
| .40 | 25I2 | 25I8 | 2523 | 2529 | 2535 | 254I | 2547 | 2553 | 2559 | 2564 |
| .4I | 2570 | 2576 | 2582 | 2588 | 2594 | 2600 | 2606 | 26I2 | 26I8 | 2624 |
| .42 | 2630 | 2636 | 2642 | 2649 | 2655 | 266I | 2667 | 2673 | 2679 | 2685 |
| .43 | 2692 | 2698 | 2704 | 27I0 | 27I6 | 2723 | 2729 | 2735 | 2742 | 2748 |
| .44 | 2754 | 276I | 2767 | 2773 | 2780 | 2786 | 2793 | 2799 | 2805 | 28I2 |

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| .50 | 3162 | 3170 | 3177 | 3184 | 3192 | 3199 | 3206 | 3214 | 3221 | 3228 |
| .51 | 3236 | 3243 | 3251 | 3258 | 3266 | 3273 | 3281 | 3289 | 3296 | 3304 |
| .52 | 3311 | 3319 | 3327 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | 336 | 3373 | 3381 |
| .53 | 3388 | 3396 | 3404 | 3412 | 3420 | 3428 | 3436 | 3443 | 3451 | 3459 |
| .54 | 3467 | 3475 | 3483 | 3491 | 3499 | 3508 | 3516 | 3524 | 3532 | 3540 |
| .55 | 3548 | 3556 | 3565 | 3573 | 3581 | 3589 | 3597 | 3606 | 3614 | 3622 |
| .56 | 3631 | 3639 | 3648 | 3656 | 3664 | 3673 | 3681 | 3690 | 3698 | 3707 |
| .57 | 3715 | 3724 | 3733 | 3741 | 3750 | 3758 | 3767 | 3776 | 3784 | 3793 |
| .58 | 3802 | 3811 | 3819 | 3828 | 3837 | 3846 | 3855 | 3864 | 3873 | 3882 |
| .59 | 3890 | 3899 | 3908 | 3917 | 3926 | 3936 | 3945 | 3954 | 3963 | 3972 |
| .60 | 3981 | 3990 | 3999 | 4009 | 4013 | 4025 | 4036 | 4046 | 4055 | 4064 |
| .61 | 4074 | 4083 | 4093 | 4102 | 4111 | 4121 | 4130 | 4140 | 4150 | 4159 |
| .62 | 4169 | 4178 | 4188 | 4198 | 4207 | 4217 | 4227 | 4236 | 4246 | 4256 |
| .63 | 4266 | 4276 | 4285 | 4295 | 4305 | 4315 | 4325 | 4335 | 4345 | 4355 |
| .64 | 4365 | 4375 | 4385 | 4395 | 4406 | 4416 | 4426 | 4436 | 4446 | 4457 |
| .65 | 4467 | 4477 | 4487 | 4498 | 4508 | 4519 | 4529 | 4539 | 4550 | 4560 |
| .66 | 4571 | 4581 | 4592 | 4603 | 4613 | 4624 | 4634 | 4645 | 4656 | 4667 |
| .67 | 4677 | 4688 | 4699 | 4710 | 4721 | 4732 | 4742 | 4753 | 4764 | 4775 |
| .68 | 4786 | 4797 | 4308 | 4819 | 4831 | 4842 | 4853 | 4864 | 4875 | 4887 |
| .69 | 4898 | 4909 | 4920 | 4932 | 4943 | 4955 | 4966 | 4977 | 4989 | 5000 |
| .70 | 5012 | 5023 | 5035 | 5047 | 5058 | 5070 | 5082 | 5093 | 5105 | 5117 |
| .71 | 5129 | 5140 | 5152 | 5164 | 5176 | 5188 | 5200 | 5212 | 5224 | 5236 |
| .72 | 5248 | 5260 | 5272 | 5284 | 5297 | 5309 | 5321 | 5333 | 5346 | 5358 |
| .73 | 5370 | 5383 | 5395 | 5408 | 5420 | 5433 | 5445 | 5458 | 5470 | 5483 |
| .74 | 5495 | 5508 | 5521 | 5534 | 5546 | 5559 | 5572 | 5585 | 5589 | 5610 |
| .75 | 5623 | 5636 | 5649 | 5662 | 5675 | 5689 | 5702 | 5715 | 5728 | 5741 |
| .76 | 5754 | 5768 | 5781 | 5794 | 5808 | 5821 | 5834 | 5848 | 5861 | 5875 |
| .77 | 5888 | 5902 | 5916 | 5929 | 5943 | 5957 | 5970 | 5984 | 5998 | 6012 |
| .78 | 6026 | 6039 | 6053 | 6067 | 6081 | 6095 | 6109 | 6124 | 6138 | 6152 |
| .79 | 6166 | 6180 | 6194 | 6209 | 6223 | 6237 | 6252 | 6266 | 6281 | 6295 |
| .80 | 6310 | 6324 | 6339 | 6353 | 6368 | 6383 | 6397 | 6412 | 6427 | 6442 |
| .81 | 6457 | 6471 | 6486 | 6501 | 6516 | 6531 | 6546 | 6561 | 6577 | 6592 |
| .82 | 6607 | 6622 | 6637 | 6653 | 6668 | 6683 | 6699 | 6714 | 6730 | 6745 |
| .83 | 6761 | 6776 | 6792 | 6808 | 6823 | 6839 | 6855 | 6871 | 6887 | 6902 |
| .84 | 6918 | 6934 | 6950 | 6966 | 6982 | 6998 | 7015 | 7031 | 7047 | 7063 |
| .85 | 7079 | 7096 | 7112 | 7129 | 7145 | 7161 | 7178 | 7194 | 7211 | 7228 |
| .86 | 7244 | 7261 | 7278 | 7295 | 7311 | 7328 | 7345 | 7362 | 7379 | 7396 |
| .87 | 7413 | 7430 | 7447 | 7464 | 7482 | 7499 | 7516 | 7534 | 7551 | 7568 |
| .88 | 7586 | 7603 | 7621 | 7638 | 7656 | 7647 | 7691 | 7709 | 7727 | 7745 |
| .89 | 7762 | 7780 | 7798 | 7816 | 7834 | 7852 | 7870 | 7889 | 7907 | 7925 |

# مأخذونه

1 - D. K . Chakrabarty . An introduction to physical chemistrym Mumbai 400076 India 2001

2 - Johnm daintith. A dictionary of chemistry. fourth editionm Oxford University. 2000

3 - L. O. F. Pieren and others. Chemie VWO bovenbouw scheikundie 2 vijfde druk wolters - noordhoff, Groningen 1999

4 - John stoel and others. chemie VWO bovenbouw Scheikundie 1 deel 1 vijfde drukm wolters- noordhoff Groningen. 1998

5 - Jhon stoel and othersm Chemie havo bovenbouw scheikundie deel 1 vijfde druk wolters - noodhoff Groningen. 1998

6 -G. Verkerk and othersm Binas. informatie boek. VWO/havo voor het onderwijs in de jnatuurwetenschapen wolters - noordhoff Groningen. 1998

7 - L. O. F. Pieren. Chemie. Sheikundie 1 deel 1 VWO bovenbouw. uitwekingen boek. wolters - noordhoff, Groningen. 1998

8 - A . Rehman chaudhry and othersm Chemistry for class. Islamic book center. urdu bazar Lahore. 1995

9 - A. I. Bosev. Slavar khemicheskikh terminov Moscow. 1971

10 - N.L. Glenko. Obshaja khemija "khemija" L. O. 1978

11 - خیر محمد ماموند و دیگران. کیمیای عمومي و غیر عضوي. ۱. وزارت تحصیلات عالي و مسلکي ج. د. ا. مسکو ۱۹٦٦

12 - خیر محمد ماموند. کیمیای فزیکي (ممد درسي برای محصلان رشته تکنالوژی کیمیا). نشرات پولي تخنیک ۱۹۵۹ کابل.

13 - س. س. لیسنیاک. خیر محمد ماموند و دیگران. کیمیای عمومی و غیر عضوی نشرات پولی تخنیک ۱۳٦ کابل.

پوهاندوکتورخیرمحمد ماموند

د پو هاند دوکتور خیرمحمد ماموند لنده پېژندنه

خیر محمد ماموند د محترم مظلوم خان ځوی پر ۱۳۲۱ هجري کال د کونړ ولایت د مرکز اړوند د تېشي په کلي کې زېږېدلي دی . نوموړی پر ۱۳۲۷کال د کونړ ولایت دمرکز- چغته ا لسرای ( اسعد اباد ) په لمړني ښونځي کې شامل او پر ۱۳۳۳کال له دغه ښوونځي څخه د فارغېدووروسته په کابل کې د ابن سینا د منځني ښونځي په اوم ټولګي کې شامل او پر ۱۳۳۶کال د دغه ښونځي د نهم ټولګي څخه د فارغېدو وروسته دکابل دارالمعلمین په لسم ټولګي کې شامل شوی دی .
دکابل دارالمعلمین د هغه وخت د مقرراتوسره سم خیر محمد ماموند د یولسم ټولګي د نمرو پر اساس د مشرقي ولایت د ممتاز شاګرد په توګه د هیواد د نورو ولایتو د ممتازو شاګردانو ( ټول اتلسو تنو ) سره یو ځای د کابل دارالمعلمین د فاکولتي د ځانګي په دولسم ټولګي کې شامل او پر ۱۳۳۹کال د کابل دار المعلمین له دولسم ټولګي څخه د فارغېدو وروسته پر ۱۳۴۰کال د کابل پوهنتون د طبیعي علومو په پوهنځي کې د کیمیا او بیالوژي په څانګه کې شامل شوی اوپر ۱۳۴۳کال له دغه پوهنتون څخه د فارغېدو وروسته په کابل کې د ښونکو د روزنې په اکادمۍ کې د طبیعي علومو د متخصص سره د کونتر پارت په توګه مقررشوی دی .ماموند د ښونکو د روزنې په اکادمۍ کې ( ۱۳۴۶-۱۳۴۴) د یونسکو د ځانګړي درسي پروګرام سره سم د کیمیا ، بیالوژي ، او فزیک د مضمونونو د تدریس تر څنګ د لسم ټولګي کیمیا ، یولسم ټولګي فزیک ، دولسم ټولګي کیمیا اود دولسم ټولګي د بیالوژي کتابونه لیکلي دي . خیر محمد ماموند پر ۱۳۴۶ کال د ځانګړي کانکور امتحان له لارې د کابل پولیتخنیک انستیتوت د کیمیا په دیپارتمنت کې اسستانت( نامزد پوهیالی )مقررشوی او پر ۱۳۴۸کال د کابل پوهنتون لخوا د لوړو زده کړو د بشپړولو لپاره شوروي اتحاد ته استول شوی دی . ماموند د شوروي اتحاد د خارکوف په دولتي پوهنتون کې پر ۱۳۵۱کال د ماسترۍ ډیپلوم اخستی اوبیایي پر ۱۳۵۴کال د داکترۍ (PhD)دتېزس څخه دفاع کړې اود همدغه کال د میزان په میاشت کې خپل هیواد ته راستون او بیر ته د کابل پولیتخنیک انستیتوت د کیمیا په دیپارتمنت کې استاد مقررشوی دی . پوهاند دوکتور خیرمحمد ماموند د ( ۱۳۴۶- ۱۳۷۱) کلونو په موده کې د کابل پولیتخنیک د عمومي کیمیا د دیپاتمنت په سپارښتنه د عمومي او غیر عضوي کیمیا او فزیکي کیمیا په مضمونونو کې اته (۸) درسي کتابونه لیکلي دي او هم یې دفزیکي کیمیا اوعمومي کیمیا مضمون تدریس کړی او په دې برخه کې یې د کابل پولیتخنیک او کابل پوهنتون د کیمیا په دیپارتمنتونو کې د فزیکي کیما په برخه کې د علمي څېړنو لارښونه کړې ده چې د دې علمي څېړنو نتایج د کابل پولیتخنیک او کابل پوهنتون په علمي مجلوکې چاپ شوي دي .
پوهاند دوکتورخیرمحمد ماموند پر ۱۳۶۴ کال د پوهاندۍ علمي رتبې ته اوپر ۱۳۷۰ کال د ماموریت فوق رتبې ته ترفیع

کړیده. خیرمحمد മاموند پر ۱۳۵۷کال د کابل پولیتخنیک پوهنتو ن رئیس مقررشوی او پر۱۳۵۸ کال د جدي د میاشتي پر شپږمه نېټه پر افغانستان . باندي د شوروي دیرغل سره په هیواد کي د رامنځته شویو شرایطو سره دتضاد په وجه يي ددغه پوهنتون د ریاست له مقام څخه په خپله خوښه استعفی کړی ده . دشوروي اتحاد دعلوموداکادمی او ددغه هیواد د پوهنتونو په علمي مجلوکي د چاپ شویو علمي مقالو په ګډون د پو هاند دوکتور خیرمحمد ماموند ۳۸عنوانه علمي اثار چاپ شوي دي چي له دغي ډلي څخه اتلس عنوانه درسي کتابونو لست لاندي ورکړل شوی دی . هیله ده چي په نژدي راتلونکی کي د فزیکي کیمیا (111)په نوم درسي کتاب هم د ګرانو هیواد والو خدمت ته وړاندي شي

# د پوهاند دوکتور خیر محمد ماموند چاپ شوي کتابونه

۱- افغانستان د یرغلونو په لار کي . پوهاند دوکتورخیرمحمد ماموند .هالینډ اتریخت ۲۰۱۲کال

۲- الکترولیتي محلولونه او الکترو کیمیا پوهاند دوکتور خیر محمد ماموند ۲۰۱۰کال

۳- فزیکی کیمیا ( 11 )- الکتروکیمیا ، سپکتروسکوپي ، کروماتوګرافي. پوهاند دوکتورخیرمحمد ماموند . هالینډ اتریخت ۲۰۱۳کال .

۴- د کیمیا قاموس . پوهاند دوکتور خیر محمد ماموند . هالینډ اتریخت. ۲۰۰۷کال

۵- فزیکي کیمیا۱- پوهاند دوکتورخیر محمد ماموند . هالینډ اتریخت ۲۰۰۵کال

۶- عمومي کیمیا . پوهاند دوکتور خیرمحمد ماموند هالینډ اتریخت ۲۰۰۲کال

۷- کیمیای عمومي وغیر عضوي .س.لیسنیاک،خیرمحمدماموند.....پولیتخنیک کابل۱۳۶۴کال

۸- کیمیای فزیکي ( کارهای لابراتواري).خیرمحمدماموند.پولی تخنیک کابل ۱۳۶۲کال

۹- فزیکي کیمیا(پوښتني اوحل شوي مثالونه)خیرمحمدماموندپولیتخنیک کابل۱۳۶۱ کال

۱۰- کیمیای فزیکی ( ممد درسي برای محصلان تکنالوژي کیمیا ) . خیر محمد ماموند . انستیتوت پولیتخنیک کابل . ۱۳۵۹کال .

۱۱- کیمیای عمومي وغیرعضوي(کارهای لابراتواری )کوڅیین ، خیرمحمد ماموند . ... انستیتوت پولیتخنیک کابل ۱۳۴۸کال.
۱۲-کیمیای عمومي وغیر عضوی . کوڅیین،خیرمحمد ماموند .... انستیتوت پولیتخنیک کابل ۱۳۴۷کال
۱۳-کیمیای عمومی وغیر عضوی۱(ترجمه)خیرمحمد ماموند...مسکو۱۳۶۶

۱۴- کیمیای عمومی وغیرعضوی۲(ترجمه)خیرمحمد ماموند....مسکو۱۳۶۶

.......................................................

۱۵- ددولسم ټولګي .کیمیا خیرمحمد ماموند.دښونکی دروزني اکادمي کابل ۱۳۴۵ کال
۱۶-.ددولسم ټولګي بیالوژي . خیرمحمد ماموند . دښونکی د روزني اکادمي کابل ۱۳۴۵کال.
۱۷- دیولسم ټولګي فزیک خیرمحمد ماموند دښونکی د روزني اکادمي کابل ۱۳۴۴

۱۸- دلسم ټولګي کیمیا . خیرمحمد ماموند دښونکي د روزني اکادمي کابل ۱۳۴۴کال.

# 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 the students and teachers alike. To tackle this issue we have initiated the process of providing textbooks to the students of medicine. In the past two years we have successfully published and delivered copies of 116 different books to the medical colleges across the country.

The Afghan National Higher Education Strategy (2010-1014) states: *“Funds will be made ensured to encourage the writing and publication of text books in Dari and Pashto, 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 Pashto is a major challenge for curriculum reform. Without this, it would not be possible for university students and faculty to acquire updated and accurate knowledge”*

The medical colleges’ students and lecturers in Afghanistan are facing multiple challenges. The out-dated method of lecture and no accessibility to update and new teaching materials are 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 need desperately capable and professional medical experts. Those, who can contribute in improving standard of medical education and Public Health throughout Afghanistan, thus enough attention, should be given to the medical colleges.

For this reason, we have published 116 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 is to 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 downloadable from www.ecampus-afghanistan.org

The book in your hand is a sample of 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 need to publish about 100 different textbooks each year.

As requested by the Ministry of Higher Education, the Afghan universities, lecturers & students they want to extend this project to the non-medical subjects e.g. Science, Engineering, Agriculture, Economics, Literature and Social Science. It is reminded 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 assure them quality composition, printing and free of cost distribution to the medical colleges.**

**I would like the students to encourage and assist their lecturers in this regard. We welcome any recommendations and suggestions for improvement.**

It is mentionable 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 authors to in order to be corrected in the future.

We are very thankful to German Aid for Afghan Children its director Dr. Eroes, who provided funds for 20 medical textbooks in previous two years to be 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 three years in Afghanistan.

In Afghanistan, I would like cordially to 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 as well as the chancellor of Nangarhar University Dr. Mohammad Saber for their cooperation and support for this project. I am also thankful to all those lecturers that encouraged us and gave all these books to be published. At the end I appreciate the efforts of my colleagues in the office for publishing books.

Dr Yahya Wardak
CIM-Expert at the Ministry of Higher Education, March, 2013
Karte 4, Kabul, Afghanistan
Office: 0756014640
Email: textbooks@afghanic.org
wardak@afghanic.org

## Message from the Ministry of Higher Education

In the history, book has played a very important role in gaining knowledge and science and it is 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 them 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.

At the end, I am very grateful to German Committee for Afghan Children and all those institutions and people who have provided opportunities for publishing medical textbooks.

I am hopeful that this project should be continued and publish textbooks in other subjects too.

Sincerely,

Prof. Dr. Obaidullah Obaid

Minister of Higher Education

Kabul, 2013

Book Name General Chemistry

Author Prof. Dr. Khair Mohammad Mamond

Publisher Nangarhar Medical Faculty

Website www.nu.edu.af

No of Copies 1000

Published 2013

Download www.ecampus-afghanistan.org

Printed at 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 organization.

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 2013

ISBN 978 – 0 – 9873172 – 0 – 9

Nangarhar Medical Faculty

AFGHANIC

Prof. Dr. Khair Mohammad Mamond

# General Chemistry

Funded by
Kinderhilfe-Afghanistan

ISBN 978-0-9873172-0-9

2013