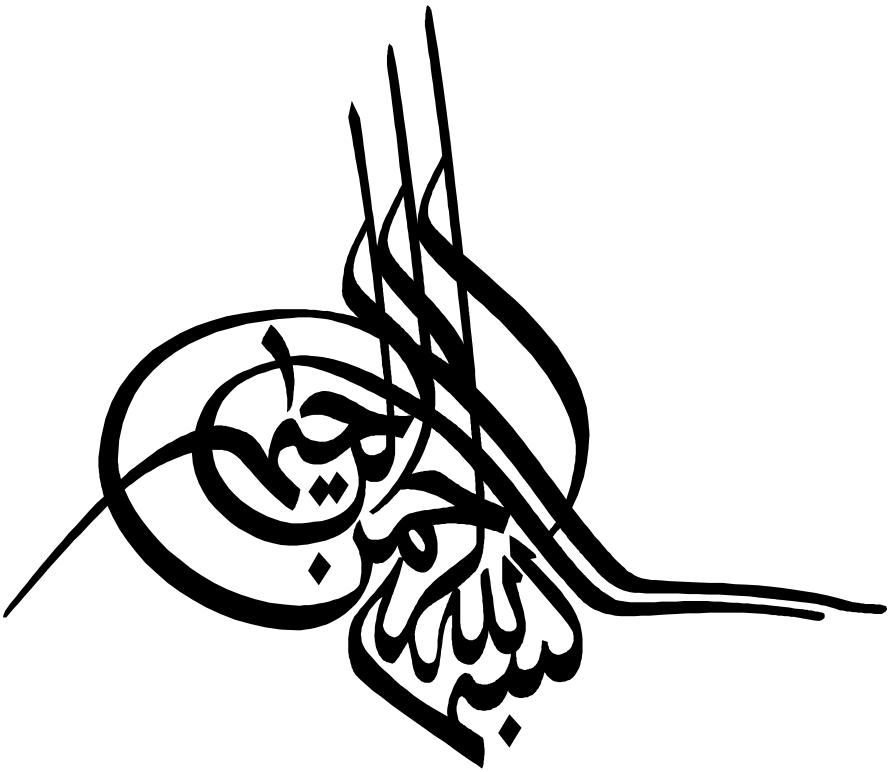
پوهنځی طب بلخ

فزیک طبی

(بخش میخانیک)

پوهاند میر محمد ظاهر حیدری

۱۳۹۱


بسم الله الرحمن الرحيم

فزیک طبی

(بخش میخانیک)

مولف:

پوهاند میر محمد ظاهر حیدری

سال -1391

اسم کتاب	فزیک طبی (بخش میخانیک)
مؤلف	پوهاند میر محمد ظاهر حیدری
ناشر	پوهنځی طب بلخ
ویب سایت	www.ba.edu.af
تاریخ نشر	1391
چاپ	مطبعه افغانستان تایمز، کابل
داونلود	www.ecampus-afghanistan.org
تیراژ	1000

کتاب هذا توسط موسسه همکاری های اکادمیک آلمان (DAAD) از بودیجه وزارت خارجه فدرالی آلمان تمویل شده است.
امور اداری و تخنیکی کتاب توسط موسسه افغانیک انجام یافته است.
مسؤلیت محتوا و نوشتن کتاب مربوط نویسنده و پوهنځی مربوطه میباشد. ارگان های کمک کننده و تطبیق کننده مسؤل نمی باشند.

اگر میخواهید که کتابهای تدریسی شما چاپ گردد، با ما به تماس شوید:
داکتر یحیی وردک، وزارت تحصیلات عالی، کابل
تیلفون دفتر 0756014640
ایمیل wardak@afghanic.org

آی اس بی ان 978- 1234567897

تمام حقوق نشر و چاپ همرای نویسنده محفوظ است

پیام
وزارت تحصیلات عالی

در جریان تاریخ بشریت کتاب برای کسب علم و دانش نقش عمده را بازی کرده و جز اساسی پروسه درسی بوده که در ارتقای کیفیت تحصیلات دارای ارزش خاص میباشد.از اینرو باید با در نظر داشت ستندردها و معیارهای شناخته شده جهانی و ضروریات جوامع کتب و مواد درسی جدید برای محصلین آماده و چا پ گردد.

از اساتید محترم موسسات تحصیلات عالی کشور قلبا اظهار سپاس و قدردانی مینمایم که با تقبل زحمات در جریان سالهای متمادی با تالیف و ترجمه کتب ممد درسی دین ملی خود را ادا نموده اند و از سایر اساتید و دانشمندان گرانقدر نیز صمیمانه تقاضا مینمایم که دررشته های مربوطه خود کتب و سایر مواد درسی را تهیه نمایند تا بعد از چاپ در دسترس محصلین گرامی قرار داده شوند.

وزارت تحصیلات عالی وظیفه خود میداند تا جهت ارتقای سطح دانش محصلین عزیز کتب و مواد درسی جدید و معیاری را آماده نماید.

در اخیر از وزارت خارجه کشور آلمان ، موسسه DAAD، سایر ادارات و اشخاصیکه زمینه چاپ کتب طبی اساتید محترم پوهنځی های طب کشور را مهیا ساخته اند صمیمانه تشکر مینمایم و امیدوارم که این کار سودمند ادامه یافته و به سایر بخش ها نیز گسترش یابد.

بااحترام

پوهاند دوکتور عبیدالله عبید
وزیر تحصیلات عالی
کابل ۱۳۹۱

چاپ کتب درسی برای پروگرام بهبود پوهنځی های طب

استادان گرامی و محصلین عزیز!

کمبود ونبود کتب درسی در پوهنتون های افغانستان از مشکلات عمده به شمار میرود. محصلین و استادان با مشکلات زیاد روبرو میباشند، آنها اکثرا به معلومات جدید دسترسی نداشته و از کتاب ها و چپتر های استفاده مینمایند که کهنه بوده و در بازار به کیفیت پایین فوتوکاپی میگردد.

برای رفع این مشکلات در دو سال گذشته ما چاپ کتب درسی پوهنځی های طب پوهنتون ها ی کشور را آغاز نمودیم وتا اکنون ۶۰ عنوان کتب درسی را چاپ نموده و به تمام پوهنځی های طب افغانستان ارسال نموده ایم. این در حالی است که پلان ستراتیژیک وزارت تحصیلات عالی (۲۰۱۰ – ۲۰۱۴) کشور بیان می دارد:

« برای ارتقای سطح تدریس، آموزش و آماده سازی معلومات جدید، دقیق وعلمی برای محصلان، باید برای نوشتن و نشر کتب علمی به زبان های دری و پشتو زمینه مساعد گردد. برای ریفورم در نصاب تعلیمی ترجمه از کتب و مجلات انگلیسی به دری و پشتو حتمی و لازمی میباشد. بدون امکانات فوق ناممکن است تا محصلان و استادان در تمامی بخش ها به پیشرفت های مدرن و معلومات جدید زود تر دسترسی بیابند.»

استادان و محصلین پوهنځی های طب با مشکلات زیاد مواجه اند. تدریس به میتود کهنه ،عدم دسترسی به معلومات و مواد جدید درسی و استفاده از کتب و چپتر های که به کیفیت بسیار پایین در بازار دریافت میگردد از جمله مشکلات عمده در این راستا میباشد. باید آن عده از کتاب هاییکه توسط استادان تحریر گردیده اند جمع آوری و چاپ گردند. با درنظرداشت حالت بحرانی کشور جنگ زده ما به دوکتوران ماهر و ورزیده نیاز داریم تا بتوانند در بهبود و ارتقای تحصیلات طبی و صحت عامه در کشور سهم فعال بگیرند. از اینرو باید توجه زیادتر برای پوهنځی های طب جلب گردد.

تا به حال ما به تعداد 60 عنوان کتب مختلف طبی برای پوهنځی های طب ننگرهار، خوست ، هرات ، کندهار ، بلخ هرات و کابل را چاپ نموده ایم و پروسه چاپ 50 عنوان دیگر جریان دارد که یک نمونه آن همین کتابی است که فعلا در دسترس شما قرار دارد. قابل یاد آوری است که تمام کتب چاپ شده مذکور بصورت مجانی برای پوهنځی های طب کشور توزیع گردیده اند.

به اثر درخواست وزارت محترم تحصیلات عالی، پوهنتون ها، استادن محترم ومحصلین عزیز در آینده می خواهیم این پروگرام را به بخش های غیر طبی (ساینس ، انجنیری ، زراعت و سایر بخش ها) و پوهنځی های دیگر هم توسعه دهیم و کتب مورد نیاز پوهنتون ها و پوهنځی های مختلف را چاپ نماییم.

از آنجاییکه چاپ نمودن کتب درسی یک پروژه پروگرام ما بوده، بخش های کاری دیگر ما بطور خلاصه قرار ذیل اند :

1. چاپ کتب درسی طبی

کتابی که در اختیار شما است، نمونه از فعالیت های ما میباشد. ما میخواهیم که این روند را ادامه دهیم تا بتوانیم در زمینه تهیه کتب درسی با پوهنتون های کشور همکاری نماییم و دوران چپتر و لکچرنوت را خاتمه دهیم و نیاز است تا برای موسسات تحصیلات عالی کشورسالانه به تعداد 100 عنوان کتاب درسی چاپ گردد.

۲. تدریس با میتود جدید و وسایل پیشرفته

در جریان سال ۲۰۱۰ توانستیم در تمام صنوف درسی پوهنځی های طب بلخ، هرات، ننگرهار، خوست و کندهار پروجیکتورها را نصب نماییم. برای ایجاد محیط مناسب درسی باید تلاش گردد که اطاق های درسی و کنفرانس و لابراتوارها مجهز به مولتی میدیا، پروجکتور و سایر وسایل سمعی و بصری گردند.

۳. ارزیابی ضروریات

وضعیت فعلی (مشکلات موجوده و چالش های آینده) پوهنځی های طب باید بررسی گردد و به اساس آن به شکل منظم پروژه های اداری، اکادمیک و انکشافی به راه انداخته شود.

۴. کتابخانه های مسلکی

باید در تمام مضامین مهم و مسلکی کتب به معیارهای بین المللی به زبان انگلیسی خریداری و به دسترس کتابخانه های پوهنځی های طب قرار داده شود.

۵. لابراتوارها
در پوهنځی های طب کشور باید در بخش های مختلف لابراتوارهای فعال وجود داشته باشد.

۶. شفاخانه های کدری
هر پوهنځی طب کشور باید دارای شفاخانه کدری باشد و یا در یک شفاخانه شرایط برای ترینینگ عملی محصلین طب آماده گردد.

۷. پلان ستراتیژیک
بسیار مفید خواهد بود که هر پوهنځی طب در چوکات پلان ستراتیژیک پوهنتون مربوطه خود دارای یک پلان ستراتیژیک پوهنځی باشد.

از تمام استادان محترم خواهشمندیم که در بخش های مسلکی خویش کتب جدید تحریر، ترجمه و یا هم لکچرنوت ها و چپتر های خود را ایدیت و آماده چاپ نمایند. بعدا در اختیار ما قرار دهند، تا به کیفیت عالی چاپ و به شکل مجانی به دسترس پوهنځی های مربوطه، استادان و محصلین قرار داده شود.
همچنان در مورد نکات ذکر شده پیشنهادات و نظریات خود را به آدرس ما شریک ساخته تا بتوانیم مشترکاً در این راستا قدم های مؤثرتر را برداریم.
ازمحصلین عزیز نیز خواهشمندیم که در امور ذکر شده با ما و استادان محترم همکاری نمایند.

از وزارت محترم خارجه آلمان ومؤسسه DAAD (همکاری های اکادمیک آلمان) اظهار سپاس و امتنان مینماییم که تاالکنون چاپ 90 عنوان کتب طبی درسی را به عهده گرفته که از آن جمله پروسه چاپ 50 عنوان آن جریان دارد. از پوهنځی طب پوهنتون ماینز آلمان (Mainz/Germany) و استاد پوهنځی مذکور دوکتور زلمی توریال ، Dieter Hampel و موسسه افغانیک نیز تشکر میکنیم که در امور اداری و تخنیکی چاپ کتب با ما همکاری نمودند.

بطور خاص از دفاتر جی آی زیت (GIZ) و CIM (Center for International Migration and Development) یا مرکز برای پناهنده گی بین المللی و انکشاف که برای من امکانات کاری در طی دو سال گذشته در افغانستان را مهیا ساخته است نیز اظهار سپاس و امتنان مینمایم.

از دانشمند محترم پوهاند دوکتور عبیدالله عبید وزیر تحصیلات عالی ،محترم پوهنوال محمد عثمان بابری معین علمی وزارت، محترم پوهندوی دوکتور گل حسن ولیزی معین اداری و مالی، روسای محترم پوهنتون ها، پوهنځی های طب و استادان گرامی تشکر مینماییم که پروسه چاپ کتب درسی را تشویق وحمایت نمودند.
همچنان از همکاران محترم دفترهرکدام دوکتور محمد یوسف مبارک، عبدالمنیر رحمانزی، احمد فهیم حبیبی ، سبحان الله و همت الله نیز تشکر مینمایم که در قسمت چاپ نمودن کتب همکاری نمودند.

داکتر یحیی وردک، وزارت تحصیلات عالی
کابل، نومبر سال ۲۰۱۲ م

نمبر تیلیفون دفتر: ۰۷۵۶۰۱۴۶۴۰

ایمیل آدرس: wardak@afghanic.org
textbooks@afghanic.org

پیشگفتار

هر فرد بزرگ یا کوچک ، درس خوانده یا بی‌سواد ، شاغل یا بیکار خواه ناخواه با فیزیک زندگی می‌کند. عمل دیدن و شنیدن، عکس العمل در برابر اتفاقات ، حفظ تعادل در راه رفتن و ... نمونه‌هایی از امور عادی ولی در عین حال وابسته به فیزیک می‌باشند.

پیشرفت‌های شگرف فیزیک نظری در اوایل قرن بیستم منجر به دست آوردهای عملی فیزیک در تمام عرصه‌های صنعتی، کشاورزی و طبی گردیده است. توسعه و کاربرد علم فیزیک در زمینهٔ ساخت و عملکرد سیستم‌های تشخیصی و درمانی در طب به حدی چشم‌گیر است که به منظور آشنایی دانشجویان طب با اصول و مبانی فیزیک و کاربردهای آن شامل برنامه های درسی گردیده است.

ضرورت تالیف کتاب درسی مرجع طبق یک برنامه معیین جوابگوی اهداف معیین آموزشی برای محصلان طب و رشته های وابسته برآن میباشد . تا به نیاز مندی شان پاسخگو باشد.

آموزش فزیک طبی درعصرحاضر درطب ورشته های وابسته به آن روزتاروزبیشتر احساس میشود. زیرا که تخنیک امروزی درراه فراهم ساختن تسهیلات درتمام عرصه ها درخدمت جامعه مدنی قرارگرفته است.که به اساس قوانین فزیک استواربوده ودر حال توسعه و گسترش است.

درین کتاب اساسات علم فزیک وکار برد های طبی ان انعکاس یافته، مطابق کریکولوم درسی در یک سمستر برای (16)ساعت درسی در سیستم

کریدت که یک سیستم معیاری در جهان است عیار میباشد. تجدید نظر کتاب هم بر اساس تغییر کریکولوم درسی پوهنحی طب صورت گرفته وبه ساعت درسی به سیستم کریدت عیار گردیده است.

امید وارم که استفاده کننده گان ازین کتاب باکسب فیض مرا افتخار بخشند.

با احترام

پوهاند میر محمد ظاهر حیدری

استاد فزیک پوهنحی طب

مراحل دیداکتیکی در تالیف کتاب

اجرای تمام فعالیتها بویژه تالیف کتاب ،کار های علمی و تحقیقی برای رسیدن به یک هدف معین با یک انگیزه آغاز ومراحل مختلف را به شیوه های مختلف طی میکند. تالیف این کتاب نیز به آنگونه است . انگیزه تالیف کتاب همانا ضر ورت به مواد درسی مضمون فزیک طبی بخش میخانیک که جز پروگرام درسی پوهنحی های طب و ستوماتولوژی بوده و در سیستم کریدت در 16 ساعت لکچرو 16 ساعت کار عملی که جمعاً 2 کریدت میشود تدریس میگردد .تجدید نمودن مواد درسی و شمولیت مواد جدید از زمره مسوولیت های کادر های علمی شمرده میسشود تا در ساحه امکانات در تحقق این هدف مصمم و هدف مند تلاش بعمل آید.

هدف:

درتالیف کتاب فزیک طبی بخش میخانیک این اهداف شامل میباشد:

- شمولیت پیشرفتهای مهم در شناخت پدیده ها وپژوهش های جدید فزیک طبی در برنامه درسی.
- عیار ساختن کریکولوم و مفردات درسی به سیستم معیاری کریدت.
- ضرورت دیپارتمنت فزیک به کتاب درسی.
- آشنا ساختن محصلان به دست آورد های علمی و تحقیقی در ابعاد مختلف.
- آشنایی محصلان به کار برد سامان ووسایل.
- تطبیق قوانین فزیک در بخش طب.
- کسب استقلالیت
- آمادگی برای جلو گیری از بروز حوادث و میکانیزم های تدابیر آن.

ویژه گی ها:

- ارتباط و پیوستگی فزیک طبی بخش میخانیک باسایر علوم.
- قابل فهم وساده بودن بر نامه درسی و پاسخگو نیازمندی در محدوده زمان.
- بیان مفاهیم و قوانین در مثال ها غرض کسب مهارت جدید در استفاده مستقلانه از آنها.
- داشتن تمرینات بمنظور تحکیم دانش و کسب مهارت.
- توضیح مفاهیم و پدیده ها در بدن به اساس نیاز و کار برد آن در طب.

مواد درسی:

مواد درسی در تهیه کتاب درسی، کتابها، انترنت و نتایج تحقیقات دانشمندان.

مواد درسی که برای آموزش وتحکیم آموزش در توضیح پدیده ها شامل است از قبیل سامان لابراتواری و وسایل تشخیصه.

روش تدریس:

در تدریس موضوعات درسی نظر به خصو صیات موضوع و دسترسی به امکانات نیاز به روشهای مختلف را در زمینه دارد، که باید استفاده شود، از قبیل میتود لکچر، مناقشه، کار عملی و توضیح. بیشتر به روش فعال بودن محصل تاکید میشود.

مدت تدریس:

محتوای کتاب به اساس ضرورت وبا سلامت کریکولوم درسی برای یک سمستر در16 ساعت درسی 50 دقیقه ای آماده گردیده است تا استادان با رعایت زمان تدریس دریک سمستر عملی کنند.

توصیه:

کتاب درسی فزیک طبی بخش میخانیک مطابق کریکولوم و مفردات تهیه شده و برای یک سمستر عیار گردیده است.

در محتوای آن تسلسل موضوعات در نظر گرفته شده و طرز استفاده از آن شامل بوده مطالعه آن را برای محصلان عزیز قابل فهم و خیلی مفید میدانم.

برای تطبیق مواد درسی در چوکات اوقات تعیین شده در یک سمستر ،موضوعات زمان بندی شده است تا از ضیاع وقت در تدریس جلو گیری بعمل آید . اما کافی نمیباشد ، امید وارم بمراجع معرفی شده و انترنت در تکمیل و غنامندی آن معلومات شان توسعه وتازه گی بخشند.

فهرست مطالب

پیشگفتار الف

مقدمه 1

فصل اول

اندازه گیری کمیات فزیکی

1-1 کمیت فزیکی وروش اندازه کیری 3

1-2 کمیات اصلی وفرعی 6

1-3 کمیات اساسی طول وواحد های آن 6

1-4 کمیات اساسی کتله وواحدات آن 8

1-5 کمیات اساسی زمان وواحدات آن 10

1-6 سیتم های اندازه گیری 11

1-7 بعد 13

1-8 استفاده ازاندازه گیری درطبابت 14

مسایل 17

فصل دوم : عملیات بالای وکتورها

2-1 مفهوم وکتور وسکالر 18

2-2 نمایش کمیات وکتوری 19

2-3 جمع وکتورها 20

2-4 تفریق وکتورها 21

2-5 ضرب یک وکتوردرسکالر 22

2-6 قوانین جبروکتوری 22

2-7 وکتور واحد 23

2-8 مرتسم وکتور 23

2-9 ضرب وکتورها 24

مسایل 27

فصل سوم: حرکت

3-1مفهوم حرکت 28

3-2 انواع حرکت 29

3-3 حرکت مستقیم الخط منظم 30

3-4 سرعت متوسط 31

3-5 حرکت مستقیم خط متغییر 32

3-6 مفهوم تعجیل 32

3-7 تعجیل متوسط 33

3-8 سرعت لحظه یی 34

3-9 تعجیل لحظه یی 35

3-10 سقوط آزاد 38

3-11 پرتاب شاقولی به طرف پائین 39

3-12 پرتاب قایم به طرف بالا 40

3-13 پرتاب افقی 41

3-14 پرتاب مایل 41

3-15 کاربرد حرکت وسرعت درطبابت 46

تمرینات 48

فصل چهارم: قوه وانواع آن

4-1 قانون اول نیوتن 50
4-2 قانون دوم نیوتن 51
4-3 وزن 53
4-4 قانون سوم نیوتن 54
4-5 استفاده عملی از محصله قوه ها در بدن 55
4-6 کار برد قوانین نیوتن 58
4-7 انواع قوه ها 59
4-8 توضیح قوه ها بالا و داخل وجود 60
4-9 اثرات قوه بالای وجود 61
4-10 قوه اصطکاک 61
4-11 میکانیزم اصطکاک 65
4-11 قوه اصطکاک در مایعات و گازات 65
4-12کار برد اصطکاک 66
4-13 تراکم و کشش 68
مسایل 71

فصل پنجم : استاتیک

5-1 مر کز کتله 74
5-2 مفهوم استاتیک 76

5-2 شرایط تعادل 79
5-3 استاتیک عضلات واستخوان ها 79
5-4 تطبیق استاتیک بالای سیستم عضلات واستخوان 80
5-5 کاربرد استاتیک 85
مسایل 89

فصل ششم: دینامیک حرکت دورانی

6-1 حرکت دورانی 92
6-2 معادلات حرکت دورانی 93
6-3 قوه جذب به مرکز وفرار ازمرکز 95
6-4 کاربرد قوه دورانی 97
6-5 سنتری فیوژ 98
6-6 تعیین سرعت رسوب ذرات درمایع 98
6-7 استفاده از سنتری فیوژ درطبابت 99
6-8 تاثیرات تعجیل برجسم 101
6-9 اثرات فیزیولوژیکی تعجیل 102
6-10 بی وزنی 103
مسایل 104

فصل هفتم: جاذبه، مرکز ثقل ووزن مخصوص

7-1 جاذبه 106
7-2 ساحه جاذبه 107

7-3 تعجیل جاذبه 107
7-4 کاربرد جاذبه درطبابت 108
7-6 کاربرد مرکز ثقل دربدن انسان 110
7-7 وزن مخصوص 111
7-8 اصل ارشمیدس 112
7-9 مورد استعمال قانون ارشمیدس درطب 113
مسایل 114

فصل هشتم : کاروانرژی

8-1 مفهوم کار 116
8-2 توان 118
8-3 انرژی 118
8-4 مصرف انرژی در فعالیت های وجود 119
8-5 واحدات انرژی 120
8-6 میزان میتابولزم در بدن 121
8-7 تبدیل انرژی در وجود 121
مسایل 127

فصل نهم : فشار

9-1 تعریف فشار 129

9-2 فشار هیدورستاتیک 130
9-3 توزیع فشار درمایع ساکن 131
9-4 کاربرد قانون پاسکال در طبابت 132
9-5 فشاردرداخل جمجمه 134
9-6 فشاردرچشم 135
9-7 فشار درسیستم هاضمه 136
9-8 فشار درسیستم اسکلیت 138
9-9 فشاردرمثانه 139
9-10 فشاردرهنگام آببازی 140
مسایل 142

فصل دهم : جریان متداوم مایع درتیوپ وقانون پایزولی

10-1 جریان وسرعت مایع 143
10-2 قانون برنولی 145
10-3 کاربرد قانون برنولی 147
10-4 جریان متلاطم 151
10-5 کشش جداری وقانون لاپلاس 153
10-6 لزوجیت 154
10-7 کشش سطحی 155
10-8 کاربرد کشش سطحی 157
10-9 جریان مایع درتیوپ وقانون پایزولی 158

10-10 کاربرد قانون پایزولی و لزوجیت 162
مسایل 167
جدول های ضمیمه 169
مأخذ 178

مقدمه

قوانین علوم در مقایسه با مشاهدات و آزمایشات علمی بر وفق تصورات عینی شان به این باور اند که طبیعت دارای نظم است که به اساس قوانین استوار میباشد . پیوستگی علوم سبب تکامل و پیشرفت گردیده است و درین پیوستگی رمز ها و شگفتی نهفته است.

هر علم دارای یک هدف خاص است ، علم فزیک هم ازین اصل پیروی میکند و هدف آن مطالعه ماده است که طبیعت را میسازد و در شناخت جهانی که در آن زندگی میکنیم ما را کمک و یاری میکند.

این یک واقعیت است که علم فزیک در جهان معاصر در ابعاد مختلف پیشرفت نموده و در رفاه و سعادت بشر سبقت داشته و در تصمیم گیری های انسان متمدن راکمک میرساند.

علاوه براینکه دانش فزیک در بخش فنی و کار های تخنیکی مثمری ثمری است در صحت و سلامتی انسانها نقش اساسی و تعیین کننده دارد.که طبیب بدون دسترسی و دانش از قوانین فزیک قادر به تصمیم گیری درست و علمی نخواهد بود . بر مبنای این اصل از طیف گستر ده ای از موضوعات فزیک میخانیک طبی در محدوده زمان تعیین شده در کریکولوم درسی پوهنحی طب ، اساسات فزیک میخانیک طبی در ابواب زیر شامل این کتاب گردیده است که هر یک اهداف معین راتعقیب و در خود دارد.

همانطوریکه در یک ساختمان تهداب مهم است و بدون آن بنیاد شده نمیتواند ، اندازه گیری در فزیک هم بهمان پیمانه مهم بوده اساس فزیک را

میسازد .و طبیب بدون دانش در مورد هیچگونه تصمیم در تشخیص و تداوی گرفته نمیتواند بحث نخست است.

با در نظر داشت تسلسل موضوعات در تعقیب اهداف ،موضوعات بعدی شامل وکتور ها ، حرکت ، قوه ، تعادل ،حرکت دورانی ، جاذبه ، کار و فشار و جریان مایع در تیوب میباشد .در هر فصل بر علاوه توضیح اساسات فزیکی و بیان قوانین کار برد طبی معرفی و با حل مثال های غرض تحکیم مطالب تمرینات بمنظور کار مستقلانه محصلان شامل گردیده است.

در اخیر کتاب جدول ثابت های اساسی که در مباحث کتاب شامل است تهیه گردیده است.

قابل تذکر این است که فزیک میخانیک یک بخش وسیع و جامع بوده نمیتوان درچند فصل محدود اساسات آنرا معرفی نموده از آن نام برد . با گذشت هر روز ما شاهد پیشرفت های زیادی ازکار برد قوانین فزیک در طب هستیم و خواهیم بود .متمنی ام تا از مطالعه این کتاب که مقید بزمان تدریس آماده شده کسب فیض نمایند .در غنا مندی دانش شان بمطالعه کتاب های مرجع و انترنت توصیه میگردد .

فصل اول

اندازه گیری کمیات فزیکی

معلومات عمومی

مشخصهٔ همه علوم از جمله علوم طبیعی ، این است که به تشریح و توضیح احکامی می پردازد که مورد قبول همه گان باشد. برای حصول این اعتماد در ساحهٔ تشبثات خویش و هم آهنگ نمودن اندازه گیری کمیات در همه فعالیت های علمی که اساس شناخت تمام پدیده های مجهول را تشکیل میدهد ، مبادرت نمودند تا نتایجی که توسط اشخاص مختلف در نقاط مختلف بدست میآید تفاوت دیده نشود ، بدین منظور درک کامل در مورد اندازه گیری وزن بدن ، تجویز ادویه بمقادیر معین، شمارش ضربان قلب،و همچنان بوسایل اندازه گیری توجه جدی بعمل آمد که برای حفظ و اعادهٔ سلامتی انسان اساسی هستند .

1 - 1 کمیت فزیکی و روش اندازه گیری

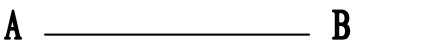
اساس فزیک را کمیات فزیکی تشکیل میدهد که برای بیان قوانین از آن استفاده به عمل میآید . یک کمیت فزیکی زمانی تعریف شده میتواند که روش و دستور العملها برای اندازه گیری آن تعیین و بیان گردد .برای اندازه گیری هر کمیتی ، مقدار از همان کمیت را انتخاب میکنندو اندازه ها را با آن می سنجند. این مقدار را که وسیله اندازه گیری است، واحد آن کمیت میگویند .مقدار عددی کمیت عبارت است از تعداددفعاتی که آن کمیت در

بر گیرندهٔ واحد خود باشد. بناءً برای اینکه یک اندازه گیری به معنی باشد باید دو مشخصه آن واضح گردد.

1 ـ انتخاب مقداری از آن کمیت به عنوان واحد .

2 ـ مقایسهٔ کمیتی که اندازهٔ آن مطلوب است با واحد انتخابی آن .

طور مثال برای تعیین طول قطعه خط $\overline{AB}$ اگر مقدار کمیت را به M، اندازهٔ کمیت را به N و واحد آن را U بنامیم میتوانیم بنویسیم :



$$N = \frac{[M]}{[U]} \ldots\ldots 1-1$$

نتیجهٔ هر اندازه گیری یک عدد خالص حقیقی است که نشان میدهد در کمیت اندازه شده چند واحد انتخاب شده وجود دارد .

یعنی :

[M] = [N] . [U] .

اندازه گیری به دونوع است ؛

1 ـ اندازه گیری ستندرد :

که بدین منظور لابراتوار هایی بمنظور ستندرد نمودن واحدات اندازه گیری موجود است.

2 ـ اندازه گیری غیر ستندرد

که از این اندازه گیری در طبابت بیشتر استفاده میشود . مثلاً فشار خون به عوض اینکه به N/m^2 یا Lb/m^2 تعیین گردد به mmHg اندازه میشود .

معمولاً اندازه گیری ها زمان و جسم را در بر دارد که این اندازه گیری به دو بخش تقسیم میشود

1 ـ اندازه گیری تناوبی

2 ـ اندازه گیری غیر تناوبی

اندازه گیری های تناوبی اکثراً به تعداد دور فی ثانیه محاسبه میگردد . مثلاً تعیین ضربان قلب در فی دقیقه که در حدود 70/min و تعداد تنفس در حدود 15/min یک اندازه گیری تناوبی است .

اندازه گیری غیر تناوبی مثلاً چقدر وقت بکار است تا گرده ها مواد اضافی را از خون جدا سازند .

در ساحۀ طبابت اندازه گیری از اهمیت خاص برخوردار میباشد که از گذاشتن ستاتسکوپ به صدر مریض و تجویز ادویه آغاز میگردد .

روشهای اندازه گیری در طبابت با پیشرفت ساینس و تکنولوژی شکل یافته و سهولت های زیادی را ایجاد نموده است که امروز عملاً دیده می شود (10.9.6) .

1 ـ 2 کمیات اصلی و فرعی

کمیات فزیکی به هم ارتباط دارند و همین ارتباط سبب میشود که با در نظر داشت واحد اندازه گیری کمیات را به دو دسته تقسیم نماییم.

1 ـ کمیات اصلی :

کمیاتی اند که واحدات شان مستقل تعریف شده و به کمیت های دیگر وابسته نمیباشد مانند: کتله ، زمان و طول.

2 ـ کمیات فرعی :

کمیاتی اند که واحد های آنها از روی واحدات کمیات اصلی تعریف میشوند . یک یا چند کمیت اصلی میداشته باشد مثلاً سطح، حجم، سرعت، شتاب و غیره. [2 . 4]

1 ـ 3 کمیات اساسی طول و واحد های آن

اولین واحد بین المللی طول میلهٔ بود از الیاژ [1] 90 % پلاتین (Pt) ، 10 % اریـدیـم (Ir) که اکنون در ادارهٔ بین المللی اوزان و مقیاس ها نگهداری میشود و بنام متر اصلی یاد میگردد . از نظر تاریخی ، متر برابر یک ده میلیونم (10^{-7}) فاصلهٔ قطب شمال تا استوا در امتداد نصف النهاری که از پاریس میگذرد در نظر گرفته شده بود . نمونهٔ متر اصلی که در دفتر بین المللی اوزان و مقیاسها در شهر پاریس محافظت میشود دارای نمونه آن در شکل (1-1) نشان داده شده است .

در ماه اکتوبر 1339 / 1960 در یازدهمین کنفرانس بین المللی اوزان ومقیاس ها به ا ستندرد اتمی متر موافقت بعمل آمد . در این مجمع طول موج

[1] - الیاژ پلاتین و اریدیم داراي مقاومت زیاد و کمتر تحت تأثیرات کیمیاوي محیط ماحول قرار میگیرد.

شعاع نارنجی(طیف $2P_{10} - 5d_5$) که از یک ایزوتوپ مشخص در تخلیه برقی تشکیل میشود انتخاب شد که یک متر دقیقاً 1650763.73 برابر این طول موج است .

1m = 1650763.73

در سال 1352/ 1973 در کنفرانس بین المللی اوزان و مقیاس ها که در شهر پاریس بر گزار گردید تعریف جدیدی برای متر تصویب گردید؛ یک متر برابر به مسافتی است که نور در خلا در مدت 1 /299792458 ثانیه می پیماید.

واحدات کوچکتر از متر عبارت از دیسی متر (dm)، سانتی متر (cm)، ملی متر(mm) است .

1m = 10 dm = 100 cm = 1000 mm

واحدات بزرگتر از متر دیکا متر (Dm) هکتومتر (Hm) و کیلو متر (Km) اند .

$1m = 10^{-1}\ Dm = 10^{-2}\ Hm = 10^{-3}\ Km$

در فزیک واحدات کوچکتر از ملی متر نیز رایج اند که عبارت ا ز مایکرون (μ) ، ملی مایکرون (m μ) انگسترون (A) ، فمتو (F) ، نانو (n) وپیکو (P)

$1\mu = 10^{-6} m$

$1m\mu = 10^{-3} \mu$

$1A^{0} = 10^{-10} m$

$1n = 10^{-9} m$

$1\ f = 10^{-15} m$

$1p = 10^{-12} m$

در نجوم برای اندازه گیری فواصل بین کواکب واحد بزرگتری انتخاب نموده اند که سال نوری است . یک سال نوری (1Ly) طول همان فاصله ایست که نور آنرا با سرعت $3.10^8 m/s$ در طی یک سال می پیماید .

$1Ly = 9,4608 . 10^{12}$ Km

1ـ 4 کمیات اساسی کتله و واحد آن

تمام اجسام عاطل اند ، یعنی اجسام خود بخود سرعت خویش را تغییر نمیدهند. برای این خاصیت اجسام خاصیت عطالت (inertia) در فزیک یک قیمت عددی را قایل شده اند، این عدد را کتله مینامند . پس کتلهٔ جسم اندازهٔ عطالت جسم و یا بعبارت دیگر اندازه مقدار عطالت جسم در مقابل تغییر حرکت است. عطالت مقاومتی است که جسم در برابر تغییر سرعت از خود نشان میدهد. پس هر قدر کتلهٔ جسم بیشتر باشد مقاومت آن جسم در برابر تغییر سرعت بیشتر میباشد. کتله خاصیتی است که باعث ایجاد وزن میشود . بناءً کتلهٔ جسم مشخصهٔ همان جسم است . البرت انشتین نشان داد که کتله جسم نظر به سرعت طبق معادلهٔ ذیل تغییر میکند

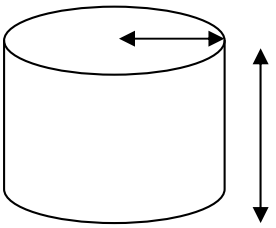
$$m = m_0 \frac{1}{\sqrt[2]{1 - v^2 / c^2)}} \quad \text{.....1-3}$$

m_0 کتله سکون جسم، v سرعت جسم و c سرعت نور است.

واحد کتله کیلو گرام است . یک کیلو گرام استوانه ای است از الیاژ 90% پلاتین و 10 % اریدیم که در دفتر بین المللی اوزان و مقادیر حفظ است .

کتلهٔ $1kg$ نورمال در $4c^{0}$ مساوی به $1dm^{3}$ آب خالص میباشد .

$$1Kg = 10^{3}\ g = 10^{6}\ mg$$



شکل (1.2) شیمای کیلوگرام

مقیاس ستندرد دیگری برای کتله وجود دارد . این ستندرد کتله اتم ^{12}C است .

بیک اتم ایزوتوپ ^{12}C کتلهٔ دقیقاً مساوی به 12 واحد اتومی داده شده است. به این صورت

$$amu = 1.66093 \times 10^{-27}\ kg$$

A(atomic) , m (mass) , U (unit)

1ـ 5 کمیات اساسی زمان و واحد آن

با تغییراتی که در طبیعت صورت میگیرد . مفهوم زمان ارتباط میگیرد . تغییراتی را که در آن عین حالت ، دوباره تکرار میشود ، تغییرات متناوب است . که مثال آن حرکت رقاصهٔ بسیط و دوران زمین بحول محورش و غیره میباشد. برای اینکه در یک تغییر متناوب دو حالت کاملاً مشابه را از هم جدا

نموده بتوانیم به کمیت فزیکی که زمان نامیده میشود نیاز است . هر پدیده تکرار شونده را میتوان بعنوان معیار زمان بکار برد . زمان توسط آله بنام Metronome اندازه میگردد .

آلات مختلف برای اندزه گیری زمان موجود است که در شرایط و حالات خاص از آن استفاده بعمل میآید . از جمله میتوان رقاصهٔ ساده را که توسط هیوگنس درسال 1973 ساخته شده نام برد . زمان یک رفت و آمد آن یک ثانیه است که معادل به 1/86400 مدت زمان یک شبانه روز میباشد .

ساعت کوارتز که به اساس فریکونسی اهتزاز بلور کوارتز بطریق الکترونیکی کار میکند ، ستندرد ثانوی زمان بشمار میرود . که خطای حد اکثر این ساعت در یک سال 0.02 sec میباشد . رایج ترین مورد استفادهٔ زمان ستندرد ، زمان اندازه گیری فریکونسی است . در ساحهٔ امواج رادیوئی تعیین فریکونس با ساعت کوارتس الکترونیک که وقت آن در حدود 10^{-10} sec است ، انجام میشود .نوع دیگر ساعت اتمی است ، که به اساس فریکونسی مشخصهٔ ایزوتوپ سیزیوم Cs^{133} کار میکند . در سال 1967 در سیزدهمین مجمع بین المللی مقیاس و اوزان ،ثانیه به اساس ساعت Cs^{133} تعریف و بعنوان ستندرد بین المللی پذیرفته شد و بصورت 9192631770 برابر دورهٔ تناوب خاص از Cs^{133} تعریف شد . با انتخاب این ستندرد وقت انداره گیری زمان به 10^{-12} sec افزایش یافت . (1.3.4)

بنابر هدف اندازه گیری زمان توسط آلات مختلف تعیین میگردد که در ذیل از آن نام برده میشود .

1 Sec	Normal Watch
10^{-1}Sec	Stop Watch
10^{-4} Sec	Pendulium
10^{-6} Sec	Electronic Clock
10^{-8} Sec – 10^{-10} Sec	Quartz Clock
10^{-10} Sec – 10^{-12} Sec	Cesium Laser

1 - 6 سیستم های اندازه گیری

هر مجموعه از واحد های اصلی که به کمک آنها میتوان همه واحد های فرعی را شناخت ، یک سیستم انداره گیری است . در سیستم بین المللی[1] [SI] واحد هفت کمیت به عنوان واحد اصلی انتخاب شده و واحد های کمیات دیگر به اساس آن تعریف میشود . این هفت کمیت اصلی عبارت اند از:

کمیت طول	واحد آن متر	سمبول(m)
کمیت کتله	واحد آن گیلو گرام	(Kg) سمبول
کمیت زمان	واحد آن ثانیه	(Sec) سمبول
کمیت حرارت	واحد آن کالوین	(^{o}K) سمبول
کمیت شدت جریان	واحد آن امپیر	(A) سمبول
کمیت مقدار ماده	واحد آن مول	(Mole) مول
کمیت نور	واحد آن کندل	(Cd) سمبول

[1]- در سال 1971 در چهاردهمین مجمع عمومي اوزان و مقياس به اساس كار مجمع و كميته هاي بين المللي قبلي هفت كميت اصلي انتخاب و تصويب گرديد.

اکثراً غرض سهولت در محاسبات سیستم متریک مورد استفاده قرار میگیرد که به دو گروپ تقسیم شده اند:

- سیستم CGS که کمیت اصلی طول به cm کتله به g و زمان به ثانیه اندازه میگردد .

- سیستم MKS که کمیت طول به m، کتله به Kg و زمان به ثانیه اندازه میگردد . علاوه بر آن سیستم FPS که طول به فت ،کتله به پوند و زمان به ثانیه اندازه گیری میشود . [3، 9]

1- 7 بُعد یا Dimension

کمیات اساسی را میتوان به دو دسته تقسیم نمود .

1 ـ کمیات که اندازه آنها مربوط به مقادیر واحدات اساسی اند . کمیاتی که مقادیر آن در سیستم های واحدات مختلف ، مختلف اند کمیات بُعد دار نامیده میشوند .

2 ـ کمیات که اندازهٔ آنها تابع سیستم واحدات مستعمله نمیباشد، بنام کمیات بدون بُعد یاد میشود .

کمیات بعد دار ارایهٔ بُعد یک کمیت فزیکی با در نظر داشت واحدات کمیات فزیکی و روابط موجود بین واحدات که توسط فورمولهای مربوط بیان میشود ، ارائه میگردد . اگر بُعد فاصله به L بُعد کتله به M و بُعد زمان به T نشان داده شود . یک ارتباط بین L , M , T وجود دارد که بنام معادله بُعد همان کمیت فزیکی یاد میشود . این ارتباط به شکل ذیل نوشته میشود :

$$\left[L^{\alpha}.M^{\beta}.T^{\gamma}\right]$$

[کمیات فزیکی]=

(α ، β،) اعداد مثبت ، منفی و صفر میباشند، مثلاً :

[فاصله] = [L . M^0. T^0] = [L]

[بُعد کتله] = [L^0. M . T^0] = [M]

[بُعد زمان] = [L^0 . M^0 . T] = [T]

[بُعد سرعت] = [L . M^0 . T^{-1}] = [L . T^{-1}]

[قوه] = [L . M . T^{-2}] [1، 7، 13]

1 ـ 8 استفاده از اندازه گیری در طبابت

اندازه گیری در طب ساحه وسیع داشته ، دقت در اندازه گیری در تشخیص و تداوی نقش اساسی و تعیین کننده دارد . بدون رعایت دقیق در اندازه گیری کمیات، طبیب تصمیم با اطمینان در تشخیص و تداوی امراض گرفته نمیتواند. در ذیل چند مورد آن به گونه مثال معرفی میگردد .

اندازه نمودن طول قد ، وزن نمودن بدن ، وزن آیدآل تعیین میگردد . یک میتود ساده آن ،با انتخاب وزن بدن روی محور x و طول قد روی محور y وزن ایدال تعیین میشود ،که مختصهٔ آن را میتوان p (x، y) نامید . دانستن وزن ایدال طبیب را در زمینهٔ کالوری رژیم غذایی ، تعیین مقدار ادویه کمک کرده میتواند . بر علاوه دانستن وزن بدن در تجویز مقدار ادویه نیز مهم است. مثلاً در توصیه امپی سیلین جهت تداوی محرقه معمولاً (100 ـ 400) ملی گرام فی کیلو گرام وزن بدن در 24 ساعت . کلورام فنیکول نیز به عین منظور در نزد اطفال در حدود 50 – 70 ملی گرام فی کیلو گرام وزن

بدن محاسبه میگردد . عمر هم از نظر تصادفات امراض و هم چنان توصیه مقدار ادویه جات و تشخیص کالوری مواد مورد ضرورت حایز اهمیت است ، مثلاً سرخکان اکثراً در اطفال ، فرط فشار شریان اساسی معمولاً در سنین بلند تر از 70 سالگی و غیره .

مقدار ادویه به اساس مساحت سطحی بدن نیز سنجش شده میتواند ، طور مثال توصیه ونکریستین که یک ادویه ضد سرطانی است در اکثر واقعات 1mg فی متر مربع مساحت عضویت محاسبه میشود .

زمان در تشخیص و تداوی ارزش خاص خود را داشته با اهمیت است . چنانچه در سنجش تقلصات قلبی یک شخص و مقایسه آن به تقلصات ستندرد که 60 ـ 90 فی دقیقه است .

نتیجه گیری از کار ECG که در مطالعه آن ، زمان و طول تقلصات شامل میباشد. چنانچه بالای نوار که از کاغذ بوده و ECG ثبت میگردد به مربعات کوچک که به صورت افقی هر خط آن 0,04 ثانیه را نشان میدهد تقسیم بندی گردیده و موجه های تشکیل یافته و مسافه های مربوط از نظر زمانی ارقام نارمل و مشخص به خود را دارد . علاوه برین تطبیق مایعات و ادویه جات بعد از سنجش مقدار 24 ساعت آن در واحد زمان مانند چند قطره فی دقیقه چند ملی گرام فی ساعت و به چه مقدار در ظرف چند ساعت و به کدام فواصل زمانی مثلاً یک ساعت بعد ، دو ساعت بعد ، 4 ساعت بعد ، 6 ساعت بعد ، غیره تطبیق میگردد .

ضمناً مطالعهٔ اجرای وظایف نارمل توسط ارگانهای مختلف عضویت یا تعیین اجرای وظیفه آن در واحد زمان مطالعه میگردد . مثلاً اطراح مقدار ادرار در صورتیکه کاهش یابد و علایم دیهایدریشن (کمبود مایع عضویت) موجود نباشد دلالت به عدم کفایهٔ کلیه ها مینماید .

به همین ترتیب توصیه ایزوتوپ[1] ها ، تراکم ، ترسب و اطراح مواد در عضویت با در نظر داشت واحد زمان مطالعه گردیده و در امراض مختلف ممکن است وسیلهٔ تشخیص مرض باشد .

در نتیجه باید خاطر نشان ساخت که بدون رعایت دقیق در اندازه گیری و بدون اندازه گیری شناخت جهان ممکن نبوده و نمیباشد .

1- Lsotope از دو کلمة Iso به معني برابر و tope بمعني جاي گرفته شده است. ايزوتوپها اتوم هايي اند که نمبر اتمي آنها يکي ولي تعداد نيوترون هاي ايشان متفاوت اند .

مسایل

1:کمیت چیست و چند نوع است ؟

2:مشخصه های اندازه گیری را نام بگیرید ؟

3:چند نوع واحدات را می شناسید ؟

4:واحدات ستندرد و غیر ستندرد از هم چی فرق دارند؟

5:اندازه گیری در طبابت چه اهمیت دارد ؟

6:واحدات ذیل را در سیستم C.G.S تبدیل نماید؟

الف - $3\cdot10^{6}\mu$ ب - $60\cdot10^{4}n$ ج - $0.2m$ د - $3\cdot10^{-2}dm$

7 – به انگسترون تبدیل نماید ؟

الف - $2\cdot10^{-3}m$ ب - $0.2\cdot10^{5}\mu$ ج - $0.25mm$ د - $7\cdot10^{2}n$

8 – 1amu چند گرام می شود ؟

9 – زمان 10^{-2} ثانیه توسط کدام نوع ساعت اندازه کرده می توانیم ؟

10 – یک گرام را تعریف کنید ؟

11 - یک دیسی متر مکعب آب خالص در 4c0 چقدر وزن دارد؟

12 – به μ تبدیل نماید.

$$0.6\cdot10^{-3}cm+2\cdot10^{-1}mm+5\cdot10^{3}A^{0}=?$$

13 – کمیات بدون بعد را معرفی کنید ؟

14 – بعد کمیات ذیل را بنویسید ؟

قوه ، تعجیل، فشار ، کار ، حجم ، سطح

فصل دوم

عملیات بالای وکتور ها

معلومات عمومی

در مطالعهٔ کمیات فزیکی و بیان قوانین میان آن هاکمیات چون کمیات وکتوری و کمیات سکالری از هم تفکیک می شوند . ذکر دو مشخصهٔ مهم یعنی وکتور و سکالر در حقیقت معرف دقیق کمیات در فضا در یک زمان میباشد . تمام کمیات وکتور اند و یا سکالر، که هر کدام از خود تعریف مشخص دارد.

2 - 1 مفهوم وکتور و سکالر

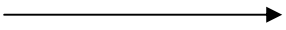
وکتور ها کمیاتی اند که توسط قیمت عددی جهت و علاوه بر آن طبق قوانین معین با هم جمع میشوند . طور مثال جسم m از نقطهٔ A به اندازهٔ 4cm تغییر مکان مینماید . تازمانیکه جهت تغییر مکان جسم مشحض نگردد ما گفته نمیتوانیم که جسم m در اثر تغییر مکان از نقطهٔ A به اندازه 4cm در فضا در کجا قرار دارد . چنین کمیات مانند انتقال ، سرعت ، تعجیل ، قوه ، ساحهٔ برقی و غیره را کمیات وکتوری مینامند .

کمیات که در فضا دارای جهت نیستند و فقط توسط قیمت عددی مشخص و معین میشوند بنام کمیات سکالری یاد میگردد . مانند طول ، زمان، کثافت ، انرژی ، حرارت ، حجم وغیره کمیات سکالری اند .

2 - 2 نمایش کمیات وکتوری

یک کمیت وکتوری را همیشه توسط حرف انگلیسی و یا یک سمبول طوری که بالای آن یک تیر گذاشته میشود . مثلاً وکتور $\vec{a}$ را چنین نمایش میدهیم : $\rightarrow$

$\vec{a}$



شکل(2 - 1)

طول وکتور:

طول و کتور مساوی به قیمت عددی وکتور است. قیمت عددی وکتور عبارت از مودل یا قیمت مطلقهٔ آن وکتور بوده که بطور ذیل نشان داده میشود :

$$|\vec{\mathbf{a}}| = \mathbf{a}$$

لذا یک کمیت وکتوری به اساس جهت ، مقدار یا طول بیان میگردد و بر علاوه هر وکتور دارای مبداء و انجام میباشد .

وکتورهای متساوی دو وکتور وقتی متساوی میباشد که طول های شان مساوی موازی وهم جهت باشند.

وکتور های کولیناری (هم مستقیم)

وکتور هایی را گویند که به عین جهت و یا مخالف جهت به مستقیم های موازی واقع باشند .

وکتور کویلاناری (هم مستوی) آن وکتور های اند که به مستوی های موازی واقع باشند.

وکتور های متقابل وکتور هایی که موازی و مختلف الجهت بوده دارای مقدار مساوی باشند.

2- 3 جمع وکتورها

جمع دو وکتور $\vec{a}$ و $\vec{b}$ یک وکتور $\vec{R}$ است که به طریقه های ذیل بدست می آید :

الف: محصلهٔ دو وکتور هم جهت $\vec{a}$ و $\vec{b}$ که روی محور x'x قرار داردند مساویست به

$\vec{R} = \vec{a} + \vec{b}$ 1–2

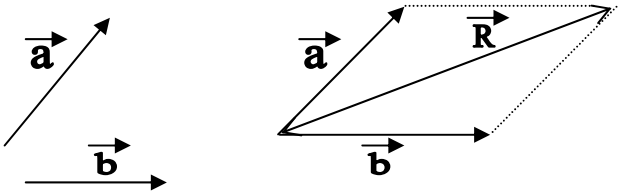
ب : جمع دو وکتور مختلف الجهت

$\vec{R} = \vec{a} + (-\vec{b})$

طریقهٔ 1 : طریقهٔ متوازی الاضلاع

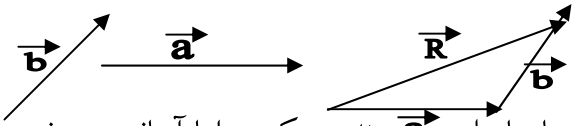
در این طریقه دو وکتور $\vec{a}$ و $\vec{b}$ داده شده را بیک نقطه انتقال داده و از انجامهای شان بیکدیگر موازی رسم مینمایم ، متوازی الاضلاع که بدست میآید، قطر آن محصلهٔ دو وکتور $\vec{a}$ و $\vec{b}$ است که یک وکتور جدید $\vec{R}$ میباشد که مبدا آن مبدا وکتور های $\vec{a}$ و $\vec{b}$ یعنی نقطه 0 است. طبق شکل (2 . 2)

شکل 2-2



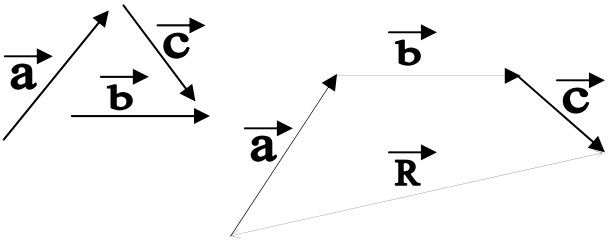
طریقهٔ 2 : انتقال

برای دریافت محصلهٔ دو وکتور $\vec{a}$ و $\vec{b}$، در انجام وکتور $\vec{a}$ وکتور $\vec{b}$ را انتقال داده مبدأ وکتور $\vec{a}$را به انجام وکتور $\vec{b}$ وصل میکنیم . وکتور محصله $\vec{R}$ بدست میآید . طبق شکل (2-3)



شکل(2– 3)

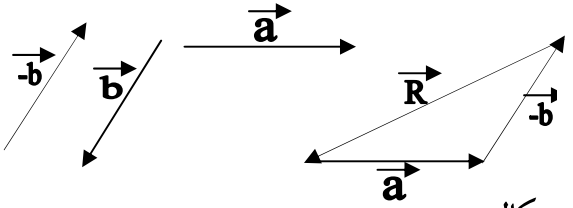
بدین طریق میتوان محصله یا حاصل جمع چندین وکتور را با آسانی رسم نمود .مثلاً ؛



شکل (2-4)

2 – 4 تفریق وکتورها

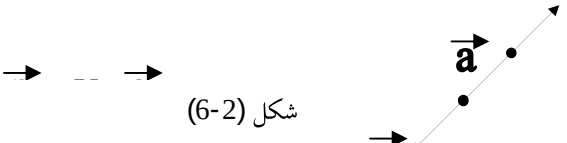
تفریق وکتور $\vec{a}$ و $\vec{b}$ عبارت از وکتور $\vec{R}$است، طوریکه اگر با وکتور $\vec{b}$ جمع شود وکتور $\vec{a}$ بدست آید:



شکل (2-5)

2-5 ضرب یک وکتور در سکالر

هر گاه وکتور $\vec{a}$ را به سکالر k ضرب بدهیم وکتور جدید $\vec{p}$ بدست میآید طوریکه



شکل (2-6)

اگر $K > 0$ باشد، $\vec{p}$ هم جهت و کتور $\vec{a}$ است .

اگر $K < 0$ باشد ، $\vec{p}$ مختلف الجهت وکتور است $\vec{a}$

اگر $K = 0$ باشد ، یک وکتور صفری است $\vec{p}$.

2 - 6 قوانین جبر وکتوری

هر گاه $\vec{a}$؛ $\vec{b}$ و $\vec{c}$ وکتور ، m و n سکالر باشند ، پس قوانین ذیل را نوشته میتوانیم :

قانون تبدیلی در جمع	$\vec{a}+\vec{b}=\vec{b}+\vec{a}$
قانون اتحادی	$(\vec{a}+\vec{b})+\vec{c}=\vec{a}+(\vec{b}+\vec{c})$
قانون تبدیلی در ضرب	$m.\vec{a}=\vec{a}.m$
قانون اتحادی در ضرب	$m.(n.\vec{a})=m.n.(\vec{a})$
قانون توزیعی در ضرب	$(m+n).\vec{a}=m.\vec{a}+n.\vec{a}$
قانون توزیعی	$m.(\vec{a}+\vec{b})=m.\vec{a}+m.\vec{b}$

$\vec{b}+\vec{a}$

$.m$

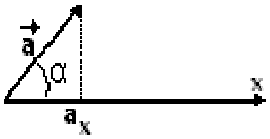
2 – 7 وکتور واحد

از افادهٔ ضرب یک سکالر در وکتور بدست میآید که هر دو وکتور را میتوان به شکل $\vec{a} = |\vec{a}|.\vec{e}_x$ نوشت . درینجا $\vec{e}_e$ عبارت از وکتور واحد میباشد که هم جهت وکتور $\vec{a}$ است

شکل (2-7)

2 – 8 مرتسم وکتور

یک جهت کیفی را در فضا انتخاب کرده و آن را بواسطهٔ I نشان میدهیم . تصویر a وکتور بالای این محور را با در نظر داشت شکل (2-8) میتوان نوشت .



شکل (2-8)

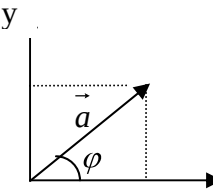
$a_x = a.\ Cos\alpha$ ..... معادله (2-4)

فارمول (2-4) مرتسم وکتور $\vec{a}$ بالای محور X نامیده میشود . مرتسم یک وکتور قیمت الجبری است ؛ اگر وکتور $\vec{a}$ با جهت مورد مطالعه زاویه حاده را بسازد یعنی $\cos\alpha > 0$ باشد در این صورت $a_x>0$ همچنان اگر $Cos\alpha$ $0 >$ باشد یعنی α منفرجه باشد درینصورت $a_x<0$، هرگاه وکتور $\vec{a}$ بالای محور x عمود باشد یعنی $\alpha = 0$ درینصورت $a_x = 0$ خواهد بود. [1 ، 9 ، 22]

ارائه وکتور ها از جنس مرتسم آن بالای محورات کمیات وضعیهٔ :

وکتور را که مبدأ آن مبدأ کمیات وضعیه میباشد در نظر میگیریم .

اگر مرتسم وکتور a بالای محور x را به a_x و مرتسم وکتور a را بروی محور y به a_y نشان بدهیم ، نوشته میتوانیم :



شکل (2-9) a_x

$$a_x = a\cos\varphi$$

$$a_y = a\sin\varphi$$

$$\left|\vec{a}\right| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{a^2\cos^2\varphi + a^2\sin^2\varphi}$$

2 – 9 ضرب وکتورها

دو وکتور را میتوان بدو طریق ذیل باهم ضرب نمود :

1 ـ ضرب سکالری دو وکتور

حاصل ضرب سکالری دو وکتور $\vec{a}$ ، $\vec{b}$ مساوی است به حاصل ضرب قیمت مطلقهٔ وکتور های $\vec{b}$ و $\vec{a}$ ضرب cos زاویه بین وکتور $\vec{b}$ و $\vec{a}$ ، اگر زاویه بین دو وکتور $\vec{b}$ و $\vec{a}$, را به α نشان بدهیم نوشته میتوانیم :

معادلهٔ فوق حاصل ضرب سکالری دو وکتور ... $\vec{a}\cdot\vec{b} = \left|\vec{a}\right|\left|\vec{b}\right|\cos\alpha$ ... (5-2) میباشد. شکل (2 ـ 10) نشان داده شده ، حاصل ضرب سکالری دو وکتور $\vec{b}$ و $\vec{a}$ یک سکالر است اگر :

شکل (2-10)

$\vec{a}\cdot\vec{b} > 0$ زاویه α حاده باشد

$\vec{a}\cdot\vec{b} < 0$ زاویه α منفرجه باشد

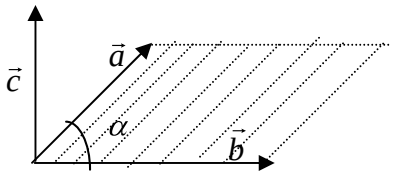
$\vec{a}\cdot\vec{b} = 0$ زاویه α قایمه باشد

2 ـ ضرب وکتوری دو وکتور

حاصل ضرب وکتوری دو وکتور $\vec{a}$ و $\vec{b}$ مساویست به

$$\vec{c} = \vec{a}x\vec{b} = |\vec{a}|.|\vec{b}|.\sin\alpha .....(6-2)$$

حاصل ضرب وکتوری دو وکتور $\vec{a}$ و $\vec{b}$ یک وکتور است که بالای وکتورهای $\vec{a}$ و $\vec{b}$ عمود میباشند. طبق شکل چنین نمایش داده میشود . [9، 11، 17]



شکل (2-11)

مثال :

هر گاه $\vec{a} = 10cm$ و $\vec{b} = 4cm$ باشد و وکتور $\vec{a}$ و $\vec{b}$ باهم زاویهٔ 60^o را بسازد محصلهٔ دو وکتور $\vec{a}$ و $\vec{b}$ را دریابید .

حل :

$$a = 10cm, \text{ب} = 4\text{cm}, \hat{\alpha} = 60^0 \quad , R = |\text{a} \cdot \text{ب}| = ?$$

$$R = |\text{a} + \text{ب}| = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab\cos\alpha} \cdot \sqrt{10^2 + 4^2 + 2 \cdot 10 \cdot 4\cos 60^0}$$

$$\sqrt{116 + 80 \cdot 1/2} = \sqrt{76} = 8{,}817 \text{ cm}$$

مثال :

مرتسم وکتور $\vec{a}$ را بدست آرید، هـر گـاه زاویه بین وکتور $\vec{a}$ و محور x 30^o باشد و $|\vec{a}| = 3cm$ باشد ؟

$$\vec{a}_x = |\vec{a}|.\cos\alpha = 3\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{3\sqrt{3}}{2}$$

مسایل

1 – یک وکتور چطور معرفی می گردد ؟

2 – چند نوع کمیت سکالری را می شناسید معرفی کنید ؟

3 – دو وکتور چه وقت باهم مساوی اند ؟

4 – طول وکتور $3\vec{a}$ چند است ؟

5 - $\vec{A} = K\vec{a}$ برای قیمت های $K = 2$ و $K = -3$ وکتور $\vec{A}$ را ترسیم کنید ؟

6 – اگر $|\vec{A}| = 4$ باشد و $\vec{A}$ با محور x زاویه 60^0 را بسازد روی محور x چند است؟

7 – اگر $|\vec{a}| = 2cm$ و $|\vec{b}| = 5cm$ باشد و $(\vec{a},\vec{b}) = 60^0$ مطلوب است. $\vec{a} \cdot \vec{b} = ?$

8 – زاویه بین دو وکتور $\vec{a}, \vec{b}$ است . اگر $|\vec{a}| = 3cm$ و $|\vec{b}| = 4cm$ باشد مطلوب است $\vec{a} \cdot \vec{b} = ?$ اگر $(\vec{a},\vec{b}) = 30^0$

9 – حاصل ضرب سکالری و وکتور چه وقت منفی است ؟

10 – ضرب وکتوری دو وکتور را در شکل چطور نشان میدهید ؟

11 – هرگاه $|\vec{a}| = 1cm$ و $|\vec{b}| = 2cm$ زاویه بین وکتور یعنی $(\vec{a},\vec{b}) = 45^0$ باشد محصله وکتور های $a \times b$? چند است ؟

12 – مرتسم وکتور $\vec{B}$ را روی محور x و y ترسیم نموده ،محصله آن را بدست آورید ؟

فصل سوم

حرکت

معلومات عمومی

میگویند که تاریخ علم فزیک ، تاریخ حرکت است . انسانها عملاً به این پدیدهٔ فیزیکی و مفهوم آن سروکار داشتند . اما امروز افکار دانشمندان بیشتر متوجه حرکت ذرات بسیار کوچک ماده شده است . یکی از مفاهیم حرکت که باید بررسی شود سرعت و تیزی است . اخیراً با اختراع روش های

مناسب انسان ها توانسته اند با سرعت و تیزی که قبلاً غیر قابل حصول بود به روی زمین و در فضا حرکت کنند . این بخش نیز از توجه علوم طبی بدور نمانده با مطالعه و کسب معلومات توانسته اند تا با کنترول سرعت، تیزی و تعجیل در حفظ سلامتی مریضان بکوشند و با احتیاط در حمل و انتقال مریضان و جلو گیری از بروز حوادث ناشی از سرعت زیاد وبا رعایت قوانین حرکت تدابیری داشته باشند .

3 - 1 مفهوم حرکت

حرکت عبارت از تغییر مکان یک جسم نظر بزمان است . بطور کلی باید گفت که در دنیا هیچ مادۀ بدون حرکت وجود ندارد و سکون مطلق هم چنان. زیرا اجسامیکه به نظر ما ساکن دیده میشوند، سکون شان یک امر ظاهری میباشد . بناءً گفته میتوانیم که حرکت یک امر نسبی است . برای مطالعۀ حرکت یک جسم و دانستن اینکه جسم در حال حرکت است و یا سکون ، باید جسم دیگری را به عنوان مبدأ مقایسه در نظر بگیریم . اجسام در حال حرکت بر علاوۀ اینکه مختصات مبدأ آن نظر به زمان تغییر میکند ، دوران هم مینماید . لذا برای مطالعۀ حرکت ، جسم نقطه وی فرض میگردد . اجسام نقطه وی یا ایدال اجسامی اند که فواصل طی شده توسط آنها نظر به ابعاد شان خیلی بزرگ باشد ، یعنی جسم بدون بعد در نظر گرفته میشود . بطور مثال اگر جسم نقطه وی بر علاوه حرکت انتقالی دوران هم نماید ، دوران نقطه کدام مفهوم ندارد .درین مبحث حرکت اجسام و یا ذرات را در فضای دو بعدی و سرعت کمتر از سرعت نور در خلا مطالعه مینمائیم . (7.16)

اگر یک جسم در یک لحظهٔ زمان در یک موقعیت و در لحظهٔ دیگر موقعیت دیگر را اشغال کند ، گفته میتوانیم که جسم حرکت کرده است . از نقطهٔ نظر ریاضی بین تغییر مکان جسم نظر بزمان این رابطه موجود است :

$X = f(t) \ldots\ldots (1\text{-}3)$

معادلهٔ (1-3) معادلهٔ حرکت نامیده میشود .

3 - 2 انواع حرکت

حرکت نظر به شکل مسیر دو نوع اند :

ا ـ حرکت مستقیم الخط .

2 ـ حرکت منحنی الخط .

حرکت مستقیم الخط حرکتی را گویند که مسیر جسم یک خط مستقیم و یا اینکه جسم بروی خط مستقیم حرکت نماید و معادلهٔ حرکت ، معادلهٔ خط مستقیم میباشد . هرگاه مسیر حرکت جسم یک دائره و یا یک منحنی باشد ، حرکت منحنی الخط نامیده میشود .

حرکت مستقیم الخط دونوع است :

1 ـ حرکت مستقیم الخط منظم (یکنواخت)

2 ـ حرکت مستقیم الخط نامنظم (تعجیلی)

3 – 3 حرکت مستقیم الخط منظم و مفهوم سرعت

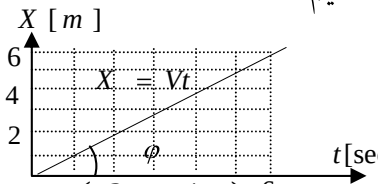
حرکت مستقیم الخط منظم ، حرکتی را گویند که جسم متحرک فواصل مساوی را در اوقات مساوی طی کند . فاصلهٔ طی شده را در واحد زمان تیزی حرکت میگویند که یک کمیت سکالری است . انتقال یا تغییر مکان جسم ، یعنی فاصله بین موقعیت اولی و نهائی جسم که یک کمیت

وکتوریست در واحد زمان را سرعت مینامند . اگر سرعت جسم را به v و تغییر مکان را x و زمان را t بنامیم طبق تعریف نوشته میتوانیم :

$$\vec{v} = \frac{\vec{x}}{t} \quad \text{.....} \quad (2\text{-}3)$$

$$\vec{x} = \vec{v}.t \quad \text{.....} \quad (3\text{-}3)$$

هر گاه بر طبق معادله (3 - 3) گراف تغییر مکان بتابع زمان را رسم کنیم شکل (3-1) بدست می آید که یک خط مستقیم است :



شکل (3-1)گراف تغییر مکان بتابع زمان

در حرکت مستقیم الخط منظم سرعت ثابت است ($v = cont$). واحد سرعت در سیستم C. G. S ، cm / s و در سیستم M. K. S، m / s است.

هرگاه در لحظهٔ $t_0=0$ مبدأ حرکت جسم X_0 باشد درینصورت معادلهٔ حرکت جسم عبارت از :

$$x = x_0 + v_t \quad \text{. . . .} \quad (4\text{-}3)$$

x_0 را فاصلهٔ اولیهٔ جسم مینامند . (1، 3، 10)

3 – 4 سرعت متوسط

چون اثرات خارجی بر حرکت جسم غیر قابل کنترول است، لذا حرکت جسم نمیتواند طور دلخواه یکنواخت باقی بماند. بناءً سرعت جسم در یک لحظهٔ زمان تا لحظهٔ دیگر ثابت باقی نمانده کم و یا زیاد میگردد . در چنین شرایط برای مطالعهٔحرکت اصطلاح سرعت متوسط بکار برده میشود که

عبارت از مجموع تغییر مکان های جسم بر مجموع زمان طی این تغییر مکان میباشد . اگر سرعت متوسط را به V_m نشان بدهیم نوشته میتوانیم :

$$v_m = \frac{\sum xi}{\sum ti} \qquad .....(5\text{-}3)$$

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} ....(6-3)$$

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

$$Vm = \frac{1}{2}(v_1 + v_2) ....(7-3)$$

3 – 5 حرکت مستقیم الخط متغیر (تعجیلی)

هرگاه متحرک فواصل مساوی را در زمان های مساوی طی نکند ، چنین حرکت را حرکت مستقیم الخط متغیر یا تعجیلی مینامند . در این نوع حرکت سرعت ثابت نمیباشد .

هرگاه جهت سرعت ثابت اما مقدار آن نظر بزمان تغییر کند ، اگر این تغییر در حال افزایش باشد $(\frac{\Delta V}{\Delta t} > 0)$ حرکت مستقیم الخط متشابه تعجیل تند شونده است و اگر تغییرات سرعت نظر بزمان در حال کاهش باشد($\frac{\Delta v}{\Delta t} < 0$)حرکت تأخیری نامیده میشود .

3 – 6 مفهوم تعجیل

هر کاه حرکت جسم طوری باشد که متحرک فاصلهٔ x_1 را در زمان t_1 و فاصلهٔ x_2 را در زمان t_2 طی نماید . درینصورت $v_1=\frac{x_1}{t_1}$ و $v_2=\frac{x_2}{t_2}$ است ،اگر $V_1=V_2$ نباشد

چنین حرکت را تعجیلی می نامند . پس تعجیل عبارت از تغییرات سرعت در فی واحد زمان است. اگر تعجیل را به a نشان بدهیم بر طبق تعریف نوشته میتوانیم :

$$a = \Delta v / \Delta t = ...(8-3)$$

هرگاه $V_0=0$

$$\Delta V = V - V_0 = V$$

هرگاه $t_0 = 0$ باشد

$$\Delta t = t - t_0 = t$$

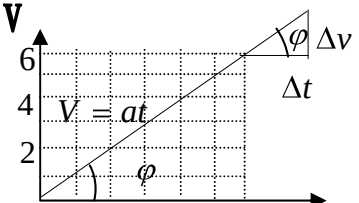
$$a = V / t$$

$$V = a\,t \quad .....(\ 9 - 3\ ) \qquad \text{و یا}$$

هر گاه در لحظهٔ $t_0 = 0$ ، جسم دارای سرعت اولیهٔ v_0 باشد دراین صورت معادلهٔ سرعت مساویست به :

$$v = v_0 + at \quad .....\ (\ 10 - 3\ )$$

واحد تعجیل در سیستم C.G.S ، cm/s^2 میباشد ودر سیستم M.K.S , m/s^2 هرگاه گراف سرعت را بتابع زمان رسم کنیم خط مستقیم بدست میآید طبق شکل (3ـ2)



شکل (3-2) گراف سرعت بتابع زمان

تعجیل متوسط

اگر سرعت جسم در لحظهٔ t_1 را v_1 و در لحظهٔ t_2 را v_2 بنامیم نسبت $\frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$ را تعجیل متوسط میگویند . طبق تعریف نوشته میتوانیم :

$$a_m = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} \ldots\ldots (11-3)$$

تعجیل متوسط از لحاظ عددی بین دولحظهٔ معین زمان برابر به میل خط واصل آن دو لحظه روی گراف سرعت نظر بزمان حرکت میباشد. (3.9) طبق شکل $(3-2)$ نوشته میتوانیم:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = tg\,\varphi$$

$$a_m = tg\varphi \ldots\ldots (12-3)$$

3 – 7 سرعت لحظه ای

هرگاه حرکت نقطهٔ مادی طوری باشد که سرعت متوسط آن در زمان های مختلفه یکسان نباشد در اینصورت میگوییم که جسم با سرعت متغییر حرکت میکند در نتیجه باید سرعت را در هر لحظهٔ زمان تعیین کنیم . این سرعت را سرعت لحظه ای مینامند .

سرعت میتواند در اثر تغییر در بزرگی ، تغییر در جهت یا تغییر هردوی آن، تغییر کند . در چنین حالت سرعت متوسط در برابر تغیرات کوچک زمانی از لحاظ بزرگی با سرعت متوسط در کوچکترین زمان بعدی فرق میکند . با نزدیک نمودن تدریجی نقطهٔ انجام بطرف آغاز با تقرب تغییرات زمان به کمترین تغییرات، سرعت متوسط کمتر شده میرود . در اینجا مقدار سرعت جسم را سرعت لحظه ای مینامند که بطریق ذیل ارائه میگردد :

$$v = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

یا

$$v = \frac{dx}{dt} \ldots (13-3)$$

3 – 8 تعجیل لحظه ای

در حرکت مستقیم الخط ، تعجیل لحظه ای مساوی به لمت سرعت متوسط است . از نظر عددی برابر است به تعجیل در هر لحظه ای زمان ، یعنی :

$$a = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$$

$$a = \frac{dv}{dt} \ldots (14-3)$$

3 – 9 قوانین عمومی حرکت مستقیم الحظه

برای حصول قوانین عمومی حرکت مستقیم الخطه و با در نظر داشت شرایط آن معادلات ذیل تطبیق می گردد.

الف ـ حرکت مستقیم الخطه منظم

V = cont

$X = X_0 + vt$

- ب $X = vt$ اگر $X_0 = 0$ باشد

حرکت مستقیم الحظه متغیر تند شونده .

$$a = cont$$
$$v = v_0 + at$$
$$x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$
$$v^2 = v_0^{\,2} + 2ax$$
$$x = \frac{1}{2}(v + v_0)t$$

اگر $v_0 = 0$ باشد .

$$v = at$$
$$x = \tfrac{1}{2} a t^2$$
$$v^2 = 2ax$$
$$x = \tfrac{1}{2} vt$$

ج ـ حرکت تأخیر

$$v = v_0 - at$$
$$x = v_0 t - \frac{1}{2} a t^2$$
$$v^2 = v_0^{\,2} - 2ax$$

زمان رسیدن بحالت سکون

$$t = \frac{v_0}{a}$$
$$x = \frac{v_0^2}{2a}$$

فاصلهٔ طی شده برای رسیدن بحالت سکون (1,9.10)

مثالهای توضیحی

1ـ موتری با سرعت ثابت $10m/s$ در حرکت است . بعد از $0.5h$ چقدر فاصله را می پیماید ؟

SI

$V = 10m/s$

$x = v.t$

$t = 0,5h = 1800s$

$x = ?$

$x = 10 . 18\,00 = 18 . 10^{3}$ m

2ـ موتری با سرعت ثابت $15m/s$ در حرکت بوده ، دریور دفعتاً برک را فشار میدهد . موتر بعد از $4sec$ توقف میکند . در این مدت چقدر فاصله را پیموده است؟

ST

در هنگام برگ نمودن سرعت نهائی صفر میشود .

$v_0 = 15\ m/s$

$t = \sec$

$x = ?$

$v = v_0 + at$

$v_0 = -at$

$a = -v_0/t$

$x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$

$x = v_0 t - \frac{1}{2} v_0/t \cdot t^2$

$x = v_0 t - \frac{1}{2} v_0 t$

$x = 1.5 \cdot 4 - \frac{1}{2} 1.5 \cdot 4$

$x = 6 - 3 = 3m$

3ـ موتری در مسیر افقی مدت 10min با سرعت 72Km/h و قسمت مایل سرک مدت 20min با سرعت 36Km/h حرکت نموده سرعت متوسط موتر در طول مسیر مساویست ؟

$$v_m = \frac{\sum v_i}{\sum t_i} = \frac{x_1 + x_2}{t_1 - t_2}$$

SI

$v_1 = 72Km/h = 20m/s$

$v_2 = 36Km/h = 10m/s$

$t_1 = 10\min = 600\sec$

$V_m = ?$

$$v_m = \frac{20.600 + 10.1200}{600 + 1200}$$

$$v_m = 133m/s$$

4ـ معادلۀ حرکت جسم متحرک در سیستم MKS طور ذیل داده شده است

$$X = 2t^3 + 3t^2 - 6t - 1$$

مطلوب است :

a ـ سرعت لحظه ای متحرک در مدت 2sec

b ـ تعجیل لحظه ای جسم در مدت 3sec

c ـ فاصلۀ طی شده متحرک بعد از 2sec

a)

$$v = \frac{dx}{dt} = 6t^2 + 6t - 6$$

$$t = \sec, v = 6(2^2) + 6.2 - 1 = 35m/s$$

b)

$$a = \frac{dv}{dt} = 12t + 6$$

$$t = 3\sec, a = 12.3 + 6 = 42m/s^2$$

c)

$$x = 2(2^3) + 3(2)^2 - 6(2) - 1$$

$$x = 2 \cdot 8 + 3 \cdot 4 - 12 - 1$$

$$x = 16 + 12 - 13 = 15m$$

3 – 10 سقوط آزاد

گالیله اختر شناس ایتالیائی مشاهده کرد که اگر از مقاومت هوا صرف نظر شود همه اجسام در اثر جاذبهٔ زمین بطور آزاد سقوط میکنند . مسیر حرکت قایم و تعجیل آن تعجیل جاذبه است .

سقوط آزاد یک حرکت تعجیلی تند شونده بوده در تحت شرایط فوق سقوط اجسام به کتله و جنسیت وابسته نمیباشد .

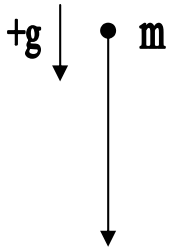
اگر تعجیل سقـوط آزاد (تعجیل جاذبه) را g بنامیم معادلات حرکت سقوط آزاد عبارتند از :

$$h = \frac{1}{2} g t^2 \cdots (15-3)$$

$$h = \frac{1}{2} v t \cdots ...(16-3)$$

$$v = g t \cdots .....(17-3)$$

$$v^2 = 2gh \ldots (18-3)$$



قیمت عددی تعجیل جاذبه g نظر به ارتفاع از سطح زمین فرق میکند بطور اوسط مساویست به

$$g = 9{,}81 m/s^2 = 981 cm/s^2 = 32\ ft/s^2$$

3 – 11 پر تاب شاقولی بطرف پائین

هر گاه جسمی با سرعت اولیه v_0 عموداً بطرف پائین پرتاب گردد ، بعد از زمان t با سرعت اولیه جسم، سرعت سقوط آزاد افزود میگردد . حرکت جسم یک حرکت تعجیلی تند شونده است . معادلات حرکت و سرعت مساویست به :

$$v = v_0 + gh \ldots \qquad (3\text{-}19)$$

$$h = \frac{1}{2} gt^2 + v_0 t \ldots \qquad (3\text{-}20)$$

$$v^2 = v_0^2 \quad + 2gh^2 \ldots \qquad (3\text{-}21)$$

$$v_m = \frac{1}{2}(v_0 + v) \ldots \qquad (3\text{-}22)$$

3 – 12 پرتاب قایم بطرف بالا

هرگاه یک جسم با سرعت اولیه v_0 عموداً بطرف بالا پرتاب گردد . در این حالت قوۀ جاذبه زمین در هر لحظه بالای جسم اثر نموده جسم را بطرف پائین کش میکند . یعنی در هر لحظه از سرعت اولیه جسم ، سرعت سقوط آزاد کم میشود . این نوع حرکت پرتابی قایم بطرف بالا یک حرکت مستقیم الخط متشابه التأخیر میباشد . معادلات حرکت و سرعت عبارتند از :

$$v = v_0 - gt \ldots (23-3)$$

$$v_m = \frac{1}{2}(v + v_0) = v_0 - \frac{1}{2} gt \ldots (24-3)$$

$$h = v_0 t - \frac{1}{2} gt^2 \cdots\cdots (25-3)$$

$$v^2 + v^2_0 = 2gh \cdots (26-3)$$

هنگامیکه جسم در نقطه اعظمی میرسد در اینحالت $v_o = 0$ گردیده ارتفاع جسم مساویست به :

$$h = \frac{v_0^2}{2g} \cdots (27-3)$$

زمانی را که جسم در نقطهٔ اعظمی میرسد مساویست به :

$$t = \frac{v_0}{g}$$

زمانی را که جسم در نقطهٔ اوج میرسد و دوباره بزمین میرسد با هم مساوی اند. (1،9،،20)

3 – 13 پرتاب افقی

منظور از حرکت پرتابی ، حرکتی است دو بعدی . فرضاً جسم M با سرعت v_0 از مبدأ مختصات بطور افقی پرتاب میشود ، جسم مذکور بعد از گذشت زمان t در نقطهٔ B میرسد ، طبق شکل (3- 3) طبق قانون حرکت نوشته میتوانیم :

$$v_x = v_0$$

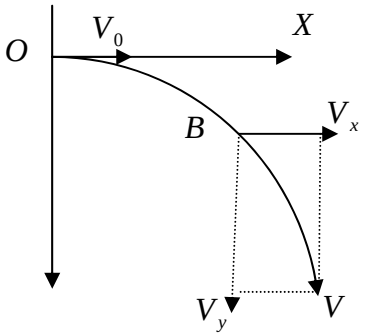
$$v_y = gt$$

$$x = v_0 t \Rightarrow t = \frac{x}{v_0}$$

$$y = \frac{1}{2} qt^2$$

$$y = \frac{q}{2v_0^2} x^2$$

$$C = \frac{q}{2v_0^2}$$



شکل (3 - 3) مسیر حرکت پرتاب افقی

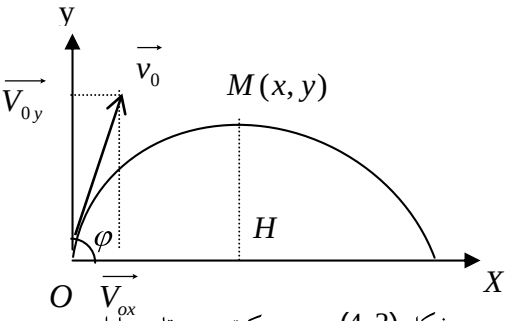
از معادلهٔ (3– 28) فهمیده میشود که مسیر حرکت در پرتاب افقی یک $Y = C^2$ (3– 24) پارابول است .

3 – 14 پرتاب مایل

هر گاه جسمی از مبدأ مختصات یعنی نقطهٔ o با سرعت v_0 تحت زاویهٔ φ به هوا پرتاب گردد ، در اینصورت جسم بعد از مدتی در فضا دوباره به زمین می رسد .

سرعت جسم در اینحالت بدو مرکبه تقسیم می شود، طبق شکل (3-4).

$$V_{0x} = V_0 \cos\varphi$$
$$V_{0y} = V_0 \sin\varphi$$



شکل (3-4) مسیر حرکت در پرتاب مایل

معادلات پارامتری حرکت بتابع زمان عبارتند از :

$$x = v_{0x}.t$$

$$x = v_0 \cos\varphi\, t \Rightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos\varphi}$$

$$y = -\frac{1}{2} gt^2 + v_{0y}t$$

$$y = -\frac{1}{2} gt^2 + v_0 \sin\varphi t$$

$$y = -\frac{1}{2} g\left(\frac{x}{v_0 con\,\varphi}\right)^2 + v_0 \sin\varphi \frac{x}{v_0 \cos\varphi}$$

$$y = xtg\,\varphi - \frac{g}{2v_0^2 \cos\varphi^2} x^2 \quad ...(29-3)$$

معادله (29-3) معادله مسیر حرکت در پرتاب مایل است .

وقتی جسم به نقطه X می رسد در این صورت بوده معادله

برد پرتاب چنین بدست می آید .

برای دریافت نقطه اوج (یا ارتفاع) M داشت اینکه در نقطه M (نقطه اعظمی) مشتق تابع مساوی به صفر می باشد ،مختصات My,Mx طور ذیل بدست می آید .

$$X = R = \frac{v_0^2 \sin 2\varphi}{g} ...(30-3)$$

$$M_x = \frac{v_0^2 \sin 2\varphi}{2g} ...(31-3)$$

$$M_y = \frac{v_0^2 \sin^2 \varphi}{2g} ...(32-3)$$

زمانی که جسم در نقطه اوج (اعظمی) میرسد مساویست به :

$$t_{\max} = \frac{v_0 \sin \varphi}{g} ...(33-3)$$

$$T = 2t_{\max} = \frac{2v_0 \sin \varphi}{g} ...(34-3)$$

T زمانی است که جسم دو باره بزمین میرسد(1,3,9).

مثال های توضیحی

1 ـ گلوله ای از ارتفاع 200m بصورت آزاد سقوط می نماید . بعد از چه مدت به زمین می رسد ؟

SI

$h = 200\,m$

$g = 9{,}8 \frac{m}{s^2}$

$t = ?$

$$h = \frac{1}{2} g t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

62

$$t = \sqrt{\frac{2.200}{9{,}8}} = \sqrt{\frac{400}{9{,}8}} = 6{,}38 \sec$$

$t = 6,\ 38$ sec

2 ـ جسمی با سرعت اولیه 8m/s تحت زاویه 30 بطرف بالا پرتاب می گردد . اگر از مقاومت هوا صرف نظر شود مطلوب است .

a ـ برد پرتاب

b ـ ارتفاع نقطه اوج

c ـ زمان رسیدن به نقطه اوج

d ـ سرعت آن در نقطه اوج

e ـ سرعت آن در لحظه برگشت .

$$\left.\begin{array}{l} SI \\ v_0 = 8\,m/s \\ \varphi = 30^0 \\ g = 9{,}8\,m/s^2 \end{array}\right\}$$

$$R = \frac{v_0^2 \sin 2\varphi}{g}$$

a

$$R = \frac{8^2 \sin 2.30^0}{9{,}8} = \frac{64.\sin 60^0}{9{,}8}$$

$$R = \frac{64.\sqrt{3}/2}{9{,}8} = 5{,}65m$$

b

$$Hx = \frac{v_0^2 \sin^2 \varphi}{2g}$$

$$Hx = \frac{8^2.\sin^2 30^0}{2.9{,}8} = \frac{64.\left(1/2\right)^2}{19{,}6} = 0{,}8m$$

$$Hx = 0{,}8m$$

$$H_x = \frac{v_0^2 \sin 2\varphi}{2g}$$

$$H_x = \frac{64.\sin 60}{2.9{,}8} = \frac{64.\sqrt{1}/2}{19{,}6} = 2{,}8m$$

$$H_x = 2{,}8m$$

c

$$t_{\max} = \frac{v_0 \sin\varphi}{g}$$

$$t_{\max} = \frac{8.\sin 30}{9{,}8} = \frac{8.{}^{1}\!/_{2}}{9{,}8} = 0{,}4\sec$$

$$t_{\max} = 0{,}4\sec$$

$$T = 2t_{\max} = 2.0{,}4 = 0{,}8\sec$$

d

$$V = \sqrt{v_0^2 - 2gHy}$$

$$V = \sqrt{64 - 2 \cdot 9{,}8 \cdot 0{,}8} = 3{,}4\,{}^{m}\!/_{s}$$

e

$$V = \sqrt{v_0^2 - 2g.Hy} = \sqrt{64 - 2 \cdot 9{,}8 \cdot 0} = 8\,{}^{m}\!/_{s}$$

$$V = 8\,{}^{m}\!/_{s}$$

3- گلوله کوچکی از کنار میزی به ارتفاع 1,225m با سرعت اولیه 4m/s بطور افقی پرتاب شده و بر زمین اصابت میکند مطلوب است.

A – فاصله افقی که گلوله در هوا طی می کند

B – زمان حرکت

C – مرکبه های افقی و عمودی سرعت

SI

$$v_0 = 4\frac{m}{s}$$

$$h = y = 1{,}22cm$$

$$g = 9{,}8\frac{m}{s^2}$$

a-

$$y = h = \frac{gx^2}{2v_0^2} \Rightarrow X^2 = \frac{2v_0^2.h}{g} = \frac{2.4^2.1{,}225}{9{,}8}$$

$$X = 2m$$

$$y = h = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow t = \sqrt{{}^{2h}\!/_{g}}$$ 64

$$t = \sqrt{\frac{2.1{,}225}{9{,}8}} = 0{,}5\sec$$

b -

c -

$$V_x = V_0 = 4\,\frac{m}{s}$$

$$V_y = gt$$

$$V_y = 9{,}8.0{,}5 = 4.9\,\frac{m}{s}$$

3 – 15 کار برد حرکت و سرعت در طبابت

چون سرعت جریان خون در دستگاه دوران خون تغیرات زیادی را متحمل می شود ، لذا با تعجیل تند شونده و کند شونده در بدن حرکت می نماید . یعنی دارای حرکت تعجیلی و تأخیری می باشد .

برای اینکه مبادلهٔ مواد در مویرگها صورت بگیرد باید خون به آرامی جریان نماید ، در حالیکه در رگهای بزرگ باید نسبتاً سریع تر حرکت کند تا به همه قسمت های بدن برسد . تعجیل حرکت خون از شریان به مویرگها کند شونده ولی این تعجیل از موریگها به قلب تند شونده است .

مطالعه سقوط آزاد کریوات سرخ خون که بنام Erythrocyte یاد می شود در محیط پلازما (Plasma) سبب تشخیص بعضی امراض می گردد . در خون انسان ها معمولاً در مرد ها $5.10^6 / mm^3$ و در زن ها $4.6.10^6 / mm^3$ کریوات سرخ (در هر ملی متر مکعب) وجود دارد . بر علاوه کریوات سرخ طور اوسط 7.10^3 کریوات سفید (Lucite) در هر ملی

متر مکعب $7,6.10^5$ $6,8.10^5$ در زن Thrombocyte[2] در مرد ها و ها وجود دارد.

هرگاه در یک تیوب امتحانی یک مقدار خون مورد مطالعه قرار گیرد در اثر سقوط آزاد چون کثافت کریوات سرخ $1,100g/cm^3$ و از پلازما $1,027g/cm^3$ است ، کریوات مذکور به آهستگی به طرف سطح پائین تیوب تجربی سقوط میکند . اندازۀ پلازما که در اثر سقوط کریوات سرخ باقی می ماند بعد از 12 ساعت و 24 ساعت تعیین شده و این یک معیار برای سرعت نزولی کریوات سرخ خون می باشد . این مقدار در نزد مرد ها بعد از سپری شدن یک ساعت 2mm تا 5mm (قیمت نورمال اعظمی آن 10mm) و بعد از دو ساعت 12mm می باشد در حالیکه در نزد زن ها بعد از یک ساعت تا 7mm (قیمت نورمال اعظمی آن 13mm) و بعد از دو ساعت تقریباً 15mm می باشد . قیمت وسطی این سقوط کریوات بعد از 24 ساعت نزد زن ها و مرد ها 100تا 120 mm می باشد . این قیمت در صورت عملی کردن یک کار جسمی ثقیل و یا داشتن تب و بالاخره در زن ها در موقع حامله بودن تغییر می نماید . در هیمن موقع به اثر تغییرات ترکیب پروتین چندین Erythrocyte با هم یکجا شده و سقوط سریع تر می شود .

---

[1] Thrombocyte یا صفحات دمویه وظیفه محافظوي را در خون بعهده دارد

تمرینات

1 ـ هنگام اندازه گیری سرعت خون در ورید بزرگ یک سگ مشاهده شده که این سرعت در نقطه A نزدیک به قلب برابر به120cm/s و در نقطه B دور تر از قلب برابر به 80cm/s است . اگر فاصله بین دو نقطه A و B ، 50cm باشد در چه مدت زمان خون از نقطه A به B میرسد ؟

2 ـ اگر غذا در دهانهء مرئی با سرعت 6cm/s به جلو رانده شود و 6sec بعد در انتهای مـرئی با سرعت 4cm/s حرکت کند ، اندازه تعجیل کند شونده را در این عملیه محاسبه کنید ؟

3 ـ سرعت ابتدائی یک موتر 16,5m/s است . دریور برک را فشار میدهد بعد از طی 6m توقف می نماید . مدت زمانی را که موتر متوقف می شود چند است ؟

4 ـ مرمی با سرعت 865m/s از دهن تفنگ که طول آن67,5cm است خارج می شود . تعجیل و زمان حرکت مرمی را در داخل تفنگ محاسبه کنید؟

5 ـ در اثر تصادم قسمتی از یک شریان شخص پاره و خون با سرعت 5cm/s از آن خارج می گردد . اگر به اثر بسته نمودن محل جرح سرعت آن بعد از 10sec به 0,5cm/s برسد ، تعجیل حرکت خون چند است ؟

6 ـ سیروم در ورید یک شخص با سرعت 0,1cm/s جریان دارد . هرگاه با فشردن پمپ سیروم مسافه 20cm را در طی مدت 4sec بپیماید سرعت نهایی آن در طی این مسافه چند است ؟

7 ـ معادله حرکت جریان خون در سیستم SI یک شریان توسط معادلهٔ

$$X = 3t^2 + 2t - 1$$

داده شده سرعت متوسط آن را در بین لحظات $t_1 = 2\text{sec}$ و $t_2 = 3\text{sec}$ محاسبه کنید؟

8 ـ گلولهٔ فلزی در بین یک سلندر مملو از ادرار بصورت آزاد سقوط میکند و با سرعت 2m/s به سطح تحتانی سلندر میرسد . اگر از مقاومت ادرار در برابر حرکت گلوله صرف نظر شود . زمان رسیدن آن در نهایت سلندر چند است ؟

9 ـ گلوله ای در خلا با سرعت 5m/s به امتداد قایم بطرف بالا پرتاب میگردد . گلوله در ثانیهٔ چهارم چقدر فاصله بلند می رود ؟

10ـ سنگی از ارتفاع 20m طور آزاد سقوط می کند . بعد از چه مدت سنگ بر زمین می رسد ؟

11ـ خون از شریان با سرعت 30cm/s تحت زاویه 30^0 خارج می گردد . اگر از مقاومت هوا صرف نظر شود مطلوب است .

الف ـ برد ب ـ ارتفاع اوج

ج ـ زمان رسیدن به نقطهٔ اوج د ـ سرعت آن در نقطه اوج

ه - سرعت هنگام رسیدن بر زمین

فصل چهارم

قوه و انواع آن

معلومات عمومی

مطالعه این بخش کار برد وسیعی داشته و دارای معنی خاص می باشد که با معنی آن در زندگی روزمره متفاوت است . مفهوم قوه از لحاظ تاریخی احتمالاً از احساس بشر هنگام به حرکت آوردن اجسام تحت اثر قوه تشریح و تشخیص میگردد که اساس همه را قوانین تشکیل میدهد .

نیوتن[3] در سال 1686 قوانین حرکت را در رسالهٔ علمی خویش تدوین کرد . این دانشمند با اثبات عقاید گالیله سه قانون خود را به صورت سه اصل ریاضی فزیک بیان داشت ، قانون اثر قوه بر ماده و نسبت میان قوه و تعجیل و رابطهٔ عمل و عکس العمل..

4 – 1 قانون اول نیوتن

نیوتن میگوید هر جسمی در سکون خود باقی می ماند ویا به حرکت مستقیم الخط یکنواخت خود ادامه میدهد تا زمانیکه تحت اثر یک قوه نا متوازن خارجی قرار نگیرد . این قانون خاصیت عام ماده بوده بنام عطالت تعریف می شود . بناءً قانون اول نیوتن را می توان توسط معادله زیر تعریف نمود .

$$\sum F_i = 0$$

1 - اسحاق نیوتن ریاضیدان انگلیسي 1627-1622)

در حالت دو بعدی قانون اول نیوتن به صورت زیر نوشته می شود .

$$\sum F_X = 0 \qquad \sum F_y = 0$$

اجسامی مختلفی که بالای آن قوه یکسان وارد میشود، حرکت های مختلفی پیدا میکنند . گفته میشود این اجسام دارای عطالت های مختلف هستند .هر قدر حرکت ابتدائی کند تر باشدبهمان نسبت عطالت جسم مورد نظر بزرگتر خواهد بود . در حقیقت عطالت مقاومتی است که با هر گونه تغییر سرعت جسم مخالفت میکند .عطالت برای یک جسم هم جنس متناسب به حجم آن بوده یک کمیت سکالری مشخص کننده جسم میباشد .این کمیت سکالری اندازه ذرات موجود در جسم مورد نظر را معین میسازد که کتله نا میده میشود . کتله یک کمیت نسبی بوده با تغییر سرعت جسم تغییر میکند. در فزیک کلاسیک ، نیوتن که سرعت جسم در برابر سرعت نور نهایت کوچک میباشد ،کتله ثابت فرض میشود .

4 -2 قانون دوم نیوتن

این قانون نسبت میان قوه ،کتله و تعجیل را بیان می کند . نیوتن در یافت که اگر قوه نا متوازن به جسمی اثر کند جسم در جهت اثر قوه تعجیل می گیرد . یا بعبارت دیگر قوه مشخص ، تعجیل متفاوتی راروی اجسام مختلف به وجود می آورد.این تعجیل با قوه نسبت مستقیم و با کتله نسبت معکوس دارد .

اگر قوه را به F ، کتله به m و تعجیل به a نشان داده شود نوشته می توانیم :

$$F = ma ... (1-4)$$

این قانون گاهی بر حسب اندازه حرکت (مقدار حرکت)نیز بیان می گردد. اندازه حرکت عبارت از حاصل ضرب کتله در سرعت جسم تعریف می شود که جهت سرعت را دارد . به اساس این تعریف قوه عبارت از تغییرات مقدار حرکت بر تغییرات زمان یعنی:

$$F = \frac{\Delta(mv)}{\Delta t} ..$$

$$F = m\frac{\Delta v}{\Delta t} = ma$$

قانون اول نیوتن حالت خاص از قانون دوم است . زیرا اگر $F = 0$ باشد پس $a = 0$ است. یعنی اگر مجموع قوه های عامل بر جسم صفر باشد بوده جسم با سرعت ثابت حرکت می کند . $(v = cont)$

قوه میتواند شکل جسم را تغییر دهد، آنرا به حرکت آورد ویا آن را وادار به سکون سازد .مورد بحث ما اینجا دو نوع اثر آن است .

- قوه های تماسی: مانند قوه ضربه ای ،تراکمی که برای و ارد شدن آن تماس لازم است .
- قوه های فاصله ای: که تاثیر شعاعی آن زیاد است و این قوه با افزایش فاصله کاهش می یابد.مانند قوه جاذبه ،قوه برقی.

- واحد قوه در سیستم C.G.S داین (Dyne) و در سیستم M.K.S نیوتن (Newton) و قوه یک کمیت وکتوری است بناءً تمام قوانین و عملیه های وکتوری بالای آن تطبیق میگردد.

3-4 وزن

وزن هم مانند قوه یک کمیت وکتوری بوده، مقدار قوه ایست که از طرف زمین بطور قایم بر جسم به سمت پائین وارد می شود . یا برابر به مقدار قوه ایست که جسم بر تکیه گاه وارد می سازد.

$$W = mg ... (2-4)$$

معادله (3-4) را با در نظر داشت معادله (1-4) میتوان نوشت.

$$W=ma/g$$

باید دانست که بین وزن و کتله فرق موجود است و این فرق عبارت است از:

- وزن جسم قوه بوده ویک کمیت وکتوری است ، در حالی که کتله از جنس ماده بوده یک کمیت سکالری میباشد .
- وزن جسم عامل متغییر بوده ولی کتله مقداریست ثابت .
- وزن با دینامومتر اندازه می گردد . کتله با ترازو . (9,13,21)

مثالها

تعجیل زمین را تعیین کنید که از اثر عمل قوه 18.12 N بر جسمی به وزن 72.48 N حاصل می گردد ؟

حل :

$F = 18,12N$

$W = 72,48N$

$g = 9,8 \frac{m}{s^2}$

$$F = Wa/g \Rightarrow a = F.g/W$$

$$a = \frac{18,12 \times 9,8}{72,48} = 2,45 \, m/s^2$$

2ـ شخصی با کتله 60kg که با سرعت 1m/s در حرکت است با دیواری تصادم می کند و بعد از طی زمان 0.05sec با طی مسافه 2.5cm متوقف می شود . قوه وارده هنگام تصادم مساویست به ؟

$$t_0 = 0{,}05\sec, v_0 = 0, m = 60kg, v = 1^{m}\!/_{s}, s = 2{,}5cm, F = ?$$

$$\Delta(mv) = m(v - v_0)$$

$$\Delta(mv) = 60kg\ ^{m}\!/_{s}$$

$$F = \frac{\Delta(mv)}{\Delta t} = \frac{60kg\ ^{m}\!/_{s}}{0{,}05\sec} = 1200N$$

4 – 4 قانون سوم نیوتن

قوه ایکه بر یک جسم وارد میشود از جسم دیگری که محیط را میسازد سر چشمه میگیرد، یعنی هر قوه تنها جنبه ای از عمل متقابل بین دو جسم است . مطابق این قانون برای هر قوه عمل یک قوه عکس العمل وجود دارد که مساوی و مختلف الجهت به قوه عمل است . قوه عمل قوه ایست که جسم اول به جسم دوم وارد می کند . قوه عکس العمل قوه ایست که جسم دوم بر جسم اول وارد میکند . مثال های زیادی از این قانون در طبیعت ملاحظه می گردد. مثلاً حرکت کشتی در آب و پس لگد تفنگ هنگام فیر وغیره .

شکل (4 – 1)..... $m_1 \otimes --\rightarrow f_{1,2}.m--f_{2,1} \leftarrow_1 \otimes m_2$

$$\left|\vec{f}_{1,2}\right| = -\left|\vec{f}_{1,2}\right| \cdots (3-4)$$

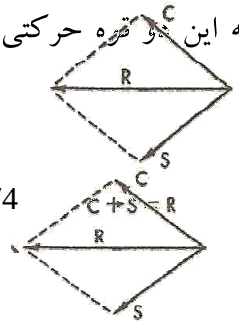
بادر نظر داشت قانون عمل و عکس العمل در شکل (4-1) می توانیم بنویسیم :

از قانون سوم نتیجه می شود که قوه ها جوره ای عمل می کنند و یا به عبارت دیگر قوه ها جفت جفت بروز می نمایند (6,7).

4-5 استفاده عملی از محصله قوه هادر بدن

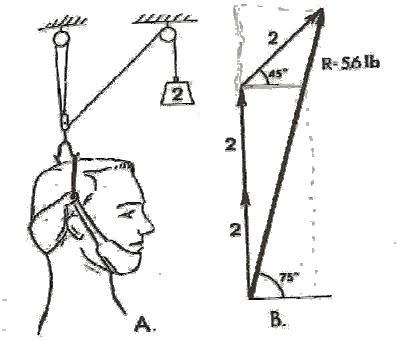
از دو دسته قوه های که سرو کار داریم ، یک دسته آن قوه های هستند که غالباً در یک صفحه یکدیگر را قطع میکنند.که بنام قوه ای عطالتی یاد میشود. اما بیشتر قوه ها در بدن وجود دارد که یکدیگر را فطع نمیکنند که این قوه باعث دوران در یک نقطه مشخص میشوندکه بنام قوه غیر عطالتی یاد میشود.

ماهیچه ها موتورهای حرکتی بدن هستند. درین موتور ها انرژی کیمیاوی با عملیه های پیچیده میکانو شیمی به انرژی میخانیکی تبدیل میشود که نتیجه آن انقباض ماهیچه است. قوه ای حاصل از انقباض که کششی است، محصله قوه های کوچک حاصل از تار های ماهیچه ای است که بصورت موازی قرار گرفته اند و.از انتقال این قوه ها به استخوان حرکت بوجود میآید .در شکل (4-2) که. محصله در چه جهت و راستا است؟ به کششی که ماهیچه سینه بزرگ(pectoralis major) بوسیله وکتور قوه C به سوی ترقوه (clavicula) ، وکتور S به سوی خناق(Sternum) انجام میدهد، نگاه کنید.محصله این دو قوه حرکتی بصورت افقی در سمت سینه بوجود میآورد.

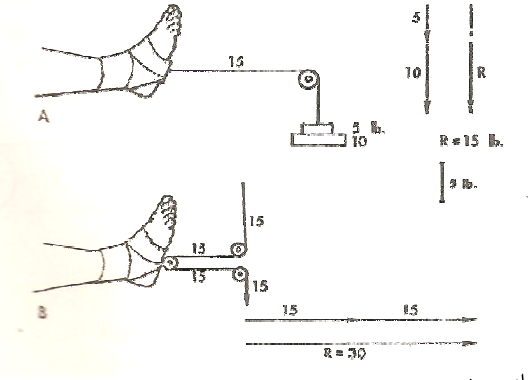


شکل(4-2) محصله قوه ها ی ماهیچه

یک کار برد مهم محصله قوه ها را در گردن در شکل (4-3) مشاهده نمائید.

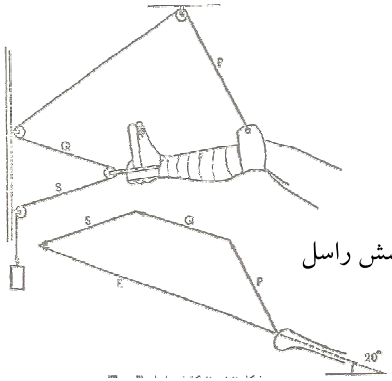


شکل(4-3کشش مهره های گردن و محصله قوه



شکل (4-4) قوه کشش پای مریض

نوعی کششی که در اورتوپیدی کار برد قابل توجه داردکشش راسل (Russell) است که در شکل(4-5) نشان داده شده . این کشش برای در راستا قرار دادن استخوان ران بکار میرود.مشاهده میشود که محصله قوه (R) کشیدگی دلخواه را در جهت دلخواه بوجود می آورد که توسط محصله قوه های دیگری که از اثر وزن بیمار و کششران بوجود می آید خنثی میشود .طبیعی است که هر گونه تغییر در تر کیب قوه ها و زاویه شان میتواند با تغییر جهت دلخواه نتیجه را تغییر دهد . تنظیم قوه ها باید با دقت زیاد پیش از انجام کشش با زوایای مشخص طراحی شود .



شکل (4-5) کشش راسل

4-6 کاربرد قوانین نیوتن

برای جلو گیری از حوادث ناشی از عطالت در وسایل نقلیه کمر بند برای مسافران و راننده گان نصب می گردد . هکذا در ست چوکی ها با گذاشتن اسفنج و فنر های لازم از مقدار زیاد ضربه در حالات توقف ناگهانی و تصادم کاسته می شود . همین قسم در شفاخانه ها در وسایل انتقال مریضان این دستور العمل طور جدی رعایت می گردد . در بدن انسان مثلاً در باره مایع اندولمف موجود مجرای نیم دایره گوش داخلی نیز کار برد دارد . انتهای اعصاب موجود در این مجرا با تغییر مکان اندولمف تحریک می شوند . هنگامیکه سر بطور ناگهانی بطرفی حرکت کند انتهای عصب مربوط خود را تحریک میکند و ضربهٔ حاصل در مغز تعبیر میشود . بدین ترتیب انسان از تغییرات موضعی بدن آگاه می شود . برای جلوگیری از حوادث عطالتی زمان اثر قوه را افزایش میدهند . هنگامیکه مریض در شفاخانه بستر است وزن بدن او قوه ای بر دوشک وارد میکند و دوشک نیز به نوبهٔ خود قوه بر مریض وارد مینماید . اگر مریض طولانی بستر بماند و مراقبت نگردد زخم بستر میشود ، زیرا قسمت های سنگین بدن به قسمت های سبکتر فشار بیشتر به دوشک وارد میسازد و در نتیجه قوه عکس العمل بیشتر بر آنها وارد میشود و این قوه بر گردش طبیعی خون در رگها اثر میگذارد . به عبارت دیگر مریضی که بستر است به وسیلهٔ زمین جذب میشود و در عین حال مریض نیز زمین را جذب میکند . بنابرین اگر میان دوشک و فنر ها میان شان فاصله ایجاد نگردد به سمت همدیگر تعجیل خواهند گرفت .

بـــالیستـــو کـــــــاردیوگراف(Balistocardiograph)

دستگاهی است که به اساس قانون دوم و سوم نیوتن بنا یافته است. این دستگاه برای اندازه گیری قوه انقباظ قلب و چگونگی کار آن بکار میرود طوریکه مریض بالای تخت هموار بسته شده و با هر حرکت قلب، تخت مریض

حرکتی انجام میدهد که این تغییرات حرکت به تغییرات برقی تبدیل وگراف در بالیستو کار دیو گرام رسم میشود(10,14,18)

4 – 7 انواع قوه ها

در طبیعت قوه ها به انواع مختلف موجود است . از قبیل قوه برقی / قوۀ جاذبه / قوۀ هستوی / قوۀ اصطکاک / قوۀ ارتجاعی وغیره. اما دو قوۀ اساسی است که تمام قوه ها شامل این دو قوۀ اساسی میباشند:

ا ـ قوۀ جاذبه

2 ـ قوۀ برقی

قوۀ برقی نسبت به قوۀ جاذبه مغلق تر بوده در حدود 10^{40} مرتبه نسبت به قوۀ جاذبه بیشتر است $(2,6)$.

4– 8 توضیح قوه ها بالا و داخل وجود

قوه که در مرحله اول از عضلات انسان اشتقاق گردیده و توسط عضلات عکس العمل های آن را میتوانیم بدانیم ، دارای دو خواص اند :

شکل ظاهری جسم را تغییر میدهد .

جسم ساکن را متحرک و متحرکت را ساکن می سازد .

تمام انواع حرکت انسان ها در جهان توسط قوه کنترول میگردد که یک مفهوم شناخته شده است . مثلاً قوه عضلات سبب دوران خون و یا گرفتن هوا در شش ها می شود . قوه ای که یک ذره اتمی یا مالیکولی را در یک موقعیت جسم معیین می سازد . مثلاً در استخوان تعداد کرستل های منرال کلسیم هایدروکسی اپـــی تاید موجـــود است که $ca_{10}(OH)_2(PO_4)$

کلسیم را به وجود می آورند . اتم های کلسیم در بین کرستل ها زمانی در یک موقعیت قرار گرفته میتوانند که قوه برقی موجود با شد تا آنرا محسور نماید .

هر کدام از بیلون ها حجره زنده در جسم دارای یک فرق پوتنشیل برقی در امتداد غشای حجره از سبب تفاوت چارچهای مختلف در داخل و خارج حجره می باشد. این مقدار کمتر از $0,5V$ است. لاکن به نسبت فوق العاده نازک بودن غشا این مقدار کوچک یک ساحه برقی بزرگ $10^5\ {}^{v}\!/_{cm}$ تولید می کند و بعضی حیوانات مانند مار ماهی قادر اند تا پوتنشیل را از بسیاری حجرات جمع و یک پوتنشیل چندین صد ولت غرض دفاع و حمله به حیوانات دیگر بکار برند .(6,19)

4 – 9 اثرات قوه بالای وجود

یک اثر قوه جاذبه در طب، تشکیل Varicose ورید ها در پا ها است . طوریکه قوه جاذبه بالای خون وریدی در مسییر حرکت آن بطرف قلب تاثیر می نمایند . مخصوصاً این اثر برای اشخاصیکه زیاد تر استاده می باشند به وجود می آید . فشارکه در ورید ها در پا ها وجود دارد سبب تشکیل Varicose میگردد . تاثیر دیگر قوه جاذبه بالای استخوان ها است که دربعضی حالات در صحتمند بودن استخوان سهم می گیرد . هرگاه شخص در اقمار مصنوعی در زمان طولانی سفر نماید کم وزن شده یک مقدار منرال استخوان های خویش را از دست می دهد که این مشکل جدی در سفر های طویل فضائی محسوب می شود . اثر محسوس دیگر قوه جاذبه سبب ضعیفی

استخوان ها می شود که عموماً در حالت استراحت طولانی در بستر این اثر ملاحظه می گردد . (4، 6، 10)

4 – 10 قوه اصطکاک

هر زمان که دو جسم با هم تماس پیدا میکنند، یا دو سطح در تماس با هم حرکت رخ میدهد ، مقاومتی بوجود می آید که با حرکت نسبی دو جسم مخالفت مینماید .این قوۀ اصطکاک نامیده میشود . عامل اصلی برای تولید قوه اصطکاک قوه جاذبه مالیکولی بین دو جسم هم جنس و مختلف الجنس است . این عامل از یک جنس به جنس دیگر و از یک سطح به سطح دیگر متفاوت است .

اصطکاک سه قسم است :

1ـ اصطکاک چسپیده (ستاتیک)

2 ـ اصطاک لغزنده (دینامیک)

3ـ اصطکاک لولان

در جامدات مقدار قوۀ اصطکاک در شروع حرکت بواسطۀ فرو رفتن نا همواری های دو جسم که در یکدیگر وجود دارد بین نقاط مختلف سطح تماس زیاد است ،که آن را اصطکاک چسپنده مینامند که تابع قوانین ذیل است :

1 ـ قوۀ اصطکاک با قوۀ فشار دهندۀ بروی سطح نسبت مستقیم دارد .

2 ـ قوۀ اصطکاک با نا همواری های سطوح تماس دو جسم و جنسیت سطح آنها نسبت مستقیم دارد .

3 ـ به مساحت تماس دو جسم بستگی ندارد .

اگر یک کنده چوب را با سرعت بروی میز کش نموده رها نمائیم، حرکت آن بتدریج کم شده متوقف میگردد.قوه ایکه به حرکت جسم مخالفت میکند و سبب توقف آن میشود ، قوه اصطکاک لغزنده نامیده میشود که مربوط است به :

- عمل متقابل سطح تماس دو جسم
- اصطکاک خارجی (جسم جامد) و یااصطکاک داخلی (طبقات داخلی مایع)

اصطکاک داخلی از عمل متقابل میان قشر یا لایه های مایع و یا گاز که نسبت بهم در حرکت هستند بوجود میآید .قوه اصطکاک که بین دو سطح در حال سکون بوجود می آید بنام اصطکاک ساکن یا ایستاتیکی[4] یاد میشود. در صورتیکه جسمی روی جسمی دیگر بلغزد ، نوع دیگری از قوه اصطکاک وجود خواهد داشت که بنام قوه اصطکاک لغزنده یاد میشود . اگر قوۀ اصطکاک را به $\vec{f}_R$ و قوۀ فشار را به $\vec{N}$ نشان بدهیم نوشته میتوانیم که

$$f_R = \mu \bullet N .....(6-4)$$

در معادلۀ (4 ـ 6) μ ضریب اصطکاک است که به سطح تماس و جنس آنها بستگی دارد.

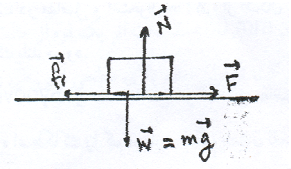
$$\mu = \frac{f_R}{N} .....(7-4)$$

[4] - static friction

در حرکت بروی سطح افقی قوۀ فشار (نارمل) برابر به وزن جسم است بناءً :

$$fx = \mu.mg..... \quad (8-4)$$

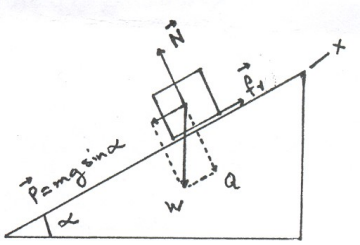
و در حرکت بروی سطح مایل مطابق شکل (4–3)مساویست به :



(3-4)

$$N = Q = mg\cos\alpha.....(9-4))$$

$$p = f_r = mg\sin\alpha.....(10-4)$$



شکل (4-4)

$$\mu = tg\alpha .....(12-4)$$

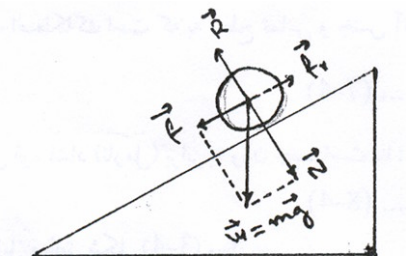
$$f_r = p$$

$$f_r = \mu N \Rightarrow \mu = \frac{f_r}{N} = \frac{mg\sin\varphi}{mg\cos\varphi} = \mathrm{tg}\varphi.....(11-4)$$

در صورتیکه جسم بروی سطح که با افق زاویه α را تشکیل میدهد بلغزد در اینصورت اصطکاک دوار وقتی وجود دارد که جسم کروی بروی سطح قاعده لول بخورد . هر گاه یک استوانه روی سطح مایل قرار داده شود و زاویه میلان آن را زیاد ساخته برویم تا زمانیکه استوانه به حرکت آید . یا اضافه ساختن میل سطح و وزن استوانه به این نتیجه میرسیم که ضریب اصطکاک تابع میل و شعاع استوانه میباشد . طبق شکل (4 - 6) . اصطکاک دوار دارای واحد طول میباشد . [11, 9 ، 17]

$$\mu = r \cdot tg\varphi \ldots\ldots(12-4)$$

$$f_r = \mu / r \; N \ldots\ldots\ldots(13-4)$$



شکل (4-6)

4-11 میکانیزم اصطکاک

سطح جسم جامد اگر کاملاًصیقلی هم باشد با آن هم روی سطح تماس بر آمدگی و فرو رفتگی و سایر بی نظمی میکروسکوپی وجود دارد . از جانب دیگر سطح از اکساید ها ، قشر چسپنده ای از گاز ها و مایعات خارجی پوشیده شده است . وقتی سطوح دو جسم در تماس هم قرار میگیرند ، بر آمدگی ها و فرورفتگی های میکروسکوپی درهم میروند و باعث ایجاد مقاومت در حال حرکت و یا در حال سکون میشوند . تبادله قوه مالیکول ها و اتمهای بین سطوح از جمله عوامل اصطکاک میباشد .

4-12 قوه اصطکا ک در مایعات و گازات

هنگامی که یک جسم در مایع و یا گاز با سرعت های نسبتاً کند ی حرکت کند، میتوان قوه اصطکاک را تقریباً متناسب با سرعت و در جهت مخالف حرکت در نظر گرفت. این قوه اصطکاک به علت چسپندگی و یا لزوجیتی است که در مایعات و گازات وجود دارد .محصله این قوه ها از فارمول ستوکس بدست میاید.در فارمول بالا (V) سرعت ، (r) شعاع کره و

$$F = 6\Pi \eta r V \ldots\ldots(14-4)$$

η ثابت لزوجیت مایع و یاگاز است . وا حد لزوجیت در سیستم بین المللی (SI) به نیوتن . ثانیه بر متر مربع ($N.s/m^2$) یا پواژ بیان میشود .

4 – 13 کار برد اصطکاک

مرکبهٔ افقی کری پای شخص هنگام بر خورد بـا سطح زمین 0,15 چند وزن شخص است. برای اینکه در هنگام حرکت از لغزیدن کری پای جلو گیری شود باید قوه اصطکاک W 0,15 باشد (W وزن شخص است). هرگاه شخص روی یخ یا سطح روغنی که ضریب اصطکاک آن کمتر از 0,15 است قرار گیرد شخص می لغزد و بزمین می افتد .

وقتی که مفاصل حرکت می کند باید قوه اصطکاک خنثی شود ولی این قوه برای مفاصل سالم خیلی کوچک است . ضریب اصطکاک در مفاصل و استخوان ها اکثراً از اشکال انجینری مواد بسیار پایین است و هرگاه قسمتی از مفاصل مرضی شود اصطکاک بلند می رود.

مایع Synovial در ساده ساختن حرکت بین مفاصل رول عمده دارد .تغییر غیر طبیعی در کیفیت این ساختار اختلال های حرکی را به وجود می آورد . لعاب دهن زمان جویدن غذا نقش ساده ساختن را داشته قوه اصطکاک را کم میسازد . هنگام بلعیدن لقمه نان موجودیت لعاب دهن قوه اصطکاک را میتوان احساس کرد . بیشتر اعضای بدن کم یا بیش در هر وقت که قلب می تپید حرکت می کند ، با هر تنفس، شش ها درون قفس سینه حرکت میکنند ، روده ها برای حمل غذا به مقصد نهایی خود حرکت منظم

دارند . خون در ورید و شرایین جریان دارد . در تمام این اعضا اصطکاک حرکت را متأثر می سازد شامل است. برای کم ساختن اصطکاک در قسمت های مختلف بدن عوامل مؤثربا میکانیزم های خاص و طبیعی تدابیر میگردد .

در شفاخانه ها هنگام داخل نمودن تیوب های معده وی ، سوند های مقعدی، کتیتر ها اصطکاک بین تیوب و عشای که این تیوب ها از روی آن میگذرد ممکن است . در این مثال ها توضیح فرق اصطکاک چسپنده و لغزنده بخوبی دیده شده می تواند . در هنگاب داخل نمودن تیوب از راه بینی به معده1 عملاً مشاهده می شود که هر دفعه تیوب حرکت می کند باید بر اصطکاک چسپنده غالب شود و اگر تیوب را همراه با یک حرکت پیوسته داخل معده نماییم مقاومت کمتر ایجاد شده و مریض کمتر ناراحت می شود نسبت به اینکه به وقفه ها تیوب داخل معده گردد ، زیرا قوه اصطکاک چسپنده بیشتر از اصطکاک لغزنده است . بناء در آغاز حرکت جدار تیوب قوه بیشتر را متحمل شده مقاوت بیشتر می نماید و در زمان حرکت این قوه مقاومت کمتر است .

در اندوسکوپی ها به خصوص اندوسکوپی های دستگاه هضمی و ادرار برای از میان بردن اصطکاک که میتواند ایجاد زخم مجرا شود ، با

---

[1]- براي جلو گيري و رفع مشكل در عمل از روغن هاي مايع كه اصطكاك را كم ميسازد و يا از لزابه هاي ضد عفوني كننده قابل حل در آب ودر غياب آن از آب استفاده به عمل ميآيد مثلاً خوردن تابليت ها و كپسول ها با آب صورت ميگيرد .

استفاده از کاهش دهنده های اصطکاک ، قوه اصطکاک بین سطح انساج و سطح تماس دستگاه اندوسکوپ را کم میسازند .

خلاصه اصطکاک در زندهگی روزمره ما اهمیت اساسی داشته بدون اصطکاک راه رفتن وحتی گرفتن یک جسم بدست هم نا ممکن است .

4ـ 14 تراکم (stress) و کشش (strain)

اگر قوه عامل روی سطح بخصوص اندازه گیری شود به آن تراکم (stress) و تغییر در ابعاد آنراکشش (strain) مینامند .اگر فاصله بین اتمها تغییر کند ، کشش و تراکم وجود خواهد داشت . اگر تراکم از محصله قوه های(قوه فی واحد سطح)افزایش یابد ، انرژی یا قوه کشش به اندازه کاهش می یابند که آنها بطور کامل جدا شده شکستگی بوقوع می پیوندد. کشش میتواند تحت فشارنیز انجام گیرد . بطور عملی تراکم و یا فشار ، قوه فی واحد سطح در بدن است که در برابر قوه خارجی مقاومت میکند.در عمل نیروی خارجی رابار (load)در نظر میگیرندو این صرفاًبمنظور تمایز در برابرقوه ایست که از بدن وارد میشود .

تمام مواد هنگامیکه تحت اثر کشش و تراکم قرار گیرند در طول آن تغییر وارد میگردد . هرگاه پارچه استخوان جوان برای اندازه گیری بعد elangation در تحت کشش در آله مخصوص اندازه گیری قرار گیرد از گراف حاصله شکل (4-6) دیده می شود که(Strain △L/L) حاصله در ابتدا بصورت خط بزرگ شده که نمایانگر متناسب بودن به (f/s) Stress میباشد (قانون هوک) . هرگاه قوه بزرگتر گردد در اینحالت طول

سریعتر بزرگ میگردد . هرگاه Stress در حدود $120N/m^2$ برسد در اینصورت استخوان تحمل کرده نتوانسته میشکند . نسبت Stress بر Strain در ناحیه خطی گراف بنام مودول یونگ یاد میگردد یعنی .

شکل (4-7)نمایش کشش . ستراین

$$MoldulsYoungs \quad Y = stress/strain$$

$$Y = \frac{F/S}{\Delta l/l}$$

$$Y = F.L/S.\Delta l \cdots (15-4)$$

از رابطه (4-15) میتوان تغییر طول l را نظر به عمل قوه چنین تحریر نمود .

$$\Delta l = l.F/Y.s \cdots (16-4)$$

در معادله (4-16) $\triangle l$ تغییر طول ، l طول اصلی ، S مساحت مقطع استخوان و Y مودول یونگ را ارایه می کند . رابطه فوق برای کشش و تراکم قابل تطبیق است .

فرض می کنیم طول استخوان پا $1,2m$ و مساحت مقطع اوسط آن $3cm^2$باشد . مقدار کوتاه شدن استخوان را هنگامیکه وزن بدن $700N$ بوده و بالای آن عامل باشد طور ذیل تعیین می کنیم . مودول یونگ $Y =$ $1,8.10^{10}\ N/m^2$ است .

$$\Delta l = l.F/y.s = \frac{1,2m.7.10^2\ N}{3.10^{-4}m^2.1,8.10^{10}\ N/m^2}$$

$$\Delta l = 0,15mm$$

استرس ممکن است الستیکی و یا غیر الستیکی باشد .در استرس الستیکی روند برگشت پذیری است و بعد از بر طرف شدن عامل بحالت اولی بر میگردد و در استرس غیر الستیکی انتقال دایمی در ماده بوجود می آید . استرس به اشکال زیر موجود است .

1- استرس کششی که باعث افزایش طول جسم میشود.

2- استرس فشاری که باعث کاهش طول میشود.

3- استرس برشی که در برابر یک حرکت پیچشی مقاومت می کند.

4- .استرس پیجیده که مجموعه ای از استرس هاست .

باید متذکر شد که استرسها بطور منفرد وجود ندارد .

مسایل

1- سر شخص که با سرعت $1m/s$ راه می رود به میله فولادی برخورد می کند . فرض میکنیم سر او در حدود $0,01sec$ و طی مسافه $0,5cm$ متوقف می شود .

الف ـ اگر کتله سر شخص 4kg باشد قوه وارده چند است؟

ب ـ اگر میله فولادی روکشی به ضخامت 2cm داشته باشد زمان به $\Delta t =$ 0,04 sec افزایش می یابد. در اینصورت قوه وارده چگونه تغییر می کند؟

2- وقتی که قلب می تپد به 60g خون در مدت 0,1s سرعتی در حدود 1m/s بطرف با لا وارد می شود . اندازه حرکت بطرف بالا که به خون داده می شود چند است؟ و قوه عکس العمل بطرف پایین که بر مابقی بدن وارد می شود محاسبه نمایید؟

3- هرگاه در مدت یک ثانیه 1610G خون را از سرعت صفر به سرعت 4m/s برساند ،چقدر قوه اعمال کرده است؟

4- اگر سرعت خون که د رداخل ورید بزرگ به اندازه 20cm بالا میرود 140cm/s باشد و بخواهد با همین سرعت بر خلاف جاذبه زمین بالا حرکت کند ،چه تعجیل را باید داشته باشد. اگر قوه جاذبه حذف و سایر عوامل ثابت باقی بماند سرعت در پایین همین فاصله 20cm چقدر است؟

5- شخصی با کتله 50kg که در حال پریدن از ارتفاع 1m است، پس از فرود آمدن بزمین با سرعت 4.5 m/s حرکت می کند. فرض کنید که روی دوشکی فرود آمده و در حدود 0,2 sec متوقف شود قوه موثر به آن چند است؟

6- یک استوانه مسی با کثافت $9\ g/cm^3$ که طول آن 6cm و قطر آن 5omm است ، تحت اثر یک قوه از حالت سکون شروع به حرکت می کند

و فاصله 100m را در مدت 10sec بحرکت تعجیلی منظم بالای سطح افقی طی می کند مطلوب است.

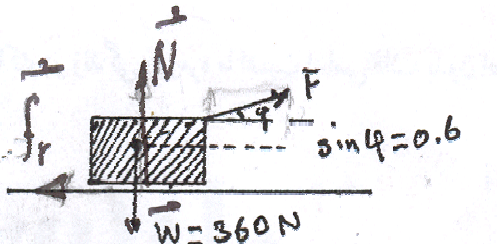
الف ـ سرعت استوانه بعد از 10sec ؟

ب ـ قوه ای که سبب حرکت گردیده است؟

ج ـ تعجیل حرکت ؟

7- در تجربه ای غرض تعیین ضریب اصطکاک یک کنده چوب 3kg را به وسیله دینامومتر که ثابت فنر آن 50N/m است روی سطح میز با سرعت ثابت کشیده می شود . اگر در این تجربه طول فنر از 6cm به 15,8cm برسد ضریب اصطکاک چند است؟

8ـ قوه 100N مطابق شکل ذیل به جسمی وارد می شود . اگر جسم ساکن بماند و ضریب اصطکاک 0,3 باشد قوه اصطکاک در اینحالت چند است ؟



9ـ اگر برای حرکت دادن یک صندوق به وزن 108kg در زمین یک قوه معادل 360 N لازم باشد . ضریب اصطکاک در امتداد سطح چقدر است ؟

10- برای حرکت دادن یک صندوق 90 کیلوگرامی بروی سطح باهمین ضریب اصطکاک μ چند نیوتن قوه لازم است؟

11- یک توپ هاکی که 1,1N وزن دارد پیش از توقف 15m روی یخ می لغزد . مطلوب است .

الف- اگر سرعت اولیه آن 6,1m/s باشد قوه اصطکاک میان توپ و یخ چند است ؟

ب- ضریب اصطکاک لغزنده را محاسبه کنید ؟

فصل پنجم

ستاتیک

معلومات عمومی

دو مساله در مورد قوه های وارد بر بدن وجود دارد ، یکی اینکه از اثر آن بدن در حال تعادل قرار میگیرد و دیگر بدن بالاثر آن تعجیل میگیرد . مسأله اولی را ستاتیک و مسأله دوم را دینامیک پاسخگوست . هنگامیکه جسم تحت اثر قوه های متوازن همزمان قرار گیرد نظر به شر ایط عمل قوۀ جسم حالت های مختلف را دارد . در این بخش فزیک ما حالتی جسم را مورد مطالعه قرار میدهیم که تحت اثر قوه های نامتوازن و مختلف جهت قرار داشته و در حال تعادل آید .

5 – 1 مرکز کتله

هر جسم از نقاط مختلف به کتله m_i ووزن p_i تشکیل یافته است و همه قوه های وزن باهم موازی و همجهت هستند.این قوه ها را میتوان بیک قوه واحد که محصله آنهاست ووزنp جسم میباشد، کاهش داد.این نیروی محصله به نقطه ای اثر میکندکه مرکز کتله نام دارد.

مرکز کتله هر جسم نقطه ای است که تنها به شکل هندسی چگونگی توزیع کتله به آن بستگی دارد.اگرn ذره به کتله های m_1 ، m_2 و...در راستای یک خط مستقیم داشته باشیم بر حسب تعریف مرکز کتله این ذرات نسبت بیک مبدا مختصات x:

$$x_G = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 .... + m_n xn}{m_1 + m_2 .... + mn \ ...} = \frac{\sum_1^n m_i x_i}{\sum^n m_i} \qquad ...(1\text{-}5)$$

و اگر ذرات در صفحه پراگنده باشد مختصات Y مرکز کتله نیز بدست میآید.

$$Y_G = \frac{m_1 y_1 + m_2 y_2 .... + m_n yn}{m_1 + m_2 .... + mn \ ...} = \frac{\sum_1^n m_i y_i}{\sum^n m_i} \qquad ...(2\text{-}5)$$

طبیعی است که برای بدست آوردن مرکز کتلهZ_G رابهمین ترتیب محاسبه میکنند.

مرکز کتله (مرکز ثقل) اجسام با اشکال مشخص هندسی را میتوان بدست آورد .مرکز کتله یک کره،مرکز کره و مرکز ثقل یک مکعب محل تقاطع قطر های آن میباشد . اجسامی که روی یک سطح قرار میگیرند دارای سه نوع تعادل هستند:

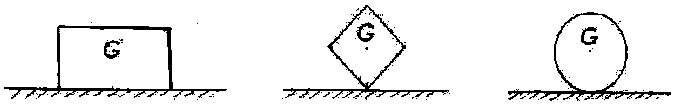
1-تعادل پایدار

2-تعادل نا پایدار

3-تعادل بی تفاوت

اگر خط عمودی که از مرکز ثقل میگذرد،در سطح اتکای جسم قرار گیرد، تعادل پایدار است.قوه ایکه سبب تغییر مختصه حالت جسم میشود با قوه ای سعی میکندجسم را در حالت اول بر گرداند مقابله میکند.در حالت نا پایدار،تغییر مختصه حالت جسم، جسم را از تعادل خارج آنرا واژگون میسازد. برخی اجسام کروی شکل تعادل بی تفاوت دارند و تغییر مختصه حالت جسم،

جسم را از تعادل خارج وآن را واژگون میسازد.به سه شکل ذیل توجه کـــنید.



شکل (5-1)حالت تعادل

مرکزثقل یک جسم سخت نسبت به شکل جسم ثابت و ممکن است در داخل جسم نباشد .اگر بدن انسان را جسم سخت فرض کنیم ، در یک حالت ووضعیت مشخص دارای مرکز ثقل ثابت خواهد بود ولی به علت انعطاف پذیری وحرکت وهمچنین تغذیه و دفع ،مرکز ثقل تغییر میکند . مرکز ثقل بدن شخصی که راست استاده است ، در حدود سطح دومین مهره ستون فقرات و روی خط قایمی قرار دارد که حدود 3 سانتی متر از جلو مفصل پا ها میگذرد .این نقطه با حرکت دستها و یا سر تغییر میکند.طور مثال اگر شخصی دست های خود را بالای سرش ببرد این نقطه او در حدود چند سانتی متر بالا میرود .توانائی تغییر مرکز ثقل بدن با حرکت های مختلف در حفظ تعادل چه در حال راه رفتن و چه در حرکت های ورزشی اهمیت زیاد دارد .

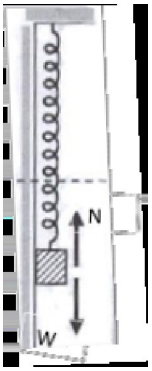
2-5 مفهوم ستاتیک (تعادل)

وقتی یک جسم بروی میز گذاشته شود . یقیناً بدون اثر قوه خارجی بحالت سکون باقی میماند . هم چنان اگر در دوکفهٔ ترازو دو وزن مساوی گذاشته شود کفه ها در حال تعادل می آید . میدانیم که در این حالت قوه ها

دخالت دارد اما محصلهٔ آنها صفر است . در اینحالت گفته می شود که جسم در حال تعادل است .درفصل چهارم بیان گردید که اگر جسم ساکن باشد یا در حال حرکت یکنواخت ، محصله قوه ها ی خارجی بالای جسم صفر است و جسم تعادل انتقالی دارد .مجموع قوه ها بالای جسم در مستوی های Xو Yطور زیر نوشته می شود .

$$\sum F_X = 0 \qquad \sum F_Y = 0$$

اگر یک وزن 200 گرام به انجام فنر آویخته شود . فنر یکمقدار کش شده و بحالت تعادل می آید . طبق شکل (5–2) در اینحالت قوه ای از اثر وزن فنر را بطرف پایین کش میکند و قوه ارتجاعی فنر به طرف راست مساوی میباشد . یعنی



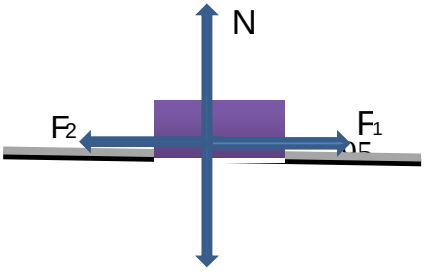
شکل (2-5)

یا

$$W - N = 0$$

$$W = N \quad \ldots\ldots (1\text{-}5)$$

اگر یک وزن طبق شکل ذیل تحت اثر قوه F_1بطرف راست کش شود و تحت اثر قوه F_2 بطرف چپ هرگاه قوه های F_1 وF_2



شکل (3-5)

W

مساوی باشند ، جسم ساکن باقی میماند. یعنی وزن در حال تعادل قرار دارد . شکل (5-3)

در این صورت مجموع قوه های عامل به جسم بروی محور x و y مساویست. یعنی :

$$X : F_1 - F_2 = 0$$

$$Y : N - W = 0$$

بناءً تحت شرایط فوق گفته میتوانیم که جسم تحت اثر قوه های موثر خارجی در حال تعادل قرار دارد . اما حالتی وجود دارد که محصلهٔ قوه ها صفر است . اما جسم در حال تعادل قرار ندارد . مثلاً اگر یک میله که بدو کنار آن وزن های مساوی قرار دارد از یک نقطهٔ میله آویزان گردد . ممکن است میله دوران کند . از اینجا نتیجه میشود که اگر محصله قوه های عامل صفر باشد ، شده میتواند که جسم در حال تعادل نباشد . میزان دوران جسم نه تنها به مقدار قوه بستگی دارد بلکه به طول بازوی موثر این قوه نسبت به محوری که بحول آن دوران صورت میگیرد بستگی دارد . حاصل ضرب قوه عامل در طول بازوی آن مومنت تعریف میگردد . اگر مومنت را به M نشان بدهیم نوشته میتوانیم :

$$M = F \cdot L \quad \ldots (5\text{-}2)$$

در معادله (5-2) L طول بازو و F قوه عامل است.(7، 9، 16)

5 – 3 شرایط تعادل

گفته میشود که یک جسم در حال تعادل است. اگر بالای آن جسم هیچ قوه اثر نه کند . اما اگر تحت اثر قوه های نا متوازن جسم در حال تعادل قرار گیرد تنها شرط کافی این نیست که مجموع قوه ها بالای جسم صفر باشد . چنانچه دیده میشود که در صورت couple محصله قوه ها صفر بوده اما جسم حرکت دورانی دارد . پس شرط لازمی و کافی برای حالت تعادل عبارت است از :

$$(\sum_{I=1}^{N} F_I = 0) or, \sum F_X = 0. \sum F_Y = 0.., \sum M_Z = 0 .....(3-5)$$

حالت خصوصی

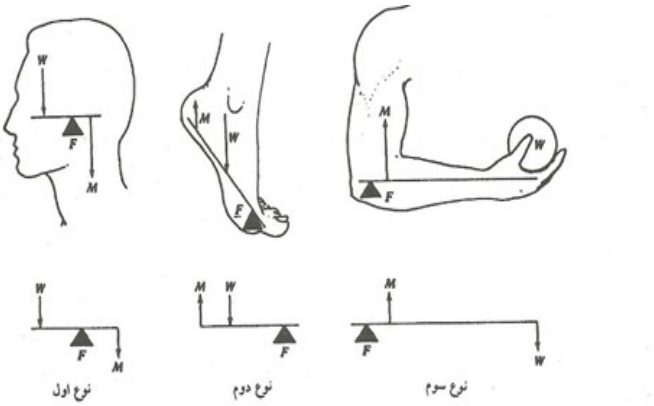
برای اینکه یک جسم در حال تعادل کامل باشد باید شرط تعادل انتقالی و مومنت دورانی مساوی به صفر باشد .

اگر $\sum M_i = 0$ و $\sum_{i=1}^{n} F_i \neq 0$ باشد جسم دارای حرکت انتقالی

اگر $\sum M_i \neq 0$ و $\sum_{i=1}^{n} F_i = 0$ باشد. جسم حرکت دورانی می نماید.

5 – 4 ستاتیک عضلات و استخوان ها

اکثرا سیستم عضلات و استخوان به مثل رافعه عمل می کنند. طوری که در اشکال a, b , c (4-5) نشان داده شده است .



رافعه ها نظر به نقطه اتکا به سه نوع اند:

نوع اول شکل (a)

نقطه اتکاء میان قوه موثرومقاوم است

نوع دوم شکل (b)

قوه مقاوم میان قوه موثر ونقطه اتکاء قرار دارد

نوع سوم شکل (c)

قوه موثر میان قوه مقاوم و نقطه اتکا است. در اشکال فوق W وزن، M قوه عضله و F قوه وارد به نقطه اتکا می باشد .

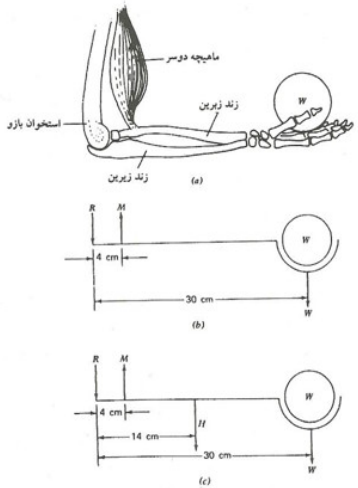
5-5 تطبیق ستاتیک بالای سیستم عضلات و استخوان ها

حرکت در بدن انسان کاملاًبوسیله مومنت های که از ماهیچه ها حاصل و در فاصله معینی نسبت بیک نقطه وارد میشوندبوجود میآیدو میتوان

گفت که هر حرکتی در بدن نتیجه تغییر مومنت های مختلفی است که در یک حرکت وجود دارند .

1 .حرکت ساعد در دست نتیجه ترکیب وکتور های حاصل از ماهیچه دو سره (Biceps) بازو است.طبیعی است که ساعد زیر تاثیر محصله مومنت حرکت خواهد کرد.این مومنت ها که روی ساعد اثر میکند،ممکن است بقسمی اثر کند که حرکات بالا ، پائین، چپ،راست و یا دوران را سبب شود.

اگر وزن wتوسط دست به سطح افقی مطابق شکل (5-5) قرار دهیم قوه ایکه توسط عضله دوسره (Biceps) تولید می شودچنین محاسبه می نمائیم



شکل (5-5)تولید قوه در عضله دو سره

با در نظر داشت شرایط تعادل نوشته می توانیم:

$$w.30cm - m.4cm = 0$$

$$m = 7.5w$$

بناءً گفته می توانیم که، قوه که در عضله دوسره تولید می شود7.5 چند وزن است که در دست گرفته شده است . اگر وزن که در

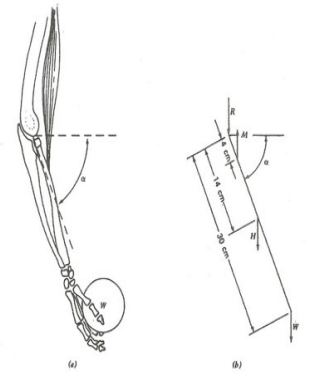
دست گرفته شده 100 نیوتن باشد، قوه ایکه توسط عضله دوسره تولید می شود750 نیوتن خواهد بود .

اگر وزن دست را نیز در نظر بگیریم نوشته می توانیم که :

$$M.4cm - H.14cm - w.30cm = 0$$

$$M = 3.5H + 7.5w$$

2. حال اگر ساعد به اندازه α نظر به حالت قبلی تغییر بخورد بعد از دریافت مومنتها نظر به نقطه اتصال دیده می شود که قیمت M ثابت باقی می ماند اما طول عضله دوسره تغییر می کند شکل(5-6)



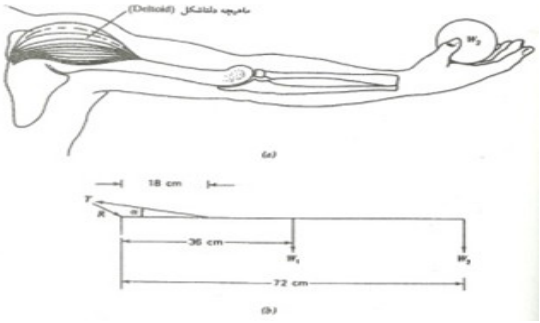
شکل(5-6)

بطور کلی هر عضله با یک حد اقل انقباض و یک حد اکثر انبساط (کش) می شود .دربین این دو حد نیروی ایکه عضله می خواهد تولید کند اساساً صفر است . در طول این دو حد ، عضله قدرت توانائی حد اکثر نیرو را دارد . وقتیکه عضله دوسره منقبض می شود زاویه ساعد تاثیری بر میزان نیروی مورد

نیاز ندارد ، اما به طول عضله تاثیر گذار است شکل (5-7)طول عضله (ماهیچه) هنگام
استراحت(L)به طول مناسب برای تولید قوه حداکثر نزدیک است.در نصف این طول ماهیچه نمی تواند کوتاه تر شودوقوه تولیدی به صفر میرسد،در حالی که در طول معادل 2Lپاره گی برگشت ناپذیردر عضله (ماهیچه) رخ می دهد.حد اکثر قوه تولید شده توسط ماهیچه در طول مناسب معادل $3.1x10^7 N/m^2$است.

بصورت عموم هر عضله دارای یک طول اصغریست که منقبض میگردد . در بین این دو نهایت نقطه وجود دارد که عضله قوه اعظمی را تولید میکند . بناءً هرگاه دست خویش را به حالت انبساط قرار دهیم در بازوی خویش قوۀ احساس میکنیم ، در صورتیکه آن را به زنخ برسانیم عضله توانائی خود را از دست داده و قوه ای را احساس نمی کنیم .

3 ـ هرگاه بازو بصورت افقی از قسمت شانه توسط عضله Deltoid مطابق شکل (5-8) بلند شود کشش که در عضله Deltoid بوجود می آید بطور ذیل محاسبه می گردد .



شکل (7-5)

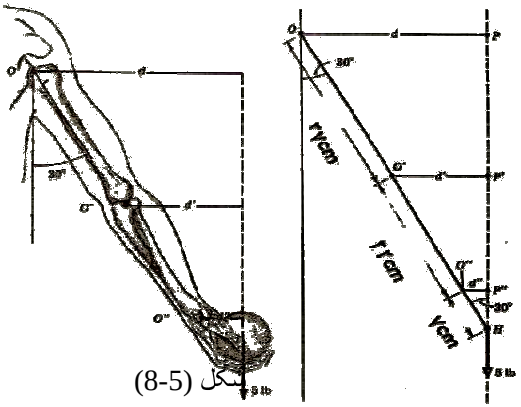
در شکل (5- 8) T کشش عضله Deltoid , R قوه عکس العمل در نقطه اتصال شانه ، W_1 وزن دست که در مرکز ثقل قرار دارد و W_2 وزن را که در کف دست قرار دارد ارایه می دارد .

$$T.18.Sin\alpha - w_1.36 - w_2 72 = 0$$

$$TSin\alpha = 2w_1 + 4w_2$$

$$T = \frac{2W + 4W_2}{Sin\alpha}$$

همانگونه که دیده می شود مقدار مومنت قوه نظر به محل اتکاء که محاسبه می شود بستگی دارد . در صورتیکه بازوی شخص با بدنش زاویه 30 درجه را تشکیل دهد طبق شکل (5-10) مومنت ها نظر به حالت قبلی فرق می کند. علت این است که فاصله عمودی این نقاط تا نقطه اثر قوه با طول قسمتهای مختلف بازو تفاوت دارد .



شکل (5-8)

5– 6 کار برد ستاتیک

مفهوم مجموع قوه ها که حرکت یا تعادل را سبب می شود میتوان در کشش عضله ها و هم بر حسب استفاده از کشش نشان داد.

کشش عضله ها

عضله های بدن از رشته های تشکیل شده اند که از یک نقطهٔ مشترک بنام تاندون (Tendon) یا نقطه اتصال در جهات مختلف امتداد می یابند و در اثر جمع قوه های اندام های مختلف بدن را به حرکت در می آورد . به ندرت اتفاق می افتد که رشته های تشکیل دهنده با هم موازی باشند بناءً به ندرت اتفاق می افتد که در عضله بزرگ جهت تمام قوه های تولید شده در عضله یکسان باشد .

از کشش در معالجهٔ شکستگی ها استفاده به عمل می آید که یک نوع آن کشیدگی باک است طبق شکل (5-3) که معمولاً در شکستگی پا ها بکار میروند .

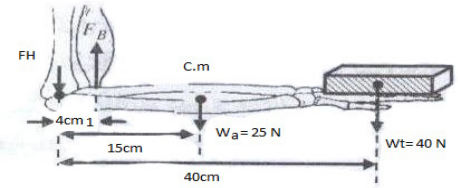
قوه ایکه به سبب جلو وزنه ها با قوه ای به سمت عقب کشش عضله و قوه اصطکاک میان مریض و تخت خواب خنثی میشود .

از دو نوع کشش در کار های عملی طبی استفاده میگردد یکی با کشش تاب و دیگر متوازن . یک کار برد مفید تر اولین شرط تعادل، به شکل وزن کردن مریض که نمی تواند از چپرکت حرکت داده شود ، در نظر بگرید . تمام چپرکت را نمی توان روی ترازو گذاشت ولی ممکن است در هر بار یک انتهای چپرکت را وزن کرد . آیا تمام چپرکت را میتوان بدین روش وزن نمود ؟

فرض کنید یک انتهای چپرکت وزن می شود عقربه ترازو 77kg را نشان میدهد وقتی که طرف دیگر چپرکت روی کفهٔ ترازو گذاشته شود عقربه ترازو 98kg را نشان ، این بدین معنی است که به کف اتاق قوه ها بطرف بالا 77kg + 98kg = 175 kg وارد می شود تا چپرکت و مریض را نگهدارد . از اینجا که چپرکت معمولاً در حال تعادل است قوه ها بطرف بالا باید مساوی به قوه ها بطرف پائین باشد به این ترتیب با استفاده از قانون اول تعادل بصورت تقریبی وزن مریض تعیین میگردد . (4، 7، 16)

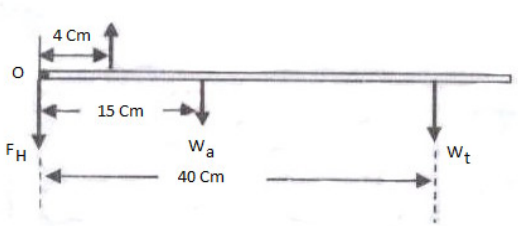
مثال: در شکل زیر قوه عامل توسط عضله دوسره Fb (Biceps) برای بالا نگهداشتن ساعد و جسم چقدر است .

Wt وزن کتاب ، F_B قوه ای که عضله دو سره بازو وارد می کند .
Wa وزن ساعد ، F_H قوه ایکه استخوان بازو روی مفصل ارنج وارد می کند.



حل : مفصل ارنج را نقطه اتکا انتخاب نموده شرط تعادل را طور زیر تطبیق میکنیم .

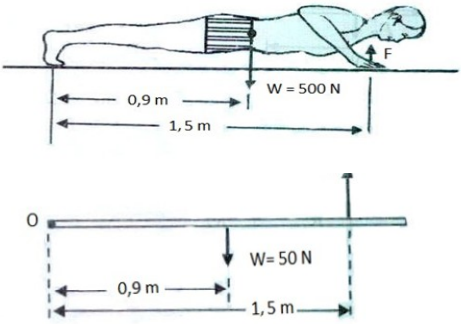
مومنت قوه ، F_H در نقطه اتکاء صفر است . قوه های Wt و Wa متمایل اند تا ساعد را حول نقطه اتکا ء در جهت عقربه ساعت دوران دهد و قوه FB تمایل دارد ساعد را حول نقطه اتکاء درخلاف جهت عقربه ساعت دوران دهد . بنابرین :



$\sum M_I = 0$ ➡ Fb(0.04 –wa(1.05)-Wt(0.4)=0

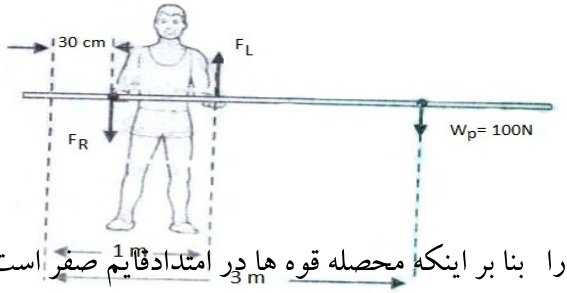
➡ Fb=3.75+16/0.04=493.75N

مثال : در شکل زیر ورزشکاری چه مقدار قوه با دستهایش به زمین وارد کند تابتواند بلند شود ؟



$\sum F_Y = 0$ ↔F(1.5)-W(0.9)=: F=50x 0.9/1.5=30N

مثال:یک قهرمان دوش مطابق شکل با نیزه یکنواخت به طول 6 متر و کتله 10 کیلو گرام با فشار دست راست بطرف پائین و با فشار دست چپبطرف بالادر حالت افقی نگهداشته است. قوه های FL وFR را بدست ارید ؟



حل : رابطه (1) را بنا بر اینکه محصله قوه ها در امتدادقایم صفر است و رابطه (2) را ؛ بنابر اینکه محصله مومنت ها نسبت نقطه **0** صفر است چنین نوشته می توانیم .

$$\sum F_L = F_R = 100N \ldots (1)$$

$$\sum M_I = 0 \Rightarrow F_L(1) - F_R(0.3) - 100(3) \Rightarrow F_L = 300 + 0.3F_R \ldots (2)$$

$$(1) \Rightarrow F_R + 100 = 300 + 0.3F_R \Rightarrow 0.7F_R = 200 \Rightarrow F_R = \frac{2000}{7} N$$

$$(2) \Rightarrow F_R = 300 + 0.3(\frac{2000}{7}) = 300 + \frac{60}{7}$$

$$\Rightarrow F_L = \frac{2700}{7} = 385.71N$$

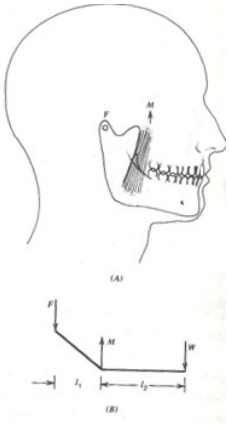
مسایل

1ـ قوه های که در شکل نشان داده شده و به شکل یک رافعه عمل می کنند . اگر W وزن جسم ، M قوه عضله باشد بگویید قوه M بزگتر از W است یا کوچکتر ؟

2 ـ با در نظر داشت شکل (5—6) ثابت کنید که قوه عضله مستقل از وزن است ؟

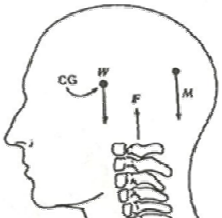
3 ـ اگر به اساس گراف (5 -7) یک عضله توانایی $3.10^7 N/n^2$ داشته باشد و مساحت مقطع عرضی عضله $20cm^2$ باشد معلوم کنید که توانایی عضله در طول نارمل چند است ؟

4 ـ در شکل ذیل هرگاه M قوه ای را که عضله در وقت جویدن عمل می کند و فک را به اطراف نقطه
اتکا (F) بسته می نماید باشد و W قوه ای که توسط دندان های قدامی تولید می شود ارایه نماید با در نظرداشت شکل معلوم کنید .



الف – اگر $W = 100N, L_2 = 3L_1$ قیمت M را در یافت کنید؟
ب – اگر دندان های قدامی دارای مساحت 0.5سانتی متر مربع باشد و به یک سیب تماس کند . قوه فی واحد سطح را به N/m^2 جز الف دریافت کنید ؟

5 ـ در شکل ذیل عضلات Extensor را که قوه M تولید می کند تا سر را به صورت راست نگهدارد نشان میدهد . W وزن سر که در مرکز ثقل در قدام قوه F مهره اول گردن تولید می شود موثر است. هرگاه سر دارای کتله 4kg یا W = 40 N باشد. مطلوب است.
الف ـ مقدار قوه F، M



ب ـ اگر مساحت سطح مهره
اول گردن که سر بالای آن
قرار دارد $5cm$ باشد .
فشاریکه در بالای آن وارد می
شود چقدرخواهد بود ؟

ج ـ این فشار چقدر خواهد بود ، اگر شخص به وزن $70\ kg$ به سر ایستاده شود . این فشار با حد اکثر قدرت تراکم $7.10^8\ N/m^2$ چگونه مقایسه میگردد .

6ـ عضله قادر است که حد اکثر قوه وارد بر واحد سطح $3.1\cdot10^2\ N/m^2$ را تامین کند .

الف – اگر سطح مقطح عضله $20\ cm^2$ باشد حد اکثر قوه ایکه عضله در طول عادی اش تولید کند چند است ؟

ب - قوه ای را محاسبه کنید که به این عضله وقتی که طول اش 1.5 برابر طول عادیش باشد تولید کند ؟

فصل ششم

دینامیک حرکت دورانی

معلومات عمومی :

برای تشریح علل حرکت دورانی یا علل دوران یک جسم اساسات مهم حرکت دورانی را مطالعه و مطابق قوانین نیوتن علل حرکت دورانی را مورد بحث قرار میدهیم . هنگامیکه جسم روی مسیر منحنی حرکت می کند جهت سرعت آن در هر لحظه زمان تغییر میکند ، چنین حرکت را حرکت دورانی مینامند و حرکت دورانی یک حرکت تعجیلی است . قوه ایکه سبب تعجیل می گردد اثرات مهم آن در وجود انسان محسوس است ، این تاثیرات قسماً در وزن ، سرعت ، دوران خون و فعالیت های مهم فزیولوژیکی بیشتر مطرح بحث است .

6 - 1 حرکت دورانی

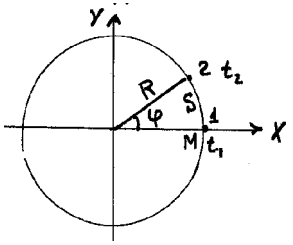
یک نوع مهم از این حرکت ، حرکت جسم متحرک روی مسیر دایره با سرعت ثابت است و حرکت روی مسیر دایره حرکت منحنی الخط یکنواخت است .

هرگاه جسمی با سرعت ثابت روی مسیر دایره با شعاع R دوران کند این حرکت را حرکت دورانی مینامند و حرکت دورانی یک حرکت تعجیلی است و تعجیل از سبب تغییر جهت سرعت بوجود می آید .

تعجیل در حرکت دورانی یک کمیت وکتوری بوده مقدار آن ثابت اما جهت آن با ادامهٔ حرکت دایماً تغییر می کند .

6 - 2 معادلات حرکت دورانی

هرگاه جسم مادی M روی مسیر دایره به شعاع R در زمان t_1 در نقطه 1و در زمان t_2 در نقطه 2 برسد طبق شکل(6-1) جسم مادی روی مسیر دایره قوس S را می پیماید که اندازه آن مربوط زاویه است . نظر به تعریف حرکت دورانی نوشته می توانیم .



شکل(6-1)

$$\varphi=\varphi_0+\omega t$$
$$s=s_0+vt \qquad \ldots(6-1)$$

در معادله (6-1) ، ω سرعت زاویـــــــــوی است. در زمان ، متحـــرک در $t=0$ به نقطه 1 بوده بناءً $\varphi=0$

$$\varphi = w.t.....(2-6)$$

در حرکت دورانی زمان یک دور مکمل را پریود حرکت می نامند در این صورت بوده بناءً $\varphi = 2\pi$

$$2\pi = WT \cdots (3-6)$$

$$T = 2\pi/w \cdots (4-6)$$

تعداد دور فی ثانیه را فـــریـــکونســـی مینامنـــد. واحـــد آن هرتز و با پریود(T) رابطه آن چنین نوشته می شود .

$$\upsilon = 1/T \cdots (5-6)$$

در رابطه(5-6) فریکونسی نشان داده شده با در نظر داشت فارمول (4-6) متوانیم بنویسیم .

$$w = 2\pi\upsilon \cdots (6-6)$$

هرگاه جسم M در زمان t_1 در نقطه 1 در زمان t_2 در نقطه 2 باشد در اینصورت نوشته میتوانیم که :

$$\varpi = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

لمیت سرعت زاویوی در صورتیکه $\triangle t \to 0$ تقرب کند مساوی به سرعت لحظه وی است . یعنی

$$\omega = \lim \Delta\varphi/\Delta t = d\varphi/dt \cdots (7-6)$$

وکتور سرعت در یک نقطه با خط السیر در همان نقطه مسیر مماس است . بناً وکتور سرعت بالای شعاع دایره عمود می باشد . در صورتیکه φ کوچک باشد .

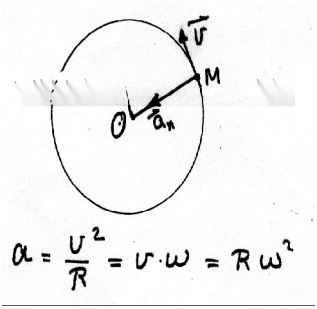
$$\varphi = S/R \Rightarrow S = R.\varphi \cdots (8-6)$$

$$ds/dt = R\, d\varphi/dt$$

$$V = Rw \cdots (9-6)$$

رابطه (9-6) رابط بین سرعت خطی و سرعت زاویوی می باشد . در حرکت دورانی منظم سرعت ثابت بوده اما از اثر تغییر جهت آن تعجیل بوجود می آید که جهت آن در هر لحظه بر شعاع حامل متحرک منطبق و

جهت آن بطرف مرکز دایره است . طبق شکل (2-6) . این تعجیل را تعجیل المرکز می نامند و مساویست به :



شکل (2-6)

6- 3 قوه جذب بمرکز و فرار از مرکز

هرگاه وزنهٔ کوچک به انتهای یک ریسمان بسته شده را در سطح افقی بطور یکنواخت بر مسیر دایره با سرعت ثابت حرکت دهیم ، این احساس را خواهیم نمود که جسم ضمن دوران قوهٔ به سمت خارج ریسمان وارد می کند و این قوه زمانی بزرگ احساس می شود که:

1 - سرعت دوران جسم بیشتر باشد

2- جسم سنگینتر باشد

3- طول ریسمان افزایش یابد

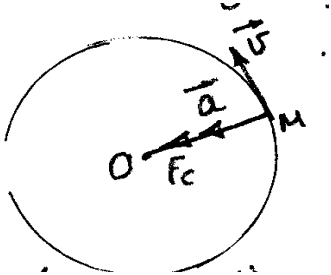
جهت این قوه همیشه بطرف مرکز بوده و آن را قوه جذب بمرکز می نامند . و قوه ای که جسم در حال دوران بطرف خارج وارد می کند قوهٔ فرار از مرکز یا گریز از مرکز می نامند . از لحاظ فنی قوه جذب بمرکز قوه ایست که سبب حرکت جسم در یک مسیر دایره با شعاع ثابت می شود و همیشه جسم با قوه فرار از مرکز در مقابل تغییر جهت حرکت بطرف خارج کشیده

می شود و این قوه از طرف جسم وارد می شود . این قوه تمایل به فرار از مسیر منحنی الخط می باشد . مماس به مسیر منحنی است شکل(6-3)

قوه جذب بمرکز مساویست به:

$$\left.\begin{array}{ll} F_c = mRw^2 & F = mvw \\ F = m\,v^2/R = w\,v^2/gR & \end{array}\right\} \cdots (11-6)$$

مقدار قوه فرار از مرکز و جذب بمرکز در حال حرکت جسم روی مسیر دایره با هم مساوی اما جهات شان مختلف می باشد



شکل (6-3)

مثال های متعددی از قوه جذب بمرکز از قبیل حرکت مهتاب به دور زمین، قوه جاذبه زمین بر مهتاب، حرکت دایره وی موتر در سصح افقی ، قوه اصطکاک میان چرخ ها در زمین قوه فرار از مرکز هنگام تیز کردن چاقو با کارد روی چرخ تیز گری وغیره اند. (4,511,13)

6 - 4 کار برد قوه دورانی

هنگام نشستن در موتری که با سرعت حول یک منحنی حرکت می کند میتوان رویداد کشیده شدن به خارج موتر را به این دلیل احساس کرد .

قوه کافی برای نگهداشتن سر نشین در مسیر حرکت موتر وجود ندارد در عدم موجودیت قوه کافی به سمت مرکز جسم در خط مستقیم حرکت می کند که گمان می شود جسم به خارج مسیرپرتاب می شود .

موتری که با سرعت زیاد حول یک جاده منحنی حرکت می کند ممکن است چپه شود . قوه لازم برای حفظ موتر در جاده به نسبت مربع سرعت افزایش می یابد به همین دلیل در صورت دو برابر شدن سرعت موتر امکان خارج شدن موتر از مسیر منحنی چهار برابر میشود. برای جلوگیری از چپه شدن موتر در جاده ها سطح آن به داخل منحنی کج شده است ، یعنی سرک ها دارای میل معین می باشد . معمولاً در گولایی ها رانندگان برای جلوگیری سرعت را

اصغری مینامند . ساحه مهم استعمال قوه جذب بمرکز وفرار از مرکز در طبابت زیاد است از جمله سنتری فیوژ که اساس کار آن را تشکیل میدهد (4,10).

6 - 5 سنتری فیوژ (Centrifuge)

سنتری فیوژ آله مصنوعیست که تعجیل جاذبه را بصورت مصنوعی بلند می برد . ازین آله مخصوصاً برای جدا نمودن مواد معلق در مایع استفاده می شود . این آله رسوب مواد را در یک درجهٔ آهسته که در تحت قوه جاذبه صورت میگیرد سرعت بخشیده و سبب رسوب مواد در یک مدت کم میگردد.

هرگاه یکمقدار ریگ را در یک تشت پر از آب اندازیم می بینیم که دانه های ریگ با یک سرعت کمتر نسبت به هوا در آب سقوط نموده و

ذرات بسیار خورد آن بصورت تعلیق در آب باقی می ماند . سرعت وسوب ذرات در مایع مربوط به سایز ، کثافت مایع و تعجیل جاذبه است . هرگاه بخواهیم ذرات کوچک را از مایع جدا نمائیم بوسیله سنتری فیوژ بصورت مصنوعی تعجیل جاذبه را در مایع بلند برده در این حالت ذرات کوچک مذکور از مایع جدا می شود .

6 - 6 تعیین سرعت رسوب ذرات در مایع

حالا رسوب یک جسم کوچک کروی را که کثافت آن ρ است در مایع که دارای کثافت ρ_o می باشد در ساحه جاذبه در نظر میگیریم .

میدانیم که رسوب ذرات کوچک جسم به تاثرات غلظت بیک سرعت اعظمی می رسد . قوه کند کننده Fd سرعت نهایی V (سرعت رسوب) بوسیله رابطه ذیل تعیین می گردد .

$$Fd = 6\pi r\eta \quad V \cdots (13-6)$$

در رابطه فوق r شعاع جسم کروی سقوط کننده ، η لزوجست مایع را که جسم کروی در بین آن سقوط می کند ارایه میدارد . زمانیکه یک ذره با سرعت ثابت حرکت میکند قوهٔ کُند کننده در توازن است با قوه جاذبه به جهت پائین و قوه ارشمیدس بطرف بالا در مایع . بنابرین خواهیم داشت .

قوه جاذبه $$Fg = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho \cdot g \ldots (14-6)$$

قوه ارشمیدسی $$Fa = \frac{4}{3}\pi r^2 \rho_0 \ldots (15-6)$$

قوهٔ کند کننده $$Fd = 6\pi\eta r v$$

$$Fd = Fg - Fa$$

$$6\pi\eta r = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho g - \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_0 g$$

$$= \frac{4}{3}\pi r^3 g(\rho - \rho_0)$$

در حالت تعادل معادله فوق صرف در حالت ذرات کروی قابل تطبیق است . اما از فارمول فوق میتوان بحیث رهنما در مورد دیگر ذرات که به شکل مغلق اند استفاده نمود(6,8.)

6 - 7 استفاده از سنتری فیوژ در طبابت

در بعضی از مریضی ها چون تب ، روماتیزم قلبی(Fever Rheumati) یا مرض روماتیزم قلبی Rheumatic Heart) (Disease و نقرص (gout) حجرات کریوات سرخ خون با هم تجمع نموده در نتیجه شعاع مجموعی کریوات که بوجود آمده بزرگ می شود و سرعت رسوب بلند میرود . تعیین درجه رسوب حجرات سرخ خون در تست های کلینیکی یک امر ساده و عادی است . با استفاده از فارمول سرعت رسوب ذرات در مایع در تست های طبی تعیین Hematocrit (فیصدی حجرات سرخ) در خون است .

میتود ستندرد Hematocrit عبارت از سنتری فیوژ نمودن خون در یک تیوب درجه دار برای مدت 30 دقیقه که سرعت 300 دور فی دقیقه در سنتریفیوژ عادی که اوسط شعاع آن 22cm است می باشد . با انجام این

عملیه کریوات سرخ خون در زیر تیوب رسوب نموده از پلازما جدا می شود و در تیوب درجه دار فیصدی حجم خون را که کریوات سرخ تشکیل میدهد تعیین میگردد.

هیموتوکریت نارمل از 40-60 فیصداست . در قیمت پائین تر از 40 فیصد دلالت به Anemia و به قیمت بلند تر از 60 فیصد دلالت به Polycythemia خواهد کرد .

سنتری فیوژ انواع زیاد دارد نظر به تعداد دور فی دقیقه ساحهٔ استفاده شان فرق می کند .

Ultra Centrifuge به سرعت 40000 تا 100000 دور فی دقیقه دارای تعجیل موثر (geff) در حدود 300000 می باشد که این سنتری فیوژ در ریسرچ و یا مطالعات پروتین ها و دیگر مالیکول های بزرگ مورد استفاده قرار میگیرد و در طبابت کلنیکی مورد استفاده قرار نمیگیرد . با بلند بردن g توسط سنتری فیوژ تعجیل موثر از رابطهٔ ذیل بدست می آید .

$$geff = 4\Pi f^2 r.....(17-6)$$

در معادله (17-6) ، f درجهٔ دوران در حرکت انتقالی (فزیکونسی) فی ثانیه ، r شعاع سنتریفیوژ که محلول در آن موقعیت دارد می باشد .

سنتریفیوژ های کلینکی عادی نیز بدو شکل موجود است که بوسیله برق کار می کند و یا توسط دست دوران می نماید و از نظر تعداد دور فی ثانیه با هم متفاوت می باشند .

8-6 تأ ثیرات تعجیل بر جسم

بصورت مختصر گفته میتوانیم که تعجیل سبب بعضی از تاثیرات ذیل در جسم می گردد .

ـ بلند رفتن یا پائین آمدن وزن جسم

ـ تغییر در فشار هیدروستاتیکی داخلی

ـ تغییر شکل عضلات الستیکی وجود

ـ تمایل معلق ماندن جامدات با کثافت های مختلف در مایعات ، یا به عبارت دیگر جدا ساختن ذرات جامد با کثافت های مختلف در بین مایعات .

اگر تعجیل بقدر کافی زیاد شود جسم کنترول را از دست میدهد . زیرا جسم قوه کافی در عضلات ندارد تا این قوه تعجیل بزرگ را بر طرف نماید . در تحت شرایط و حالت خاص با به وجود آمدن تعجیل در جسم خون در نواحی مختلف دمه می شود . اگر ابتدا شخص از قسمت سر تعجیل بگیرد ، کم بودن جریان خون در دماغ سبب تاریکی و بیهوشی وی خواهد شد . هم چنان عضلات از اثر تعجیل کش شده در صورتیکه قوه بقدر کافی زیاد باشد سبب پاره شدن عضله میگردد .

6 - 9 اثر های فیزیولوژیکی تعجیل

با پرواز انسان در فضا مسایل زیادی در ارتباط به قوه فرار از مرکز و اثر های آن بر بدن انسان مطرح می شود . برای حل این مسایل و مطالعه اثر های آن دستگاه های ساخته شده است که فضا نورد قبل از پرواز بمدارهای فضایی در این دستگاه ها با تغیرات قوۀ جذب بمرکز و اثرات آن عادت می کند .

هنگامیکه فضا نوردان با تعجیل زیاد در مسیر دایره حرکت می کنند، اگر ایستاده باشند تعجیل زاویوی و اگر خوابیده باشد تعجیل عرضی را حس خواهند کرد . بزرگترین اثر تعجیل در دستگاه دوران خون اعمال می شود . اگر هوا نورد ایستاده یا نشسته باشد مقدار g در جهت مثبت سبب راندن خون به قسمت های پایین بدن اش می شود . تعجیل زاویوی به اندازه 2g سبب افزایش زیاد فشار خون در ورید های اندام های انتهای بدن می شود و در حالت نشسته این افزایش زیاد نیست . زیاد شدن تعجیل زیاد از 3-4g باعث سیاهی رفتن چشم ها و بدنبال آن بیهوشی میشود تا زمانیکه مقدار g کاهش پیدا کند و خون بمقدار کافی به سر بر گردد . در مقدار g+ وضعی بنام فرو رفتن کره چشم پیش می آید که در اینحالت احشا شکمی و سینه به سمت عقب جابجا میشود

در مقدار g - بیرون آمدن کرهٔ چشم رخ میدهد درینحالت احشا به سمت جلو شکم جابجا میشوند . این اثرات بوسیله دستگاهی از نوع شکم بند کنترول می شود . در صورت جریان خون از قسمت های پائین به قسمت سر اعمال شود . مقادیر g - ممکن است اثرات زیان بار داشته باشد . در مقادیر - g از 4 ـ 5g پر خونی شدید مغز و علایم موقت روانی در اثر تورم مغز میشوند . اگر فشار شریان بسیار زیاد باشد ممکن است در رگهای خونی کوچک مغز یا در رگها سطحی سر پاره گی ایجاد شود . چون ضمناً مقدار بیشتری از مایع مغزی نیز به سمت خارج حرکت میکند ، افزایش مایع سبب حفاظت رگها در مقابل جراحت می شود . چون چشم ها مانند مغز بوسیله مایع

مغزی حفاظت نمی شود لذا در مقادیر g- پر خونی شدید در چشم ها سبب سرخی چشم و کوری موقت می شود . (4,10 16)

10-6 بی وزنی

هنگامیکه گفته شود وزن یک جسم یا شخص در روی زمین، برابر به قوه ایست که از زمین به جسم یا شخص وارد میشود (w= mg). وقتی شخص در لفت با سرعت یک نواخت حرکت می کند قرار دارد باز هم وزن شخص برابر به قوه جاذبه است . درینجا ما در برابر دو موضوع افزایش وزن و کاهش وزن قرار میگیریم .

1- هنگام حرکت لفت قوه ایکه شخص به تکیه گاه وارد میسازد بزرکتر از قوه جاذبه یا وزن است. درین حالت میتوان نوشت:

$$F=Q= m(g\pm a) \quad \ldots \quad (18\text{-}6)$$

2- هنگامیکه شخص در یک سفینه بدور زمین گردش میکند تعجیل اش برابر به تعجیل جاذبه است (g=a) .درینحالت مطابق فارمول (18-6)مقدار Q=0 است .بنا برین شخص در جایگاهش وارد میکند و بی وزنی را احساس مینماید .

پس با در نظر داشت شرایط فوق بی وزنی زمانی رخ میدهد که a=g باشد .

مسائل

- در یک دستگاه فرار از مرکز به شعاع 6m چشمان شخص به وزن 72kg به سرعت 18m/s به سیاهی میرود . این نتیجه را بر حسب تعداد واحد های قوه جاذبه بیان کنید ؟
- تعجیل موثر را در یک سنتریفیوژ که شعاع آن 22cm است و در یک دقیقه 300 دور میزند در یافت نماید (g=9,8m/s2).
- در یک سنتری فیوژ یک جسم با سرعت ثابت 240cm/s دوران میکند . قوه فرار از مرکز را محاسبه کنید ؟
- آفتاب در نقطه ای از کهکشان واقع است که فاصله آن از مرکز کهکشان 30000 سال نوری است و با سرعت معادل 250km/s بدور کهکشان می چرخد ، تعجیل جانب مرکز آفتاب نسبت به مرکز کهکشان چند است ؟
- یک کارتن سیروم بالای کراچی گذاشته شده است و ضریب اصطکاک بین کارتن و کراچی 0,4 می باشد . کراچی در گولای جاده به شعاع 100m حد اکثر با چه سرعتی حرکت کند تا کارتن سیروم از کراچی نه افتد؟
- مریضی طبق توصیه داکتر با سرعت زاویوی Пrod/s بطور یکنواخت مسیر دایره ای را دور میزند . پریود حرکت آن چند است ؟
- طفلی در یک چرخ فلک نشسته که شعاع دوران آن 3m است و در هر دقیقه 5 دور میزند . سرعت حرکت چرخ فلک چند است ؟

- طول عقربهٔ دقیقه گرد یک ساعت دو برابر طول ساعت گرد آن است. نسبت سرعت خطی ساعت گرد چند است ؟
- قلب انسان نارمل در یک دقیقه 70 مرتبه تپش می کند . فریکونسی آن چند است ؟

فصل هفتم

جاذبه ، مرکز ثقل و وزن مخصوص

معلومات عمومی

قوه جاذبه زمین که بر همه اجسام روی زمین و یا نزدیک سطح آن اعم از ساکن و یا متحرک وارد می شود ، طوری اثر می کند که گویا کتله آنها در نقطه مخصوص بنام مرکز جاذبه یا مرکز کتله متمرکز شده است . کتله جسم نیز مشخصه از کثافت آن است . از مقایسه کثافت یک ماده بخصوص با کثافت آب خالص ، وزن مخصوص بدست می آید که یکمقدار عددی است و ذرات موجود در خون و سایر مایعات بدن را مشخص می کند . سه اصطلاح جاذبه ، مرکز ثقل و وزن مخصوص با یکدیگر مساوی نیستند شباهت ها و اختلافات شان درین فصل مطالعه می گردد .

1-7 جاذبه

در فصل های گذشته جاذبه به قوه ای نسبت داده میشد که به اجسام در حال سقوط آزاد تعجیل $9,8m/s^2$ بدهد و در معنی وسیع آن تنها به زمین محدود نمیشود. طبق قانون جاذبه که در سال (1051-1672) مطرح شد قوه جاذبه بین دو جسم در جهان با حاصل ضرب کتله ها نسبت مستقیم و با مربع فاصله بین آنها نسبت معکوس دارد که توسط رابطه ذیل بیان میگردد .

$$F = G.M.m/R^2 \ldots.(1-7)$$

M و m کتله های دو جسم ، R فاصله بین شان و G ثابت جهانی جاذبه است که قیمت آن $G= 6,67.10^{-11}Nm^2/kg^2$ می باشد قیمت G [1] از تجربه بدست آمده است .

$$F = G.\frac{M.m}{R^2}$$

مثال: قوه جاذبه بین زمین و مهتاب که کتله آنها بالترتیب $M = 6.10^{24}kg$ و $m = 7,3.10^{22}Kg$ و فاصله بین شان $3,8.10^9 m$ است مساویست به :

$$F = 6.67.10^{-11}\ \frac{6.10^{24}\,Ng.7.3.h7.3.10^{22}}{(3.8.10^7)^2}$$

$$F = 2.10^{22}\,N$$

2-7 ساحه جاذبه

قانون عمومی جاذبه نشان میدهد که در اطراف هر کتله یک ساحه جاذبه وجود دارد . اگر اجسام در این ساحه قرار گیرند توسط آنها جذب می شوند . شدت ساحه جاذبه در هر نقطه عبارت از قوه ای است که بر واحد کتله در آن نقطه وارد می شود .

3-7 تعجیل g یا کشش جاذبه

مقدار g یا کشش جاذبه بروی زمین یا نزدیک به سطح آن با تغییر ارتفاع یا تغییر مکان بروی زمین تغییر می کند . مقدار g با افزایش ارتفاع به

[1]- در سال 1177 ـ 1798 قیمت G توسط لردکاوندیش اندازه گیري دقیق گردید . گاوندیش عالم فرانسوي (1731 – 1815)

اندازه 0,03 فیصد کاهش می یابد . مقدار g با تغییر مکان بروی سطح زمین نیز تغییر می کند . زیرا زمین کاملاً کروی نیست وجود انسان (عضلات و تاندونها) با تعجیل 1g عادت دارند و با کمتر از g 1 ممکن حرکت بدن نا منظم شود .

اگر مقدار g در محل معین باشد میتوان وزن جسم را توسط معادله W = mg تعیین نمود . مثلاً وزن کتله 1kg جسم در سطح زمین W = mg = 9,8 N ولی در سطح ماه که تعجیل جاذبه $1,6m/s^2$ است وزن 1kg جسم 1,6 N خواهد بود . (9.10,12)

7- 4 کار برد جاذبه در طبابت

قوه جاذبه آنچنان در زنده گی انسان ها و حیوانات با اهمیت است که درک عدم آن مشکل به نظر می رسد . در هم آهنگی اندام های بدن تر تیب خاص وجود دارد و در صورت حذف قوه جاذبه نظم حرکات بدن بر هم میخورد . در پدیده بی وزنی در فضا به علت تحریک گوش داخلی حالت تهوع به وجود می آید .بی وزنی اختلالاتی در گردش خون در رگها و قلب ایجاد میکند که با باز گذشت فضا نورد به زمین پس از چندی نظم مجدد بر قرار میگردد .فشار خون در رگها بالاتر از قلب (سر و گردن) کمتر از فشار خون درقسمت های پائین بدن (پا ها) است .تغییر وضعیت بدن باعث تغییر فشار خون در نواحی مختلف بدن میشود. اثر جاذبه را در ورم کردن رگهای دست در صورتی که برای مدتی قابل توجهی آویزان باشد میتوان دید .تاثیر جاذبه بالای بدن بخصوص گردش خون بقدری است که در برخی از بی

نظمی ها از ورزشهای جاذبه استفاده میشود . برای جلو گیری ار خفگی اطفال در اثر استفراق سعی میشود تا با درست خواباندن طفل و با استفاده از قوه جاذبه مواد احتمالی را از دهان و راه تنفسی خارج کنند . این کار با بیماران جراحی که در بیهوشی هستند نیز انجام میشود.خروج عفونت از محلهای عملیات شده با استفاده از فشار کم و قوه جاذبه کار برد گسترده ای دارد .اندازه گیری میزان رسوب کرویات سرخ خون که در اثر قوه جاذبه انجام میشود ، به دانستن تغییرات بیوشیمی و پتالوژیکی خون اهمیت زیاد دارد .جریان خون و انتقال سیرم به خون نمونه ای از استفاده مستقیم قوه جاذبه در بدن است . بدون جاذبه مایعات فشار نخواهند داشت و بنابرین شستشو ها ، تزریق های داخل وریدی و انتقال خون امکان پذیر نخواهد بود . در واقع جریان خون بمقدار زیاد به قوه جاذبه بستگی دارد. . معمولاً فشار خون وریدی در رگهای سر و گردن کمتر از انتهای بدن است . تغیرات موقعیت بدن ، فشار خون را درقسمت های مختلف آن تغییر میدهد در حالت ضعف خون طور موقت به مغز نمیرسد . برای مریضان که دارای بی نظمی جریان خون در پا ها اند ، اغلب تمرین های جاذبه توصیه میگردد . اثر وضعیت خاص که بیمار قبل یا بعد از عمل جراحی در آنها قرار می گیرد تا اندازۀ به اثر های جاذبه بستگی دارد .

سر مریضان که ادویه بیهوشی صرف نموده است به یک طرف متمایل گذاشته می شود که تا زبان اش بطرف پائین قرار گیرد ، این عمل سبب سهولت زیاد در تنفس می گردد .

مر یضان متبلا به پندیده گی صفاق اغلب به وضعیت نیم نشسته قرار میگیرند . پس از عمل جراحی گلو یا دهن معمولآ سر بیمار را پائین می آورند و در یکطرف قرار میدهند تا تحت اثر جاذبه مخاط مایعات از دهن او خارج شود . در جراحی مغز برای کم کردن خونریزی معمولأ جراحی در وضع نشسته یا نیم نشسته صورت می گیرد .

میزان سدیمانتاسیون در ایروترویست[1] (E.S.R) که یک تجربهٔ تشخیصی است به اساس جاذبه بنا شده است . همین قسم مواردی مانند حاملگی عفونت خون ، تب روماتسمی و سرطان کرویات سرخ خون تحت اثر جاذبهٔ ته نشین می شود که در مبحث سنتری فیوژ مطالعه گردید . (8,14)

5-7 کار برد مرکز ثقل در بدن انسان

بدن انسان نیز مانند سایر اجسام دارای نقطه ایست که فرض می شود تمام کتله بدن در آن نقطه متمرکز شده است ، این نقطه را مرکز ثقل می نامند . در حالت ایستاده مرکز ثقل در حفره لگن خاصره جای دارد و خطی که بطور عمود از این نقطه رسم میشود از سطحی که بوسیله پا ها محصور میشوند عبور میکند . قاعده بدن انسان همین سطح محصور میان پا هاست . بناءً هر قدر فاصله پا ها بیشتر باشد این قاعده وسیعتر خواهد بود و با تغییر وضع بدن تغییر می کند . وقتیکه قدمی به پیش می برداریم مرکز ثقل فقط بالای یکی از پا ها که بروی زمین است میباشد . با برداشتن یک وزن توسط دست از سطح زمین

[1]- ترسب کریویات سرخ (E. S . R) Sedmination Erythrocte

مرکز ثقل به سمت پیش تغییر می کند . برای حفظ مرکز ثقل به وضع طبیعی ماهیچه های پشت باید کشش به سمت عقب اعمال کند . اگر وزن بسیار نزدیک به مرکز ثقل باشد فشار کمتر به ماهیچه های پشت وارد می شود . در حمل اجسام سنگین اگر فاصلهٔ پا ها از حد طبیعی بیشتر باشد . بر قراری تعادل راحت تر صورت میگرد . بهترین وضع نه تنها به خاطر حفظ ظاهر بلکه برای حفظ انرژی ، قرار گرفتن به حالت مستقیم است . و اگر بدن راست باشد تعادل براحتی برقرار می شود . مریضی که استفاده از عصای زیر بغل را می آموزد باید خود را با تغییر مرکز ثقل از وضع عادی به نقطه ای که عادت ندارد وفق دهد .

7 - 6 وزن مخصوص

وزن مخصوص که در طبابت بصورت $S_p\ g_r$ بیان میشود به کثافت نسبی نیز معروف است . کثافت نسبی عبارت از نسبت کثافت جسم بر کثافت آب . کثافت مخصوص بدون واحد است .

$$\text{وزن مخصوص} = \frac{\text{کثافت جسم مجهول}}{\text{کثافت آب}}$$

$$Spgr = \delta u / \delta w \cdots (2-7)$$

وزن مخصوص خون 1 , 055 - 1,066 در تغییر است. اگر حجم آب موجود در خون کم شود یا مواد حل شده و یا شناور در آن زیاد شود وزن مخصوص خون زیاد می شود.(10,16)

7 - 7 اصل ارشمیدس[1]

مفهوم شناوری به کثافت و وزن مخصوص (کثافت نسبی) مربوط میشود . ارشمیدس ریاضیدان قرن سوم اولین کسی بود که این مفهوم را عملاً به کار برد . اصل ارشمیدس چنین است .

جسمی در مایع یا آب غوطه ور است . با قوه ای مساوی به وزن مایع بیجا شده به سمت بالا رانده می شود . اگر شخصی ابتدا در هوا و سپس در آب وزن شود به نظر می رسد که مقداری از وزن خود را از دست داده است . این وزن کاسته شده در آب ناشی از قوه ایست که بدن را به سمت بالا می راند و مساوی به مقدار وزن آبی بیجا شده است

یکی از طریقه های تعیین وزن مخصوص یک جسم پیدا کردن کم شدن وزن ظاهری درآب است .

$$S_{pr} = \frac{\text{وزن جسم در هواي گرم}}{\text{وزن جسم در آب گرم}} \quad \ldots\ldots(7-3)$$

7-8 مورد استعمال قانون ارشمیدس در طب

برای تقویت عضلات و مفاصل اغلب از تمرین های زیر آبی استفاده میشود ، زیرا در آب قوه ای کمتر برای تمرین عضلات در مقابل قوه جاذبه نسبت به هوا لازم است .مریض به کمک قوه شناوری در آب میتواند براحتی

1- ارشیمدس عالم یوناني (212 - 287 ق.م)

عضلات و مفاصل خود را حرکت دهد. هدف ازین گونه روش ها حفظ و افزایش کار کرد ماهیچه های عضلات و جلو گیری از لاغر شدن و تغییر شکل های احتمالی بعدی است.

مسایل

1- دو پرستار اجسامی را طوری نگهداشته اند که قوه های شان در بدن مساوی است . اگر پرستار اولی جسمی به وزن 5,443kg را در فاصله 0,50m از خود دور نگهداشته است . وزن جسمی که پرستار دوم در فاصله 0,20m از خود دور نگهداشته است چقدر است ؟

2- اگر 50mL پلاسما با کثافت نسبی 1,03 با 100ml خون با کثافت نسبی 1,06 مخلوط شوند . کثافت نسبی این مخلوط چقدر است ؟

3- اگر کتله مهتاب $7,34.10^{22}$ kg و کتله زمین $5,98.10^{24}$ kg و فاصله مهتاب تا زمین $4,10^{8}$m باشد قوه جاذبه مهتاب و زمین چقدر است ؟

4- کتله زمین تقریباً 81 برابر کتله مهتاب است . اگر فاصله بین مراکز شان را به R نشان بدهیم ، در چه نقطه از این فاصله قوه جاذبه مهتاب و زمین بروی یک سفینه فضایی که عازم کره مهتاب است برابر می شود ؟

5- استوانه ای از چوب به ارتفاع 60cm را در داخل مایع به کثافت $2g/cm^3$ مینمائیم . 20cm از استوانه خارج مایع قرار میگرد کثافت استوانه چند است ؟

6- وزن یک قطعه لاک در هوا 27gr و وزن ظاهری آن در آب f 12gr وزن ظاهری آن در مایع به کثافت $0,8g/cm^3$ چقدر است ؟

6- قوه جاذبه بین الکترون و پروتون را در اتم هایدروجن محاسبه کنید؟

7- جسمی که حجم اش 5L است 3,5kg کتله دارد . آیا این جسم شناور خواهد بود یا غرق می شود ؟ اگر شناور باشد چه مقدار از حجم آن غوطه ور خواهد بود ؟

فصل هشتم

کار و انرژی

اصطلاح کار، توان و انرژی در مکالمات روز مره مترادف هم بکار برده میشوند با وجودیکه هر کدام معنی مشخص دارند . هدف از ین بخش واضح نمودن این واژه و ارتباط شان بیکدیگر میباشد .

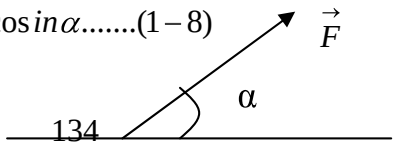
کار یک کمیت سکالری و مربوط است بمقدار قوه عامل و تغییر مکان جسم تحت اثر قوه ،توان مشخصه جسم بوده یک کمیت سکالری میباشد . انرژی که قدرت انجام کار است که در اشکال مختلف دیده میشود . انرژی یک مفهوم اساسی را در فزیک داشته و در فزیک بدن اهمیت بنیادی دارد .

1-8 کار

روزانه ما در تمام فعالیت های خویش کاری را انجام میدهیم. اگر توسط عضلات خویش یک وزنی را از جایش بلند کنیم ما یک کاری را انجام داده ایم مقدار این کار را از خستگی عضلات خویش بصورت تقریبی تخمین کرده میتوانیم .درفزیک کار هنگامی انجام میشود که قوه ای سبب حرکت جسم شود ، طوریکه فاصله طی شده در اثر عمل قوه موازی و یا در جهت حرکت باشد .

هر گاه قوه عامل را به F ، تغییر مکان را به Δx و زاویه بین قوه عامل و تغییر مکان را به α نشان بدهیم طبق شکل (1-8) نوشته میتوانیم

$$\Delta w = \Delta x \cdot F \cdot \cos in\alpha .....(1-8)$$



شکل (1-8)

هر گاه $\alpha = 0$ گردد ، درینصورت معادله (8-1) مساویست به

$$\Delta w = \Delta x \cdot F.....(2-8)$$

کار یک اندازه الجبری است . اگر قوه متغییر باشد و تغییر مکان غیر مشخص،کار های مربوط به تغییر مکان های خیلی کوچک یعنی $\Delta x = dx$ ، درینصورت میتوان نوشت ؛

$$w = \int F \cdot dx Co\sin\alpha.....(3-8)$$

واحدات کار عبارتند از:

کار در سیستم C.G.S به Erg و در سیستم M.K.S به Joul اندازه میشود .بر علاوه واحدات دیگری در اندازه گیری کار بصورت ذیل مستعمل است ؛

$1Joul = 1Nm = 1Kg\frac{m^2}{s^2}$

$1Erg = 1Dun \cdot cm = 1g\frac{cm^2}{s^2}$

1Kg =9,8Nm=9,8Joul

$1Joul = 10^7 Erg$

8-2 توان

هر گاه دو شخص و یا د و ماشین عین مقدار کار را انجام دهند طوریکه یکی ازین ها به سرعت و دیگری به آرامی انجام دهند ، نتیجه میشود که اولی در زمان کمتر نسبت به دومی همان مقدار کار را انجام داده است. بناءً مفهوم کار شامل کار و زمان است .یعنی کار اجرا شده در واحد زمان را توان مینامند .

اگر توان را به P نشان بدهیم نوشته میتوانیم :

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t} .....(4-8)$$

$$\Delta w = p \cdot \Delta t$$

$$p = \frac{\Delta w}{\Delta t} = \frac{F \cdot \Delta x}{\Delta t} = F \cdot v .....(5-8)$$

توان در سیستم M.K.S به Watt اندازه میشود

1watt = Joul/sec

1Watt= 10^3 kwatt

1Hp =736 watt

3-8 انرژی

الف - انرژی حرکی

این نوع انرژی مربوط به جسمی است که درحال حرکت میباشد .و از سبب کار تعجیلی حاصل میشود. کار قوه F روی یک جسم در یک تغییر مکان کوچک مساویست به ؛

$$dw = F.dx.\cos\alpha$$

$$v = \frac{dx}{dt}$$

$$F = ma = m\frac{dv}{dt}$$

$$dw = m.v.dv$$

اگر مجموع کار های انجام شده میان سرعت های V1 و V2 مورد نظر باشد . با انتیگرال رابط اخیر میتوان نوشت .

$$\int dw = \frac{1}{2}mv^2$$

$$w = \frac{1}{2}mv^2 \perp_{v1}^{v2} .....(6-8)$$

مطابق رابط فوق انرژی حرکی جسم متحرک به کتله m میباشد .

ب - انرژی پوتنسیل

انرژی که وابسته به وضعیت جسم باشد ، انرژی پوتنسیل نامیده میشود. مثلاً بند نمودن آب در یا ، کوک نمودن و غیره که در جسم انرژی ذخیره میباشد .

$E=m.g.h$ .....(7-8)

8-4 مصرف انرژی در فعالیت های وجود

در حالت استراحت درحدود 25 فیصد انرژی بدن را ماهیچه های اسکلیتی و قلب ،19فیصد را مغز ، 10فیصد را کلیه ها و 27 فیصد را کبد و طحال مصرف میکنند .منبع اصلی انرژی بدن انسان غذا است که بعد از یک سلسله مراحل و تعاملا ت کیمیاوی در سلول های بدن تولید میگردد .

بدن از انرژی غذا برای فعالیت های گوناگون خود در داخل و خارج بدن استفاده میکند . در حدود 5 فیصد انرژی غذا با مواد غایطه و ادرار خارج و متباقی بصورت چربی در بدن ذخیره میشود .

8-5 واحدات انرژی و توان

واحدات زیادی انرژی و توان به ارتباط جسم استعمال گردیده ، فزیولوژستها معمولاًواحد kcal را برای انرژی غذا و kcal/min را سرعت تولید حرارت بکار می برند . اما واحد مناسب و قبول شده برای انرژی joul و از توان watt و واحد مطالعه برای انرژی مصرفی met است .

$1met = 50\ kcal/m^2.h$

برای شخص نارمل1met تقریباًمساویست به انرژی که در حال استراحت مصرف میشود .یک مرد وصفی (Typical man) که در حدود $1.85m^2$و یک زن وصفی $1.4m^2$ مساحت سطحی دارد. بناءً برای مرد مذکور

1met =92kcal/h
1cal=4.18joul
1kcal /min=69.7 watt=0.094Hp
1000watt=1.43kcal/min
1Hp=642kcal/min=746watt
1met =50 $kcal/m^2.h$

6-8 میزان میتابولزم در بدن

میزان مصرف انرژی را در بدن میزان میتا بولیک می نامند . شخصی که 70 کیلوگرام وزن دارد روزانه در حدود $10^7 joul$ انرژی مصرف میکند . البته این مصرف به چگونگی فعالیت شخص بستگی دارد. میزان میتابولیک د رینحالت بصورت ذیل محاسبه میشود .

$$R = \frac{10^{7\ joul}}{86400\ s} = 120 watt$$

R در راه رفتن 230 وات ، در خواب و یا استراحت75 وات و با فعالیت های مختلف تغییر میکند. احتراق با بکار گرفتن اکسیژن بوسیله بدن انجام میشود. میتوان از طریق شهیق و ذفیرمقدار اکسیجن مصرفی را تعیین کرد . با سوختن مواد غذائی مانند قندها ، چربی ، و پروتین ها در برابر مصرف هر لیتر اکسیجن در حدود $2 \cdot 10^4 Joul$ انرژی آزاد میگردد که صرف کار

میخانیکی و حرارت میشود. قلب انسان ها به تنهائی مقدار قابل توجهی از انرژی مصرفی بدن را بخود اختصاص میدهد .

7-8 تبدیل انرژی در وجود

اوکسیدیشن در حجرات جسم صورت گرفته توسط عملیه احتراق حرارت آزاد میشود .هر گاه اکسیدیشن گلوکوز که یک قند معمولی است و به شکل یک سیروم غذائی استفاده میشود در نظر بگیریم، معادله اکسیدیشن برای یک مول آن مساویست به :

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6H_2O + 6CO_2 + 686Kcal$$

بخاطر باید داشت که یک مول هر گاز تحت شرایط معیاری دارای حجم 22.4L است .کیلو کالوری انرژی که از فی کیلو گرام مواد محترقه آزاد میشود مساویست به ؛ 686/180=3.8 و

کیلو کالوری آزاد شده فی لیتر استعمال شده برابر است به؛ 686/22.4.6=5.1 اکسیجن مصرف شده به کیلوگرام مواد محترقه به لیتر مساویست به ؛6.22,4/80=0,75 کاربن دای اکساید آزاد شده از فی کیلو گرام مواد محترقه به لیتر ؛6.22,4/180=0,75 نسبت مول کاربن دای اکساید تولید شده بر مول مصرف شده بنام Respiratory Quatint (Rq) مینامند .مشابه به این میتوان برای محاسبه شحم ها ، پروتین ها و کاربوهایدریت ها بکار برد .

جدول (8-1) نمونه ای از ارتباط انرژی با غذا ها و مواد

غذا (مواد محترقه)	انرژی آزاد شده فی لیتر به kcal/l	ارزش کالوری kcal/g

کاربوهایدریت	5.3	4.1
پروتین	4.3	4.1
شحمیات	4.7	9.3
پطرول	-	11.4
ذغال سنگ	-	8.0
چوب	-	4.5
غذای مخصوص	5-4.8	-

تمام انرژی که ذکر شده از طرف جسم جذب نمیشود بلکه یک قسمت آن بوسیله مواد غایطه، ادرار ،نفخ و باد آزاد و باقیمانده انرژی قابل میتابولزم است .

انرژی که در غایطه نارمل باقی میماند5% انرژی مجموعی غذاست .در حالت استراحت یک شخص وصفی دارای درجه مصرف انرژی در حدود 92kcal/h میباشد .این درجه مصرف انرژی بنام Basal Metabolic Reaction(B.M.R) یا سرعت میتابولزم اساسی.

B.M.R مقدار انرژی است که جسم بصورت اصغری برای فعالیت های خویش در زمانی که شخص در حال استراحت مطلق است و هیچ فعالیت فزیکی نداشته باشد چون تنفس ، پمپ نمودن خون توسط قلب به رگها و غیره ضرورت دارد .از نگاه کلنیکی بصورت خاص B.M.R یک شخص وصفی همان جنس از نگاه وزن ،قد ،سن و حجم مقایسه میگردد .

حرارت در مراحل کیمیاوی فوق العاده رول داشته یک تغییر جزئی میتواند تغییرات بزرگ را درسرعت میتابولزم بوجود آورد .طور مثال اگر

مریضی دارای درجه حرارت 3 تا4 درجه سانتی گراد، بالاتر از درجه نارمل باشد . درجه میتابولیک30% بالاتر نسبت به شخص سالم خواهد داشت .

مثال 1 :

فرضاً شما میخواهید تا 4.5کیلو گرام وزن خویش را توسط فعالیتهای فزیکی و یا با صرف نمودن غذائی مخصوص کم کنید ؟

الف: چقدر وقت را در بر خواهد گرفت تا در یک فعالیت که 150Kcal/min انرژی مصرف میشود تا 4.5 کیلو گرام شحم وجود کم شود ؟

حل: به اساس جدول (8-1) میتوانید از شحم حد اکثر 9.3kcal/g انتظار داشته باشید .اگر بمدت T دقیقه کار کنید آنگاه ؛

$$T\ (Time).(\ 1.5kcal\ /min) = 4{,}5.10^{3}\ g\ )\ (9{,}3kcal\ /g\ ) = 4{,}2.10^{4} kcal$$

$$T = 2810min = 47h$$

دیده میشود که وقت زیادی بکار است که فعالیت نماید تا مقدار شحم خود را ببازد . یقینا فعالیت به این مدت ًادامه داده شده نمیتواند.

ب : اگر شما بصورت نارمل 2500kcal/day مصرف نمائید، چقدر مدت باید 2000kcal/day رژیم بگیرید تا 4.5 کیلوگرام چربی تان را از دست دهید ؟

$$\frac{\text{انرژی 4.54کیلوگرام چربی}}{\text{کمبود انرژی در روز}} = \frac{kcal\ 4.2.10^{4}}{kcal/day\ 5.10^{2}} = 84day$$

مثال 2 :

توان مصرفی یک اتومبیل 100 HP است و موتور با سرعت 88ft/s حرکت میکند . قوه ایکه موتور به اتومبیل وارد میکند چقدر است ؟

حل :

P=100Hp
V=88ft/s
F=?P=w/t =F.d/t=F.V
F=p/V
F=100Hp/88 ft/s
F=550 ft lb/s/1Hp =630Lb

مثال3 :

انرژی مورد ضرورت را در پیمودن فاصله 20km توسط بایسکیل دریافت نموده و آن را به مقدار انرژی که عین فاصله را بوسیله موتر طی کند مقایسه کنیددر صورتیکه پطرول دارای ارزش کالوری 11.4kcal/g و 0.68km/l باشد ؟

حل :

فرض مینمایم که موتر بمصرف یک لیتر پطرول 8.5 کیلومتر فاصله را طی نماید .برای پیمودن 20 کیلومتر مقدار پطرول مساویست به ؛

20/8.5 =2.35L

$m = \rho \cdot v = 0{,}68kg/l \cdot 2.35l = 1.6kg$

مقدار کالوری مصرف شده در طی فاصله 20 کیلومتر مساویست به ؛

$1.6 \cdot 10^3 g \cdot 11.4kcal/g = 1.8 \cdot 10^4 kcal$

انرژی مورد ضرورت بایسکیل رانی را که با سرعت 15km/h حرکت مینماید با استفاده از جدول 5,7kcal/min محاسبه میتوانیم ؛

15km - 600min
20km - x
X=80min

1min - 5.6kcal
80min - x
X=456kcal

مصرف انرژی موتر در طی مسافه 20km مساویست به:

$1,8. 10^4$ kcal =20km

مصرف انرژی بایسکیل در طی فاصله 20km مساویست

456kcal=20km

پس 40 18000/456=39.47~40

مرتبه انرژ ی بیشتر ضرورت دارد که توسط موتر طی کند .

مسایل

1- موتری بوزن 1359 کیلو گرام با سرعت 26,5m/s حرکت میکند ، برای توقف این موتر راننده برگ میکند. موتر بعد از طی مسافه 90 متر متوقف میشود . چقدر کار را در طی این مسافه اجرا مینماید؟

2- مریضی بروی تخت رکشا خوابیده است . پس از پائین شدن از نشیبی توسط رکشا متوجه میشود که سرعت رکشا خیلی زیاد است ، بکمک اشترنگ رکشا را متوقف میسازد .اگر وزن مریض و رکشا 90 کیلو گرام باشد و مریض با قوه ای وزنی قوه وارد کند ، پس از طی مسافه 1.2 متر متوقف میشود . سرعت اولیه آن چند است ؟

3- اسکواتور به وزن 1.2 تن و توان 6Hp در چه مدت زمان باری بوزن 292.5 کیلوگرام رابه ارتفاع 6 متر بلند نماید ؟

4- مقدار 200 گرام خون توسط قلب با سرعت 3Cm/s بیکی از شریان های بزرگ پمپ میشود و سرعت آن بعد از طی فاصله 300 متر به 2m/s میرسد .چقدر کار را انجام داده است ؟

5- اگر موتری به قدرت 5Hp بمدت 30 روز و هر روز طور متوسط 4 ساعت کار کند ، چند کیلو وات برق فی ساعت مصرف میشود ؟

6- اگر برای بالا بردن مریض توسط رکشا بوزن 90 کیلو گرام از سطح مایل بطول 3 متر و ارتفاع 0.9 متر ، قوه معادل به 300 نیوتن بطور پیوسته وارد شود، چقدر کار باید انجام شود ؟

7- انرژ ی لازم برای طی مسافه ای 20 کیلو متر توسط بایسکیل را با انرژی یک موتر که در طی همین فاصله مصرف میکند مقایسه کنید ؟

8 - برای قدم زدن فاصله 20 کیلو متر با سرعت 5km/h چه مقدار انرژی لازم است. بافرض اینکه هر گرام غذا 5 کیلو کالوری انرژی دارد ؟

9 - انرژی مورد نیاز برای طی مسافه 20 کیلو متر پیاده روی با سرعت 5km/h چقدر است ؟

10- یک کوهنورد با وزن 70 کیلو گرام از کوهی به ارتفاع 1000 متر بالا رفته و در مدت 3 ساعت به بالای کوه رسیده است.

الف : کار خارجی انجام شده توسط این کوهنورد چند است .

ب : اگر فرض کنیم در مدت 3 ساعت سرعت انجام کار ثابت باشد، توان اجرا شده درین کوهنورد را محاسبه کنید.

فصل نهم

فشار

معلومات عمومی

فشار پدیده متداولی در زنده گی ماست. درک و شناخت این پدیده مهم به کار و فعالیت های اعضای مختلف بدن ما مربوط است . حجرات بدن انسان در حالت صحت و مریضی تحت تاثیر فشار قرار دارد . طور مثال تنفس عادی تا اندازه به اختلاف فشار داخل شش ها بستگی دارد و ضمناً این تغیرات فشار باعث بی نظمی در تنفس می گردد .

افزایش فشار داخل شکم میتواند باعث درد معده و تغییرات فشار خون گردد و در مجموع در فعالیت های نارمل بدن سکتگی وارد سازد . بناءً درک این پدیده و شناخت دقیق آن برای یک طبیب در امور طبابت مهم بوده و باید به مراقبت آن توجه عمیق نماید .

9 - 1 تعریف فشار

نسبت قوه وارده بر سطح را فشار مینامند ، اگر کمیت فشار به P و قوۀ وارد به سطح S را به F نشان بدهیم مطابق تعریف فشار رابط بین این سه کمیت را چنین مینویسیم :

$$P = F/S \qquad \ldots (1\text{-}9)$$

9 - 2 فشار هیدروستاتیک

فشار یک مایع را در حال سکون فشار هیدروستاتیک مینامند که این فشار مربوط است به عمق مایع (ارتفاع) و کثافت وزنی مایع یعنی ،

$P = \rho .g.h$ . . . (2-9)

در رابطه (2-9) ρ کثافت مایع ، h ارتفاع و g تعجیل جاذبه است . از رابطه فوق نتیجه می شود که فشار مایع که تحت قوه جاذبه سکون قرار دارد ، بتابع ارتفاع مایع به صورت خطی تزاید مینماید به این فشار مایع در حالت سکون فشار اتمسفیر نیز جمع می شود . ا گر فشار اتمسقیر را P_0 بنامیم نوشته میتوانیم .

$$P = P_0 + \rho\ g\ h \quad . . . (3-9)$$

واحدات فشار با در نظر داشت فارمول (1-9) عبارتند از :

در سیستم C.G.S dyn/cm^2

در سیستم M.K.S N/m^2

بر علاوه واحدات فوق at (اتمسفیر) $Pa , tor . bar , Lb/m^2$ (پاسکال) و mmHg نیز معمول است . اما در طبابت بیشتر mmHg (ملی متر ستون سیماب) بکار برده می شود.(19,20,22)

مثال 1 .

خانمی که وزن اش 700N است بوتهای کری بلند بپا دارد . هرگاه مساحت کری بوت خانم $1,2cm^2$ باشد و 60N وزن را تحمل کند . چقدر فشار بالای زمین وارد می کند در صورتیکه مساحت کری بوت $0,6cm^2$ باشد این کری پا مقدار وزن 60N را تحمل کند چقدر فشار تولید می نماید ؟

$$P_1 = f/S_1 = \frac{60N}{1.2\cdot10^{-4}m^2} = 5\cdot10^5\ N/m^2$$

$$P_2 = f/S_2 = \frac{60}{0.5\cdot10^{-4}m^2} = 12\cdot10^5\ N/m^2$$

نتیجه می شود که فشا ر با مساحت سطح رابطه معکوس دارد.

مثال 2.

ارتفاع آب را که فشار آن 120 mmHg می باشد تعیین کنید ؟

$P = 120mmHg$

$\delta = 1g/cm^2$

$g = 981cm/s^2$

$h = ?$

$h = 163cmH_2o$

$P = \rho .g.h$

$\Rightarrow h = P/\rho .g$

$h = 13,6.9.12 / \rho .g$

9 - 3 توزیع فشار در مایع ساکن

توزیع فشار در یک مایع (فشار هیدروستاتیک) مورد استعمال مایعات را در انتقال فشار امکان پذیر می سازد .

قبلاً تذکر رفت که فشار مایع به ارتفاع مایع و کثافت مایع مربوط است . در هر نقطهٔ مایع ساکن یک برابر فشار به تمام جوانب وارد می کند . این

حقیقت که هر گونه تغییر فشار در مایع ساکن در تمام قسمت های آن منتقل می شود اصل پاسکال[1] نامیده می شود .

یکی از موارد مهم استعمال قانون پاسکال شکنجه آبی یا پرش هیدرولیکی است که توسط فارمول ذیل ارایه می گردد .

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \quad \cdots (4-9)$$

در معادله (4-9) S_1 مساحت سطح پستون کوچک ، F_1 قوه خارجی وارد به آب ، S_2 مساحت سطح بزرگ ، F_2 قوه وارد بالای پستون بزرگ می باشد . از فارمول (4-9) نتیجه می شود که با اعمال قوۀ متحرک کوچک ، یک قوه مقاوم بزرگ نتیجه می شود . (1,10,19)

9 - 4 کار برد قانون پاسکال در طبابت

برخی قوانین هیدروستاتیک در مورد دوران خون در بدن نیز تطبیق میگردد . خون نه تنها در یک دستگاه محصور است بلکه پیوسته تحت اثر قوه های انقباض بطن چپ قرار میگرد . در اثر فشار انقباض بطن چپ خون در شریان جریان می یابد ، اگر ورید سخت باشد عامل انتقال تنها قانون پاسکال میباشد .

فشار سنج سیمابی که بنام Manometer یاد می گردد برای اندازه گیری فشار خون بکار میرود که به اساس قانون پاسکال کار میکند . در اثر

[1] پاسکال دانشمند فرانسوي (1623 ــ 1663) قانوني را که مایعات در حال سکون مربوط میشود بیان کرد .

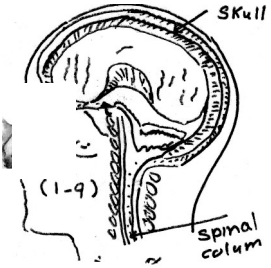
فشار هوایی محصور در کیسه بازو بند جریان خون در ورید مسدود میشود و این فشار ستون سیماب را در فشار سنج نگهمیدارد .

هنگامیکه هوا از کسیه به آهستگی خارج می شود خون مجدداً جریان پیدا می کند . فشار خون بوسیله ارتفاع ستون سیماب اندازه گیری می شود. بعضی مریضان که بندش ادرار پیدا میکنند و ادرار در مثانهٔ شان جمع می شود با فشار دادن جدار شکم در ناحیهٔ بالای استخوان شرمگاه توسط دست ، ادرار از مثانه بخارج انتقال می کند . زیرا در مثابه ادرار ساکن بوده ، طبق قانون پاسکال فشار وارد به جدار شکم به موفقیت متذکره سبب انتقال ادرار از مثانه می گردد.

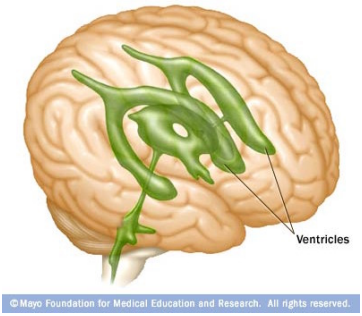
دوشکهای آبی که در شفاخانه ها غرض جلو گیری از زخم بستر مریضان استفاده می گردد نیز به اساس اصل پاسکال ساخته شده است. دکتوران دندان از چوکی های استفاده میکنند که اساس ساختمان و طرزکار آن را قانون پاسکال میدهد . طفل در داخل رحم مادر توسط مایع احاطه شده که طفل را محافظت می نماید . دانش در مورد قانون پاسکال حکم می نماید تا در زمان حاملگی خانمها از پوشیدن لباس های تنگ خود داری کنند . زیرا هر گونه فشار به جدار شکم به تمام بدن طفل انتقال می کند . بنابر اهمیت این قانون را در بعضی قسمت های بدن در ذیل مورد مطالعه قرار میدهم. (10,16)

9 - 5 فشار در داخل جمجمه

در دماغ تقریباً $150cm^3$ مایع مغزی نخاعی Cerebrospinal Fluid، CSF وجود دارد که بصورت



شکل (1-9)



متمادی در دماغ تولید شده از میان بطن ها Ventricle بطرف Spinal Colum و سر انجام به دستگاه جریان خون میریزد. یکی از مجراهای جریان C.S.F بصورت خاص در جمجمه Aqueduct نام دارد . اگر در وقت تولد بنابر علتی مسدود باشد مایع C.S.F در جمجمه ذخیره شده فشار داخلی بلند میرود و این بلند رفتن فشار سبب بزرگ شدن جمجمه میشود. این وضع را Hydrocephalus یعنی جمع شدن آب در مغز مینامند که یک پرابلم در نوزادان می باشد اگر این حالت بصورت کافی و زود آشکار گردد بوسیلۀ عمل جراحی با باز نمودن مجرا برای C.S.F درست میشود .

اندازه گیری فشار C.S.F بصورت مستقیم مناسب نیست . میتود تقریبی تشخیصی Hydrocephalus اندازه نمودن محیط جمجمه از بالای

مو های صورت (از بالای گوش) است . مقدار نارمل نوزاد از 32cm تا 37cm میباشد و مقدار بیشتر نشان دهنده هیدروسفالوس میباشد . همچنان بوسیله مانومتر مخصوص می توانیم فشار C.S.F را تعیین کنیم که در قسمت ستون فقرات سوزن مانومتر را داخل Spinal Colum نموده فشارC.S.F را بسنجیم .

9 – 6 فشار در چشم

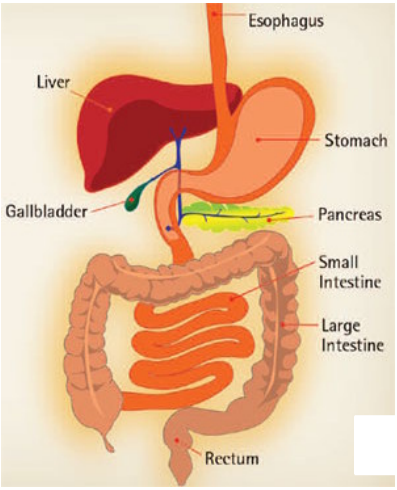
مایعات شفاف کره چشم (مایع زلایه Aqueous Humor و زجاجیه) که نور را به شبکیه (Retina) قسمت حساس نوری چشم ها منتشر می سازد و کره چشم را بیک اندازۀ معین و شکل معین نگهمیدارد . ابعاد چشم طوریست که بینایی را به شکل درست تنظیم نموده یک تغییر 0,1mm در قطر آن ، تاثیر را در وضوح بینایی وارد میکند . هرگاه به انگشت خود به چشم خویش فشار دهید خاصیت ارتجاعیت راکه از سبب فشار داخلی چشم است احساس نموده میتوانید که در چشم نارمل12mmHg تا 32mmHg است

مایع قسمت قدامی چشم (زلالیه) بیشتر است چشم بصورت دوامدار این مایع را تولید نموده و دارای یک سیستم خشک کننده می باشد که قسمت اضافی را اجازه میدهد تا فرار کند . اگر قسمت از این Drain System بسته باشد فشار بلند رفته و این بلند رفتن فشار سبب کم رسیدن خون به شبکیه شده و بالای بینایی تاثیر می اندازد که این خاصیت بنام Glaucoma یاد میکردد .

فشار چشم بوسیله فشار دادن توسط انگشت در بالای چشم تعیینمیگردد . اکنون فشار چشم را توسط آلات مختلف که بنام Tonometer یاد می گردد باتولید یک قوه معین و معلوم فشار چشم را اندازه می نمایند .

9 - 7 فشار در سیستم هاضمه

سیستم هاضمه از دهن شروع الی مقعد (anus) ختم می گردد که طول آن در حدود 9m میباشدشکل(2-9) . فشار در قسمت های اعظم سیستم هاضمه نسبت به اتمسفیر بزرگتر است . هم چنان در مری (Esophagus) فشار با فشار بین شش ها و دیوار سینه جوره شده و همیشه از فشار اتمسفیر کمتر است . فشار درون سینه Intrathracis بعضی اوقات بوسیله اندازه نمودن فشار مری تعیین میگردد . در زمان غذا خوردن فشار در معده بلند میرود ، طوریکه جدار معده یا دیوار معده یا به عبارت دیگر ساختمان معده بزرگ می شود . یکی از عوامل مهم بلند رفتن فشار بلعیدن هوا در وقت خوردن غذا است که سبب بلند رفتن فشار میگردد . این هوای محصور شده اکثراً در x-ray سینه ظاهر میگردد . در امعاء گازی که توسط عمل بکتریای تولید میشود فشار را بلند میبرد . فکتور های خارجی چون کمر بند بسته کردن ، خیز زدن یا پرواز کردن ، آب بازی نمودن بالای فشار امعا تاثیر دارد . یک وال در قسمت اثناعشر Pylorus وجود دارد که مانع برگشت غذا از امعا رقیق به طرف معده میگردد .

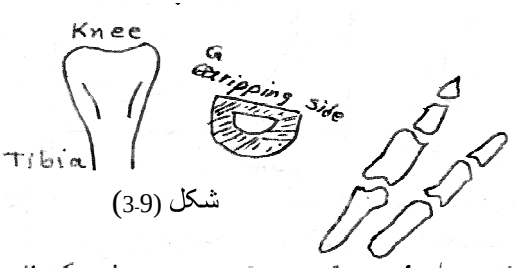


شکـل (9-2)

اتفاقاً یک شکل بلاک و یا وال در بین امعا رقیق و غلیظ موجود است که فشار را همین بلاک و اثناعشر نگهمیدارد . اگر این فشار به قدری اضافه گردد که سبب تضیق جریان خون در سیستم هاضمه گردد ، سبب مرگ خواهد شد . برای رفع این معضله پایپ را از طریق دهن یا بینی داخل مری و از طریق معده داخل امعا نموده و به این طریق فشار را کاهش می بخشند . در صورت عدم نتیجه از عمل جراحی استفاده میکنند ، که بعضاً خطر در عملیه جراحی نیز موجود است . زیرا امکان انتشار انتان موجود میباشد . هرگاه فشار اتاق عملیات بیشتر از فشار امعا باشد نفوذ انتان کم می شود .

9 - 8 فشار در سیستم اسکلیت

بلند ترین فشار را در بین اعضای بدن میتوانیم در قسمت اتصال استخوان ها دریافت نمائیم . زمانیکه تمام وزن یا سنگینی بالای یک پا در زمان راه رفتن قرار گیرد فشار در قسمت اتصال زانو بیشتر از 10 اتمسفیر خواهد بود . اگر ساحۀ قسمت اتصال بزرگ نمی بود، این مقدار بیشتر تر می شد شکل (9-3).

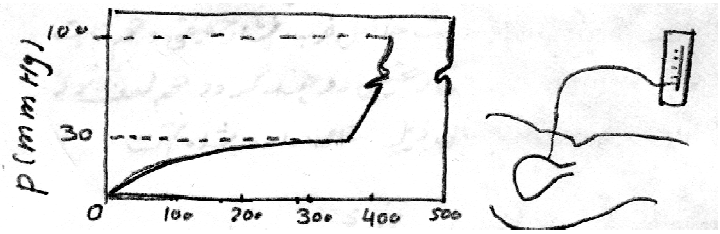


شکل (9-3)

از آنجائیکه قوه بر واحد سطح فشار است بناءً با ازدیاد سطح در یک قوۀ داده شده فشار کوچک میگردد . خوشبختانه سیستم اسکلیت طوریست که در فشار بلند چربی بهتر و بیشتر تولید میشود و این چربی از اثر فشار های زیاد نه تنها که خشک نمیگردد ، بلکه خارج نیز نمیشود . ساختمان استخوانها طوری عیار شده تا فشار را تقلیل دهد . استخوانهای انگشت نسبت به استخوانهای استوانه وی بیشتر در قسمت Gripping side هموار است و فشار در سطح کلان یا بزرگ منتشر میگردد و این سبب کم شدن فشار در انساج بالای استخوان میگردد .

9 - 9 فشار در مثانه

یکی از قابل توجه ترین فشار های درون بدن ،فشار حاصل از تجمع ادرار در مثانه است. گراف (9-4). ارتباط بین حجم و فشار را در مثانه نشان میدهد که با زیاد شدن حجم ادرار فشار تزاید مینماید . چنانچه در گراف مشاهده میشود ، میتوانیم بگویم که باافزایش معین شعاع R حجم افزایش می یابد .



شکل(9-4

در اشخاص بالغ معمولی حجم مثانه قبل از تخلیه 500mL است . در نتیجه انقباض آنی و کم دوام عضلات جدار مثانه در حدود 150 سانتی متر ستون آب فشار لحظه وی تولید مینماید . فشار نارمل تخلیه ادرار نسبتاً کم است و در حدود $20cm\ H_2O$ تا $40cm\ H_2O$ است ، لاکن برای آن عده مرد های که دچار ضخامه (prostate) میباشند ، مجرای عبور ادرار بند می باشد فشار تا $100cm\ H_2O$ خواهد رسید . برای مطالعهٔ فشار مثانه از طریق مجرای ادرار یک catheter را داخل مثانه نموده و فشار را در مثانه سنجش می نماید . فشار مثانه در اثنای سرفه کردن ، تشویش داشتن ، راست نشستن و کشش کردن چیزی بیشتر می گردد . (4,6,10)

10-9 فشار در هنگام آبازی

از آنجائیکه جسم بصورت ابتدایی از جامد و مایع ترکیب شده و غیر قابل تراکم می باشد . تغیرات فشار تاثیر عمیق در قسمت های اعظم جسم وارد نمی نماید . اماچون در جسم خالیگاه های هوا وجود دارد ، در این صورت تغیرات عمیق در این ساحات محسوس است . برای دانستن این مطلب قانون بایل ماریوت را به خاطر می آوریم که چنین توضیح میدارد .

برای یک مقدار معین گاز در حرارت ثابت حاصل ضرب فشار حقیقی در حجم ثابت است . $P.V = cont$ ، اگر فشار حقیقی دو چند گردد حجم نصف میشود . کار برد قانون بایل ماریوت در مثال ذیل نشان داده شده است .

مثال 1

الف: کدام حجم از هوا به فشار اتمسفیر یک $1,01.10^5 N/m^2$ ضرورت دارد تا یک تانکی مکعبی $14,2L$ را با فشار $1,45.10^7 N/m^2$ پر کند ؟

$P_1.V_1 = P_2.V_2$

$(1,01.10^5 N/m^2).V_1 = (1,45.10^7 N/m^2).(14,2L)$ $V = 2.10^3 L$

ب: هرگاه یک آبباز در زمان آبازی بروی بحر که بصورت معتدل آبازی میکند به اندازه $14,2L$ فی دقیقه هوا بمصرف میرساند و تانک جز الف مثال برای موصوف $144min$ دوام کند . معلوم کنید که تانک مذکور چند دقیقه دوام خواهد کرد ، اگر آبازی در عمق $10m$ که فشار به اندازه $1at$ بلند باشد آبازی کند به فرض اینکه شخص مذکور به عین حجم هوا مصرف کند؟

جواب :

چون فشار حقیقی دو مرتبه بیشتر شده (2 at) بناءً تانک 72min دوام خواهد کرد.

گوش داخلی یکی از این خلا هاست که در آن هوا موجود بوده و فشارهوای داخل گوش و فشار هوای خارجی را در دو طرف پرده گوش در تعادل نگهدارد ، که این تعادل به وسیله Eustachian tube صورت میگردد ، همیشه بسته است و از نگاه تعادل فشار بدو طرف پرده گوش خویش دارای مشکلات می باشند. هم چنان یک اثر دیگر این است که هنگام آببازی در خلا های Sinus صورت می گیرد که در هنگام فشار در Sinus ها باید حالت تعادل را با فشار اطراف خویش بر قرار سازد.

اگر یک آبباز از عمق 10m تنفس خویش را قید کند و به سطح آب بیاید ، حجم هوا انبساط خواهد کرد وسبب بلند رفتن جدی فشار در شش ها می گردد . فشار در شش ها در هر عمق بلند است نسبت به فشار شش ها در سطح بحر ، این چنین معنی میدهد که هوا در زیر آب بیشتر غلیظ است و قسمت از این هوای متراکم دارای فشار زیاد بوده فشار بلند این قسمت آکسیجن سبب می شود که مالیکول های آکسیجن را ازادساخته بداخل خون جریان نماید . تنفس هوا در عمق 30m خطر ناک است زیرا در نتیجه تنفس مقدار زیاد نایتروجن در خون و عضلات بیشتر می شود .

مسایل

1 ـ فشار $20cm\ H_2O$ چند mmHg می شود ؟

2 ـ فرض کنید آبباز ، آبهای کم عمق هستید . برای آببازی در آب 10m آب شور آماده می شوید .

الف ـ چه فشار مطلق و چه فشار دستگاه را تجربه خواهید نمود؟

ب ـ معمولاً ظرفیت شش های تان 6L است . برای این حجم چه اتفاق خواهد افتاد ؟

ج ـ فرض کنید نمیتوانید فشار داخل گوش وسطی را برابر نمائید . هنگام آببازی چه رخ خواهد رفت ؟

3 ـ فشار ورید در حدود 5mmHg است . روشی را برای اندازه گیری این فشار توصیف کنید ؟

4 ـ در ترزیق خون از فشار مثبت استفاده می شود . فرض کنید به فاصله 1m بالای وریدی با فشار ورید 2mmHg قرار گرفته است اگر کثافت خون $1,04g/cm^3$ باشد . برای انتقال خون به ورید چه فشاری وارد می شود ؟

5 ـ فشار اتمسفیر ناشی از وزن هوای بالای سر ماست . کثافت هوا $1,3.10^{-3}g/cm^3$ است . وزن $1cm^3$ از هوا بر حسب dyn چند است ؟

6 ـ با استفاده از کثافت هوا سوال پنجم اختلاف فشار بین پائین و بالای ساختمان به ارتفاع 30m (8 طبقه) را بر حسب $mmHg , dyn/cm^2$ حساب کنید ؟

فصل دهم

جریان متداوم مایع در تیوب وقانون پایزولی

معلومات عمومی

فشار در یک مایع در حال جریان ، برخلاف حالتی که مایع در حالت سکون قرار دارد به جزئیات جریان بستگی دارد . بناءً برای مطالعهٔ این بخش لازم است قوه های که باعث جریان مایع می گردد بدقت در نظر بگیریم . میدانیم که بالای هر ذره مایع قوه های خارجی چون قوه ثقل وغیره عمل میکند . هم چنان تفاوت فشار در مایعات تعجیل را سبب میشوند که باعث حرکت میگردد . در مایعات حقیقی قوه های داخلی که مالیکولهای مایع بالای یک دیگر وارد میکند افزود میشود که این قوه ها سبب غلظت مایع میگردد که بنام قوهٔ اصطکاک داخلی (لزوجیت یا Viscosity) یاد میشود .

روی مطالعات فوق لازم است تا قوانین را که در حالت جریان مایع قابل توضیح بوده و از نظر طبابت قابل اهمیت و مفید است معلومات بدست آوریم .

10 - 1 جریان و سرعت مایع

در بررسی های علمی فرض برین است که؛

- مایع چسپناکی ندارد .
- متراکم (فشرده) نمیشود .
- جریان آن دایمی است.

جریان در یک مایع یا گاز هنگامی دایمی است که سرعت در هر نقطه آن مستقل از زمان و تنها تابع مکان باشد .طبیعی است که سرعت مایع از یک نقطه به نقطه دیگر ممکن است فرق کند ولی مایع از یک نقطه مشخص میگذرد و همیشه سرعت ثابتی در آن نقطه دارد . اگر مایع از یک لوله و یا نل مطابق شکل (10-1) بگذرد ، میتوان ثابت کرد که؛

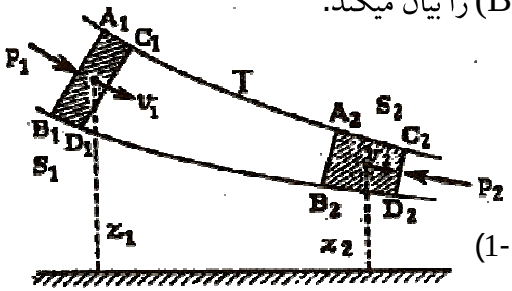
$$S_1 V_1 = S_2 V_2 .....(1-10)$$

معادله (10-1) معادله پیوستگی است که در آن S_1 و S_2 سطح مقطع متغیر و V_1 و V_2 سرعت در همین سطح است . مقدار مایعی که از مقطع هر سطح در یک ثانیه میگذرد برابر به مقداریست از سطح S_2 میگذرد ، زیرا مایع غیر قابل تراکم است .

می توان ثابت کرد که بین فشار و سرعت مایع در صورتیکه نل افقی باشد رابطه زیر بر قرار است .

$$p + \tfrac{1}{2}\rho V_1^{\,2} = p + \tfrac{1}{2}\rho v V_2^{\,2} ..... = cons .....(2-10)$$

در معادله فوق p فشار در نقاط 1و2 و ρ کثافت مایع است این فار مول قانون برنولی(Bernowlli) را بیان میکند.



.شکل (10-1)

10 – 2 قانون برنولی

قانون برنولی[1] به قانون بقای انرژی مربوط است . فشار در هر سیال یا مایع به شکل انرژی مربوط است ، زیرا سیال توانائی انجام کار را دارد .در هر سیالی در حال حرکت انرژی حرکی ناشی از حرکت سیال وجود دارد .

قانون بقای انرژی که جریان مایع را سبب می شود توسط معادلات برنولی تشریح می گردد. به همین اساس جریان مایع که لزوجیت نداشته و در یک تیوب افقی در جریان باشد در نظر بگیریم ، انرژی در مایع عبارت از مجموع انرژی حرکی ،پوتنسیل وفشار $\left(p+\frac{1}{2}\rho v_1^2+\rho gh\right)$ است . معادلات برنولی بیان میدارد که انرژی مجموعی ثابت است یعنی :

$$p+\tfrac{1}{2}\rho v^2+\rho gh=cons.....(3-10)$$

فشار هیدروستاتیکی که باید به قسمت چپ اضافه شود و فشار هوا با هم برابر است $p_1=p_2$() . پس

سرعت خروج مایع از یکطرف بطرف دیگر بصورت زیر بدست میآید

.

$$v_0=\sqrt{gh}$$

یعنی سرعت خروج مایع از یک سوراخ(مثلاً جریان سیروم) تنها باید ارتفاع سیروم را افزایش داد .

در نلی مطابق شکل (10-2) جریانی با قطر متفاوت وجود دارد. فشار در قسمت C بسیار کوچکتر از A وB است ، در صورتی که سرعت درین قسمت از دو قسمت دیگر بیشتر است ، زیرا:

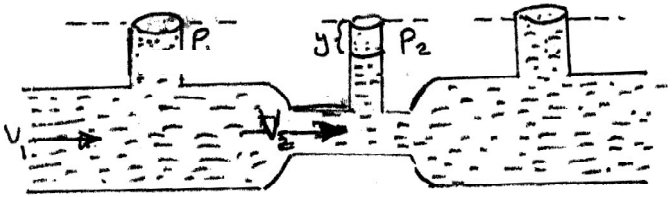
---

[1]- دانیل برنولي Diniel Bernouli (1700 _ 1782) ریاضیدان و فزیکدان سویسي .

$$P+\frac{1}{2}\rho V^2$$

برای اینکه ترکیب فشار و سرعت ثابت باقی بماند ،اگر فشار زیاد شود سرعت کاهش می یابدو برعکس سرعت زیاد شود فشار کاهش می یابد . این ارتباط بیان میدارد که در Venturimeter که در شکل (2-10) نشان داده شده در قسمت تنگ یا کم عرض سرعت مایع و هم چنان انرژی حرکی آن بزرگتر است . چون انرژی مجموعی ثابت است لذا فشار در قسمت تنگ تیوب نظر به قسمت وسیع آن کوچکتر است . در تیوب پیتوت (Pitot) که در شکل (3-10) نشان داده شده با تطبیق معادله برنولی محاسبه شده میتواند .

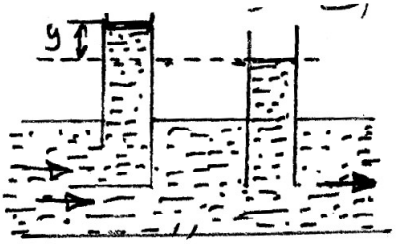
سرعت در قسمت دهانه تیوب که در داخل تیوب افقی قرار گرفته صفر میشود ، انرژی حرکی به فشار



شکل (2-10) venturemeter

تبدیل میگردد

با Catheter پرابلم فشار های جانبی و نهایی از نظر علمی دارای اهمیت است. اگر Catheter دارای یک سوراخ نهائی باشد و مواجه به جریان قرار گیرد ، انرژی حرکی خون بالای فشار اندازه شده علاوه میشود . در ابهر ساعد سرعت جریان خون بزرگتر است . در حالیکه تفاوت بین فشار سوراخهای جانبی و نهائیCatheter چند ملی متر ستون سیماب است و تاثیر در سایر قسمت های سیستم قلبی وعای کمتر است .



شکل (3-10)

10 - 3 کار برد قانون برنولی

هنگامیکه مایع در بین تیوب بدون اصطکاک جریان میکند سرعت آن در ناحیه باریک افزایش و انرژی حرکی افزایش یافته با کاهش انرژی پوتنسیل فشار در تیوب جبران می شود . هنگامیکه سرعت در آن سوی مایع دوباره کاهش یابد انرژی حرکی به انرژی پوتنسیل تبدیل شود و فشار بار دیگر افزایش می یابد . میتوانیم انرژی حرکی متوسط خون بر واحد حجم 1g خون را وقتیکه خون قلب را ترک میکند محاسبه کنیم . میدانیم که $E_k = \frac{1}{2} m v^2$ است . چون سرعت خون در حدود 30cm/s است بنأ :

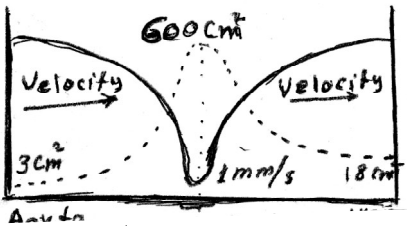
$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

$$E_K = \frac{1}{2}(1g)(30cm/\sec^2) = 450erg$$

این انرژی 450erg با انرژی پوتنسیل $450dyn/cm^2$ برابر است . از آن جائیکه فشار 1mmHg با $1330dyn/cm^2$ متناظر بوده این انرژی پوتنسیل کمتر از 0,4mmHg می شود . لیکن هنگام ورزش سنگین سرعت خونی که قلب پمپ می کند ممکن است پنج برابر مقدار متوسط آن به هنگام

استراحت قلب باشد و در اوج ضربان قلب عامل انرژی حرکی میتواند فشار برابر به 75mmHg داشته و 30% از کل کار قلب را نمایش دهد .

وقتیکه خون از قلب دور می شود شریان ها شاخه ، شاخه می شوند تا خون را به حجرات مختلف بدن حمل کنند . کوچکترین عروق خونی مویرگها است که قطر شان در حدود 20mμ ،که میلیون ها عدد از آنها وجود دارند . تعداد مویرگها که خون را حمل میکنند به حدی زیاد است که سطح مقطع های کل آن



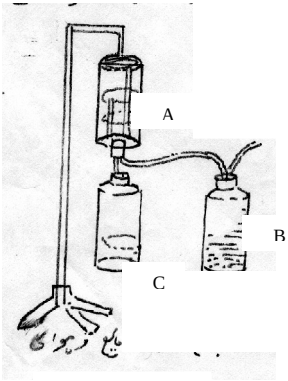
شکل (4-10)

تقریباً برابر به 30cm است . سطح مقطع های کل عروق خونی در دستگاه گردش خون بطور سیستماتیک در شکل (4-10) نشان داده شده است . عطر پاش و گرد پاش هر دو به اساس قانون برنولی کار می کنند . در این دستگاه ها هوا از میان یک قسمت باریک شده توسط مایع که بصورت گرد است به سرعت میگذرد . هنگامیکه هوا از این قسمت باریک شده عبور میکند فشار در این ناحیه کم می شود . این کاهش فشار به عمق از تیوب که در مایع فرو رفته ارتباط دارد . هوا از طریق منفذ کوچک که در سر پوش عطر پاش یا گرد پاش قرار دارد وارد آن میشود. در نتیجه سطح مایع با فشار اتمسفیر ارتباط پیدا میکند . چون فشار اتمسفیر بیشتر از فشار تیوب است، مایع در تیوب به سمت بالا حرکت میکند . هنگامیکه برای بار دوم هوا از قسمت

باریک شده تحت فشار قرار میگیرد مایعی که در قسمت بالای تیوب است به صورت گرد ریز از دهانه عطر پاش خارج میشود .

تخلیه کننده آبی که یک اصطلاح کلنیکی است که به فشار های کمتر از فشار اتمسفیر یعنی کمتر از 760mmHg اشاره میکند . اساس کار این دستگاه را قانون برنولی تشکیل میدهد .

دستگاه تخلیه کننده جاذبه ای نیز دستگاهی است که به اساس جریان آب از سطح بالا به سطح پائین در اثر قوه جاذبه کار می کند . این دستگاه طوری است که در شکل (10-5) نشان داده شده از سه بالون تشکیل شده طوریکه بالون A پر از آب معکوس و بحالت تعلیق قرار میگیرد و توسط دو پیپ به دو بالون B و C وصل است . مقدار آب از A به B در اثر قوه جاذبه جریان می نماید و در نتیجه بالون A کاملاً تخلیه می شود و در آن خلای نسبی بوجود می آید و هوای بالون C به سمت این خلا جریان مییابد در اینحالت بالون C دارای فشار کمتر از فشار اتمسفیر میباشد که میتوان برای کشیدن مایع از بدن از این دستگاه استفاده نمود. دستگاه تخلیه کننده سیفونی ، دستگاه تخلیه در آب نیز به اساس قانون برنولی تشریح میگردد. در عمل جراحی قفسه سینه برای جلوگیری از عوارض بعدی باید دو مساله رعایت گردد ـ تخلیه هوای قفسه



شکل(10-5)

سینه ـ استفادهٔ احتمالی از قوه تخلیه برای خارج کردن مایع و هوای اضافی از قفسه سینه .چون معمولاً فشار قفسهٔ سینه از فشار اتمسفیر کمتر است لذا از طریق هر منفذی که در اثر جراحی و یا تصادفی تولید شده هوا وارد قفسه سینه می شود با استفاده از معلومات فوق میتوان با رعایت دقیق و با در نظر داشت دو مساله در عدم موجودیت دستگاه مدرن از دستگاه فوق استفاده نمود که اساس کار آن را قانون برنولی تشریح و توضیح می نماید.

4-10 جریان اشفته(Turbulent)

زمانی که سرعت جریان مایع یا گاز به یک اندازهٔمشخص (سرعت بحرانی)میرسد جریان قشری یا لایه ای منظم به جریان آشفته تبدیل میشود. خطوط جریان از میان میرودو جریان دیگر از نوع دایمی نیست. واین حالت در جریان گرداب دیده میشود که علت ایجاد آن لزوجیت (اصطکاک چسپناکی) است . میان سرعت بحرانی وویژه گی جریان رابطه زیر بر قرار است .

$$v_c = \frac{R_e \eta}{\rho L} .....(4-10)$$

R_e عدد رینولدزو نمایش عبورجریان منظم به آشفته است . ρ کثافت مایع ، η لزوجیت مایع و v_c سرعت بحرانی است . همچنان عدد رینولدز را میتوانیم از رابطه ذیل بدست آریم ؛

$$R_e = \frac{\rho v l}{\eta} .....(5-10)$$

درمعادله (10-5)، l *بعد مقطع* ، vسرعت میباشد .

در تنفس عادی عدد رینولدز $R_e = 1000$ است اگر

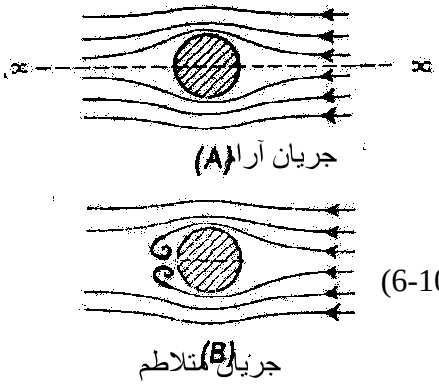
R_e >1000 جریان آشفته (متلاطم)

R_e <1000 جریان منظم (آرام)

در اشکال (10-6)ملاحظه شود .

عدد رینولدز بحرانی برای جریان‌های مختلف به صورت تجربی اندازه‌گیری می‌شود. برای مثال، عدد رینولدز بحرانی برای جریان داخل یک لوله 2300 است. در این حالت، طول مشخصهء d قطر لوله‌است

- **laminar** when *Re < 2300*
- **transient** when *2300 < Re < 4000*
- **turbulent** when *Re > 4000*



شکل (10-6)

عدد رینولدزمیتواند معیار ی مشابهی برای جریان مایعات درنل ها و یا لوله ها باشد. چگونگی جریان مایعات مختلف در نل های مختلف المقطع بکلی یکسان خواهد بود ، هر گاه بهر جریان عین قیمت عدد رینولدز مطابقت کند .

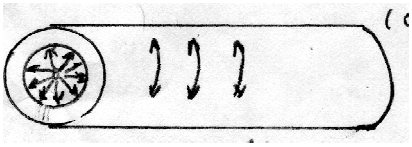
10 -4 کشش جداری (غشای) و قانون لاپلاس

گرچه سرعت خون هنگام ورود به مویرگها در مقایسه با سرعت آن در انورت بسیار کوچک است ، ولی با وجود این فشار خون در مویرگها کسر قابل ملاحظه ای از فشار خون در انورت است.

طبیعتاً این سوال مطرح میشود که چه گونه مویرگهای کوچک با غشای نازک میتواند فشاری را که تقریباً 30% فشار در انورت با غشای ضخیم است تحمل میکند .لاپلاس[1] در سال 1820 در مورد این سوال اندیشید و توانست ثابت کند ، هنگامیکه یک مایع با فشار معین در یک مجرا جریان وارد کشش جد اری (غشای)که بتواند که فشار مایع را تحمل نماید با شعاع مجرا متناسب است . رابطه ذیل را در مورد غشا های استوانه وی و کروی بصورت ذیل می توان نوشت :

غشای استوانه وی ... $T = P.r$ .....(4-10)

غشای کروی ... $T = 1/2\ p.r$ .....(5-10)



شکل 10- 6 کشش جداری

[1]- لاپلاس ریاصیدان فرانسوي (1749 ـ 1834) متولد شهر گلوادوس .

در رابطه (10-5) و r (10-4) شعاع انحنا غشا ، T کشش غشا و P فشار مایع که در جهت خارج غشاء بر آن وارد میشود . روابط مربوطه به یک غشای استوانه وی مانند غشا یا جدار یک شریان است که در شکل (10-6) نشان داده شده است . محاسبهٔ کشش های جداری در انورت و مویرگها با استفاده از قانون لاپلاس و مقایسهٔ نتایج آن آموزنده است .

10 – 5 لزوجیت

لزوجیت یک پدیده مالیکولی و عامل بسیار مهم در تعیین مقاومت و جریان است . قوهٔ اصطکاکی که در داخل مایع از اثر جذب مالیکولی وجود دارد و همیشه مخالف سمت جریان عمل میکند لزوجیت گفته می شود . هرگاه یک مایع به مقابل یک سطح ثابت حرکت کند طبقه ای که به تماس سطح ثابت میباشد به کلی حرکت نمی کند ، اما هر قدر ازسطح ثابت دور شود به همان اندازه سرعت مایع بیشتر شده میرود . لذا در مایع یک گرادیانت (gradient) حرکت موجود می باشد که به شکل $\frac{d_v}{d_x}$ نشان داده می شود. V سرعت مایع به x سانتی متر از سطح ثابت و موازی به سطح مذکور میباشد . عموماً به اثر قوه اصطکاک حرکت مایع بطی میشود که این قوهٔ اصطکاک متناسب است اگر به شکل معادله بنویسیم ، چنین خواهد بود:

$$F = dv/dx \, \eta \frac{d_v}{d_x} \cdot \quad (6\text{-}10)$$

η را لزوجیت (viscosity) مایع مذکور می نامند .

واحد η در سیستم C.G.S ، poise است . اگر برای حرکت دادن یک سطح که مساحت آن $1cm^2$ باشد به فاصله 1cm از سطح ثابت قوه

1dyn ضرورت باشد تا این سطح را به سرعت 1cm/s حرکت دهد گفته میشود که لزوجیت مایع مذکور 1poise است .

در سیستم M.K.S واحد لزوجیت pas است .

$$1pas = 10\ poise$$

10 - 6 کشش سطحی

قوه های جذب بین مالیکول های مایع منشأ به وجود آوردن پدیده کشش سطحی می باشند . تمام مالیکولهای یک مایع ذریعه مالیکول های همجوار کشش میشوند ، مالیکول که در بین مایع قرار دارد از تمام جهات یکسان کش میشوند که محصله این قوه ها صفر میشود ، اما مالیکولهای که در سطح واقع اند به نسبت اینکه بطرف بالای آن مالیکول های مایع نیست بطرف پائین کش میشوند و این باعث میشود . تا مایع کوچکترین سطح را اختیار نماید .

مثلاً اگر یک سوزن کوچک را با انگشت مالش داده با دقت بروی آب قرار بدهیم باوجودیکه کثافت سوزن بمراتب بزرگتر از کثافت آب است ، در سطح آب قرار میگرد . با تکان دادن سطح آب کشش سطحی شکسته سوزن در آب فرو میرود . قوه ایکه نمی گذارد جسم اجنبی جای مالیکول های سطح مایع را بگیرد بنام قوه کشش سطحی یاد میگردد . پس کشش سطحی عبارت از مقدار قوه ایست که بالای سطح مایع عمودی تاثیر نموده و 1cm طول را پاره نماید .

کشش سطحی در شکل گرفتن قطرات مایع دخالت دارد ، هر چند قطرات آب به آسانی تغییر شکل میدهند ولی بوسیله قوۀ جذب قشر سطحی به شکل کروی در میآید . مایعات که کشش سطحی شان ضعیف است به سرعت تبخیر می شوند و نگهداری آنها بصورت ذرات در حال تعلیق مشکل است . تمام مایعات تا حدودی کشش سطحی را نشان میدهند .

مایعات که کشش سطحی پائین دارند به سهولت در سطح انتشارمینمایند و آنرا تر میسازند . خواص پاک کننده گی یک مایع به کشش سطحی آن بستگی دارد . مایع که کشش سطحی پائین دارد پاک کنندۀ خوب است . مواد پاک کننده از قبیل صابون ها وغیره تا اندازه کشش سطحی آب را کاهش میدهد ، به عوض اینکه آب سطح جسم را بپوشاند در این حالت در آنها نفوذ مینماید . موادی که در آب حل میشوند کشش سطحی را تغییر میدهند . افزایش درجه حرارت نیز سبب کاهش کشش سطحی میشود . از همین سبب است که آب گرم پاک کننده خوب است نسبت به آب سرد . واحد کشش سطحی dyn/cm است. کشش بعضی مایعات در جدول (ه) درج است .

10-7 کار برد کشش سطحی

برای اینکه هضم به خوبی صورت گیرد باید شحم به پارچه های کوچک تقسیم شود تا سطح تماس انزایم (lipase) به آن زیاد شود . برای اینکه یک پارچۀ خورد شحم بداخل آب داخل شود لازم است سطح آب پاره گردد . اگر کشش سطحی آب کم باشد این عملیه به آسانی صورت می

گیرد . در امعا نمک های اسید های صفراوی کشش سطحی آب را کم ساخته و باعث میشود که شحم به پارچه های کوچک تقسیم شود و هضم آن آسان گردد .

اگر مجرای صفراوی بند باشد نمک های صفراوی داخل خون شده به ادرار ظاهر میشود . برای اینکه بدانیم که یک ادرار نمک صفراوی دارد یا خیر یک مقدار پودر سلفر را در یک ظرف بالای ادرار میاندازیم . در حالت طبیعی کشش سطحی ادرار به اندازه ایست که پودر سلفر در سطح آن قرار میگیرد . اگر در ادرار نمک صفراوی وجود داشته باشد ، این نمک های صفراوی کشش سطحی را کم ساخته پودر در سطح ادرار قرار نه گرفته بلکه طرف پائین تیوب حرکت میکند .

بین کشش سطحی یک مایع و تأثیرآن بحیث یک ضد عفونی کننده یک ارتباط قوی وجود دارد . در صورتیکه سایر عوامل ثابت نگهداشته شود یک ماده ضد عفونی با پائین ترین کشش سطحی معمولاً موثر ترین ماده خواهد بود . ازورسینول (Hexylresorcinol) با مشخصه تجارتی (ST - 37) فروش میشود . مواد ضد عفونی با کمترین کشش سطحی بوده سطح تماس بیشتری دارد .

10 - 8 جریان مایع در تیوب و قانونپایزولی

پایزولی[1] در قرن 19 جریان مایعات را در تیوب های کوچک مورد تجربه قرار داد و کشف نمود که مقدار مایع که در فی واحد زمان و یا شدت جریان مایع در یک تیوب باریک متناسب به توان چهارم شعاع آن است .

تصور کنید که یک مایع نیوتنی[2] (Newtonian) در یک تیوب به شعاع r و طول L سانتی متر بصورت متداوم در جریان باشد . برای اینکه مایع جریان کند باید فرق فشار ($P_1 - P_2$) بین دو نهایت تیوب موجود باشد ، یک قوه اصطکاک به مقابل جریان عمل میکند که مساوی به لزوجیت مایع ضرب در مساحت سطح تیوب($2\pi rL$) ضرب در گرادیانت سرعت $\frac{dv}{dr}$ یعنی:

$$F_{(vis)} = 2\pi rL \,.\eta\,.\frac{dv}{dr} \ldots(7-10)$$

برای اینکه جریان متداوم باشد باید قوه اصطکاک مساوی به فرق فشار باشد.

$$(p_1 - p_2)\pi r^2 = -2rL\frac{dv}{dr}.\eta.\pi$$

$$\frac{dv}{dr} = -\frac{(p_1 - p_2)}{2L\eta}r$$

$$dv = -\frac{p_1 - p_2}{2L\eta}.rdr$$

$$V = -\frac{(p_1 - p_2)}{4L\eta}r^2 + C$$

---

[1] Magen Poiseulle فزیولوجست و فزیکدان فرانسوي(1799 - 1869)

[2] مایعي که لزوجیت آن همیشه ثابت باشد ، مایع نیوتني نامیده میشود .

چون $V = V(r)$ است در صورتیکه $r = R$ شود $V = 0$ شده

$$V = -\frac{p_1 - p_2}{4L\eta} r^2 + \frac{p_1 - p_2}{4L\eta} R^2$$

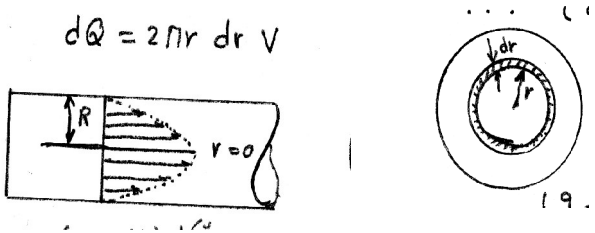
بنابرین :

$$V = \frac{p_1 - p_2}{4L\eta}(R^2 - r^2) \ldots (8-10)$$

$$-\frac{(p_1 - p_2)}{4L\eta} R^2 + C = 0$$

$$C = \frac{(p_1 - p_2)}{4L\eta} R^2$$

از معادله فوق دیده میشود که سرعت مایع شکل پارابولیک دارد . یعنی وقتی که $r = 0$ باشد سرعت اعظمی و وقتیکه $r = R$ شود سرعت در جدار تیوب صفر میشود طبق شکل (7-10) اگر در داخل تیوب



شکل(7-10)

به فاصله r سطحی را مدنظر بگیریم که بین r و $r+dr$ باشد ، مساحت آن عبارت از $2\pi rdr$ میباشد . اگر سرعت مایع در سطح 7 سانتی متر فی ثانیه باشد مقدار مایعی که از آن در هر ثانیه عبور میکند dQ بوده قرار معادله (10-9) داده شده است .

$$dQ = \frac{P_1 - P_2}{4L\eta} r^2 \cdot 2rdr + \frac{P_1 - P_2}{4L\eta} R^2 \cdot 2\Pi rdr$$

با وضع قیمت V در معادله (10-9) بدست می آید که :

با انتگرال گیری در انتروال r = 0 ، r = R بدست می آید .

$$Q = \frac{(P_1 - P_2)}{4L\eta} R^4 \ldots (10\text{-}01)$$

Q مقدار مایع است که در هر ثانیه از تیوب می گذرد.

معادله (10-10) عبارت از قانون پانیزولی میباشد که به الفاظ چنین افاده میشود . مقدار مایع که در فی واحد زمان از یک تیوب میگذرد متناسب به فرق فشار بین دو نهایت تیوب مستقیماً متناسب به شعاع به طاقت چهارم و معکوساً متناسب به طول تیوب و

$$Q = \frac{P_1 - P_2}{8L\eta / \Pi R^4} \ldots (11\text{-}01)$$

لزوجیت مایع که از آن عبور می کند می باشد . معادله (10-11) به شکل ذیل نوشته می توانیم :

$$8L\eta / \Pi R^4 \quad \text{..... (10-12)}$$

معادله (10-12) را مقاومت تیوب می نامند . مقاومت با طول تیوب ولزوجیت مایع مستقیماً متناسب و به شعاع به طاقت چهارم معکوساً متناسب است .

مقاومت تیوب مانند مقاومت برقی جمع می شود . اگردو یا چندین تیوب به صورت مسلسل واقع باشند در انصورت مقاومت مجموعی مساویست به :

$$R=R_1+ R_2 + R_3+ \ldots (10 - 13)$$

اگر مقاومت موازی واقع باشند ، مقاومت مجموعی طبق معادله ذیل جمع می شوند .

$$1/R = 1/R_2 + 1/R_3 + \ldots + 1/R_n \ldots (10-12)$$

قانون پایزولی در شرایط خاص و نسبی در وجود انسان قابل تطبیق است . (7.8,16)

10 - 9 کار برد قانون پایزولی و لزوجیت

اگر به اثر ضیاع آب لزوجیت خون زیاد شود جریان خون متوقف میشود و سبب مرگ میگردد . لذا لازم است که اگر یک شخص به اثر اسهال و یا عارضهٔ دیگر آب ضایع کند ، باید دو باره آب ذریعه ذرق برایش داده شود تا از مرگ نجات یابد . مثلاً در مرض Cholera که در آن محلول

ایزوتونیک نمک قسمت عمده تداوی آن را تشکیل میدهد ، یا بعضی اسهالات دیگر اطفال که باعث ضیاع مقدار زیاد آب میگردد . هم چنان در مرض Polycythemina لزوجیت خون به اثر ازدیاد کریوات سرخ زیاد میشود و به جریان خون صدمه وارد کرده کار قلب را سنگین میسازد ، به این مریضان از یکطرف ادویه میدهند تا تولید کریوات سرخ کم شود و از جانبی دیگر از مریضان خون میگیرند تا لزوجیت خون به حالت طبیعی بر گردد .

چون نظر به قانون پایزولی مقدار خونی که از یک شریان در واحد زمان جریان میکند متناسب است به شعاع به طاقت چهار . لذا اگر به اثر مریضی شریان مانند Atherosclerosis قطر یک شریان قلبی نصف گردد ، جریان خون از آن 16 مرتبه کم میشود . اگر به اثر ادویه قطر یک شریان را توسعه بدهیم و آن را دو چند کنیم جریان خون در آن 16 چند میشود . لذا قطر شریان در جریان خون رول مهم دارد .

ورید باب خون را از روده ها و معده جمع نموده بداخل جگر میفرستد و در داخل جگر نیز به ورید های کوچک تقسیم میشود . ضمناً ورید های معده با ورید های مری هم اتصال داردند . هرگاه جگر مریض شود ، طوریکه شاخچه های ورید باب زیر فشار آید و قطر شان کم شود مقاومت رگها زیاد میشود . وجود برای اینکه خون امعاء ومعده را از جگر بگذراند با میخانیکیت های مختلف فشار ورید باب را زیاد میکند که بنام Portage Hypertension یا فرط فشار ورید باب یاد میشود . چون ورید های معده زیاد با ورید های مری اتصال دارند و فشار خون در ورید های معده زیاد

میشود که بنام دو والی مری Esophageal Varices یاد میشود . دوران خون طفل در شکم مادر از دوران خون آن بعد از تولد فرق دارد ، طوریکه خون از دهلیز راست از طریق سوراخ Foramen Ovale به دهلیز چپ میرود . اگر چه یک پرده بالای این سوراخ طوری وجود دارد که اگر خون از دهلیز چپ بخواهد بدهلیز راست برود این پرده اجازه نمیدهد . خون که ذریعهٔ بطن راست پمپ میشود داخل شریان ریوی میگردد ، تماماً به شش نمیرود . زیرا بین شریان ریوی و شریان ابهر مجرا موجود است که بنام Ductus Artheriosus یاد میگردد و در نتیجه بسیار کم خون به ششها جریان میکند . البته ، خونیکه به ششها میرود کدام تغییری در آن رخ نمیدهد ، وقتیکه خون به حوصلهٔ طفل میرسد از آنجا دو شریان جدا میشود که بنام شریان های ناف یاد میشود خون را به Placenta میبرد که در آنجا خون مادر از یکطرف پردهٔ نازک میگذرد و خون طفل از طرف دیگر عبور میکند . تبادلهٔ O_2 و مواد غذایی و مواد فاضله صورت میگیرد ، یعنی خون طفل از خون مادر O_2 و مواد غذایی را گرفته و مواد فاضله را به خون مادر با CO_2 میدهد و خون پاک اوکسیجن دار از پلاسنتا ازطریق ورید ناف به ورید اجوف سفلی طفل آمده و به دهلیز راست میریزد . البته شرائین وجود دارد که خون را به تمام اعضای طفل میرساند و ورید ها خون را از اعضا جمع نموده به دهلیز راست میرساند . اما وقتیکه طفل تولد میشود ، حتی قبل از اینکه تنفس کند تغییرات ذیل در دوران طفل صورت میگیرد :

Ductus Artheriosus بسته میشود، خون به ششها جریان میکند و Foramen Ovale بسته میشود ، آیا این تغیرات به کدام میخانیکیت ها صورت میگیرد؟ چون شریان ابهر بزرگ است مقاومت آن کم بوده لذا جریان خون در پلاسنتا با جریان خون در بدن طفل موازی میباشد . اگر مقاومت بدن طفل R1 و مقاومت پلاسنتا R2 باشد مقاومت مجموعی قرار معادلهٔ ذیل داده شده است .

$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2$$

$$R - R_1R_2/R_1 + R_2 = R_1/1 + R_2/R_1$$

لذا دیده میشود که مقاومت مجموعی دوران نسبت به مقاومت بدن طفل R_1 کمتر میباشد . لذا فشار در شریان ابهر کم بوده و به همان فشار میتواند خون را به پلاسنتا و اعضای بدن طفل پمپ نماید .

اما وقتیکه طفل تولد میشود شریان های ناف بسته میگردد ، مقاومت آن بسیار بزرگ شده یعنی $R2 \rightarrow \infty$ شده و $R1/R2$ بسیار خورد و به صفر تقرب میکند . لذا مقاومت دوران طفل R مساوی به R1 میشود ، یعنی مقاومت بیشتر میگردد . برای اینکه خون در بدن طفل جریان کند فشار خون در شریان ابهر بلند میرود و مانع جریان خون از شریان ریوی به شریان ابهر میگردد . ورید ریوی به دهلیز چپ میریزد و فشار خون در دهلیز چپ زیاد شده Foramen Ovale را بند میسازد .

در فرجام باید خاطر نشان ساخت که قانون پایزولی تقریبی بوده و ضمناً به جریان مایعات مربوط میشود که لزوجیت ثابت داشته باشد و جریان هم یک جریان آرام باشد . لذا این قانون مستقیماً جهت مطالعهٔ جریان خون بکار برده نمیشود . هکذا قانون پایزولی در تیوب های با قطر یکنواخت مربوط میشود . بناءً چون خون در رگها به قطر های متفاوت جریان دارد لذا قانون پایزولی تقریبی میگردد نه بصورت دقیق و کلی .(6,8,14)

مثال 1:

مویرگی به شعاع 4μ تحت اثر فشار 30mmHg قرار دارد در اینصورت کشش دیوار با جدار مویرگها چند است ؟

$$T = 30mmHg\frac{1333dyn/cm^2}{mmHg}4.10^{-4}$$

$$T = 16dyn/cm$$

مثال 2

برای محاسبهٔ جریان مایع از یک تیوب که طول آن 20cm و تفاوت فشار مساوی به اختلاف ارتفاع مایع در تیوب 5cm و قطر داخلی تیوب 0,5cm باشد . اگر مایع (آب) درحرارت 20 درجه سانتی گراد و $\eta = 0.01dyn.\sec/cm^2$ باشد نوشته میتوانیم .

$$P_1 - P_2 = 5\,cm\,H_2O$$
$$L = 20cm$$
$$\eta = 0{,}01\,{dyn \cdot Se}/{cm^2}$$
$$t = 20\,c^0$$
$$P_1 - P_2 = (5\,cm\,H_2O) = 980\,\frac{dyn/cm^2}{cm\,H_2O} = 4900\,{dyn}/{cm^2}$$
$$P_1 - P_2 = 4900\,dyn/cm^2$$
$$Q = (P_1 - P_2)\cdot {\pi R^4}/{8L\eta}$$
$$Q = 4900\,{dyn}/{cm^2}\cdot \frac{3{,}14\cdot(0{,}25)^4\,cm^4}{8\cdot 0{,}01\,dyn\cdot\delta/cm^2\cdot 20cm}$$
$$Q = {38cm^3}/{Sec}$$

مسایل

1: در امتداد تیوب بطول 100cm و شعاع داخلی 0,5cm تفاوت فشار $1cmH_2O$ است . میزان جریان حجمی مشاهده شده $24cm^3/s$ می باشد . میزان جریان برای تفاوت فشار $25cm\ H_2O$ چقدر است ؟

انتظار دارید که میزان حجمی در تیوب بطول 2cm و شعاع داخلی 0,1cm چنانچه به این فشار تأمین شود چقدر است ؟

اگر تیوب های 2 و 100 سانتی متری به یک دیگر متصل می شوند و تفاوت فشار آب 20cm می شود ، میزان جریان چقدر است ؟

2 ـ اگر یک حوض را یک نل که قطر آن یک انج است در 8 ساعت پر می کند همان حوض از دو نل که قطر آن یک انج است در چند ساعت پر می کند ؟

3 ـ لزوجیت بنزین به $6,47.10^{-3}$ pois می باشد . در $20C^0$ کثافت آن 0,2794 g/cc است . زمان جریان آن در و یسکوزی متراسوالد 384sec است . اگر کثافت اپتایل الکول در $20\ C^0$ ، 0,7893g/cc باشد . در زمان جریان 400 sec لزوجیت ایتایل الکول چند است ؟

4 – فشار برای به جریان انداختن آب با سرعت جریان $10cm^3/min$ را در حالی که از سوزن زرقی تحت پوست به طول 20cm و قطر 0,3mm پیدا کنید ؟

5 – در فشار عادی خون ، خون در شریان گرونری سالم در جریان است . میزان جریان حجمی آن $100cm^3/min$ می باشد . اگر شعاع داخلی شریان به 80% شعاع اولیه کاهش یابد و سایر عوامل ثابت باقی بماند میزان حجمی چقدر است ؟.

جدول های ضمیمه

جدول (1) ثابت های اساسی فزیک

ثابت های فزیکی	علامه	قیمت عددی
سرعت نور در خلا	C	$2,998.10^{8} m/s$
ثابت قوه جاذبه	G	$6,67.10^{-11} m^{3}/kg^{s^{2}}$
ثابت او و گدرو	Na	$6,02.10^{23} mol^{-1}$
ثابت عمومی گازات	R	$8,31 J/molk^{\circ}$
ثابت بولتزمن	K	$1,38.10^{-23}.J/K^{\circ}$
ثابت فرادی	F	$9,65.10^{4} c/mol$
چارج بسیط	E	$1,602.10^{-19}.9,11.10c$
کتله الکترون	Me	$9,11.10^{-31} kg$
کتله پروتون	Mp	$1,672.10^{-27} kg$
کتله نیوتن	Mn	$1,675.10^{-27} kg$
چارج مخصوصه الکترون	e/m	$1,76.10^{11} c/kg$
واحد اتمی کتله	1U	$1,66.10^{-27} = 931mev$
ثابت برقی	$\varepsilon_{\circ}$	$8,85.10^{-12} f/m$
ثابت مقناطیسی	$\mu_{\circ}$	$1,26.10^{-6} h/m$
ثابت پلانک	H	$2,625.10^{-34} J.s$
شعاع الکترون	R	$2,817939.10^{-15} nl$
ثابت سیتفان	Δ	$5,6697.10^{-15} wm^{-2}k^{-4}$
تعجیل سقوط آزاد	G	$9,80665 m/s^{2}$

جدول قیمت های sin , tan جدول (2)

درجه	Sinساین	تانجات tan	درجه	sinساین	sinتانجات	درجه	sinساین	تانجات tan
0	0.0000	0.0000	31	0.5150	0.6009	61	0.8746	1.804
1	0.0175	0.0175	32	0.5295	0.6249	62	0.8829	1.881
2	0.0349	0.0349	33	0.5446	0.6494	63	0.8910	1.963
3	0.0523	0.0524	34	0.5592	0.6743	64	0.8988	2.050
4	0.0698	0.0699	35	0.5236	0.7009	65	0.9063	2.145
5	0.0872	0.0275	36	0.5872	0.7265	66	0.9135	2.246
6	0.1045	0.1051	37	0.6018	0.7536	67	0.9272	2.356
7	0.1219	0.1228	38	0.6157	0.7213	68	0.9336	2.475
8	0.139	0.1405	39	0.6293	0.8098	69	0.9397	2.605
9	0.1564	0.1584	40	0.6428	0.8391	71	0.9455	2.747
10	0.1736	0.1765	41	0.6561	0.8693	72	0.9511	0.904
11	0.1908	0.1944	42	0.6691	0.9004	73	0.9565	3.079
12	0.2079	0.2126	43	0.6720	0.9320	74	0.9613	3.271
13	0.2250	0.2309	44	0.6947	0.9654	75	0.9659	3.487
14	0.2419	0.2493	45	0.7071	1.000	76	0.9705	3.732
15	0.2586	0.2679	46	0.7193	1.039	77	0.9744	4.011
16	0.2756	0.2867	47	0.7314	1.072	78	0.9781	4.351
17	0.2924	0.3057	48	0.7431	1.0111	79	0.9816	4.705
18	0.3090	0.3248	49	0.7547	1.0150	80	0.9848	5.145
19	0.3256	0.3443	50	0.7660	1.0162	81	0.9848	5.671
20	0.3420	0.3640	51	0.7771	1.0235	82	0.9903	6.314
21	0.3584	0.3839	52	0.7880	1.0280	83	0.9925	7.115
22	0.3706	0.4040	53	0.7980	1.0327	84	0.9945	8.114
23	0.3907	0.4245	54	0.8090	1.0376	85	0.9962	9.51
24	0.4067	0.4452	55	0.8192	1.0428	86	0.9986	11.43
25	0.4226	0.4663	56	0.8290	1.0485	87	0.9986	14.30
26	04384	0.4877	57	0.8537	1.0540	88	0.9994	19.08
27	0.4590	0.5095	58	0.8480	1.0600	89	0.9998	28.65
28	0.9695	0.5317	59	0.8532	1.0664	90	1.000	57.29
29	04848	0.5643	60	0.8660	1.0762			∞
30	0.5000	0.5774						

تبدیل واحدات به سیستم های F.P.S C.G.S , SI جدول (3)

Length	M	Cm	In	Ft	Yd
1 meter	1	100	39,3701	3,28084	1,09361
1centimeter	0,01	1	0,393701	0,0328084	0,0109361
1 inch	0,0254	2,54	1	0,0833333	0,0177778
1 foot	0,3048	30,48	12	1	0,333333
1 yard	0,9144	91,44	36	3	1
	Km	Mile			
1 kilometer	1	0,621371			
1 mile	1,60934	1			
1 light year = $9,46070.10^{15}$ meters = 5,87848.1012mil 1 astronomical Unit = $1,496.10^{11}$m 1 parsec = $3,0857.10^{16}$m=3,2616 Ly					

جدول (4) ضرایب تبدیل

برای تبدیل	مضرب کنید	برای تبدیل	ضرب کنید	برای تبدیل	ضرب کنید
اینچ به سانتی متر	2,54	Lb/in^2 اتمسفیر به	14,7	کالوری به J	4,186
فت به سانتی متر	30,48	mmHg lb/in^2	51,7	کیلو کالوری به J	4186
متر به فت	3,28	mmH2o mmHg	13,6	ساعت به J Kwat	$3,6.10^6$
میل به فت	5280	Dyn/cm^2 cmH20	980	J به ev	$1,6.10^{19}$
میل به متر	1609	Dyn/cm^2 mmHg	1333	فت پوند بر ثانیه به وات	1,356
میل به کیلو متر	1,609	N/m^2 dyn/cm2	0,1	اسب بخار به وات	746
انگستروم به سانتی متر	15^8	N/m^2 mmHy	133,3	Watt به erg/s	157
انگستروم به متر	15^{10}	N/m^2 cmH2o	98		
میل بر ساعت به فت بر ثانیه	1/467	M^3 cm^3	15^4		
متر بر ثانیه به میل برساعت	2,24	Cm3 in3	16,39		
پوند به ثوتن	4,45	M^3 $F1^3$	$2,83.10^2$		
واین به ثوتن	15^7	M^3 لیتر به	0,01		
پوند به واین	$2,45.10^5$	Cm^3 گیلن به	3785		
حسلک به کیلوگرام	14,59	In^3 گالن به	231		
N/m^2 به lb/f^2	47,88	ب ژول(J) FTlb	1,356		
N/m^2 به lb/in^2	68,95	Joul erg	157		

جدول(5) لزوجیت

شماره	نام مایع	درجه ناحرارت	کشش سطحی dyn/cm
1	آب و هوا	20	72
2	پلاسما، هوا	37	40 – 50
3	مایعات پاک کننده	20	25 – 45
4	سیماب ، هوا	20	465
5	ادرار، هوا	37	66
6	ایتایل الکول	20	20,30
7	ایتر ، هوا	20	17
8	بنزین ، هوا	20	29
9	گلسترین	20	63
10	سیماب هوا	20	392
11	آلمحلول mol , Nacl	20	74,4

جدول(6) کشش سطحی (γ)

(η)

شماره	نام مایع	درجه ناحرارت	لزوجیت m.poise
1	آب	20	1,00
2	بنزین	20	0,65
3	ایتر	20	0,23
4	ایتایل الکول	20	1,20
5	گلسترین	20	8,3000
6	روغن زیتون	20	986,000
7	آب	37	6,9
8	پلازما	37	10
9	خون	37	20
10	سیماب	0	$0,016.10^{-1}$
11			

جدول (7) ضرایب تبدیل

برای تبدیل	مضرب کنید	برای تبدیل	ضرب کنید	برای تبدیل	ضرب کنید
اینچ به سانتی متر	2,54	اتمسفیر به Lb/in^2	14,7	کالوری به J	4,186
فت به سانتی متر	30,48	$mmHg$ lb/in^2	51,7	کیلو کالوری به J	4186
متر به فت	3,28	$mmH2o$ $mmHg$	13,6	ساعت به J Kwat	$3,6.10^6$
میل به فت	5280	Dyn/cm^2 $cmH20$	980	J به ev	$1,6.10^{19}$
میل به متر	1609	Dyn/cm^2 $mmHg$	1333	فت پوند بر ثانیه به وات	1,356
میل به کیلومتر	1,609	N/m^2 $dyn/cm2$	0,1	اسب بخار به وات	746
انگستروم به سانتی متر	15^8	N/m^2 $mmHy$	133,3	Watt به erg/s	157
انگستروم به متر	15^{10}	N/m^2 $cmH2o$	98		
میل بر ساعت به فت بر ثانیه	1/467	M^3 cm^3	15^6		
متر بر ثانیه به میل برساعت	2,24	$Cm3$ $in3$	16,39		
پوند به نیوتن	4,45	M^3 $F1^3$	$2,83.10^2$		
واین به نیوتن	15^5	M^3 لیتر به	0,01		
پوند به واین	$2,45.10^5$	Cm^3 گیلن به	3785		
حسلک به کیلو گرام	14,59	In^3 گالن به	231		
N/m^2 به lb/f^2	47,88	ب ژول(J) FTlb	1,356		
N/m^2 به lb/in^2	68,95	Joul erg	157		

جدول (8)مقدار کالوری در برخی غذا های معمول

غذا یا سوخت	ارزش غذائی (Kcal/g)	غذا یا سوخت	ارزش غذائی (Kcal/g)
هایدروکاربنها به طور متوسط	4.1	برنج سفید پخته	1.09
پروتین ها به طور متوسط	4.1	بادنجان رومی	0.22
شحم به طور متوسط	9.3	ماهی	1.97
سیب	0.58	زغال	8
مرغ سخاری	1.6	نفت	11.4
چاکلیت	5.28	نفت کوره	10.5
قهوه	0.008	میتانول	5.2
تخم مرغ	1.63	گاز طبیعی	13
شیر کامل	0.64	چوب	4
شکر	4	حبوبات	1.18

جدول (9)میزان مصرف انرژی برخی از فعالیتها گوناگون در شخص به وزن 76 کیلوگرام

نوع فعالیت	میزان مصرف انرژی (Kcal/m)	نوع فعالیت	میزان مصرف انرژی (Kcal/m)
خواب	1.2	مسابقه بایسکیل سواری	26.5
استراحت در حال نشسته	1.7	موتر سواری	2
ایستادن در حالت معمولی	1.8	بایسکیل سواری (8-13km/h)	5.7
نشستن در صنف	3	بالا رفتن به زینه	9.7
عادی راه رفتن(4km/h)	3.8	سکی روی یخ (14.5m/h)	9.8
بازی بسکتبال	11.4	شنای قورباغه	6.8
بازی تینس	6.3		

مآخذ

1 ریاضی . مجتبی ، فزیک دینامیک . سال 1367 . نشرات تهران . ص 167 ، 166 ، 414 ، 416 ، 413 .

2 ـ زارع . احسان الله . فزیک میخانیک . سال 1360 . نشرات انستیتوت طب کابل .

3 ـ جان . کامرون ، جیز اسکوفرونیک . فزیک پژشکی . مترجم اریایی. چاپ سوم ، سال 1389 تهران ص 49 ، 25 ، 20 ، 7 ، 74 .

4 ـ جیمزل . مریان . پ ، ل . ج . کریک . فزیک دینامیک . سال 1374 . ترجمه ، واحدی . هاله ، رضایی . عبدالمجید ، محمد قوامی ، سیتلو کامران . ملکان . مجید تهران ص ص 12 ، 10 ، 8 ، 16 ، 84 ، 86 .

5ـ حکیمزاده . عبدلودود . فزیک میخانیک طبی سال 1367 . نشرات انستیتوت طب کابل .

6 ـ شمس . پوهاند دکتور محمد انور، جویان عبدالعلی ، غلیزی . دوست محمد . فزیک عمومی جلد اول . سال 1369 . کابل . ص 22 ، 30، 64 ، 70 .

7. کریمی . تیمور ، حبیب . حبیب اله ، واکنر فزیک میخانیک . سال.1352 پوهنتون کابل .

8 ـ غضنفر . پوهاند دکتور سید الفشاه . بیوفزیک . سال 1367 . نشرات انستیتوت کابل .

9 ـ هالیدی . دیوید . رابرت زرنیک ، فزیک عمومی جلد اول سال 1369 . ترحمه گلستانیان ، نعمت اله. بهار . محمود . تهران . ص 1 ، 3 ،32 ـ 47، 60ـ 66 ، 90 ـ92 ، 110 -116 ف 153-157 .

10 – هیسل . هوارد فلیتر . فزیک در پرستاری . مترجم ، پروین . رنجانی ، عزالدین ، میرزابیگی . جهان کشاه . سال 1367 . تهران . ص ص 9–24 ، 26-42 ، 70-85 ، 93-99 ، 103-157 .

11 – محجوب .سعید . فزیک دینامیک سال 1367 . تهران ص ص 166 ، 167 ، 413 ، 414 ، 416 .

12- A.Kitaigorodsky . Introduction of Physics. Translated from the Russian . by O . Smith and L . Levant . 1981 . p p 16,34 ,36 .

13 – Alexander Taffel M, A.V visualized Physics revised edition 1964 . New York . p p 1-3 , 72-75 , 80-87 , 89-92 .

14 – Arthur C.Guyton . Text book of Medical physiology volum -1 . 8 edition translated by Farrokh Shad an 1991 . p-325 .

15 – B.M. Yavorsky and A.A.pinsky Fundamentals of physics volum-1 1997 . oscow \\ 23 , 25 , 26 , 43 .

16- Carl .R Nave ,Branda C,Nave.Physics for Health sciences.1372 Translated by Takalu . Ali Asghar Tehran . p p 16,21 , 28,37 ,70 ,83-96.

17-Erich Husmann . E.E ,Ediger . P. Slack . physics 2 edition New York . 1959 , pp 63-68 ,70-74, 82,83 ,137.

18-Forrst. H. M, Orthopedics Biomechanics U.S.A. 1993.
19-John.R. Comeron.Jomes .G.Skofronick .Medical . Tehran . 90Physics Translated by Abbas Takaveer . 13 pp 17-26,31-55,86-93,104-111.
20-K.C.Sachdev. B.D Duggal Introduction of physics 1967.5 edition , Delhe pp 13,20-23,31-33,59-63.
21- M.Nelkon .principles of Physics .8-edition . 1991. London pp 39-41,46,47,70.
22- Richard T. Weidner ,Rabert.L. Sells Elementary classical physics. 1971.volum -2. New York pp 3-7 , 10-13 ,19-21,25.36-42,78,79 , 115-122.

- White, Frank M., Fluid Mechanics, McGraw-Hill, 5th edition, 2002, ISBN 0-07-283180-4.
- Pope, Stephen B., Turbulent Flows, Cambridge University Press, 1st edition, 2000, ISBN 0-521-59886-9

اینجانب میر محمد ظاهر (حیدری) فرزند میر غلام حیدر در یک خانواده با ضمیر روشن در سال 1331 در شهر تالقان ولایت تخار چشم به جهان کشودم. و در سال 1337 شامل مکتب و در سال 1349 از لیسه تالقان

وقت از صنف 12 فارغ و بعد از یک مدت خدمت در سال1354 شامل فاکولته ساینس پوهنتون کابل و در سال 1357 از رشته فزیک فارغ التحصل گردیدم. بعد از فراغت از پوهنحی بحیث سوپر وایزر ساینس در تعلیم و تربیه تخارمقرر گردیدم بعد از یک مدت به خدمت عسکر ی بعد از ترخیص در تربیه معلم ولایت تخار به حیث استادمقرر گردیدم. بعد از چند مدت بحیث معاون تدریسی خدمت نمودم .و در سال 1364 شامل پروگرام ماستری اکادمی تربیه معلم وبعد از اخذ دیپلوم ماستری بحیث استاد و بعداًمدیر عمومی خدمت نمودم . در سال 1368 بحیث استاد نامزد پوهنیار دانشکده طب بلخ تبدیل و بعداً بحیث معاون وتا سال 1370 درین سمت قرار داشتم . در سال 1373 مجداً بحیث معاون و یک مدت بحیث سر پرست درین پوهنحی و بعد از یک مدت انفصال ازین پست در سال 1378مجداً بحیث معاون مقرر و تا سال 1381 در ین پست قرار داشتم .بمنظور انجام کار های علمی و تحقیقی ازین پست استعفاء نمودم وحدود23 سال می شود که در فاکولته طب پوهنتون بلخ مصروف تدریس هستم که در فوق گزارش یافت.

بر علاوه وظایف استادی در کمیته و سایر فعالیت های اکادمیک شمولیت داشتم که مختصر گزارش می گردد.

اولین رئس کمیته امتحانات پوهنتون بلخ با طرح اولین طرزالعمل کاری ، عضو شورای علمی پوهنتون بلخ ، عضو شورای علمی پوهنحی، رئیس کمیته بررسی اسناد فارغان ، مسول کمیته انسجام ترفیعات علمی فاکولته طب و عضو کمیته تضمین کیفیت و اعتبار دهی پوهنتون بلخ می باشم.

رتبه دولتی ام خارج رتبه و رتبه علمی ام پوهاند بوده تعداد اثار علمی ام در حدو د 22 اثر علمی تالیفی، تحقیقی ورساله علمی به نشر شده و 2 اثر تحت کار دارم که انشاء اله اماده چاپ میگردد.

با احترام

پوهاند میر محمد ظاهر حیدری

استاد فزیک طبی پوهنحی طب

پوهنتون بلخ 1391

Abstract:

Literature Review:

Medical Physics at university level and teaching it in Faculties of Medical is the key in students' success to apply the knowledge gained through these lessons in their day-to-day affairs. And it is in the category of basic subjects being taught for medical students. In the past it was taught under the title of physics, but today due to rapid expansion of knowledge and technology and the correlation of physics with other subjects Medical Physics is taught as an independent subject in Faculties of Medical. An important section of Medical Physics is Mechanic which is taught 2 credit hours in a week (1 hour of lecture and 2 hours of its practical) in the curriculum of Faculty of Medical.

Aim:

Introducing the rules of Medical Physics specially the mechanics section and its vast use in explaining activities performed by human's body constitutes the major aim of this book.

Material and Method:

The sources which are used in this book are from journals, internet, etc. In addition this book is a guide for those students who are after gaining adequate information on Medical Physics and its application. It will lead them to autodidact learning on different aspects of physics. In this book relation of subjects and pedagogical goals are systematically regarded.

Usefulness:

Teaching Medical Physics especially the Mechanics Section is in the curriculum of Faculties of Medical and students are eager to describe the activities performed by human's body.

Conclusion:

All the events and changes in the body such as blood pressure, blood circulation, movement and activities of heart and production of energy are all explained based on Laws of Mechanics. Thus, this will lead students in learning adequate information on Laws of Mechanics.

Publishing of textbooks and providing support
For the medical colleges in Afghanistan

Honorable lecturers and dear students,

The lack of quality text books 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 60 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 have easy access to 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 critical situation of this war torn 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 60 different medical textbooks from Nangarhar, Khost, Kandahar, Herat, Balkh & Kabul medical colleges.

Currently we are working on to publish 60 more different medical textbooks, a sample of which is in your hand. It is to mention that all these books have been distributed among the medical colleges of the country free of cost.

As requested by the Ministry of Higher Education, the Afghan universities, lecturers & students they want to extend this project to non-medical subjects like (Science, Engineering, Agriculture, Economics & Literature) and it is reminded that we will publish textbooks for different colleges of the country which are in need.

As stated that publishing medical textbooks is part of our program, we would like to focus on some other activities as following:

1. Publishing Medical Textbooks

This 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 and publish each year 100 different textbooks for Afghan Higher Education Institutions.

2. Interactive and Multimedia Teaching

In the beginning of 2010, we were able to allocate multimedia projectors in the medical colleges of Balkh, Herat, Nangarhar, Khost & Kandahar. To improve learning environment the classrooms, conference rooms & laboratories should also be equipped with multimedia projectors.

3. Situational Analysis and Needs Assessment

A comprehensive need assessment and situation analysis is needed of the colleges to find out and evaluate the problems and future challenges. This would facilitate making a better academic environment and it would be a useful guide for administration and other developing projects.

4. College Libraries

New updated and standard textbooks in English language, journals and related materials for all important subjects based on international standards should be made available in the libraries of the colleges.

5. Laboratories

Each medical college should have well-equipped, well managed and fully functional laboratories for different fields.

6. Teaching Hospitals (University Hospitals)

Each medical college should have its own teaching hospital (University Hospital) or opportunities should be provided for medical students in other hospitals for practical sessions.

7. Strategic Plan

It would be very nice if each medical college has its own strategic plan according to the strategic plan of their related universities.

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 for publication. 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.

We are very thankful to the German Federal Foreign Office; German Academic Exchange Service (DAAD) for providing funds for 90 different medical textbooks and the printing process for 50 of them are ongoing. I am also thankful to Dr. Salmaj Turial from J. Gutenberg University Mainz/Germany, Dieter Hampel member of Afghanic/Germany and Afghanic organization for their support in administrative & technical affairs.

I am especially grateful to GIZ (German Society for International Cooperation) and CIM (Centre for International Migration & Development) for providing working opportunities during the past two 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 Associate Prof. Dr. Gul Hassan Walizai, the universities' chancellors and deans of the medical colleges 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 Dr. M. Yousuf Mubarak, Abdul Munir Rahmanzai, Ahmad Fahim Habibi, Subhanullah and Hematullah in publishing books.

Dr Yahya Wardak
CIM-Expert at the Ministry of Higher Education, November, 2012
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 itis 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 and new learning materials, new textbooks should be published for the students.

I appreciate the efforts ofthe 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 tothe German Federal Foreign Office, theGerman Academic Exchange Service (DAAD)and all those institutions and its 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 2012

Book Name	Medical Physics (Mechanics)
Author	Prof. Mir M. Zaher Haidary
Publisher	Balkh Medical Faculty
Website	www.ba.edu.af
No of Copies	1000
Published	2012
Download	www.ecampus-afghanistan.org
Printed at	Afghanistan Times printing press

This Publication was financed by the German Academic Exchange Service (**DAAD**) with funds from the German Federal Foreign Office.

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 text books please contact us:
Dr. Yahya Wardak, MoHE, Kabul, Afghanistan
Office 0756014640
Email wardak@afghanic.org

ISBN 978- 1234567897

All rights are reserved with the author

Printed in Afghanistan 2012

Balkh Medical Faculty

AFGHANIC

Prof. Mir M. Zaher Haidary

Medical Physics (Mechanics)

DAAD Deutscher Akademischer Austausch Dienst
German Academic Exchange Service

2012

This document was created with Win2PDF available at http://www.win2pdf.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.