

فزیک طبی I



چاپ پنجم

Download more from Libtoon.com

Libtoon.com

LIBTOON.COM

مولف : پوهنوال شیر محمد کریم یار



مشخصات کتاب

نام کتاب	:	فزیک طبی I (Medical Physic I)
مؤلف	:	پوهنوال شیر محمد کریمیار
چاپ و نشر	:	انتشارات صریر ۰۷۰۰۷۷۲۲۴۲
نوبت	:	چاپ پنجم
قیمت	:	۲۶۰ افغانی
تیراژ	:	۵۰۰ جلد
حق کاپی محفوظ است		

هر نوع کاپی نمودن بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع می باشد.

آدرس مرکز پخش:

✓ کابل، مارکیت جوی شیر، کتاب فروشی طبی احمد / ۰۷۸۶۰۵۷۶۷۳

و تمام کتاب فروشی های شهر و ولایات

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سخن‌ناشور

استادان گرامی و محصلین عزیز!

کمبود و نبود کتب درسی در پوهنتون های افغانستان از مشکلات عمده به شمار می رود. محصلین و استادان با مشکلات زیاد روبرو می باشند. آنها اکثراً به معلومات جدید دسترسی نداشته و از کتاب ها و چپتر های استفاده می نمایند که کهنه بوده و در بازار به کیفیت پایین عرضه می گردد.

برای رفع این مشکلات شرکت خدمات چاپی صریر، کتاب فزیک طبی I (میخانیک، حرارت و ترمودینامیک) را - با بهترین کیفیت، در وقت کمتر و در داخل کشور به چاپ برساند.

نوت: پلان استراتژیک وزارت تحصیلات عالی کشور بیان می دارد

(برای ارتقای سطح تدریس، آموزش و آماده سازی معلومات جدید، دقیق و علمی برای محصلان، باید برای نوشتن و نشر کتب علمی به زبان های ملی زمینه مساعد گردد. برای تجدید نظر در نصاب تعلیمی ترجمه از کتب و مجلات انگلیسی به زبان ملی حتمی و لازمی می باشد. بدون امکانات فوق ناممکن است تا محصلان و استادان در تمامی بخش ها به پیشرفت های مدرن و معلومات جدید زودتر دسترسی بیابند). استادان و محصلین پوهنخی 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 می گردد، از جمله مشکلات عمده در این راستا می باشد. باید ان عده از کتاب هایی که توسط استادان تحریر گردیده اند، جمع آوری و چاپ گردند. با در نظر داشت 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.

قابل ذکر است امروز بیشتر مواد چاپی در خارج از کشور خصوصاً همسایگان نزدیک ما چاپ میشود

اما ازین به بعد کوشش به خرج خواهیم داد تا با بهترین کیفیت در داخل کشور به چاپ برسد.

باید یادآور شد که

- به اثر درخواست پوهنتون ها، استادان محترم و محصلین عزیز، در آینده می خواهیم این پروگرام را به بخش های غیر طبی (ساینس، انجینیری، زراعت و سایر بخش ها) و پوهنخی های دیگر هم توسعه دهیم و کتب مورد نیاز پوهنتون ها و پوهنخی های مختلف را چاپ نماییم.
- ما می خواهیم که روند چاپ 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 مؤسسات تحصیلات عالی کشور نظر به خواست شان کتب تهیه نماییم.
- 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 ویرایش (Edit) و آماده چاپ نمایند. بعداً در اختیار ما قرار دهند، تا به کیفیت عالی چاپ و به دسترس پوهنخی های مربوطه، استادان و محصلین قرار داده شود.

قابل یاد آوری است که

از عموم مراکز نشراتی (هم از فوتوکاپی های نزدیک پوهنتون طبی و هم از نشرات مؤسسات تحصیلات عالی خصوصی) که از کتاب دست داشته استفاده میکنند، صمیمانه تقاضا می گردد تا از هر نوع چاپ خودسرانه و کاپی برداری خودداری نمایند در غیر این پیگرد قانونی صورت خواهد گرفت.

داکتر مصطفی "روفی"

ریس شرکت خدمات چاپی

پیشگفتار

میدانیم فزیک یکی از رشته اساسی علوم طبیعی بوده با درک از فزیک و پی بردن به این علم جهان شمول میتوان دریچه های ورودی به تمام علوم basic science، طب و تکنالوجی باز کرد.

تحقیقات و پژوهش های علمی و نتایج بدست آورده از کارهای علمی و تحقیقی و مطالعه کتب و آثار علمی و تجربه کافی در امور تدریس برای دانش آموزان سبب ایجاد تفکر نوین گردیده. پژوهشگران و متفکران را متحد می سازد که مطابق عصر و زمان کتب بهتر برای علاقمندان آماده نمایند. خداوند(ج) را سپاس گذارم تا در چنین حالات و شرایط زمان برایم فرصت میسر گردید تا تحولات و پیشرفت های معاصر را در برنامه های درسی مطابق نیاز زمان شامل ساخته تا حد توان ادای مسوولیت نمایم.

نظر به ضرورت و نیاز محصلین سمستر اول پوهنتون طبی تالیف بخش اول فزیک طبی (میخانیک صوت و حرارت و ترمودینامیک) را در (۱۳) فصل مطابق کریکولم درسی آماده نمایم. البته در جمع آوری موضوعات و معلومات از منابع معتبر فزیک تلاش زیاد کردم تا تسلسل و ارتباطات فهم فزیک را در نظر گرفته و کاربرد آنرا در مسایل و موضوعات طبی تحقق بخشم تا باشد محصلین عزیز طب از فزیک، معلومات و اطلاعات جدید بدست آورده و آنرا در عرصه طب و مسلک خویش مورد استفاده قرار دهند.

در اخیر از استادان محترم هر یک پوهاند دوکتور محمد قاسم جمدر، پوهاند دوکتور عبدالحی نظیفی، پوهاند کریم الله، استادان پوهنهی ساینس پوهنتون کابل و پوهاند خان محمد خان و پوهنوال دوکتور امین الله همکار استادان پوهنتون طبی کابل که برای بنده در بخش فزیک میخانیک تقریظ تحریر نمودند، و از اساتید کدري دپارتمنت فزیک طبی که مرا مساعدت کرده،.

با عرض حرمت

پوهندوی شیر محمد کریم یار

استاد دپارتمنت فزیک پوهنتون طبی کابل

3500

فهرست مندرجات

صفحه	عناوین
۲۱	مقدمه
فصل اول	
سیستم واحداث و اندازه گیری آن	
۲۳	اندازه گیری کمیات فزیکتی و سیستم واحداث
۲۴	واحد زمان
۲۵	واحد طول
۲۵	اضعاف و اجزای متر
۲۸	واحد کتله
۲۹	امپیر
۲۹	کلوین
۲۹	مول
۲۹	شمع یا کندل
۲۹	سیستم واحداث اساسی
۳۰	جدول میزان طبی تعداد تنفس و ضربان قلب
۳۰	استفاده از سیستم واحداث در طبابت
۳۲	سوالات فصل

فصل دوم

حرکات

۳۳	تعریف حرکت
۳۳	بررسی و مطالعه قوانین حرکات مستقیم و متغیر با استفاده از عمل اتمام گیری
۲۴	حالات خصوصی
۳۶	سقوط آزاد اجسام
۳۶	حرکت دایروی
۳۷	زمان تناوب
۳۷	فریکونسی
۳۷	سرعت زاویوی
۳۸	سرعت خطی
۳۸	معادله حرکت دایروی
۳۸	رابطه بین سرعت خطی و سرعت زاویوی
۳۸	تعییل زاویوی
۴۰	رابطه بین تعییل زاویوی و تعییل خطی
۴۰	حرکت دایروی با تعییل زاویوی ثابت
۴۱	بررسی حرکت در حیات روزمره و وجود انسان
۴۱	حرکت خطی یا انتقالی
۴۱	حرکت دورانی
۴۱	حرکت عمومی یا متداول
۴۱	انسان و حرکت
۴۱	استخوان و طرز کار آن
۴۲	نقش استخوان در تشکیل حرکت
۴۲	وظایف استخوان در بدن
۴۲	تأثیر حرکت بر عضلات انسان
۴۲	عضلات بدن
۴۲	تولید برق از حرکات بدن
۴۴	مطالعه حرکت در بعضی حصص بدن
۴۴	گردش خون و انتقال مواد در بدن

۴۵	کاربرد حرکت تعجیلی در طبابت
۴۵	رول حرکات تعجیلی در طبابت
۴۸	سوالات

فصل سوم قوه و کتله

۴۹	قوه
۴۹	اندازه گیری قوه
۵۰	قوانین نیوتن
۵۰	قانون اول نیوتن (عطالت)
۵۱	قانون دوم نیوتن
۵۲	قانون سوم نیوتن یا قانون عمل و عکس العمل
۵۲	انواع قوه
۵۲	قوه جاذبه
۵۳	قوه های الکترومقناطیسی
۵۳	قوه اصطکاک
۵۳	کاربرد قوه ها در بدن
۵۳	قوه داخلی
۵۳	قوه جاذبه
۵۴	قوه برقی
۵۴	قوه هستوی
۵۴	مفهوم کتله و وزن
۵۴	وزن جسم
۵۵	فرق بین کتله و وزن
۵۵	واحدها قوه
۵۵	سیستم واحدها مطلقه
۵۶	سیستم واحدها ثقل
۵۶	رابطه وزن با قد در اطفال و جوانان
۵۷	نکات مهم برای افزایش قد
۵۷	عوامل موثر بر رشد قد انسان

۵۷	زمان متوقف شدن قد کشیدن انسان
۵۷	بلندتر شدن قد پس از اتمام دوران بلوغ
۵۷	جهش های رشد
۵۸	افزایش قد به کمک نوع رژیم غذایی
۵۸	تاثیر خواب در رشد انسان
۵۸	هورمون های رشد
۵۸	بلندتر شدن قد با مصرف هورمون رشد
۵۸	وجود دواهای افزایش قد پس از بلوغ
۵۸	کمک تمرینات کششی کششی به افزایش قد
۵۹	تاثیر افزایش قد به کمک تنفس صحیح
۵۹	بلندتر کردن قد با عمل جراحی
۵۹	اندازه قد متوسط برای مردان و زنان
۵۹	بلند قد بودن نسل حاضر از نسل های قبلی
۶۰	رابطه وزن ایده آل با قد
۶۰	جلوگیری بدن سازی از رشد قد
۶۰	قد گرایی
۶۰	بلند تر شدن قد فضانوردان در فضا
۶۰	صفحات رشد استخوان و افزایش قد
۶۱	بهترین زمان افزایش قد و درمان کوتاهی قد
۶۱	مراحل افزایش قد در استخوان ها
۶۲	آیا فضانوردان در فضا قد بلندتر می شوند
۶۲	استفاده تعجیل در طبابت
۶۲	سنتریفوژ ها و کاربرد آن در حیات روزمره
۶۳	انواع سنتریفوژ
۶۳	اساس کار سنتریفوژ
۶۴	سوالات

فصل چهارم

کار، انرژی و مومنتم

۶۵	کار
۶۵	انواع کار
۶۵	کار در ساحه جاذبه زمین
۶۵	کار تعجیلی
۶۶	کار ارتجاعی و یا کار کشش یک فنر
۶۷	کار قوه های عمودی بر تغییر مکان
۶۷	انرژی
۶۷	انواع انرژی
۶۷	انرژی میخانیکی
۶۷	انرژی حرکی
۶۸	انرژی پوتنشیل
۶۸	انرژی حرارتی
۶۹	انرژی کیمیاوی
۷۰	انرژی برقی
۷۰	انرژی تابشی
۷۱	انرژی هستوی
۷۲	انرژی هستوی و تداوی امراض
۷۲	کاربرد انرژی هستوی در تداوی امراض تایراید و کلیه
۷۳	کاربردهای انرژی هسته ای
۷۳	کانون تحفظ انرژی
۷۵	امپلز (ضربه) قوه مومنتم
۷۵	قانون تحفظ مومنتم
۷۸	مسایل

فصل پنجم

ستاتیک مایعات و گازات

۷۹	عمومیات
۷۹	خواص مایعات و گازات

۸۰	توزیع فشار در مایعات و گازات بدون در نظر داشت وزن آنها
۸۱	فشار در مایعات و گازات که تحت تاثیر قوه جاذبه باشند
۸۱	فشار در مایعات
۸۳	فشار در گازات
۸۴	مطالعه فشار در بدن و اندازه گیری آن در طبابت
۸۵	فشار در داخل جمجمه
۸۶	فشار در چشم
۸۶	فشار در سیستم هاضمه
۸۷	فشار در سیستم اسکلت
۸۸	فشار در مثانه
۸۹	فشار خون
۹۰	فشار اتمسفر
۹۱	کشش سطحی
۹۲	درجه حرارت
۹۳	اندازه نمودن کشش سطحی
۹۳	اصول استخراج یک حلقه از مابین مایع
۹۴	طریقه وزن نمودن قطرات
۹۴	تیوب شعریه
۹۵	استعمال کشش سطحی در طبابت
۹۵	حرکت مالیکولی برونی، نفوذ و آسموس
۹۶	اهمیت آسموس در طبابت
۹۶	تشکیل مایع بین النسجی و ورم
۹۷	جذب شدن آب ذریعه تویبول های گرده
۹۷	تبادل آب بین داخل و خارج حجره
۹۸	مسایل

فصل ششم

دینامیک مایعات و گازات و کاربرد لزوجیت در طبابت

۹۹	جریان مایعات و گازات
۱۰۰	لزوجیت و قانون ستوکس

۱۰۳	بررسی لزوجیت در طبابت
۱۰۴	لزوجیت خون
۱۰۵	هماتوکریت
۱۰۵	هماتوکریت در شخص طبیعی و در بیماران مبتلا به پولی سائیتیمیا و انیمیا
۱۰۵	ویسکوزیته خون در رگهای خون
۱۰۶	مسایل

فصل هفتم

اهتزازات و امواج

۱۰۹	اهتزازات
۱۱۰	امپلتود یا دامنه اهتزاز
۱۱۰	فریکوئسی
۱۱۰	فاز
۱۱۱	رقاصه
۱۱۳	رقاصه ساده
۱۱۴	موج
۱۱۵	موج چیست و چگونه به وجود می آید
۱۱۶	مشخصات موج
۱۱۶	دامنه موج
۱۱۶	دوره تناوب
۱۱۶	فریکوئسی موج
۱۱۶	اضرار موج بر انسان
۱۱۶	برخی از مضرات اثبات شده امواج
۱۱۷	میزان تاثیر ساحه مقناطیسی و امواج موبایل بر بخش های مختلف بدن
۱۱۸	اثرات مستقیم و غیر مستقیم امواج بر بدن انسان
۱۱۹	تاثیر بالای غشای سلولی
۱۱۹	تاثیر بر حس شنوایی
۱۲۰	تاثیر بر یاد گیری و حافظه
۱۲۰	تاثیر بر سیستم دفاعی و ایمنی و طول عمر انسان
۱۲۰	تاثیرات بالای چشم انسان

۱۲۰	تأثیر بالای سیستم های عصبی
۱۲۱	آنتن های موبایل تان را نپوشانید
۱۲۱	راه های که می توان از آسیب موبایل جلوگیری کرد
۱۲۲	صوت و شنوایی
۱۲۲	ساختمان گوش
۱۲۲	ساختار گوش
۱۲۳	صدا های قابل شنیدن
۱۲۳	افت شنوایی
۱۲۴	راه های حفظ سلامت شنوایی
۱۲۴	ماورای صوت (سونوگرافی)
۱۲۵	روش های تولید امواج فراصوت
۱۲۵	روش پیزوالکتریسته
۱۲۶	روش مگنتواستریکسیون
۱۲۶	کاربرد امواج فراصوت
۱۲۷	فواید التراسوند
۱۲۷	محدودیت ها التراسوند
۱۲۷	خطرات التراسوند
۱۲۸	طرز استفاده از ماشین التراسوند
۱۲۹	مسایل

بخش دوم
فیزیک حرارت و ترمودینامیک
فصل اول

ماهیت حرارت و اندازه گیری درجه حرارت

۱۳۳	ماهیت حرارت
۱۳۳	نظریات راجع به حرارت
۱۳۵	منابع حرارت
۱۳۵	منابع طبیعی حرارت
۱۳۵	منابع غیر طبیعی حرارت
۱۳۵	درجه حرارت و اندازه گیری آن
۱۳۶	درجه حرارت
۱۳۷	اندازه گیری حرارت
۱۳۷	ترمومتر سانتی گراد
۱۳۷	ترمومتر فارنهایت
۱۳۷	ترمومتر فارنهایت
۱۳۷	ترمومتر رومر
۱۳۷	ترمومتر کالوین
۱۳۷	روابط بین ترمومتر ها
۱۳۸	تعریفات ترمومتر
۱۳۸	ترمومتر از نگاه ساختار
۱۳۸	ترمومتر سیمایی
۱۳۸	ترمومتر الکولی
۱۳۸	انواع ترمومتر های مورد استفاده در هواشناسی
۱۳۹	ترمومتر حد اکثر
۱۳۹	ترمومتر حداقل
۱۳۹	ترمومتر طبی
۱۳۹	انواع ترمومتر طبی
۱۴۰	ترمومتر های پایه ای
۱۴۲	ترموپیل

۱۴۳	ترموستات
۱۴۵	مسایل

فصل نهم

مقدار حرارت و حرارت مخصوصه اجسام

۱۴۷	مقدار حرارت
۱۴۷	اندازه گیری مقدار حرارت
۱۴۸	حرارت مخصوصه
۱۴۹	واحد مقدار حرارت
۱۴۹	کالوری متری
۱۴۹	تعادل حرارتی
۱۵۱	کالوری متر
۱۵۲	فورمول کالوری متر
۱۵۳	اندازه گیری حرارت مخصوصه اجسام
۱۵۳	تعیین حرارت مخصوصه جامدات بطریقه مخلوط
۱۵۴	تعیین حرارت مخصوصه مایعات
۱۵۵	ارزش حرارتی غذا
۱۵۷	مسایل

فصل دهم

انتقال حرارت

۱۵۹	انتقال حرارت بطریقه هدایت
۱۵۹	انتقال حرارت به روش هدایت
۱۶۱	انتقال گرما به روش انتقال
۱۶۲	انتقال گرما به روش تشعشی
۱۶۲	حرارت مناسب برای بدن انسان
۱۶۴	هایپوترمی
۱۶۴	تبادل حرارتی بدن انسان با محیط و شرایط مطبوع
۱۶۵	روش های تبادل حرارتی بدن با محیط اطراف
۱۶۵	تعادل حرارتی
۱۶۶	خطرات حرارت یا گرما

۱۶۶	تأثیر طیف درجه حرارت محیط بر بدن
۱۶۷	خطرات گرمای شدید
۱۶۷	قوانین تشعشع
۱۶۹	قانون ستیفن - بولتزمن
۱۷۰	قانون نیوتن در باره سرد شدن
۱۷۲	مسایل

فصل یازدهم

انبساط حرارتی

۱۷۳	انبساط جامدات
۱۷۳	انبساط خطی
۱۷۴	انبساط سطحی
۱۷۵	انبساط حجمی
۱۷۶	تأثیر حرارت در کثافت اجسام
۱۷۷	انبساط مایعات
۱۷۷	ضریب انبساط حقیقی مایعات
۱۷۹	آب و انبساط غیر طبیعی آن
۱۸۰	مسایل

فصل دوازدهم

قوانین گازها

۱۸۱	قانون بایل و ماریوت
۱۸۲	قانون مخلوط گازها یا قانون دالتن
۱۸۳	قانون گراهام
۱۸۳	گازات کامل و گازات حقیقی
۱۸۴	نظریه حرکی گازها
۱۸۴	خواص گازات کامل
۱۸۶	گازات حقیقی
۱۸۶	معادله گازات
۱۸۸	مسایل

فصل سیزدهم

ترمودینامیک و قوانین آن

۱۸۹	عمومیات
۱۸۹	سیستم
۱۹۰	تعادل ترمودینامیکی
۱۹۱	عمله ها
۱۹۲	تحول یا انتقال
۱۹۴	کار در سیستم های ترمودینامیکی
۱۹۶	قوانین ترمودینامیکی
۱۹۸	قانون اول ترمودینامیکی
۲۰۲	قانون دوم ترمودینامیکی
۲۰۵	مسایل
۲۰۶	ماخذ

مقدمه

میدانیم که جهت تشخیص بهتر مریض تنها مشاهده و معاینه ذریعه داکتر معالج مکفی نبوده بلکه ضرورت به استفاده از وسایل تکنالوژی جدید و وسایل تخنیکی می باشد که این اهداف ذریعه داشتن فهم و مهارت و دانش فزیک مهیا می گردد، با سیر تکامل فزیک همزمان انکشافات در بخش طبابت رونما گردیده است.

در جریان این سیر تکاملی پیشرفت های زیادی با استفاده از فزیک میخانیک و قوانین مربوطه آن در گستره زمان شامل طب و طبابت گردیده است. از توضیح پدیده های میخانیکی و حرارتی در وجود بخصوص سیستم وجود انسان و حوادث ناشی از تاثیرات آن وسایل مختلفه میخانیکی و حرارتی ساخته شده و در طب کاربرد وسیع دارد که بیشتر دکتوران معالج از آن در تشخیص و تداوی استفاده می نمایند. به اساس این ضرورت موضوع فزیک طبی شامل کریکولم درسی پوهنچی طب گردیده و اساسات این علم در محدوده زمان در یک سمستر (شانزده ساعت) تدریس می گردد. با رعایت این محدودیت با در نظر داشت نیاز و ضرورت محصلان مباحث ضروری و شرایط دسترس به آن، این کتاب اقبال تطبیق این هدف را یافته و تهیه گردیده در آغاز اندازه گیری کمیات فزیکی و سیستم واحداث و کاربرد واحداث غیر استندرد در طبابت و مطالعه حرکات و تاثیر حرکات بر عضلات انسان و موضوعات قوه و انرژی و انواع انرژیها و کاربرد آن در سیستم وجود انسان و مطالعه انواع انرژی ها (حرکی، پوتانشیل، حرارتی، کیمیاوی، برقی، هستوی و کاربرد انرژی هستوی در تداوی امراض) مطالعه ستاتیک مایعات و گازات، مطالعه فشار در سیستم وجود انسان مانند فشار (در جمجمه، در هاضمه، چشم، و سیستم اسکلتی)، مطالعه کشش سطحی، نفوذ و فشار آسموتیک، تشکیل مایع بین النسجی ورم (Edema)، جذب شدن آب ذریعه گرده ها، تبادل آن بین داخل و خارج حجره، موج اضرار موج بر انسان، میزان تاثیر ساحه مقناطیسی و امواج موبایل بر بخش های مختلف بدن، تاثیر امواج بالای غشاهای حجروی انسان، تاثیر بر سیستم دفاعی و ایمنی و طول عمر انسان، مطالعه موضوع صوت و شنوائی، صداها قابل شنیدن، اُفت شنوائی، موضوع التراسوند و مطالعه حرارت و ماهیت آن، منابع حرارت، درجه حرارت، مقدار حرارت، انتقال حرارت و قوانین ترمودینامیکی و استفاده از حرارت در وجود انسان و دیاترمی ها و مساژ دادن توسط گرما به بدن انسان وغیره موضوعات ارزشمند در این کتاب شامل بوده که معلومات مفید برای محصلان عزیز ارایه می نمایند و برای شان تاکید میشود تا برای کسب اطلاعات و معلومات بیشتر به مأخذ مراجعه نماید.



فصل اول

سیستم واحداث و اندازه گیری آن در میخانیک

درین فصل سیستم واحداث و اندازه گیری کمیات در فزیک میخانیک مورد بحث قرار میگیرد. میدانیم که در گذشته از سیستم های مختلف مانند (C.G.S)، (M.K.S)، (M.T.S) و غیره استفاده میکردند اما فعلاً از سیستم S.I کار میگیرند.

چون واحداث معمولی در شعبات اختصاصی و شعبات پرکتیک طبی مورد استفاده قرار میگیرد و در اکثر کشور های پیشرفته لابراتوار های بخاطر استندرد کردن واحداث موجود است در طبابت بهتر خواهد بود تا مقادیر را توسط واحداث غیر استندرد سنجش کرد.

طور مثال واحداث فشار $\frac{N}{m^2}$ است اما فشار خون عموماً توسط فشار سنج (Sphygmomanometer) به ملی متر فی ستون سیماب (mm-Hg) ارایه میگردد.

(اندازه گیری کمیات فزیکی و سیستم واحداث:)

چون فزیک علم تجربوی و مقداری است و همیشه با پیمایش سرو کار دارد.

اندازه نمودن یک کمیت فزیکی عبارت از مقایسه کردن آن با یک کمیت همجنس است که منحث واحد قبول شده باشد. واحداث هر یکی از کمیات فزیکی میتواند بطور اختیاری انتخاب گردد اما مناسب خواهد بود که واحد چند کمیت را مستقل از کمیت های دیگر تثبیت کرد که واحداث اساسی نامیده میشود و واحداث کمیات باقی مانده را با استفاده از قوانین فزیکی از جنس همین واحداث افاده کرد که

این واحداث را فرعی یا اشتقاقی مینامند. (12:16)



مجموع واحداث اصلی و فرعی را سیستم واحداث یاد می نمایند.

زمانیکه در مورد کمیات فزیکی بحث بعمل میاید لازم است تا مقادیر فزیکی را اندازه کرده و برای اندازه گیری کمیات مذکور اولتر از همه برای هر کمیت فزیکی یک واحد ازجنس همان کمیت تعیین گردد.

طور مثال: میخواهیم یک قطعه خط AB را اندازه گیری نماییم بناً برای اندازه کردن طول قطعه خط اول باید واحد تعیین گردد فرضاً طول قطعه خط AB را مدنظر گرفته

واحد انتخابی u [24] را بالای آن قرار میدهم و مشاهده می کنیم که قطعه خط واحد $[u]$ چند دفعه بالای خط $[AB]$ گنجانیده شده میتواند بصورت عمومی اگر $[u]$ مقدار واحد و $[M]$ مقدار کمیت فیزیکی که اندازه آن مطلوب است هرگاه اندازه کمیت را با N ارائه کنیم داریم که:

$$N = \frac{[M]}{[u]}$$

$$[M] = N \cdot [u] \dots \dots \dots (1)$$

اندازه یک کمیت فیزیکی عدد خالص بوده و حاصل ضرب این عدد با مقدار واحد مساوی بمقدار کمیت فیزیکی است. تمام کمیات فیزیکی در میخانیک از کمیت اساسی (طول، کتله و زمان) تشکیل شده اند که بنام کمیات اساسی یاد میشوند. سیستم اندازه گیری که بالای واحداث اساسی اتکا داشته باشد بنام سیستم اندازه گیری مطلقه یا بین المللی یاد میشوند. واحداث کمیت های دیگر فیزیک میخانیک از این سه واحد اساسی اشتقاق گردیده اند. (12:16)

جدول 1

شماره	کمیت	واحد	سمبول	4	جریان برق	امپیر	A
1	وقت	ثانیه	S	5	درجهء حرارت	کلون	K
2	طول	متر	M	6	مقدار ماده	مول	Mol
3	کتله	کیلوگرام	Kg	7	اندازهء روشنائی	شمع	Candela

طور مثال: واحد قوه $kg \cdot m/sec^2$ و یا نیوتن. و همچنان کمیات اساسی و واحداث آن که برای شعبات دیگر فزیکها ضرورت داریم عبارتند از حرارت (kelvin) کالون، جریان برق (Ampire) امپیر و شدت نور کندل (Candal) و فزیک مالیکولی (مول) دیگر تمام کمیت های فیزیکی و واحداث آن از این هفت واحد مشتق گردیده اند. این هفت واحد فوق الذکر از سال 1954 الی 1975 قبول شده که بنام واحداث بین المللی (SI) مسمی گردیده اند. بصورت عمومی در اندازه گیری از سیستم (SI) که بنام سیستم متریک یاد میشود استفاده بعمل میاید.

1- واحد زمان: - هر پدیده تکرار شونده را میتوان به عنوان معیار زمان بکار برد. آونگ (پاندول) در حال نوسان ، یک دستگاه کتله و فنر و یا بلور و کوارتز میتوانند چنین پدیده ای را ایجاد نمایند . ثانیه واحد اساسی زمان است ، عبارت از مدتیست که برای 919263176 تعداد اهتزازات اتم سیزیوم 133 لازم میباشد . این معیار در بررسی های ساینترفک و علمی مورد استعمال دارد ، اما در معاملات روزمره گردش زمین بدور خورشید را مورد استفاده قرار میدهند که به زمان جهانی معروف است . در این معیار یک ثانیه عبارت از $\frac{1}{86400}$ حصهء شبانه روز میباشد . (12:16)

2- واحد طول : - متر واحد اساسی طول میباشد . فاصله را که نور در مدت $\frac{1}{2.99792428} \text{ sec}$ ویا $\frac{1}{3 \times 10^8} \text{ sec}$ از خلا عبور مینماید متر گفته اند .

طول یک متر معیاری مساوی به $\frac{1}{40000000}$ حصه نصف النهار و یا $\frac{1}{100000000}$ حصه ربع نصف النهار کره زمین است. واحد بین المللی که در پیمایشهای روزمره مورد استفاده قرار دارد عبارت از طول میله پلاتین - ایریدیوم است که در اداره بین المللی اوزان و مقیاس ها نگهداری میشود نمونه های دقیقی مطابق به آن ساخته شده و برای تعیین واحد طول کاپی های آن به سراسر دنیا فرستاده شده است .



نظر به گذشت زمان احتمال دارد که طول متر اصلی تغییر نماید زیرا از اثر تغییر در ساختمان کرستل های میله اصلی، طول آن تغییر می نماید ازاین جهت طول متر معیاری را با طول موج یکی از امواج الکترومقناطیسی که از چنین تغییرات مستثنی است مقایسه نموده اند برای این منظور از طول موج کریپتون $86(Kr^{86})$ استفاده کرده اند.

یعنی $1 \text{ meter} = 1650763.73 \lambda_{Kr^{86}}$ طول موج Kr^{86} را نشان میدهد. (12)

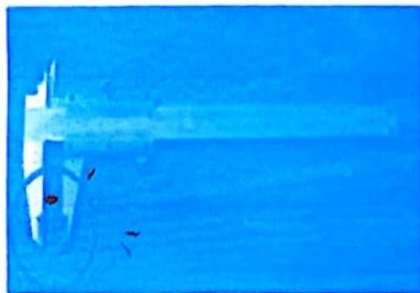
اضعاف واجزای متر قرار ذیل اند

جدول

ضریب متر	پیشوند	سمبول
10^{24} m	یوتا متر	Ym
10^{21} m	زیتا متر	Zm
10^{18} m	اگزا متر	Exm
10^{15} m	پتا متر	Pm
10^{12} m	تیرا متر	Tm
10^9 m	گیگا متر	Gm
10^6 m	میگا متر	Mm
10^3 m	کیلو متر	Km
10^2 m	هکتو متر	Hm
10 m	دیکا متر	Dm
10^{-1} m	دسی متر	dm

10 ⁻² m	سانتی متر	Cm
10 ⁻³ m	ملی متر	mm
10 ⁻⁶ m	مکرومتر	μm
10 ⁻⁹ m	نانومتر	nm
10 ⁻¹⁰ m	انگستروم	Å
10 ⁻¹² m	پیکومتر	Pico m
10 ⁻¹³ m	فرمی	Fe
10 ⁻¹⁵ m	فموتو متر	Femto m
10 ⁻¹⁸ m	اتومتر	Atto m
10 ⁻²¹ m	زیتو متر	zeto m
10 ⁻²⁴ m	یوکتومتر	yekto m

برای اندازه گیری طول ها وفاصله های مورد ضرورت از کابی های متر که از روی متر اصلی با دقت تام تهیه شده اند استفاده بعمل میاید و متر را به دقت توسط ماشین ها به سانتی متر، ملی متر درجه بندی کرده اند. در عمل توانسته اند یک یک ملی متر را به بیشتر از پنجصد حصه تقسیمات نمایند. جهت



کمیاس



کتومتر



سفرومتر

اشکال 1-3 وسایل اندازه گیری کسور ملی متري

اندازه گیری کسور ملی متر از سامان و وسایل مختلف استفاده بعمل میاید و آن سامان و آلات عبارتند از ورنیر یا کمیاس که توسط آن طول ها و ضخامت های کوچک تا 0.05mm را با دقت تام اندازه گیری می نمایند.

میکرومتر که توسط آن نیز ضخامت های کوچک پیدا شده میتواند و همچنان کتومتر که جهت اندازه نمودن اختلاف ارتفاع دو نقطه بکار میرود و اسفرومتر که جهت دریافت شعاع معقریت و محدبیت اجسام کروی مورد استعمال دارد این آلات و اسباب در بخش عملی فزیک میخانیک مورد استعمال زیاد دارد.

مثال 1: یک میگا متر (Mega meter) مساوی به چند ام حصه نصف النهار کره زمین است؟
حل:

$$1 \text{ Mega}(m) = 10^6 m = 10^6 \cdot \frac{1}{4 \times 10^7} \text{ حصه نصف النهار}$$

$$1 \text{ Mega}(m) = 2.5 \times 10^{-2} \text{ اندازه نصف اندازه زمین}$$

مثال 2: یک ملی میکرون چند انگستروم میشود؟
حل:

$$1 \mu m = 10^{-6} m = 10^{-6} \cdot 10^{10} \text{ \AA} = 10^4 \text{ \AA}$$

همچنان در فزیک نجومی برای پیمایش و اندازه گیری فواصل بین کواکب و کهکشان ها و ستارگان واحد بزرگتری را برای فاصله و طول انتخاب کرده اند که این واحد را سال نوری می نامند و به L_y نمایش میدهند.

سال نوری:

عبارت از طول همان فاصله است که نور آن فاصله را با سرعت $C = 3 \cdot 10^5 \text{ Km/sec}$ در مدت یکسال می پیماید. و یک سال نوری

$$1 L_y = 9.4608 \cdot 10^{12} \text{ Km}$$

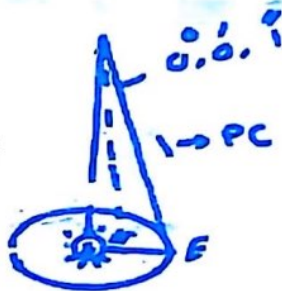
زیرا

$$L_y = 3 \cdot 10^5 \text{ Km/sec} \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ sec} = 3 \cdot 10^5 \text{ Km/sec} \cdot \text{یکسال}$$

$$1 L_y = 9.4608 \cdot 10^{12} \text{ Km}$$

در این اواخر در فزیک نجومی از واحد بزرگتر برای اندازه گیری طول استفاده مینمایند و آن عبارت از پارسک (parsec) می باشد.

پارسک:



شکل 1-4 پارسک را در فضا نشان میدهد

عبارت از فاصله است که از آنجا شعاع مدار زمین بحول آفتاب تحت زاویه یک ثانیه (1) معلوم شود این فاصله (را به (Pc) نشان میدهند و یا هرگاه ما نقطه را در فضا انتخاب کنیم تا از آن نقطه مدار زمین را بحول آفتاب تحت زاویه یک ثانیه مشاهده کنیم. بناً فاصله عمودی همان نقطه الی شعاع مدار زمین مساوی به یک پارسک است و یک پارسک مساوی است

$$1 \text{ Pc} = 3.26 L_y = 3.08 \cdot 10^{13} \text{ Km}$$

3- واحد کتله : کتله یک جسم عبارت از مجموع ذرات مادی است که در یک جسم وجود دارد و یک قسمت فضا را اشغال نماید یا به عبارت دیگر کتله یک جسم مقدار ذرات مادی است که جسم از آن تشکیل پیدا کرده است.

کتله خاصیت عطالتی اجسام بوده و کمیت ثابت واسکالری است کتله اجسام نظر به معادله:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$$

که در آن m_0 کتله حالت سکون جسم، V سرعت جسم، C سرعت نور است تغییر می نماید.

برای کتله در فزیک واحدها تن (Ton) کیلوگرام (Kg) و گرام (gr) را انتخاب نموده اند بناً

$$1 \mu\text{gr} = 10^{-3} \text{mgr} = 10^{-6} \text{gr} = 10^{-9} \text{Ton} = 10^3 \text{Kgr} = 10^6 \text{gr} = 10^9 \text{mgr} = 10^{12} \mu\text{gr} \\ 1 \text{Ton} = 10^3 \text{Kgr} = 10^6 \text{gr} = 10^9 \text{mgr} = 10^{12} \mu\text{gr} \text{ بوده و همچنان} \\ {}^9\text{Kgr} = 10^{-12} \text{Ton} \text{ است.}$$

کیلوگرام استوانه ای است که از پلاتین (pt) و ایریدیوم (Ir) ساخته شده و آنرا کیلوگرام نورمال (اصلی) یاد می نمایند این کیلوگرام نورمال در دفتر اوزان و مقایسات در پاریس محافظت میشود. کتله یک کیلوگرام نورمال مساوی به کتله یک دیسی متر مکعب آب خالص در چهار درجه سانتی گرید است. (آب خالص در چهار درجه سانتی گرید دارای کثافت اعظمی و کمترین حجم را دارا می باشد- و کتله یک دیسی متر مکعب (1dm^3) را از روابط ذیل بدست آورده میتوانیم . میدانیم که:

$$1 \text{m}^3 = 10^3 \text{dm}^3 = 10^6 \text{cm}^3 = 10^9 \text{mm}^3$$

حجم 1dm^3 مساوی است به $1 \text{dm}^3 = 10^3 \text{cm}^3 = 10^6 \text{mm}^3 = 1 \text{Liter} = 1000 \text{cc}$ و همچنان

$$1 \text{cm}^3 = 10^3 \text{mm}^3 = 10^{-3} \text{Liter} = \text{mliliter} = 1 \text{cc}$$

در طبابت در بخش فارمکولوژی از یونت بین المللی (iu) استفاده می نمایند. رابطه آن با ملی گرام mgr قرار ذیل است.

$$15000 \text{iu} = 4.5 \text{mgr}$$

$$1 \text{iu} = 0.0003 \text{mgr}$$

$$1 \text{mgr} = 3333 \text{iu}$$

مثال (1): داکتری برای مریض روزانه 6 دانه کپسول کلیاسل (پنسلین خوارکی) که هر کپسول آن مساوی به 600000iu است توسعه کرده معلوم نمائید که روزانه مریض مذکور چند گرام کپسول اخذ خواهد کرد؟

$$15000 \text{iu} = 4.5 \text{mgr}$$

$$600000 \text{iu} = X$$

$$X = \frac{600000 \text{iu} \cdot 4.5 \text{mgr}}{15000 \text{iu}} = 180 \text{mgr}$$

بناً یک کپسول کلیاسل مساوی به 180mgr بوده چون روزانه 6 دانه کپسول مریض اخذ میکند

پس $6 \cdot 180 \text{mgr} = 1080 \text{mgr} = 1.080 \text{gr}$ اخذ می کند.

مثال (2): مریض روزانه یک ویال پنسلین دومیلونه زرق می نماید معلوم نماید مریض روزانه چند درام پنسلین خواهد گرفت؟

$$15000\text{iu} = 4.5\text{mgr}$$

$$2000000\text{iu} = X$$

$$X = 2000000 \cdot 4.5 / 15000 = 9000 / 15 = 600\text{mgr}$$

روزانه 600mgr و یا 0.6gr پنسلین مریض میگیرد.

4- امپیر : - امپیر واحد اساسی جریان برق بوده و آن عبارت از اندازه جریانی است که در یک ثانیه از یک نقطه ثابت یک هادی در حدود $6.241506 \cdot 10^{15} \text{ e}$ عبور نماید. تعریف دیگری نیز وجود دارد. امپیر مقدار جریانی است که قوه مشخصی را بین دو سیم موازی که هر کدام یک متر بوده و در خلا قرار دارد، ایجاد نماید. به افتخار نام (Andre Ampere) (1775 - 1836) فزیکدان فرانسه واحد جریان برق را امپیر مسمما نموده اند.

5- کلونین: - کلونین واحد اساسی حرارت بوده و آن عبارت از $\frac{1}{273.16}$ ام درجه حرارت ترمودینامیکی نقاط سه گانه آب میباشد. (نقاط میعان، غلیان و انجماد را نقاط سه گانه Triple point میگویند که درین نقاط اجسام از یک حالت به حالت دیگر تغییر شکل مینماید- این واحد به افتخار عالم ریاضی و فزیک اسکاتلندی Lord Kelvin William Thomson 1st وiliam تامسن (لرد کلونین اول) (1824 - 1927) نام گذاری شده است.

6- مول : - واحد اساسی ماده را مول نامگذاری نموده اند. مول مقدار ماده را که در یک سیستم وجود دارد نشان میدهد تعداد ذراتی را که در هر مول وجود دارد عدد اووگدرو میگویند که به NA نشان داده شده به اندازه 6.0221367×10^{23} ذرات در فی مول میباشد.

7- شمع یا کاندل : - واحد اساسی شدت روشنایی، شمع بوده و آن عبارت از شدت منبع روشنایی است با فریکانس مشخص، طوریکه قیمت معینی از قوه در یک جهت مشخص را میدهد و برابر به مقدار $\frac{1}{683}$ وات انرژی است که با فرکانس 14×10^{14} هرتز در یک زاویه سه بعدی یک استر رادیان steradian میتابد. (واحد اندازه گیری زاویه سه بعدی، استر رادیان میباشد).¹²

سیستم واحداث اساسی:

اگر طول به متر (meter) و کتله به کیلوگرام (Kg) و وقت به ثانیه (Sec) اندازه گردد چنین سیستم را (M.K.S) و اگر طول به سانتی متر (cm) کتله به گرام (gr) و وقت به ثانیه (sec) اندازه گردد چنین سیستم را سیستم (c.g.s) می نامند.⁽²⁰⁾

سیستم مهندسی (BE) ویا (F.P.S) (Foot- Pound- Second)

دراین سیستم قوه ، طول و زمان کمیت های اصلی اند و کتله کمیت فرعی است به کمک رابطه $m = \frac{F}{a}$ تعریف میگردد. دراین سیستم انگلسی طول به فوت (ft) و زمان به ثانیه اندازه میگردد.

واحد کتله دراین سیستم سلاگ (slug) است یک سلاگ طبق رابطه $m = \frac{F}{a}$ کتله جسم است که وقتی قوه برابر یک پوند آن وارد شود شتاب یک فوت برثانیه مربع میشود.⁽²³⁾

رابطه بین واحدهای SI و BE قرارذیل است:

$$1 \text{ Lb} = 4.45 \text{ N} \quad \text{و} \quad 1 \text{ slug} = 14.59 \text{ kg} \quad 1 \text{ ft} = 0.3048 \text{ m}$$

$$\text{poundal (pdl)} = \frac{\text{lb}_m \cdot \text{ft}}{\text{s}^2}$$

جدول 3

V.T.E Base	force, length, time	weight, length, time	mass, length, time
Force (F)	$F = m \cdot a = w \cdot \frac{a}{g}$	$F = m \cdot \frac{a}{g} = w \cdot \frac{a}{g}$	$F = m \cdot a = w \cdot \frac{a}{g}$
Weight (w)	$w = m \cdot g$	$w = m \cdot \frac{g}{g} \approx m$	$w = m \cdot g$
System	British Gravitational (BG)	English Engineering (EE)	Absolute English (AE)
Acceleration (a)	ft/s^2	ft/s^2	ft/s^2
Mass (m)	slug	lb_m	lb
Force (F)	lb	lb_f	pdl
Pressure (p)	lb/in^2	PSI	pdl/in^2

استفاده از سیستم واحدهای در طبابت:

واحدهای معمولی در شعبات اختصاصی و شعبات پراکتیک طبی مورد استفاده قرار میگیرد. هرگاه واحدهای استاندارد در اندازه گیری بکار رود میتوانیم بصورت مقایسوی کمیت ها را بررسی کنیم. و در اکثر کشور های پیشرفته لابراتورهای به منظور استاندارد کردن واحدهای موجود است در طبابت بهتر خواهد بود تا مقادیر را توسط واحدهای غیر استاندارد سنجش نمود طور مثال واحد فشار (N/m^2) و (dyne/cm^2) است اما فشار خون عموماً بوسیله ملی متر ستون سیما ب (mm-Hg) ارائه میگردد. همچنان گالیله طرز کار رقاصه را در کلیسا طوری تشریح نمود که موصوف تناوب یک رقاصه طویل را با ضربان قلب خویش مقایسه کرد. در نتیجه دریافت که زمان برای اهتزاز بزرگ و یا اهتزاز کوچک عین چیز و مساوی است این موضوع سبب گردید تا ساعت های پندولیمی انکشاف نماید. تعداد زیادی اندازه گیری های فزیکی

وجود دارد از آن جمله دو قسم اندازه گیری را مدنظر میگیریم اندازه گیری های تناوبی مانند ضربان قلب و اندازه گیری های غیرتناوبی مثلاً چقدر وقت به کار خواهد بود تا گرده ها مواد اضافی را از خون جدا سازند در مورد اندازه گیری تناوبی اکثراً تعداد دور فی ثانیه و یا دور فی دقیقه محاسبه میگردد طور مثال تعداد ضربان قلب در حدود $70/\text{min}$ و تعداد تنفس در حدود $15/\text{min}$ می باشد سگنال های برقی با فریکونسی های مختلف که دارای رنج کمتر $1/\text{sec}$ و $20/\text{sec}$ بوده از اثر فعالیت مغز در دماغ تولید میشود و دارای واحد مخصوص هرتز (HZ) میباشد.⁽²⁷⁾

$$F = 1/T \text{ [HZ]} = \text{فریکونسی}$$

سوالات فصل اول

A- سوالات چهار جوابه، صحیح و غلط و خانه خالی ذیل را حل نمائید.

- 1- یک میگا متر 1Mega meter مساوی است به:

الف: $10^{16} A^0$	ب: $10^{-16} A^0$	ج: $10^3 Hm$	د: $10^5 m$
--------------------	-------------------	--------------	-------------
- 2- یک هکتو متر (Hecto meter) مساوی است به:

الف: $10^8 \mu$	ب: $10^{12} \mu$	ج: $10^{-10} \mu$	د: $10^{-12} \mu$
-----------------	------------------	-------------------	-------------------
- 3- یک انگستروم مساوی است به:

الف: 10^{16} حصه ربع النهار زمین	ب: 10^{-16} حصه نصف النهار زمین
ج: 10^{-17} حصه ربع النهار زمین	د: 10^{-17} حصه نصف النهار زمین
- 4- یک کیلوپارافین مساوی به یک لیتر و یا 1000cc و یا یک دیسی متر مکعب است؟
- 5- آیا یک متر مساوی به 10^{-7} حصه نصف النهار زمین است؟
- 6- مجموع واحداث اساسی و فرعی را () یاد میکنند.
- 7- کتله یک کمیت اسکالری و () است.

B- سوالات ذیل را حل نمائید:

- 1- محاسبه نمائید که یک هکتو متر (Hekto-m) چندام حصه نصف النهار کره زمین است؟
- 2- یک فمتو متر (Femto-m) چندم حصه ربع النهار زمین میشود؟
- 3- یک دیسی متر (Dici-m) چند تیرا متر (Tera-m) خواهد شد؟
- 4- یک تن مساوی به چند دیسی متر مکعب آب خالص در 4 درجه سانتی گرید است؟
- 5- یک سی سی (cc) مساوی به چند لیتر میشود؟
- 7- محاسبه نماید 35 پیکومتر چند تریامتری شود؟
- 8- محاسبه نماید 12 انگسترم چند دیکا متر میشود؟
- 9- 12 مایکرومکعب چندمترمکعب ، چند سانتی مترمکعب و چند سی سی می شود؟
- 10- مریض جهت علاج خویش ضرورت به 1800mg کپسول D3 دارد معلوم نمائید موصوف ضرورت به چقدر ویتامین D3 به حساب iu بین المللی خواهد داشت.
- 11- داکتری برای مریض روزانه چهار دانه ویال کرستل 5M توسعه کرده است آنرا به حساب گرا محاسبه نمائید.

فصل دوم

حرکات (Motions)

تعریف حرکت: حرکت عبارت از تغییر مکان یک جسم در فضا نظر به زمان است و دارای انواع ذیل میباشد (حرکت مستقیم الخط منظم، مستقیم الخط غیر منظم، حرکت مستقیم الخط غیر منظم تعجیلی و تاخیری، حرکت مستقیم الخط غیر منظم با شتاب ثابت، حرکت سقوط آزاد و حرکات دایروی) میباشد.

حرکت مستقیم الخط منظم: حرکت است که متحرک فواصل مساوی را در اوقات مساوی می پیماید و در آن $v = \text{constant}$ 1 — — — و معادله حرکت آن $x = X_0 + vt$ 2 — — — و اگر در آن فاصله اولیه صفر (0) باشد معادله آن $x = vt$ 3 — — — میشود.

حرکت مستقیم الخط غیر منظم: حرکت است که در آن متحرک فواصل مساوی را در اوقات مساوی طی نکند یعنی $v \neq \text{constant}$ 4 — — — باشد.

حرکت مستقیم الخط غیر منظم تعجیلی: حرکت است که در آن سرعت تغییر نماید و تعجیل آن بزرگ از صفر باشد یعنی $a > 0$ باشد و معادلات حرکت و سرعت آن عبارت اند از:

$$x = V_0.t + \frac{1}{2}at^2 \text{ -----5}$$

$$V = V_0 + at \text{ -----6}$$

حرکت مستقیم الخط غیر منظم تاخیری: حرکت است که در آن سرعت تغییر نموده یعنی $a < 0$ باشد و معادلات حرکت و سرعت آن عبارت از:

$$x = V_0.t - \frac{1}{2}at^2 \text{ -----7}$$

$$V = V_0 - at \text{ -----8}$$

بررسی و مطالعه قوانین حرکات مستقیم و متغیر با استفاده از عمل اتمام گیری:

برای مطالعه و بررسی حرکات اجسام مجبور هستیم که قوانین آنرا بشناسیم. برای بدست آوردن معادله حرکت مستقیم الخط منظم از تعریف عمومی سرعت $V = \frac{dx}{dt}$ 9 — — — استفاده نموده و آنرا به شکل ذیل مینویسیم:

$$dx = V.dt \text{10}$$

چون در حرکت مستقیم الخط منظم $V = \text{const}$ است پس اگر رابطه 10 را انتی گرال بگیریم داریم که:

$$\int_{x_0}^x dx = V \int_0^t dt$$

$$X - X_0 = V(t - 0)$$

$$X = X_0 + V.t \dots\dots\dots 11$$

رابطه 11 معادله مستقیم الخط جسم را میدهد که دارای فاصله اولیه X_0 باشد در صورتیکه در زمان $t=0$: جسم فاصله اولیه نداشته باشد یعنی $X_0=0$ باشد معادله 11 شکل ذیل را بخود میگیرد:

$$X = V.t \dots\dots\dots 12$$

در حرکت مستقیم الخط با تعجیل ثابت ($a = \text{const}$) سرعت شی متحرک تابع خطی زمان است در این حالت برای بدست آوردن معادلات سرعت و حرکت از تعریف عمومی تعجیل ($a = dv/dt$) استفاده کرد میتوانیم که:

$$dx = a.dt \dots\dots\dots 13$$

با رعایت اینکه در حرکت های متشابه تعجیل ثابت است میتوانیم معادله 13 را تحت شرایطی که $t=0$: متحرک دارای سرعت اولیه V_0 باشد. انتی گرال گرفته داریم که:

$$\int_{v_0}^v dv = a \int_0^t dt$$

$$V - V_0 = at$$

$$V = V_0 + at \dots\dots\dots 14$$

معادله 14 معادله سرعت را در حرکات مستقیم الخط متغیر می باشد و برای بدست آوردن معادله حرکت آن داریم که:

$$V = dx/dt = V_0 + at$$

$$dx = (V_0 + at)dt$$

و اگر از رابطه اخیر انتی گرال بگیریم در صورتیکه $t_0=0$ بوده شی متحرک از مبدا سیستم مختصات بفاصله X_0 قرار داشته باشد بدست میاید که:

$$\int_{x_0}^x dx = \int_0^t (v_0 + at)dt$$

$$\int_{x_0}^x dx = \int_0^t v_0 dt + a \int_0^t t dt$$

$$X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2} at^2 \dots\dots\dots 15$$

معادله 15 شکل عمومی حرکت مستقیم الخط متشابه التعجیل می باشد.¹⁸

حالات خصوصی حرکت:

1- اگر در زمان $t_0=0$ شی متحرک از فاصله X_0 بدون سرعت اولیه شروع بحرکت کند پس معادله عمومی 6 به شکل ذیل تبدیل میشود.

$$X = X_0 + \frac{1}{2} at^2 \dots\dots\dots 16$$

2- اگر شی متحرک در لحظه $t_0=0$ از مبدا سیستم مختصات از حالت سکون شروع به حرکت نماید طوریکه حرکت آن مستقیم الخط با تعجیل ثابت ($a=\text{const}$) باشد پس معادله عمومی 15 شکل ساده ذیل را بخود اختیار میکند.

$$X = \frac{1}{2}at^2 \dots\dots\dots 17$$

اکنون حالت عمومی حرکت یک شی را بالای یک خط مستقیم مورد مطالعه قرار میدهم. طوریکه حرکت شی متحرک تعجیلی و لاکن تعجیل آن ثابت نبوده یعنی ($a \neq \text{const}$) بلکه تابع وقت باشد برای حصول معادلات سرعت و فاصله طی شده شی متحرک با تابع وقت ضرور است که بدانیم چطور تعجیل شی متحرک نظر به وقت تغییر میکند یا به عباره دیگر شکل ریاضیکی معادله ذیل را بدانیم یعنی:

$$a = a(t)$$

در حالیکه در حرکت های تعجیلی غیر منظم پرابلم عمده تعیین شکل ریاضیکی تابع $a(t)$ است شکل تابع $a(t)$ را میتوان یا توسط تجربه و یا توسط بررسی های نظری بدست آورد. هرگاه شکل ریاضیکی تابع تعجیل نظر به وقت معلوم باشد پس معادله $a = dv/dt$ را میتوانیم بشکل ذیل بنویسیم.

$$\int_{v_0}^v dv = \int_0^t a(t) dt \dots\dots\dots 18$$

از اینجا میتوان سرعت شی متحرک رابه تابع وقت بدست آورد. هم چنان معادله $dx = v(t)dt$ را چنین اتمام میگیریم.

$$\int_{x_0}^x dx = \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt \dots\dots\dots 19$$

جدول 5

حرکت مستقیم الخط تعجیلی غیر منظم	حرکت مستقیم الخط متشابه التعجیل	حرکت مستقیم الخط منظم
$a = a(t) \neq \text{const}$ $V(t) = V_0 + \int_0^t a(t) dt$ $X = X_0 + V_0 t + \int_0^t V(t) dt$	$a = \text{const}$ $V = V_0 + at$ $X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2}at^2$	$a = 0$ $V = \text{const}$ $X = X_0 + V_0 t$

حرکات مختلفی را که تا حال از نظر گذراندیم بصورت خلاصه در جدول ذیل ترتیب مینمائیم. (18)

تبصره:

در صورتیکه حرکت مستقیم الخط تیز شونده باشد یا به عباره دیگر سرعت نظر به زمان در تزايد باشد یعنی $a = dv/dt > 0$ یعنی تعجیل جسم مثبت باشد حرکت را تعجیلی و یا حرکت را مستقیم الخط متشابه التعجیل می نامند.

و هرگاه حرکت یک شی کند شونده باشد یعنی سرعت نظر به زمان در تناقص باشد در این صورت $a = \frac{dv}{dt} < 0$ شده و a قیمت منفی را بخود گرفته حرکت را تاخیری می نامند باز هم اگر $a < 0$ و ثابت بماند گویند که حرکت جسم مستقیم الخط متشابه تاخیر است.

سقوط آزاد اجسام:

تجارب متعدد نشان میدهد که سقوط آزاد یک حرکت مستقیم الخط غیر منظم تعجیلی است. تعجیل این حرکت را بنام تعجیل جاذبه زمین یاد نموده و به حرف g نمایش میدهند مثلاً قرار (شکل 1-2) جسم را از ارتفاع h بدون سرعت اولیه V_0 یعنی $V_0 = 0$ رها میکنیم معادله حرکت و معادله سرعت آن قرار ذیل است.



$$h = \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots\dots 20$$

$$\frac{dh}{dt} = V_h = gt \dots\dots\dots 21$$

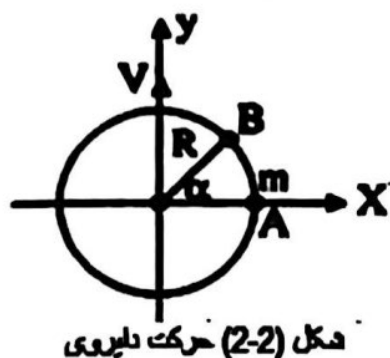
قیمت تعجیل جاذبه زمین در یک نقطه مشخص زمین برای تمام اجسام یکسان است اما قیمت آن در نقاط مختلف سطح زمین متفاوت است مثلاً قیمت g در نقاط بلند کمتر و در سطح بحر زیادتر می باشد. اگر قیمت t را از رابطه 21 بدست آورده و در رابطه 20 قرار دهیم بدست میاید که :

$$V_h = \sqrt{2gh} \dots\dots\dots 22$$

از رابطه اخیر میتوان سرعت جسم سقوط کننده را بعد از اینکه ارتفاع h را طی کند دریافت کرد.⁹

حرکت دایروی:

حرکت را گویند که مسیر جسم دایروی بوده و متحرک قوس های مساوی را در اوقات مساوی طی کند



و یا اینکه حرکت دایروی منظم حرکتی را گویند که جسم متحرک بالای محیط دایره با شعاع R در جهت خلاف عقربه ساعت در حرکت بوده و مقدار سرعت ثابت باشد. حالا دایره با مرکز (O) و شعاع R طوری ترسیم می نمائیم که مرکز آن در مبدا سیستم مختصات قائم (X,Y) قرار داشته باشد مطابق شکل (2-2) اگر جسمی با کتله m در نقطه A محیط دایره موقعیت داشته و بعد از گذشت زمان t در نقطه B برسد یعنی جسم مذکور قوس $\overline{AB} = S$ را

بروی محیط دایره طی کند و یا مرکز دایره مذکور زاویه $\alpha = \angle AOB$ را تشکیل دهد بناً میتوان موقعیت جسم را که در حال حرکت دایروی بر روی محیط دایره است در هر لحظه و هر زمان توسط قوس پیموده شده (S) و یا زاویه مرکزی α تعیین نمائیم. (17)

برای مطالعه حرکت دایروی مفاهیمی ذیل را مورد بررسی قرار میدهیم:

1- زمان تناوب (period):

زمان را که یک جسم برای پیمودن یک دور مکمل روی محیط دایره انجام میدهد بنام پریود یا زمان تناوب یاد مینمایند مثلاً جسم از نقطه A در لحظه $t_1 = t_0 = 0$ شروع به حرکت کرده و بعد از گذشت زمان t دوباره به نقطه A برسد یعنی یک دور مکمل محیط دایره را طی کند این زمان را به T نشان داده و آنرا پریود می گویند. (12:1)

2- فریکونسی (frequency):

تعداد دور های را که جسم بر روی مسیر دایروی در واحد وقت انجام میدهد بنام فریکونسی جسم یاد میکند و آنرا به f نشان میدهند نظر به تعریف فریکونسی معکوس زمان تناوب است یعنی:

$$F = \frac{1}{T}$$

فریکونسی بواحد sec^{-1} و یا (Hertz) اندازه میشود. (1:17)

3- سرعت زاویوی:

قبلاً بررسی نمودیم که جسم متحرک در اثنای حرکت دایروی در مرکز دایره زاویه کیفی را میسازد که توسط این زاویه موقعیت جسم روی محیط دایره تعیین شده میتواند از این رو جسم در حرکت های دایروی با سرعت زاویوی ω حرکت میکند. سرعت زاویوی متوسط $(\bar{\omega})$ بین زمانهای t_1 و t_2 عبارت از نسبت تغییرات زاویه $\Delta\omega = (\varphi_2 - \varphi_1)$ و تغییرات زمان $(\Delta t = t_2 - t_1)$ است پس.

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

و سرعت لحظوی جسم طور ذیل بدست میاید.

$$\omega = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \bar{\omega} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{t_2 - t_1} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{d\varphi}{dt}$$

اگر جسم یک بار دایره را طی نمائید در آنصورت زاویه پیموده شده $2\pi \text{Rad}$ بوده بنابر آن سرعت زاویوی مساوی خواهد بود به:

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi F$$

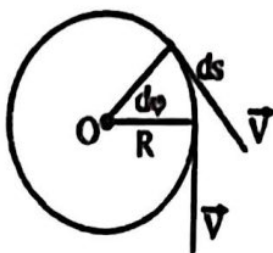
سرعت زاویوی توسط واحد Radian/sec اندازه میشود. (1:17)

4- سرعت خطی:

در حرکت های دایروی جسم بر علاوه اینکه زاویه مرکزی را در زمان t طی میکند قوس S رانیز بالای محیط می پیماید. لذا سرعت خطی عبارت از قوس طی شده (S) در واحد وقت t یعنی $V = S/t$ واحد سرعت خطی cm/sec و m/sec میباشد. ⁽¹²⁾

5- معادله حرکت دایروی:

رابطه ریاضیکه بواسطه آن میتوان نوعیت حرکت را مشخص ساخت بنام معادله حرکت یاد میگردد میدانیم که:



شکل (2-3) معادله حرکت دایروی

$$d\phi = \frac{dS}{R}$$

$$dS = R d\phi \dots \dots \dots 23$$

چون میدانیم که $d\phi = \omega dt$ بوده پس قیمت $d\phi$ را در رابطه 70 قرار داده داریم که:

$$ds = R\omega dt \dots \dots \dots 24$$

در صورتیکه $R\omega$ ثابت باشد پس اطراف رابطه را اتمام گرفته داریم که:

$$\int_0^s ds = R\omega \int_0^T dt$$

$$s = R\omega t \dots \dots \dots 25$$

رابطه اخیر (25) معادله حرکت دایروی را نشان میدهد که تابع درجه اول زمان است و اگر از این رابطه مشتق گرفته شود سرعت خطی جسم متحرک را میدهد. یعنی

$$\frac{ds}{dt} = V = R\omega \dots \dots \dots 26$$

6- رابطه بین سرعت خطی و سرعت زاویوی:

چون معادله حرکت دایروی $S = R\omega t \dots$ اگر اطراف رابطه را تقسیم t نمائیم بست می آید که:

$$V = R\omega$$

7- تعجیل زاویوی:

هرگاه سرعت زاویوی یک جسم نظر به زمان ثابت نباشد در آنصورت جسم مذکور دارای تعجیل زاویوی a_ω می باشد مثلاً اگر جسم متحرک روی مسیر دایروی در زمان t_1 دارای سرعت زاویوی ω_1 و در زمان t_2 دارای سرعت زاویوی ω_2 در آنصورت تعجیل متوسط جسم عبارت است از:

$$\overline{a_\omega} = \frac{\omega_2 - \omega_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

8- رابطه بین تعجیل زاویوی و تعجیل خطی:

فرض میکنیم که سرعت زاویوی جسم که در حال حرکت دورانی بالای مسیر دایروی است بین دو لحظه t_1 و t_2 به اندازه $\Delta\omega$ تغییر نماید در این حالت سرعت خطی به اندازه ΔV تغییر خواهد نمود پس-

$$\Delta V = R \cdot \Delta\omega$$

و یا

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = R \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta V}{\Delta t} = R \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

$$\frac{dV}{dt} = R \frac{d\omega}{dt}$$

$$a_t = R \cdot a_\omega \dots\dots\dots 33$$

معادله 33 رابطه بین تعجیل زاویوی a_ω و تعجیل خطی a_t را نشان میدهد تعجیل زاویوی را بنام تعجیل شعاعی نیز یاد میکنند زیرا جهت این تعجیل همیشه به جهت شعاع دایره بوده و به مرکز دایره موجه است و به همین ترتیب تعجیل خطی را بنام تعجیل مماسی نیز یاد میکنند زیرا هم جهت مماس به مسیر دایره می باشند. (17)

9- حرکت دایروی با تعجیل زاویوی ثابت:

هنگامیکه در یک حرکت دایروی تغییرات سرعت زاویوی جسم نظر به زمان ثابت باشد در آنجا تعجیل زاویوی آن ثابت است تحت این شرط تعجیل های زاویوی متوسط ولحظوی متوسط با هم مساوی بوده پس داریم که:

$$a = \frac{\omega_2 - \omega_1}{t_2 - t_1} \dots\dots\dots 34$$

اگر $t_2 = t_1 = t_0 = 0$ و $\omega_1 = \omega_0$ و $\omega_2 = \omega$ در رابطه (34) وضع شود بدست میاید که

$$\omega = \omega_0 + at \dots\dots\dots 35$$

رابطه اخیر (35) مطابقت تام با معادله $V = V_0 + at$ با تعجیل ثابت دارد در صورتیکه تعجیل زاویوی ثابت باشد.

میتوان سرعت زاویوی متوسط $\bar{\omega}$ قرار ذیل نوشت:

$$\bar{\omega} = \frac{\omega_0 + \omega}{2}$$

چون $\varphi = \bar{\omega}t$ است پس

$$\varphi = \frac{\omega_0 + \omega}{2} \cdot t \dots\dots\dots 36$$

اگر قیمت ω را از رابطه (35) در رابطه (36) وضع کنیم بدست میاید که:

$$\varphi = \omega_0 \cdot t + \frac{1}{2} at^2 \dots\dots\dots 37$$

اگر قیمت t را از رابطه (36) در رابطه اخیر (37) قرار دهیم حاصل می نمائیم که:

$$\omega^2 = \omega_0^2 + 2a\varphi \dots\dots\dots 38$$

بررسی حرکت در حیات روزمره و وجود انسان

حرکت یکی از مهمترین و اساسی ترین پدیده های است که در پیرامون خویش مشاهده می کنیم حرکت را میتوان عمل جا بجا شدن و یا انتقال جسم از یک نقطه به نقطه دیگر نسبت به یک منبع دانست. حرکت هر جسم در فضا طی زمان معین به وقوع می پیوندد. (2)

منبع نقطه محل است که جابجائی جسم را نسبت به آن می سنجند. منبع (رفرنس) میتواند ثابت یا متحرک باشد. طوری مثال در حرکت بالا کشیدن تنه روی میله بارفیکس میتواند حرکت بدن را نسبت به میله بارفیکس در نظر گرفت و میله را مرجع ثابت قرار داد و همچنان حرکت ها عبارتند از:

1 - حرکت خطی یا انتقالی : در این نوع حرکت جهت میزان و زمان انتقال تمام یا بخشی از سیستم مورد مطالعه در طول مسیر جابجائی یکسان است. حرکت خطی یا انتقالی مستقیم الخط است یا انتقالی منحنی الخط. در مستقیم الخط جسم در یک مسیر خطی مستقیم حرکت میکند اما در حرکت خطی منحنی الخط جسم یا بخشی از آن مسیر منحنی شکل را میپیماید. (مانند حرکت چتر باز در آسمان) (2)

2 - حرکت دورانی : این نوع حرکت جابجائی جسم حول محوری ثابت انجام گرفته و جسم مسیر دایره ای شکل را می پیماید. لذا در این نوع حرکت با مفاهیمی چون شعاع دوران ، محور دوران و بروهستیم. واحد اندازه گیری حرکت های زاویه ای رادیان ، درجه می باشد. (2)

3 - حرکت عمومی یا متداول : این نوع حرکت ترکیبی از دونوع حرکت خطی و زاویه ای می باشد. در واقع بیشترین نوع حرکتی که در سیستم مشاهده می شود حرکت عمومی است مثلاً طی حرکت بایسکل سوار در مفاصل ران و زانو ما شاهد حرکت زاویه ای و حرکت بایسکل سوار رو به جلو خطی است.

انسان و حرکت:

میدانیم حرکت لازمه ی زنده بودن موجود زنده است زیرا موجود با حرکت کردن می تواند نیازهایش را تامین کند. انسان نیز حرکت می کند. حرکت انسان توسط قوه عضلات ها به کمک استخوان صورت می گیرد. به عبارت دیگر استخوان ها اهرم هایی هستند که با قوه عضلات حرکت می کنند. (1)

استخوان و طرز کار آن :

انسان مانند بسیاری از جانوران بزرگ دارای چهارچوبی به نام اسکلت داخلی، غضروف ها و اجزای دیگر است. که شامل استخوان ها.

نقش استخوان در تشکیل حرکت :

حرکت انواع مختلف دارد. اما بحث طولانی آن زمانی نیاز است که مبنای اصلی یا علل اصلی در آن شناسائی گردد. (19)

درست شبیه انسان و حرکات آن.

استخوان

عضلات



شکل 2-5 رول استخوانها در حرکت

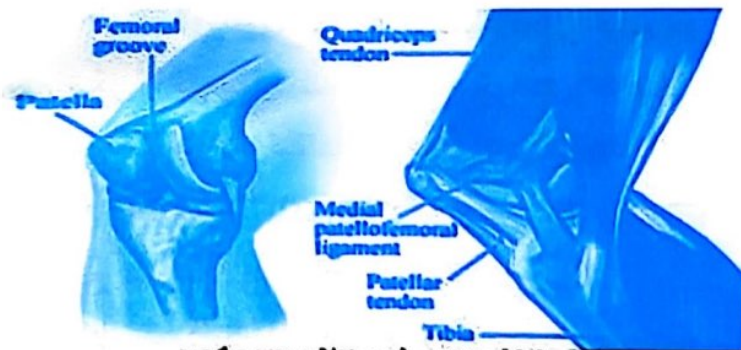
وظایف استخوان در بدن:

استخوان ها به بدن شکل می دهد و باعث می شوند که بتوانیم راست ایستاد شویم
کمک به حرکت بدن
کاردیگران ها حفاظت از اندام های ویژه ای مانند مغز و قلب است. (19)

تأثیر حرکت بر عضلات انسان:

انجام کار بدنی و حرکات ورزشی موجب بروز انقباض

عضلانی ارادی می گردد و می دانید که در بدن شگفت انگیز انسان بیش از 600 عضله اسکلتی یا عضله مخطط وجود دارد که برخی از این عضلات بسیار کوچک، و برخی دیگر بسیار بزرگ و حجیم



شکل 2-6 رول عضلات در حرکت

هستند. عضلات از واحد های حرکتی بعنوان رشته عضلانی یا تار عضلانی تشکیل شده اند که قطر این سلولهای عضلانی میکروسکوپی بوده ولی این سلولهای عضلانی هزاران برابر وزن خود را قادر به تحمل هستند و در شرایط انقباض و با کوتاهی عضلات

قطر آن به مرور افزایش و میزان قدرت آن نیز به همان نسبت بالا خواهد رفت (12)

عضلات بدن:

عضلات بدن عبارتند از:

الف - عضلات ارادی یا مخطط که به آن عضلات اسکلتی گفته میشود.

ب - عضلات صاف یا غیر ارادی که در سیستم گوارشی وجود دارند.

ج - عضلات قلب که غیر ارادی بوده و ساختار اندام قلب را می سازند.

هنگامی که ما فعالیت حرکتی و یا کار بدنی انجام می دهیم عضلات ارادی یا اسکلتی بکار گرفته خواهند شد و بیش از 40 درصد از وزن بدن انسان را تشکیل می دهند. عضلات از سلولهای عضلانی به قطر 1 تا 2 میکرون تشکیل شده اند که پوشش نازکی به نام سارکولما از آن حفاظت میکنند. ساختار این

رشته ها از میوزین و اکتین بوده و اکتین نیز از دو نوع پروتئین به نام تروپونین و تروپومیوزین تشکیل گردیده است که به واسطه فعالیت حرکتی مناسب به مرور زمان بر حجم این مواد و میوزین عضلات افزوده شده و قطر تارها افزایش و در نتیجه قطر عضلات نیز افزایش خواهد یافت که با سخت شدن عضلات، قدرت عضلاتی که مهمترین عامل حرکتی در تامین سلامت بدنی است نیز افزایش خواهد یافت و ارزش فعالیت های استقامتی یا کم شدت یا دراز مدت و یا هوازی در ازدیاد میزان مایوگلوبین عضلات اسکلتی بوده که متخصصان فعالیت های حرکتی، فعالیت استقامتی را بسیار بهتر از فعالیت های شدید حرکتی و سرعتی می دانند. با شروع هر گونه فعالیت حرکتی ماده ای به نام آدنوزین تری فسفات یا ATP در عضلات شکسته شده و حاصل این شکست شیمیایی مولکول انرژی، تامین انرژی برای عملکرد عضلات و اجرای حرکات بدنی است و در غیر اینصورت امکان وجود حرکت در عضلات وجود نخواهد داشت. لذا مصرف منابع غذایی برای تامین انرژی این مولکول در افراد عادی و ورزشکاران مهم بوده و به غیر از آن نیز استراحت کافی و خواب مکفی نیز برای هر انسانی ضروری است.⁽⁶⁾

بهر صورت با تامین انرژی در گروه عضلات فعال و در گیر حرکت، عملکرد قلب و عروق افزایش و میزان تنفس برای جذب اکسیژن بالاتر، افزایش خواهد یافت و ضریب عملکرد هضم در جذب بهتر مواد غذایی از منابع خورده شده بهبود یافته و مواد غذایی بیشتری در اختیار عضلات به همراه اکسیژن جذبی بالاتر در تامین انرژی کافی قرار خواهد گرفت که با بهبود عملکرد سیستم گوارش، عملکرد عصبی، کلیوی و ادراری، و... نیز ارتقا و عملکرد حرکتی و سلامتی مفاصل و آرامش روانی و رفتاری نیز حاصل خواهد شد لذا موضوع مطرح ورزش و تربیت بدنی برای تامین سلامت بعنوان موضوع بهداشتی و سلامتی در سال 2000 بر اساس موارد مطروحه متضمن سلامت تمامی انسان ها صرف نظر از جنسیت، سن، کشور، قاره، رنگ پوست، و... است.⁽⁶⁾

تولید برق از حرکات بدن:

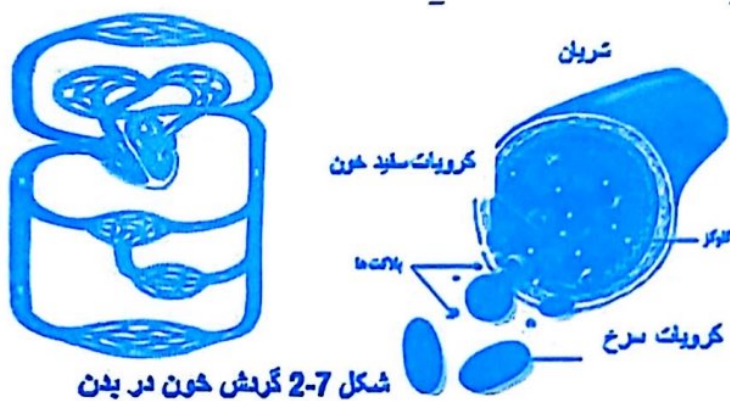
حرکت تنفس قفسه سینه انسان می تواند یک وات برق تولید کند و اگر فردی از روی چوکی بلند شود و سریعاً در اتاق حرکت کند هر بار که کبری پاه به زمین می خورد، 70 وات برق تولید می شود. این مقدار برق را می توان برای چارچ یک موبایل مورد استفاده قرار داد.^(6:8)

مطالعه حرکت در بعضی حصص بدن

گردش خون و انتقال مواد در بدن:

خون یک ناقل مایع می باشد که برای حفظ یک محیط مطلوب جهت رشد سلول های بدن، اکسیژن، آنزیم ها (پروتئین هایی که باعث تسریع و پیشبرد واکنش های شیمیایی در بدن می شوند- و سایر مواد

غذایی حیاتی را به سلول می رساند. خون از یک تعداد سلول‌های تخصصی (کرویات سرخ، کرویات سفید و پلاکت‌ها) و پلازما (مایعی که سلول‌های خون در آن معلق هستند- تشکیل شده است. در دستگاه گردش خون سه نوع رگ وجود دارد. (3)



1-شریان: رگ هایی که خون را از

قلب خارج می کنند، این رگ ها دیواره ای ضخیم و سخت عضلاتی دارند.

2-ورید: رگ هایی که خون را به

قلب باز می گردانند، این رگ ها دیوار نازک دارند.

3- عروق شعریه (موی رگ): این رگ ها خون را به تمام قسمت بدن پخش می کنند و موجب تبادل مواد بین خون در سلول ها می شوند. دیواره ی شریان ها دارای انساج پیوندی ارتجاعی ویژه ای است که در مقابل فشار زیاد خون، باز شده و موجب کلان شدن موقتی و موضعی شریان می شود. این عمل هنگام ورود خون از بطن چپ به شریان Aorta قابل اهمیت است.

هنگامی که این دیواره بر اثر خاصیت ارتجاعی خود به حالت اولیه برمی گردد، فشاری به وجود می آورد، که موجب حرکت خون در طول رگها می شود عمل تنگ و فراخ شدن جداره شریان مانند موجی در طول شریان حرکت می کند که نبض را به وجود می آورد (8).

کاربرد حرکت تعجیلی در طبابت:

برای مطالعه حرکات بدن حرکت تعجیلی عضو متحرک را مورد توجه قرار داده برای تعیین حرکت تعجیلی کلی بدن میتوان از روش زیراستفاده کرد. تخته مسطحی را بر منشور قرار داده و شخص را روی آن می خوابانیم و دستگاه را طوری تنظیم میکنیم که تخت روی نوک منشور در حال تعادل قرار بگیرد در این صورت حرکت تعجیلی بدن بر نوک منشور منطبق خواهد شد. در نتیجه حرکت تعجیلی بدن در حالت خوابیده در مکانی به فاصله 55 درصد تمام طول بدن از کف پا واقع است یعنی در حالت ایستاده

تقریباً یک سانتی متر بالای قسمت فوقانی دومین مهره کمر این نقطه در افراد مختلف بر حسب شکل بدن سن و جنس مختصری تغییر مکان میدهد. مواردی مانند راه رفتن ، دویدن ، نشستن بالای حرکات تعجیلی بدن تاثیر گذار است. حرکات تعجیلی بدن در موارد شکسته گی و کج گرفتن و قطع کردن پای اشخاص تغییر میکند. (8)

رول حرکات تعجیلی در طبابت :

عامل مهم در پیشرفت های پزشکی مدیون علم فزیک و فزیک پزشکی میباشد. علم فزیک و فزیک پزشکی مدیون حرکات تعجیلی پردازش گری میباشد. به عنوان مثال برای تشخیص امراض میتوان از ترموگرافی ، رادیوگرافی و سونوگرافی نام برد مانند شعاعات حرارتی و ماورای صوت ، اشعه ماورای بنفش و اشعه تحت قرمز است. همچنان برای تداوی امراض از فزیک استفاده وسیع دارد که از آن جمله حرکات تعجیلی میتوان به تکنیک های چون فنوترایی ، رادیوترایی و فزیوترایی اشاره نمود که به ترتیب کاربرد نور ، شعاعات و امواج بافریکونسی زیاد در طبابت میباشد. اکنون رول حرکات تعجیلی را در طبابت طوری ذیل بررسی می کنیم. (23)

- 1 - همه چیز تحت کنترل حرکات تعجیلی بدن است.
- 2 - نیروی نهفته در زیر پوست شما حرکات تعجیلی بدن تان است.
- 3 - تمام حرکات تعجیلی بدن تان رابطه مستقیم با رشته های الکتریکی عصبی تان دارد
- 4 - تاثیر قوه جاذبه در طب فراخ شدن ورید ها در پاها ست همچنان مطالعه انحلالیت در عمق ابحار و کیهان تحقیقات علمی را انجام می دهند که در هر دو صورت تغییر فشار مشاهده می شود هم چنان تغییر انحلالیت اکسیجن و کاربن دای اکساید در عمق ابحار که فشار نهایت زیاد می باشد بالا آمدن انسان به سرعت به سطح آب و در نتیجه کم شدن انحلالیت اکسیجن در خون، خون غلیان می کند در رگ ها و مغز سر حباب های پیدامی شود که این حادثه به مریضی و حتی منجر به مرگ می گردد برای مبارزه

عليه این امراض اهمیت زیاد را مشق تمرین در (اطاق عملیات) دارا می باشد و یا اطاق فشار به طو
مثال:

غواصانی که در ابجار کار می کنند. بعضی اوقات دچار مرض کیسن می شوند علت آن این است که د لباس شناوری آنها در اثر فشار هوا داخل می شود به این اساس در خون آنها مقدار زیاد گازات حل می گردد و در اثر بالا آمدن آنها دفعتاً از آب فشار شدیداً کاهش می یابد درین حالت بیشتر گازات منحل د خون بشکل حباب ها جدا شده و او عیه را در انساج مختلف مسدود می سازد. مرض کیسن بعضی اوقات باعث مرگ می شود. برای جلوگیری از مرض کیسن مریض را به اطاق که دارای فشار زیاد باشد قرا می دهند به این ترتیب حباب ها دوباره در داخل خون حل می شود.

5- به طوریکه قوه جاذبه بالای خون وریدی در مسیر حرکت آن به طرف قلب تاثیر مینماید

6- مخصوصاً این برای اشخاص بوجود می آید که زیاد تر استاده میباشد.

7- فشاریکه در ورید ها در پاها وجود دارد سبب فراخ شدن وریده ها میگردد .

8- هرگاه شخص در^۰اقمار مصنوعی در زمان طولانی سفر نماید کم وزن شده زیرا یک مقدار منرال استخوان های خویش را از دست میدهد. که این یک مشکل جدی در سفر های طویل فضائی محسوب میگردد.

9- استراحت دوامدار در بستر قدرت استخوان را ازبین برده وسبب ضعیفی استخوان میشود.

10- همینطور در هنگام سفر کردن در طیاره بدن انسان تحت تاثیر شتابهای بزرگ که در عرض چند ثانیه به وجود میآید گرفته که این امر بالای ساختمانهای بدن تاثیر گذاشته و باعث اختلالات در رشته ها اعضای بدن میشود. زیرا این تاثیرات فیزیولوژیکی سبب ایجاد تغییرات در دوران خون و مایعات بدن میگردد.

11- پس قوه جاذبه زمین باعث می‌گردد که در اطراف زمین یک جو (اتموسفیر) تشکیل شود و مانع این اختلالات گردد.

12- حرکات تعجیلی به خاطر تحقیقات سنتریفیوژها به کار برده می‌شود.

13 - در تمام حرکات یک جفت عضله نقش دارد بالا و پایین رفتن فک پایینی باز و بسته شدن ساق و حرکت سر به طرفین همه گی ناشی از عمل حرکات تعجیلی دو گروه عضله در برابر هم است. یک گروه از عضلات چشم را می‌بندد و گروهی دیگر آنرا باز می‌کند وقتی می‌نویسی عضلات کوچک زیادی باهم کار می‌کنند عضلات به تمرین زیادی احتیاج دارند تا حرکاتی چنین ظریف و پیچیده را به صورت روان و دقیق انجام بدهند

14 - جیمناست ها با انجام تمرینات خاصی میزان کشیده شدن رباط های خود را افزایش می دهند تا محدوده حرکات مفاصل شان نسبت به دیگران بیشتر شود. (23)

سوالات فصل دوم

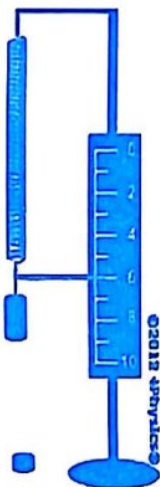
- 1- وظایف استخوانها در بدن
الف- سبب تشکیل اسکلت بدن میباشد.
ب- کمک به حرکات بدن میکند.
ج- سبب حفاظت اجزای بدن (قلب و مغز) است.
د- هر سه جواب درست است.
- 2- در بدن انسان چند نوع عضله وجود دارد؟
الف: دو نوع ب: سه نوع ج: چهار نوع د: هفت نوع
- 3- شریان:
الف: خون را به قلب می آورند
ب: خون را از قلب خارج میکند
ج: خون را به قلب می آورد و دوبار خارج میکند
د: هیچکدام
- 4- در دستگاه گردش خون چند نوع رگ وجود دارد؟
الف: دو نوع ب: سه نوع ج: چهار نوع د: پنج نوع
- 5- زمان تناوب عکس فریکونسی است.
- 6- رگ های که خون را به قلب بازمیگرداند بنام () یاد میشود.
- 7- وظایف استخوان را در بدن صرف نام ببرید.
- 8- وظایف شریان ، وریدها و شریانچه ها را بنویسد.
- 9- کاربرد حرکت تعجیلی را در طبابت مختصراً در سه سطر بنویسید؟

(Force

میدانیم که رابطه قوه با تعجیل یک رابطه مستقیم است و کتله یک کیمیت ثابت و سکالری است و همچنان قوه ها عامل همه حرکت ها در جهان بوده و در بدن انسان ها باعث ایجاد قوه ذریعه خوردن غذا که اکسیدایز شده، سبب بوجود آمدن قوه عضلاتی که در حرکت انسان کمک میکند و از طرف دیگر سبب قوه برقی که در بوجود آمدن تفاوت پوتنسیل در خارج و داخل غشای حجروی کمک می کند.

قوه:

(عامل است که حالت اجسام را تغییر میدهد یعنی هر عاملی یک جسم ساکن را متحرک و جسم متحرک را ساکن سازد و یا در سرعت آن تغییری وارد نماید و یا اینکه باعث حرکت تعجیلی و یا تأخیری درجسم شود و یا تأثیری که سبب پیدا شدن تعجیل در یک جسم گردد قوه نامیده میشود. برای درک مفهوم قوه مثال ذیل را از نظر میگذرانیم. باقوه عضلاتی خویش میتوانیم جسم را از یک موقعیت به موقعیت دیگری تغییر مکان دهیم و توسط همین قوه عضلاتی میتوانیم جسمی را در ساحه جاذبه زمین به ارتفاع معین بلند نمایم بر علاوه توسط عمل قوه عضلاتی میتوانیم که اجسام را تغییر شکل بدهیم بطور مثال اگر بالای فنری قوه عضلاتی عمل نماید طول فنر تزايد میکند. قوه عضلاتی یگانه منبع قوه نبوده بلکه اشکال دیگر قوه نیز وجود دارند مثلاً قوه ثقل، قوه اصطکاک، قوه ارتجاعی، قوه عطالت، قوه برقی، قوه مقناطیسی و غیره. قوه یک کمیت وکتوری بوده دارای نقطه اثر، مقدار و جهت می باشد و تمام قوانین وکتورها بالای آن تطبیق میشود.⁽¹²⁾



شکل 1-3 قوه سنج

اندازه گیری قوه:

قوه را میتوان توسط قوه سنج اندازه کرد برای این منظور یک انجام فنر را در یک نقطه محکم نموده و به انجام دیگر آن یک عقربه وصل و در مقابل عقربه یک خط کش درجه دار میگذاریم قرار شکل 1-3 اگر فنر را توسط یک قوه F_1 کش نماید در آنصورت طول فنر به اندازه X_1 تزايد می نماید و اگر قوه دو چند ($2F_1$) بالای فنر عمل کند در آن حالت طول فنر به اندازه $2X_1$ تزايد خواهد کرد. از اینجا نتیجه میشود که تزايد طولی فنر متناسب به قوه عامل است اگر قوه را به F و تزايد طولی فنر را به X نشان دهیم داریم که:

$$F \sim X$$

$$F = -CX \dots \dots \dots 1$$

در معادله (1) C ثابت تناسب بوده که قیمت عددی آن مربوط نوعیت فنر است و به نام ثابت فنر یاد میشود رابطه 1 بنام قانون هوک Hooke یاد میگردد. (17)

قوانین نیوتن

نیوتن در سال 1687 م. "اصول ریاضی فلسفه طبی" را به تحریر درآورد. و با تشریح قوانین حرکت اجسام، علم میخانیک کلاسیک را پایه گذاشت.

نخستین دانشمندی که بطور اصولی مفاهیم کتله و قوه را در حرکت وارد کرد نیوتن بود که سه قانون اساسی دینامیک را به نام خود وضع کرد.

نیوتن با سه قانون معروف خود درباره حرکت پایه های میخانیک کلاسیک را طوری مستحکم کرد که هنوز هم با گذشت سالها این قوانین در زندگی روزمره بشر و در علوم مختلف کاربردهای فراوانی دارند. اهمیت قوانین نیوتن در جهان شمول بودن آنها است. تفکیک قوه ها و در نتیجه پیدا کردن قوه موثر بر یک جسم برای بررسی و پیشگویی حرکات جسم، اهمیت زیادی دارد. قوانین نیوتن از جمله قانونهای اساسی و بنیادی در دانش فزیک به شمار می روند. این قوانین، کاربردهای وسیع در اکثر رشته های مهندسی دارند. همچنان در صنعت، امور ساختمانی، دریانوردی، فضاوردی و ... اصول حاکم بر پدیده ها از قانونهای نیوتن پیروی می کنند. قوه عامل تغییر حرکت در اجسام است و قانون هایی که رابطه بین قوه و کمیت های مربوطه حرکت را بیان می کنند، قوانین حرکت نامیده می شوند. (12:17:3)

قانون اول: عطالت (انرشیا):

عبارت از مقاومتی است که یک جسم در مقابل هر حرکت به شمول حالت سکون از خود نشان میدهد یا بعباره دیگر هیچ مایل نیست به حالت حرکت و یا سکون خود تغییر وارد کند.

هرگاه بالای جسمی هیچ نوع قوه خارجی اثر نکند جسم مذکور حالت خود را حفظ میکند. یعنی اگر جسم در حالت حرکت باشد به حرکت مستقیم الخط منظم خود ادامه میدهد و اگر جسم در حالت سکون است حالت سکون خود را حفظ میکند. و یا قانون اول نیوتن رفتار یک جسم را در حالت تعادل بیان می کند و این حالتی است که مجموع قوه های وارد بر آن جسم صفر است یعنی:

$$\sum_{i=1}^n F_i$$

$$\sum_{i=1}^n F_i = F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n = 0$$

و یا

استفاده سرشنیان وسایط نقلیه از کمربند ایمنی در حال رانندگی پیروی از قاعده و قانون اول نیوتن می کنند، همانطوریکه گفتیم طبق دارا بودن خاصیت انرشیا اجسام در حرکت یکنواخت هنگامی که موتور قصد

توقف را دارد سرنشینان تمایل به ادامه حرکت خود دارند ولی چون موتربه حالت سکون درمی آید لذا به سمت جلومی افتند و این کمربند باعث عدم آسیب به ایشان میگردد.

هرچه اندازه انرشیا یک جسم بیشتر باشد مقاومت آن در برابر تغییر سرعت بیشتر و بنابراین قوه ئی لازم جهت تغییر وضعیت حرکت یاسکون آن بزرگتر است.

مثلاً برای به حرکت درآوردن یک ترن یا یک کشتی در حال سکون و رساندن سرعت آن به حد لازم یا نگه داشتن آن کار دشواریست و قوه ئی بیشتری نیاز دارد.

همچنان هرگاه شخصی در بین موتری که در حالت سکون است ایستاده باشد موتور دفعتهاً شروع بحرکت کند دیده میشود که شخص مذکور بطرف عقب کشانیده میشود، زیرا پاهای شخص به تابع موتور شروع بحرکت کرده ولی بدن آن نظر به خاصیت عطالت میل دارد حالت سکون خود را حفظ کند بعد از برقراری حالت تعادل یعنی زمانی که موتور حرکت مستقیم الخط را بخود اختیار نماید شخص در بین موتور احساس حرکت نمی کند. اگر موتور دفعتهاً برک گیرد دیده میشود که شخص بطرف جلو می افتد به علت اینکه پاهای آن به تابع موتور ساکن و بدن نظر به خاصیت عطالت مایل است به حرکت خود ادامه دهد.

قانون دوم نیوتن

ارتباط بین قوه و تعجیل را مطالعه میکند

نیوتن در اثر تجربه دریافت کرد که اگر قوه F_1 بالای جسمی عمل کند قوه مذکور جسم را در جهت خود تعجیل a_1 میدهد اگر قوه عمل دوچند گردد تعجیل حاصله نیز دوچند میگردد.

هرگاه قوه عامل سه چند و چهار چند گردد تعجیل حاصله نیز سه چند و چهار چند میگردد.

عامل پیدایش تعجیل جسم عبارت از تاثیر اجسام دیگر بر همین جسم است و این تاثیر بنام قوه یاد میشود و میگویند که در اثر عمل قوه جسم تعجیل میگیرد.

$$F = ma$$

\downarrow

N

\downarrow

k

\downarrow

m/sec²

از فورمول فوق نتیجه می شود که :

الف: تحت عمل قوه ثابتی یک جسم حرکت تعجیلی را اجرا میکند.

ب: تعجیل جسم متحرک مستقیماً متناسب بقوه عامل بالای آن است

با استفاده از این قانون بسیار ارزشمند نیوتن بسیاری از کارهای سخت با محاسبه دقیق به آسانی قابل اجرا و امکان پذیر گردید. قوه های لازم جهت شتاب موتورها و وسایل نقلیه، آسان کردن حمل و نقل

به سمت بالا و غیره می باشد. (12)



قانون سوم نیوتن یا قانون عمل و عکس العمل

قانون سوم نیوتن را بنام قانون عمل و عکس العمل نیز یاد میکنند

قانون سوم نیوتن اثر متقابل دو جسم را بر یکدیگر بیان می کند. دو جسم در هنگام تاثیر متقابل بالای یکدیگر قوه های را وارد میکند که این قوه ها اندازه های یکسان و جهت های مخالف دارند. برای هر عملی عکس العملی است مساوی با آن و در خلاف جهت آن به عبارت دیگر عمل های دو جسم بر یکدیگر همواره مساوی و در جهت مخالف هم است در هنگام خروج گلوله از تفنگ عقب زدن خود تفنگ مثالی روشن از این قانون است یاراه رفتن موجودات و... در زندگی روزمره کاربردهای زیادی از قانون سوم نیوتن می شود ساختن انواع نیرو سنج ها و ترازوها، قدرت لازم جهت حرکت موتور ها و وسایل نقلیه، ایجاد قوه به زمین و پرتاب موشکها، تناسب بین وزن و قوه سلاح های گرم، نیروی فنر و اصطکاک و غیره (17)

انواع قوه

1- قوه جاذبه:

قوه جاذبه سبب سقوط اجسام، جلوگیری از معلق ماندن انسان در فضا و گردش کره ماه می شود هنگامی که ما جسمی را وزن می کنیم. در واقع مقدار نیروی جاذبه وارد بر آن جسم را اندازه گیری می کنیم. هر قدر مواد تشکیل دهنده یک جسم فشرده تر باشد، آن جسم سنگین تر به نظر می رسد. قوه جاذبه بین اجسام مستقیما متناسب به حاصل ضرب کتله های شان و معکوسا متناسب به مربع فاصله بین آنها است.

$$F_g = G \times \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$$

$$G = (6.673 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot (\text{m}/\text{kg})^2)$$

در حالیکه

نه تنها کره زمین بلکه تمام ستاره ها و سیاره ها به نوعی دارای تیوری کشش هستند. دانشمندان این کشش را جاذبه می نامند. هر چه قدر یک ستاره یا سیاره فشرده تر و بزرگتر و به اشیای دیگر نزدیک تر باشد، آن اشیاء را با قدرت بیشتری به سوی خود جذب می کند. خورشید از سیاره ها بسیار فاصله دارد اما به قدری بزرگ است که جاذبه قوی آن سبب چرخش سایر سیاره ها به دور خودش می شود. زمین شبیه به یک توپ بزرگ است. از این رو، نیروی جاذبه اش همیشه به سوی مرکزش میباشد. (1)

2- قوه های الکترومغناطیسی:

قوه های الکترومغناطیسی عبارت از قوه های است که در اطراف چارچ های متحرک بوجود می آید.

3- قوه اصطکاک FRICTION FORCE:

اصطکاک نیروی مقاومتی است که در برابر هر حرکت اجسام به وجود می آید. این نیرو همواره در خلاف جهت حرکت ایجاد شده و با حرکت اجسام مخالفت می کند.

هنگامی که دو جسم با همدیگر در تماس می شوند قوه به وجود می آید که در برابر این تماس مقاومت می کند ، نام این نیرو اصطکاک است .اصطکاک دارای اضرار و مزایایی است.

مثلا: وجود اصطکاک در دستگاه های مختلف باعث فرسودگی آنها شده.علاوه بر این باعث گرم شدن اجزای دستگاه می شود. و مقادیر بسیار زیادی انرژی به هدر می رود . همچنین وجود اصطکاک باعث فرسودگی چرخ های موتر نیز می گردد . وهمچنان میدانیم که بدون وجود اصطکاک تغییرات بسیاری در دنیا به وجود می آمد. مثلاً در چنین حالتی ما نمی توانیم راه برویم، چون کفش های ما روی زمین می لغزیدند .بدون اصطکاک موترها هم نمی توانند حرکت کنند چون چرخها روی سطح زمین لغزیده و جابجا در یک نقطه می چرخند.

هیچ میخ و پیچی به طور ثابت روی دیوار ها باقی نمی ماند . حتی در دست گرفتن اشیا نیز کار دشواری بود و در دست گرفتن قلم و نوشتن هم به سختی صورت می گرفت . بدون اصطکاک هیچ ساختمانی بنا نمی شود زیرا هیچ جسم به جسم دیگری نمی چسبند . اصطکاک در تغییرات آب و هوایی هم تأثیر می گذارد .بدون اصطکاک سرعت وزش بادهای بسیار زیاد می شد چرا که سرعت مالکولهای هوا هنگام تماس با سطح زمین تنها به دلیل اصطکاک کم می شود. (9)

کاربرد قوه ها در بدن:

میدانیم که قوه ها عامل همه حرکت ها در جهان است .
قوه های وارد در بدن بر دو بخش تقسیم می شود.و آنها عبارتند از
قوه ها داخلی بدن (قوه گرانش ، قوه برقی و قوه هستوی)
قوه های خارجی بدن (استاتیک و دینامیک)

قوه داخلی

الف: - قوه جاذبه:

قوه جاذبه به هر دو جسم
قوه جاذبه زمین عبارت از قوه وارده شده از طرف زمین بر تمام اجسام
تأثیرات قوه جاذبه زمین در بدن
حرکت خون ورید به سمت قلب برخلاف جهت قوه جاذبه زمین
تأثیر قوه جاذبه زمین در شکل گیری استخوانهای سالم

ب: - قوه برقی:

- قوه بین چارچ های مثبت و منفی
- تولید پتانسیل در حجره و انشار آن به صورت یک سیکنال برقی می باشد.
- در بدن ما تمام قوه تولید شده در عضلات براساس قوه برقی صورت میگیرد

ج: - قوه هستوی :

- پروتونها را برخلاف قوه دافعه بین آنها در هسته اتم کنار هم نگاه داشته واز متلاشی شدن آنها جلوگیری به عمل می آید.

مفهوم کتله و وزن:

مجموع ذرات مادی که جسم از آن ساخته شده عبارت از کتله جسم می باشد ویا نسبت ثابت بین قوه عامل بالای جسم و تعجیل حاصله از آن را کتله جسم یاد میکنند بنابراین تعریف وبا استفاده از قانون دوم نیوتن کتله جسم یک کمیت ثابت میباشد یعنی مجموع ذرات مادی که جسم را تشکیل داده است ثابت بوده و تعجیل زمین بالای آن اثری نمیگذارد. (20)

وزن جسم:

عبارت از اثر قوه جاذبه یی است که از طرف زمین بالای جسم با کتله m عمل میکند . در ار تفافات

$W = mg$ applies at all times, even when the object is not accelerating.
 Weight W = Force $F_{\text{net external}}$ = Mass m * Acceleration of gravity g
 If the object is in free fall with no other force other than gravity acting.

مختلف از مرکز زمین تعجیل جاذبه متفاوت بوده ودر عرض البلد های مختلف قیمت های متفاوت را بخود اختیار می نماید.

از فورمول بالا چنین نتیجه میشود :

الف: تعجیل جاذبه زمین در محل تجربه بالای اجسام یکسان است .

ب: در هر نقطه زمین وزن جسم متناسب به کتله آن است .

اکنون اجسام را با کتله های m_1 و m_2 را درنظر گرفته در یک ارتفاع معین ازسطح زمین این اجسام دارای اوزان ذیل می باشد.

$$w_2 = m_2 \cdot g \text{ و } w_1 = m_1 \cdot g$$

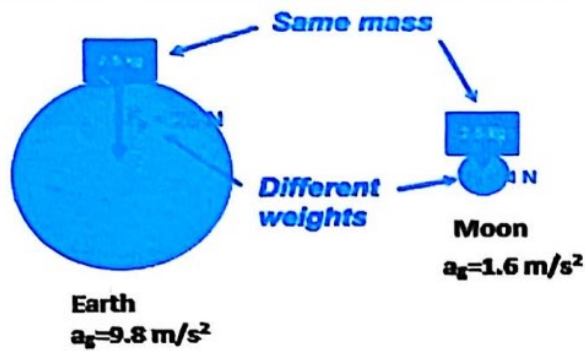
ازاینجا نتیجه می شود که نسبت اوزان اجسام متناسب به نسبت کتله های آن است.

$$\frac{w_1}{w_2} = \frac{m_1}{m_2}$$

درعمل برای اندازه نمودن کتله های اجسام از ترازو ها استفاده به عمل میاید زیرا توسط ترازو نسبت دو وزن را معین مینماید پس می توان نسبت دوکتله را نیز توسط ترازو ها تعیین کرد.

فرق بین کتله ووزن:

کتله همیشه ثابت است ووزن نظر به ارتفاع موقعیت جسم از سطح بحر تغییر مینماید زیرا در ارتفاعات بلند قوه جاذبه زمین کم و در ارتفاعات نزدیک به سطح بحر قوه جاذبه زمین زیاد میشود. به همین علت وزن جسم در ارتفاعات بلند نسبت به سطح بحر کمتر است (12).



شکل 2-3 فرقی کتله و وزن

واحدها قوه:

با استفاده از روابط $F = m \cdot a$ و $w = m \cdot g$ میتوان واحدها قوه را دریافت کرد. (12:17)

1- سیستم واحدها مطلقه:

الف: در سیستم M.K.S: در این سیستم واحدها

کتله کیلوگرام Kgr و واحد تعجیل متر فی ثانیه

مربع $\left(\frac{m}{sec^2}\right)$ است پس واحد قوه عبارت از $1 \text{ Kgr} \cdot \frac{m}{sec^2}$ است. این واحد قوه را بنام نیوتن (Newton) یاد می نمایند.

$$1 \text{ Kgr} \cdot \frac{m}{sec^2} \dots\dots\dots 2$$

الف: یک نیوتن مقدار قوه یست که بالای جسم با کتله یک کیلوگرام عمل نموده و به آن تعجیل یک متر فی ثانیه مربع بدهد.

ب: در سیستم c.g.s: در این سیستم واحدها کتله گرام gr و واحد تعجیل سانتی متر فی ثانیه

مربع $\left(\frac{cm}{sec^2}\right)$ است پس واحد قوه عبارت از $1 \text{ gr} \cdot \frac{cm}{sec^2}$ است این واحد قوه را بنام داین (dyne) یاد می نمایند. لذا

$$1 \text{ dyne} = 1 \text{ gr} \cdot \frac{cm}{sec^2} \dots\dots\dots 3$$

یک داین مقدار قوه یی است که بالای جسمی که کتله یک گرام را دارا است تعجیل یک سانتی متر فی ثانیه مربع بدهد. نظر به روابط 3 و 2 رابطه بین نیوتن و داین عبارت است از:

$$1 \text{ N} = 1 \text{ Kgr} \cdot \frac{m}{sec^2} = 10^3 \text{ gr} \cdot 100 \frac{cm}{sec^2} = 10^5 \text{ gr} \cdot \frac{cm}{sec^2}$$

$$1 \text{ N} = 10^5 \text{ dyne} \dots\dots\dots 4$$

و یا

$$1 \text{ dyne} = 10^{-5} \text{ N} \dots\dots\dots 5$$

2- سیستم واحدها ثقل:

الف: در سیستم M.K.S: در این سیستم واحدها قوه کیلوگرام Kgr^* و آن مقدار قوه است که بالای

جسم با کتله یک کیلوگرام عمل نموده و تعجیل برابر $g = 9.8 \frac{m}{sec^2}$ بدهد پس:

$$1 \text{ Kgr}^* = 1 \text{ Kgr} \cdot 9.8 \frac{m}{sec^2} = 9.8 \text{ N} \dots\dots\dots 6$$

ب: در سیستم c.g.s: در این سیستم واحدها قوه گرام gr^* و واحد کتله gr است یک گرام وزن مقدار قوه

است که بالای جسم با کتله یک گرام عمل نموده و به آن تعجیل برابر $980 \frac{cm}{sec^2}$ بدهد. پس:

$$1 \text{ gr}^* = 1 \text{ gr} \cdot 980 \frac{cm}{sec^2} = 980 \text{ dyne} \dots\dots\dots 7$$

رابطه وزن با قد در اطفال و جوانان

تا این اواخر اساس سنجش وزن دلخواه و ایده آل را با استفاده از جداول شرکت های بیمه عمر آمریکایی تعیین می کردند، ولی امروزه معلوم شده که منابع مورد استناد جهت تعیین وزن مطلوب، مربوط به ملتی که مجموعه ای از نژادهای مختلف می باشند قابل تعمیم برای همه نیست. لذا پژوهش گران تغذیه در جهت دست یابی به نزدیکترین وزن ایده آل نسبت به قد، فورمول های مختلف و روش های محاسبه ای متعددی ارائه کرده اند که ساده ترین و آسان ترین آنها فورمول بروکا است. (6)

این روش برای هر فرد به اسانی قابل استفاده و محاسبه است. بر مبنای چنین محاسبه ای کافی است که قد هر فردی را به سانتی متر اندازه گیری و از عدد بدست آمده مقدار صد سانتی متر کم شود. به طور مثال: شخصی که 175 سانتی متر قد دارد، عدد صد را از 175 کم کرده که عدد 75 حاصل می شود. این عدد را وزن خام یا پایه می گویند. جهت رسیدن به وزن ایده آل کافی است برای افرادی که جثه متوسط دارند، برای خانم ها 15 فیصد و برای مردان ده فیصد از وزن خام کاسته شود. (6)

روش دیگری که امروز استعمال وسیع پیدا کرده تعیین وزن ایده آل براساس «شاخص کتله بدن» (Body Mass Index) یا BMI است. در این روش شاخص کتله بدن را با BMI نشان می دهند و آن عددی است که از تقسیم وزن (بر حسب کیلو گرم) به قد (بر حسب متر) به توان 2 به دست می آید و توسط فورمول ذیل ارائه می شود:

$$BMI = \frac{G}{h^2}$$

در این فورمول:

G- وزن انسان بر حسب کیلوگرم؛ h- قد انسان بر حسب متر می باشد.

اگر BMI=20-24.9 باشد، وزن انسان متعارف (درجه چاقی مساوی به صفر) است.

اگر BMI=25-29.9 باشد، وزن انسان اضافه (درجه چاقی مساوی به یک) است.

اگر BMI=30-39.9 باشد، انسان چاق (درجه چاقی مساوی به دو) است.

اگر BMI ≥ 40 باشد، انسان چاقی مفرط (درجه چاقی مساوی به سه) دارد.

روش دیگری که می توان از طریق آن به تعیین وزن مطلوب دست پیدا کرد عبارت است از:

وزن ایده آل مردان = 48 + 2.7 کیلو برای هر 2.5 سانتی متر بالای 150 سانتی متر؛ وزن ایده آل

خانم ها = 45 + 3.7 کیلو برای هر 2.5 سانتی متر بالای 150 سانتی متر؛ روش دیگری که می توان

از طریق آن به تعیین وزن مطلوب دست پیدا کرد عبارت است از:

وزن ایده آل به کیلوگرم = (قد به سانتی متر × متوسط قطر سینه به سانتی متر) تقسیم بر 240 ؛

نكات مهم براي افزايش قد بصورت طبيعي:

براي افزايش قد بصورت طبيعي 18 روش و نکته مفيد و جود دارد
يكي از تشويش هاي خيلي افراد امكان رشد قد پس از بلوغ است. البته پوشيدن بوت هاي كوروبلند يكي
از اين راه ها است اما تخنيك هاي خاصي وجود دارد كه اگر درست رعايت شوند به بلندتر ديده شدن قد
كمك مي كنند. (3.4.5.6)

عوامل موثر بر رشد قد انسان

قد با مجموعه پيچيده اي از ژنتيك و محيط تعيين مي شود. قانون اصلي آن را مي توان به شكل زير
تعريف كرد:

(ژنتيك + هورمون ها + تغذيه) - استرس

زمان متوقف شدن قد كشيدن انسان

از نظر جنتيكي طوري برنامه ريزي شده كه پس از اتمام دوران بلوغ قد كشيدن متوقف مي شود. در اين
نقطه، فعل و انفعالات پيچيده جين ها، مواد مغذي و هورمون ها به اوج خود مي رسد. رشد در پسران از
13 سالگي و در دختران از 11 سالگي شروع مي شود. پايان رشد زمان خاصي ندارد ولي معمولاً رشد
طولي در حدود 23 و 24 سالگي متوقف مي شود (رشد عرضي ادامه دارد).

بلندتر شدن قد پس از اتمام دوران بلوغ

شواهد بسيار كمی از رشد قد بعد از دوران بلوغ ديده شده است. انسان ها معمولاً در دوران كودكي
سريعترين رشد را دارند. همچنان در دوران بلوغ نيز به خاطر جهش هاي رشد، رشد سريعي دارند.

جهش هاي رشد

جهش رشد اصطلاحي است كه براي افزايش سريع قد و وزن به كار مي رود كه معمولاً در دوران بلوغ
اتفاق مي افتد. كودكان در دوران نوجواني به بالاترين حد قد دوران بزرگسالي خود مي رسند. رشد قابل
توجه، از قسمت هاي خارجي بدن شروع شده و به قسمت ها داخلي ادامه مي يابد. دست ها و پاها اولين
جاهاي هستند كه بزرگ مي شوند. نياز به بوت هاي جديد اولين نشانه تجربه جهش رشد است. دومين
ناحيه بدن، طول پاها و دست ها است كه كلان تر مي شود. و در آخر ستون فقرات ما رشد مي كند.

افزايش قد به كمك نوع رژيم غذايي

يك رژيم غذايي سرشار از مواد مغذي كه شامل ميوه ها و سبزيجات، لبنيات، گوشت و ميزان كافي آب
باشد موجب تقويت پروسه طبيعي افزايش قد مي شود.

تاثير خواب در رشد انسان

بهره بردن از اندازه كافي خواب براي عملكرد خوب هورمون هاي رشد ضروري است. نداشتن خواب
كافي مي تواند اندازه هورمون رشدی كه بدن توليد مي كند را كاهش دهد.

هورمون های رشد

هورمون رشد انسان توسط ساختاری نخود مانند به نام هیپوفیز که در پایین مغز قرار دارد تولید می شود. این ماده معمولاً طی ساعات اولیه خواب و پس از ورزش تولید می شود. عملکرد این هورمون ها تحریک و تقویت رشد در بدن انسان تا اتمام دوران بلوغ است.

بلندتر شدن قد با مصرف هورمون رشد

مصرف هورمون رشد فقط طی سال های شکل گیری موثر هستند. مصرف بیش از حد آن به صورت مصنوعی موجب رشد غیرطبیعی و نا مناسب می شود. این واژه توسط تولید کننده های مختلف مورد استفاده و سوء استفاده برای فروش محصولات خود که ادعای تقویت رشد را دارند، قرار گرفته است. واقعیت این است که فروش دوا های هورمون رشد شدیداً تحت کنترل است و فقط توسط متخصصین تجویز می شود.

وجود دوا های افزایش قد پس از بلوغ

هیچ دوايي وجود ندارد که موجب افزایش قد پس از دوران بلوغ شود. محصولات زیادی در بازار امروز همچنین ادعایی دارند اما همه آن ها هیچ سند و مدرک علمی نداشته و فاقد اعتبارند.

کمک تمرینات کششی به افزایش قد

برخی تمرینات کششی به افزایش قد در دوران بلوغ کمک می کند. پس از دوران بلوغ، این تمرینات فقط به اصلاح شکل بدن افراد بزرگسال کمک می کند. در خیلی افراد خمیده پشت موجب کوتاه نشان دادن قد می شود و در همه سنین می توان با اصلاح چنین مشکلاتی قد را تا چندین سانتی متر بالاتر برد.

تأثیر افزایش قد به کمک تنفس صحیح

تنفس صحیح باعث می شود که اکسیجن لازم برای رشد در اختیار بدن قرار گیرد. فقط تنفس عمیق تنفس موثر به شمار می رود.

بلندتر کردن قد با عمل جراحی

عمل های جراحی زیبایی افزایش قد پاها می تواند تا چندین سانتیمتر قد را بلندتر کند که البته عملی بسیار پیچیده، گران و دردناک است که نیاز به زمان ریکوری (دوره بهبودی) طولانی دارد. در برخی مراکز ابتدا ارزیابی می کنند که مریض تحمل دوران ریکوری را دارد یا خیر بعد به انجام عمل می پردازند.

اندازه قد متوسط برای مردان و زنان

قد متوسط به نسبت محل زندگی افراد متفاوت است. یک فرد با قد متوسط در هالند شاید در جاپان بلند قد به حساب آید.

بلند قد بودن نسل حاضر از نسل های قبلی

به نظر می رسد که بین رشد اقتصادی و قد انسان ها ارتباط مستقیم وجود دارد. یک زمانی تصور می شد که آسیایی ها کوتاه قد هستند اما امروز به نظر می رسد که قد متوسط چینی ها و سایر آسیایی ها به طرز قابل توجهی بالا رفته است. رشد انسان به تسهیلات طبی، مراقبتی و غذایی بهتر پاسخ می دهد در جدول زیر می توانید افزایش قد متوسط را در 150 سال گذشته مشاهده کنید.

کشورها	سال 1850	سال 2000
امریکا (سفید پوستان)	172cm	177 cm
امریکا (سیاه پوستان)	167	174
کانادا	169	177
سوئدن	167	179
آلمان	167	177
تنگستان	164	174
بنگلادش	164	182
فرانسه	162	174

جدول 5

رابطه وزن ایده آل با قد

«شاخص کتله بدن» (BMI) بدین صورت محاسبه می شود که وزن خود را بر حسب کیلوگرم بر مربع قدتان با واحد متر تقسیم می کنید. عددی که بدست می آید BMI نام دارد. در صورتی که BMI محاسبه شده کمتر از 18.5 باشد، شما کمبود وزن دارید ولاغرهستید؛ در صورتیکه BMI بین 18.5 تا 25 باشد، شما نورمال هستید و در صورتیکه BMI در محدوده سلامت وزنی بین 25 تا 27 باشد، شما اضافه وزن دارید بیش از 27 باشد، شما چاق هستید(پس باید به فکر ورزش کردن و تحرک بیشتر باشید).

جلوگیری بدن سازی از رشد قد

هیچ دلیل و مدرکی برای اثبات این گفته وجود ندارد. افرادی مثل دیوید رابینسون، شاک اونیل، آرنولد شوارتزنگر و بسیاری دیگر هستند که بدنسازی را از سنین پائین شروع کردند و با اینحال قدی بالاتر از حد متوسط داشتند.

قد گرایی

قد گرایی نوعی تمایز براساس قد انسان است که به خاطر اندام بلند یا کوتاه کسی به او لقب داده می شود. افراد کوتاه قد معمولاً در فرصت های شغلی از مزایای کمتری برخوردارند. برای اکثر خانم ها قد مردان در جذابیت آنها نقش بسیار مهمی ایفا می کند. باور بر این است که یکی از دلایل اینکه قدرت سیاسی توسط بلژیکی ها به اقلیت توتیس داده شد به خاطر قد بلند آن ها بوده است که آن ها را به نظر برتر و شایسته تر برای حکومت نشان می داده است. کاندیداهای قد کوتاه در انتخابات هم شانسر کمتری دارند. از 54 انتخابات ریاست جمهوری امریکا فقط 13 کاندیدای پیروز از بقیه کاندیداها کوتاه تر بوده اند.

بلند تر شدن قد فزانوردان در فضا

از آنجا که در فضا جاذبه وجود ندارد، استخوان فزانوردان کمتر با هم فشار آورده و در نتیجه به خاطر این واقعیت قد آنها کمی بلند تر می شود.

صفحات رشد استخوان و افزایش قد:

نقاط خاصی در استخوانهای بدن هست به اسم صفحه های رشد این نقاط در واقع مناطقی هستند که ؛ تولید بافت استخوانی باعث افزایش طول استخوانها می شوند و با بلند تر شدن و افزایش قدارتباط دارند با بالاتر رفتن سن انسان و شروع بلوغ این صفحه های رشد بسته می شوند و دیگر طول استخوانهای افزایش طول زیادی ندارد و بعد از آن افزایش قد متوقف می شود. حداکثر سرعت افزایش قد در حد و سنین بلوغ خواهد بود و تا ۱۸ سالگی میتواند ادامه داشته باشد. البته در پسران می تواند افزایش قد بعد از ۱۸ سالگی تا ۲۴ سالگی ادامه داشته باشد ولی این تغییر خیلی زیاد نخواهد بود. (6)

بهترین زمان افزایش قد و درمان کوتاهی قد:

بهترین زمان تشخیص کوتاهی قد و همچنین بهترین زمان تداوی کوتاهی قد در دختران از ۲ تا ۱۲ سالگی و در پسران از ۲ تا ۱۴ سالگی است چرا که محل رشد استخوانی در این فاصله زمانی باز است. از مصرف هورمون رشد بدون تجویز پزشک بپرهیزند چرا که باعث تغییر شکل در اندام تحتانی می شود . اگر والدین برای رشد ونموی قداطفال خود تا 2 ساله گی کاهش مشاهده کرد برای بررسی علل عدم افزایش قد نوزاد به داکتر متخصص غدد مراجعه کنند. اگر مشکل از غدد رشد باشد داکتر با تجویز هورمون رشد برای افزایش قد اقدام می کند. (6)

مراحل افزایش قد در استخوان ها:

استخوان از تمام قسمت های خود امکان رشد طولی ندارد ، بلکه فقط مراکز رشد که اپی فیز (قسمت نرم و غضروفی استخوان) نامیده می شوند و نزدیک دو سر استخوان هستند، امکان رشد طولی را برای استخوان فراهم می کنند. وقتی فرد در سن بلوغ است، استخوان در ناحیه اپی فیز رشد طولی دارد، ولی به مرور این مراکز رشد یکی پس از دیگری بسته می شوند تا اینکه با اتمام سن بلوغ، این مراکز برای همیشه بسته می شوند (یعنی اپی فیز کاملاً استخوانی و سخت می شود- و استخوان ها دیگر نمی توانند رشد طولی کنند. بنابراین بعد از تمام شدن سن رشد و بلوغ ، قد فرد هرگز بلندتر نخواهد شد.

بعد از اتمام سن بلوغ قسمت نرم و غضروفی استخوان های دراز کاملاً سخت می شوند و دیگر امکان رشد قدی وجود نخواهد داشت. پس تبلیغات افزایش قد کاملاً غیر استاندارد و دروغین هستند و فقط روشی برای پر کردن جیب سرمایه داران می باشد. حتی قبل از اتمام سن رشد، ممکن است این مواد تبلیغاتی تأثیری بر افزایش قد شما نداشته باشد. این تبلیغات ادعا می کنند که این مواد مخلوطی از گیاهان دارویی و املاح هستند که ۲۳ نوع گیاه نام برده شده و بیشتر آنها از انواع درخت مو می باشند. درخت مو سریعاً رشد می کند. در حقیقت با این گونه تبلیغات می خواهند به شما بگویند قد شما هم مثل درخت مو سریع رشد می کند و بلند قد خواهید شد. علت رشد سریع درخت مو ، ساختار ژنتیکی آن است که DNA نامیده می شود. ولی شما با خوردن یک گیاه نمی توانید DNA آن را بدست آورید، زیرا DNA گیاهی در معده و روده شما به اجزاء تشکیل دهنده خود یعنی اسید نوکلئیک شکسته می شود که هیچ تأثیری بر DNA بدن انسان نخواهد داشت. این موضوع وقتی ناراحت کننده است که می بینیم افراد و به خصوص جوانان، تحت تأثیر این تبلیغات منفی ، پولی را که با سختی بدست می آورند، صرف خرید اینگونه محصولات پوچ می کنند و در حقیقت جیب سرمایه دارانی را پر می کنند که مردم را به مسخره گرفته اند. حتی در کشورهای خارجی برای کسب اطمینان مشتری می گویند که این محصول ۳۰ روز گارانتی (ضمانت) دارد و بعد از این مدت اگر تأثیری بر افزایش قد شما نداشت، می توانید آن را پس بدهید و در عین حال توصیه می کنند که برای دیدن اثر این ماده بر افزایش قد خود، حداقل باید ۶ ماه آن را مصرف کنید. پس در حقیقت این گرنتی (ضمانت) یک نوع حقه و فریب تجارتي است. در ضمن بیشتر افراد خجالت می کشند که بعد از یک ماه پول خود را پس بگیرند و اگر هم بخواهند این کار را بکنند، متوجه خواهند شد که این گارانتی فقط نوعی کلاه برداری بوده است و هرگز پولی به آنها پس داده نخواهد شد. (4)

آیا فضا نوردان در فضا قد بلندتر می شوند؟

از آنجا که در فضا جاذبه وجود ندارد، استخوان فضا نوردان کمتر به هم فشار آورده و در نتیجه به خاطر این واقعیت قد آنها کمی بلندتر می شود.

استفاده تعجیل در طبابت:

همچنان بدن انسان بطور متداوم تحت تاثیر قوه جاذبه زمین قرار دارد و خود را با محیطی که در آن بود و باش دارد تطابق میدهد بطور مثال چون در فضا کشش جاذبوی وجود ندارد زمانی که انسانها به فضا میروند از لباسهای مخصوصی استفاده میکنند و دلیل پوشیدن این لباسها تعادل فشار خون انسان است زیرا به دلیل عدم موجودیت کشش جاذبوی در فضا خون انسان بطور نارمل دوران نکرده و این امر باعث متلاشی شدن حجرات در بدن انسان میگردد.

همینطور در هنگام سفر کردن در طیاره بدن انسان تحت تاثیر شتابهای بزرگ که در عرض چند ثانیه به وجود میآید گرفته که این امر بالای ساختمان های بدن تاثیر گذاشته و باعث اختلالات در بافت های اعضای بدن میشود و این تاثیرات فزیولوژیکی سبب ایجاد تغییرات در دوران خون و مایعات بدن میگردد. پس قوه جاذبه زمین باعث میگردد که در اطراف زمین یک جو(اتموسفیر) تشکیل شود و مانع این اختلالات گردد.

در این اواخر شتاب دهنده خطی (linac) در لابراتوار لوس امالوس مورد آزمایش قرار داده شد و به سرعت جای ماشین های کوبالت 60 را گرفت. این دستگاه ها شعاع های نوری را با شدت بیشتر عبور میدهند و در تداوی مریضان ترجیح بیشتری به استفاده ازین دستگاهها داده شده است. هر چند طرح تداوی و کنترل آن پیچیده است.

دستگاه های متذکره در مبانی رادیوبیولوژی برای تداوی امراض سرطانی استفاده میشوند. (5:6)

ستری فیلوها و کاربرد آن در حیات روزمره:

اوایل قرن 20 پوستر تبلیغاتی برای یک جداکننده شیر توسط مهندس نظامی انگلیسی بنیامین روبینز (1707-1751) ابداع شد. در 1864، نتونین پرنتل اختراع اولین سانتریفیوژ قیماق را از شیر جدا کرد. در ابتدا سترفیوژها کاربرد تجارتی داشت.

سانتریفیوژ (Centrifuge) دستگاهی است که در آن با استفاده از نیروی گریز از مرکز مواد را از یکدیگر جدا می کنند. در این دستگاه محفظه ای که مواد جدا شده در آن قرار دارد معمولاً به کمک یک موتور به سرعت حول یک محور می چرخد.

سانتریفیوژ دستگاهی است که از آن برای چرخاندن مواد با سرعت بالا استفاده می شود. دانشمندان معمولاً دستگاه سانتریفیوژ را برای جدا کردن ذرات جامد از یک مایع یا تقسیم مخلوط مایعات به اجزای مختلف آن به کار می گیرند. مخلوط را داخل تیوب قرار می دهند که طوری قرار داده شده است که با دوران دستگاه، به سمت خارج از مرکز حرکت می کند و به حالت افقی قرار می گیرند. در این حالت، قوه گریز از مرکز می خواهد که مخلوط را برخلاف مرکز سانتریفیوژ براند و از این نقطه دور کند و ذرات یا مایع سنگین تر بیش تر به سمت بیرون (یا تحت مخلوط) رانده می شوند.

هر گاه سانتر فیوژ از حرکت باز می‌ایستد، مواد به همین حالت غیر مخلوط می‌مانند. خون و سایر نمونه‌های بیولوژیکی را معمولاً به وسیله دستگاه سانتریفوژ جدا می‌کنند. سریع‌ترین سانتریفوژ با نام «فرار از مرکز گریز» با سرعت ۲۰۰۰۰۰ دور در دقیقه می‌چرخد. از دستگاه‌های گریز از مرکز بزرگ برای انجام آزمایش بر روی خلبانان نظامی و فضانوردان استفاده می‌شود تا میزان مقاومت آنان در شتاب‌های بالا معلوم شود.^(۸)

انواع سانتریفوژ:

انواع دستگاه‌های مرکز گریز برای مصارف گوناگون ساخته شده‌است. نمونه‌های خانگی این دستگاه برای جدا کردن آب از سبزی‌ها مثل کاهو و غیره بکار می‌رود. همچنین در ماشین‌های لباسشویی نیز برای خشک کردن لباس استفاده می‌شود. در نمونه‌های آزمایشگاهی برای جدا کردن کرویات خون از پلاسما استفاده می‌شود. دستگاه‌های صنعتی با موتورهای قوی و در ابعاد بزرگ برای جدا کردن مواد بکار می‌رود. در کار غنی‌سازی یورانیوم نیز از دستگاه‌های مرکز گریز گازی استفاده می‌شود.^(۸)

اساس کار سانتریفوژها:

سانتریفوژی به قدرت 20g در

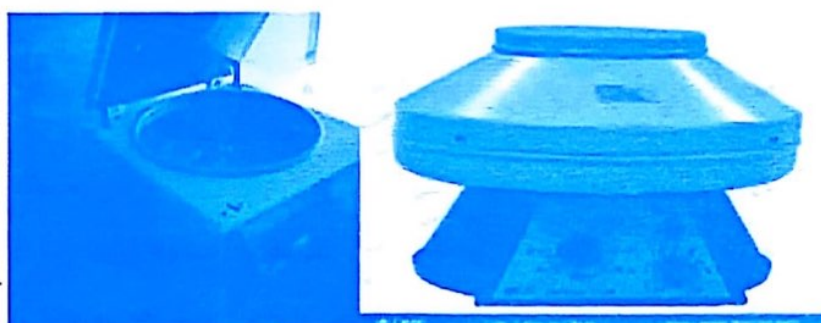
مرکز فضایی ناسا

هر گاه جسمی با سرعت

معینی حول یک مرکز با محور

دوران کند نیرویی در جسم

متحرک و در جهت عمود بر



شکل 3-3 سانتریفوژ

مسیر دوران و به سمت خارج از مرکز ایجاد می‌گردد. که به نیروی فراگریز یا نیروی گریز از مرکز موسوم است که مقدار آن از رابطه $F=MR\omega^2$ که در آن شعاع دوران M کتله جسم و V سرعت

سوالات فصل سوم

سوالات چهار جوابه، صحیح و غلط و خانه خالی ذیل را حل نمائید:

1- $\sum F_i^n$ مساوی است :

- الف- صفر ب- $0 <$ ج- $0 >$ د- 1
- 2- معادله $F=ma$ مربوط قانون:
- الف: اول نیوتن است ب: دوم نیوتن است ج: سوم نیوتن است د: هیچکدام
- 3- کتله صرف یک کمیت مقداری است.
- 4- $10^{-5} \text{ dyne} = 1 \text{ N}$ است.

سوالات ذیل را حل نماید.

- 1- قوه 4 dyne چند نیوتن میشود؟
- 2- قوه یک ذاین مساوی به چند 1 gr است؟
- 3- قوه 50 نیوتن بالای جسمیکه دارای کتله 25 کیلوگرام است عمل می نماید مطلوب است تعجیه حاصله از آن.
- 4- انرشیا (عطالت) را تعریف رابطه ریاضی و کاربرد آنرا تحریر دارید.
- 5- قوه را تعریف و انواع آن را نام ببرید.
- 6- مفیدیت واضرار اصطکاک را تحریر دارید
- 7- در مورد کاربرد قوه ها در بدن مختصراً معلومات ارایه نماید.
- 8- فورمول (BMI) در مورد رابطه بین قد و وزن را تحریر داشته و اجزای آنرا معرفی نماید.
- 9- بهترین زمان تشخیص کوتاهی قد و بهترین وقت تداوی کوتاهی قد را در دختران و پسران در کدا سنین است؟
- 10- مراکز رشد و نموی استخوان ها در بدن چه نام داشته و در کدام قسمت استخوانها قرار دارد.
- 11- آیا قد فضاپردان در فضا بلند می شود و دلیل آن چیست؟

فصل چهارم

کار، انرژی و مومنتم

کار:

در این مبحث میخواهیم مفهوم کار و انرژی را مورد بررسی قرار دهیم. هرگاه قوه یی بالای جسمی عمل کند و جسم را به جهت بخصوص تغییر مکان نماید قرار تعریف حاصل ضربِ مرکبه قوه به جهت تغییر مکان و فاصله طی شده توسط آن کار قوه عامل بالای جسم متحرک نامیده میشود فرضاً قوه ثابت F بالای جسمی عمل نماید و جسم مذکور بعد از گذشت زمان t فاصله x را به جهت این قوه طی نماید در امتداد فاصله طی شده x مقدار و جهت قوه F بالای جسم ثابت باقی بماند. در این حالت قرار تعریف

$$K=F.X.....1$$

انواع کار

انواع کار عبارت اند از:

کار در ساحه جاذبه زمین، کار تعجیلی، کار ارتجاعی و یا کار کشش یک فنر و کار قوه های عمودی بر تغییر مکان.

1: کار در ساحه جاذبه زمین

اگر جسمی را که کتله آن m بوده توسط قوه عضلاتی بر ارتفاع h بلند نماییم پس کار انجام داده شده درین ارتفاع مساوی است به

$$K=w.h=mgh..... 2$$

2: کار تعجیلی:

هرگاه جسمی با کتله m تحت عمل قوه F یک حرکت تعجیلی رابه خود اختیار کند و فاصله x را طی نماید در آنصورت بالای جسم کار تعجیلی اجرا میگردد که آن عبارت است از:

$$K=F.X.....3$$

و نظر به قانون نیوتن داریم که $F=m.a$ در حالیکه a تعجیل جسم می باشد

$$K = m \cdot a \cdot x \dots (4)$$

نظر به معادله قبلی فصل دوم داریم که $x = V^2 - V_0^2 / 2a$
پس معادله 13 طور ذیل تحریر میگردد.

$$K = m \cdot a \cdot \frac{V^2 - V_0^2}{2a}$$

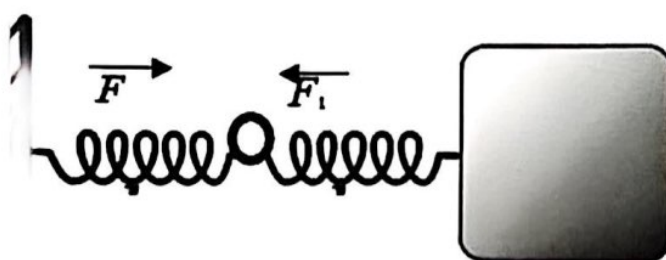
$$= \frac{1}{2} m (V^2 - V_0^2)$$

اگر در ابتدا عمل قوه F جسم در حالت سکون باشد یعنی $V_0 = 0$ در آن حالت داریم:

$$K = \frac{1}{2} m V^2 \dots (5)$$

3: کار ارتجاعی و یا کار کشی یک فنر:

فنری را قرار شکل ذیل مد نظر میگیریم اگر فنر مذکور را توسط قوه عضلاتی به اندازه dx کش نمایم
آنصورت قوه عضلاتی کار مساوی است به $dk = F \cdot dx$ اگر قوه عضلاتی فنر را به آهستگی کش نماید
آن حالت قوه عضلاتی F و قوه ارتجاعی F_1 فنر باهم مساوی، و مختلف الجهت می باشند یعنی



$$F_1 = -F$$

$$dk = -F_1 \cdot dx \dots (6)$$

از قانون هوک Hooke میدانیم

$$F_1 = -cx \dots (7)$$

شکل 4-4 کار کشش ارتجاعی فنر

علامه منفی در رابطه (7) نشان میدهد که
 F_1 خلاف جهت x عمل می نماید پس
معادله (6) به شکل ذیل تبدیل میگردد.

$$K = cx \cdot dx$$

چون dx و x عین جهت اند بنابراین زاویه بین آنها صفر درجه بوده لذا داریم که $dk = cx dx$
برای بدست آوردن کار مجموعی که توسط قوه F از X_1 تا X_2 صورت میگیرد میتوانیم بنویسیم که:

$$K = c \int_{x_1}^{x_2} x dx = c(x^2/2 - x_1^2/2)$$

اگر فنر در حالت سکون یعنی ($X_1 = 0$) باشد در آن حالت کار انجام داده شده توسط قوه F بعد از اینکه فنر
به اندازه $X_2 = X$ کش گردد عبارت است از

$$K = \frac{1}{2} c x^2 \dots (8)$$

این کار را بنام انرژی پوتانشیلی فنر نیز یاد میکنند.

4: کار قوه های عمودی بر تغییر مکان:

از تعریف کار که عبارت از $k=F \cdot dx$ است چنین نتیجه میشود که قوه های عمود بر تغییر مکان یک جسم هیچ کاری را انجام نمیدهد زیرا قرار تعریف $F \cdot dx = F \cdot dx \cdot \cos \alpha$ بوده و چون $\alpha = 90^\circ$ است پس $\cos 90^\circ = 0$ میشود لذا $F \cdot dx = 0$ شده و در نتیجه $k = 0$ میگردد. (9)

انرژی:

از زمانی که انسانهای اولیه شروع به استفاده از انرژی کرده اند تا حال ، انرژی به انرژیهای قدیمی و انرژیهای نو تقسیم بندی شده است. انرژیهای قدیمی شامل: چوب ، زغال سنگ ، انرژی باد (برای کشتیهای بادی) ، نفت و ... می باشند. انرژیهای نو شامل: انرژی آفتاب ، باد (برای ماشینهای بادی امروزی) ، هیدروجن ، اتم ، انرژی هستوی و ... می باشند. انرژی (از کلمه یونانی به معنی فعالیت) یا استعداد کار گرفته شده و در فزیک و دیگر علوم، یک کمیت اساسی فزیکی است. انرژی کمیتی است که برای توصیف وضعیت یک ذره، شیئی به آن نسبت داده می شود. بناً انرژی عبارت از قابلیت. استعداد و توانایی انجام یک کار را میگویند. ویا انرژی توانایی انجام کار است که باعث به وجود آمدن همه تغییرات می شود. (9:10)

انواع انرژی عبارت است از:

- انرژی میخانیکی (حرکی و ذخیره)

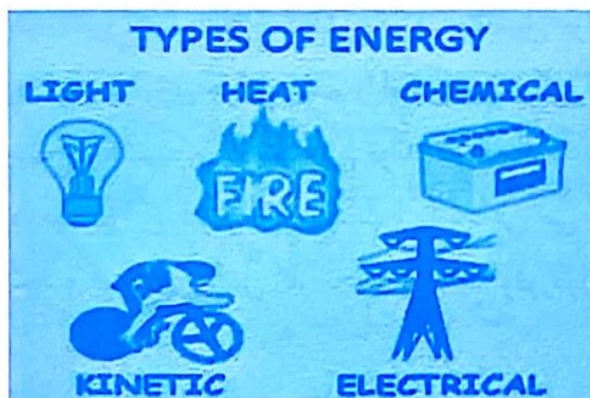
- انرژی حرارتی

- انرژی کیمیاوی

- انرژی برقی

- انرژی نوری

- انرژی هستوی



شکل 2-4 انواع انرژی

انرژی میخانیکی:

a- انرژی حرکتی:

اصطلاحی که بوسیله لرد کلونین در 1859 معرفی شد. انرژی که یک جسم متحرک در حال حرکت خود دارا است عبارت از انرژی حرکتی است. . طوری مثال، با ضربه زدن با چکش بر روی میخ، می توان بر مقاومت یک قطعه چوب غلبه کرد و میخ را در چوب کوبید. در این کار حرکت وزنه چکش است که کار را انجام می دهد. اگر چکش به آهسته



انرژی جنبشی ملکولها

شکل 3-4 انرژی حرکتی مالیکولها

بالای سطح میخ گذاشته شود نمی تواند آن را در چوب فرو ببرد و کاری انجام نمی گیرد. پس می توان گفت که کتله متحرک چکش دارای انرژی است. این نوع انرژی را انرژی حرکتی یا انرژی کنتیک می نامند. (9:10)

برای دریافت آن از فورمول ذیل استفاده میکنیم

$$E_k = 1/2mv^2$$

b- انرژی پتانسیل:

انرژی ذخیره‌ی در یک جسم عبارت از انرژی پتانسیل جسم مذکور میباشد. اگر جسمی را از سطح زمین به ارتفاع h بالا ببریم، برای این عمل کار انجام می دهیم. که این کار انجام شده در جسم به صورت نوعی انرژی ذخیره می شود که آن را انرژی پتانسیل گویند. هر اندازه وزن جسم بیشتر و فاصله آن از سطح زمین بالاتر باشد انرژی پتانسیل آن نسبت به سطح زمین بیشتر است. اگر سنگی که در فاصله کافی بالای میخی نگه داشته شده است رها شود و آزادانه فرو افتد، می توان کار انجام دهد. مثلاً میخی تا حدی در چوب فرو رود، بنابراین، این سنگ دارای انرژی پتانسیل است. هر چه سنگ پایین تر می آید سرعت حرکتش بیشتر می شود بنابراین، می توان گفت که در ضمن فرو افتادن سنگ، انرژی پتانسیل آن کاهش می یابد و انرژی حرکتی آن پیوسته زیادتر می شود. اگر مقاومت هوا ناچیز باشد، اندازه کاهش انرژی پتانسیل برابر افزایش انرژی حرکتی جسم است. مجموع انرژی پتانسیل و انرژی حرکتی جسم را انرژی میخانیکی آن جسم می نامند.

یک فنر فشرده یا باز شده می تواند کار انجام دهد. بنابراین، دارای انرژی پتانسیل است. انرژی پتانسیل موجود در این فنر را انرژی پتانسیل ارتجاعی می نامند. انرژی پتانسیل می تواند به انرژی حرکتی تبدیل شود و ضمن این عمل کار انجام می شود. و فورمول انرژی پتانسیلی عبارت اند از: (9:10)

$$E_p = mgh$$

انرژی حرارتی:

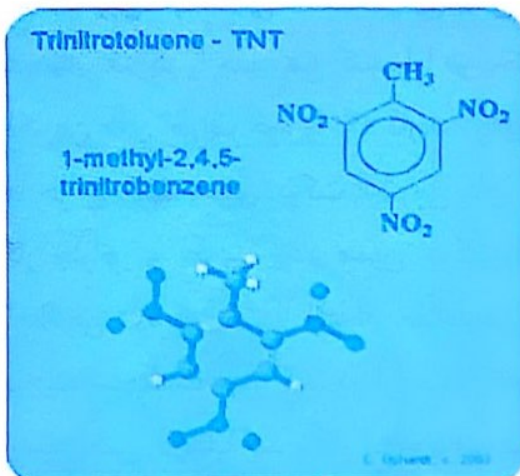
انرژی حرارتی یکی از انرژی های مهم بوده که در واقع از انرژی حرکتی و پتانسیل ذرات ماده ناشی می شود. هر چه حرکت ذرات سریع تر باشد، انرژی حرارتی و درجه حرارت ماده بیشتر است. انرژی حرارتی نیز مانند همه انرژی های دیگر می تواند کار را انجام دهد.

وقتی که به مایعی مانند آب حرارت داده می شود، پس از مدتی مایع به جوش آماده و به بخار تبدیل می شود. به سبب حرکت و جابجاشدن بیشتر مالیکول های بخار بر اثر گرفتن انرژی حرارتی، بخار نسبت به مایع اولیه حجم بیشتری را اشغال می کند. بنابراین، اگر بخار در ظرف یا محفظه بسته ای تولید شود، فشار زیادی به دیوار محفظه وارد می کند. این فشار می تواند کار را انجام دهد. واگر مجراهای دیگ بخار بند باشد سبب ترکیدن آن می شود.

پس به اثر افزایش فشار بخار آب می توان ماشین هایی را به نام توربین بخار را به کار انداخت. که این ماشین ها نیز ماشین های دیگری به نام جنراتور یا مولد را به دوران آورده که با عث تولید برق می شود. دستگاه هایی را که در آنها، با گرم کردن آب، بخار آب تولید می کنند و از فشار این بخار برای تولید برق استفاده می کنند، بنام دستگاه های حرارتی یاد می شود. (10)

انرژی کیمیاوی:

انرژی کیمیاوی نوع دیگر از انرژی است که در مواد کیمیاوی که می توانند کار را انجام دهند وجود دارد.



شکل 4-4 انرژی کیمیاوی

طوری مثال، باروت و یا دینامیت که مخلوطی از چند ماده کیمیاوی هستند، بر اثر انفجار می تواند چیزها را خورد و پرتاب کنند، پس دارای انرژی کیمیاوی هستند. بنزین نیز انرژی کیمیاوی دارد و می تواند موتور را به کار اندازد. انرژی کیمیاوی مواد مختلف متفاوت است. مثلاً ماده کیمیاوی TNT (ترای نایترو تالوئن) دارای انرژی بسیار زیاد است. معمولاً از انرژی شیمیایی نمی توان به طور مستقیم برای انجام دادن کار استفاده کرد، و باید نخست آن را به انرژی دیگری تبدیل کرد. طوری

مثال، در دستگاه حرارتی با سوزاندن ذغال سنگ یا مواد نفتی، انرژی کیمیاوی را به انرژی حرارتی تبدیل می کنند. و از این حرارت برای تولید بخار و به کار انداختن جنراتورها استفاده می کنند. انرژی کیمیاوی به ساختمان اتم ها، مالیکول ها، و واکنش های شیمیایی مربوط است. مالیکول ها از ترکیب اتم های گوناگون در ضمن عمل های شیمیایی تشکیل می شوند. در هنگام تشکیل بعضی از مالیکول ها مقداری انرژی آزاد می شود، که ممکن است خیلی زیاد یا کم باشد. آزاد شدن انرژی در عمل های کیمیاوی گوناگون، ناشی از جدا شدن بعضی از عناصر کیمیاوی پر انرژی شده و سبب تشکیل عناصر جدیدی شده که انرژی کمتری دارند این تفاوت در عناصر، مثلاً در ماده منفجره نایتروگلیسرین مایع، به آسانی و به سرعت تبدیل به آب، دای اکسید کاربن، نایتروجن و اکسیجن می شود. این عمل بسیار سریع صورت می گیرد و گازهایی که بطور ناگهانی در آن تولید می شوند فضایی را اشغال می کنند که بسیار بیشتر از حجم مایع نایتروگلیسرین نخستین است. به همین سبب این عمل به صورت انفجار ظاهر می شود. (9)

مواد غذایی نیز انرژی شیمیایی دارند. این انرژی به هنگام سوخت و ساز در بدن به آهستگی آزاد می شود. انرژی شیمیایی موجود در مواد غذایی ادامه فعالیت های حیاتی بدن انسانها و حیوانات را امکان پذیر می سازد. با مصرف کردن انرژی کیمیاوی غذاست که انسانها و حیوانها می توانند کار کنند.

انرژی برقی:

انرژی برقی یکی دیگر از مهمترین صورت های انرژی در دنیای امروزی است. جریان الکتریسیته می تواند موتورها و ماشین های الکتریکی را به کار اندازد. ماشین هایی مانند جاروب برقی و ماشین لباس شویی وسایلی هستند که با مصرف کردن انرژی الکتریکی کار انجام می دهند و کار انسان را آسان می کنند. انرژی الکتریکی به ساختار اساسی اتم مربوط است. هر اتم در مرکز خود هسته ای سنگین با چارج برقی مثبت دارد که ممکن است دارای یک یا چند پروتون و نیوترون باشد. در اطراف هسته اتم یک یا چند الکترون حرکت می کنند که چارج برقی منفی دارند. هسته و الکترونها چون دارای چارجهای مخالف هستند، یکدیگر را جذب می کنند. اما در بعضی از مواد، مانند فلزات، هسته های اتم ها نمی توانند هم الکترون های اطراف خود را نگه دارند. در این قسمی مواد، بعضی از الکترون ها می توانند در میان اتم ها حرکت کنند. همین حرکت الکترون های آزاد است که جریان برقی و انرژی برقی را تامین می کند. کار جنراتور و بطری ایجاد همین حرکت الکترون ها و تولید انرژی برقی است. انرژی برقی آثا گوناگونی دارد که یکی از آنها اثر مغناطیسی است. اگر جریان برقی از سیمی که به دور میله ای آهنی پیچیده شده عبور کند، در آن میله خاصیت مغناطیسی یا آهنربایی بوجود می آید. آهنربا می تواند اجسام آهنی را جذب کند و کار انجام دهد، پس دارای صورتی از انرژی است. این صورت انرژی را انرژی مغناطیسی می نامند.

چنانچه جریان برقی اگر از یک مقاومت عبور کند، انرژی برقی به حرارتی تبدیل میشود. اگر جریان یک وسیله برقی عبور کند، مقداری از انرژی برقی به انواع دیگر انرژی تبدیل میگردد (و مقداری از آن همواره با تبدیل شدن به حرارت هدر میرود). مقدار انرژی یک جریان برقی به روشهای مختلف قابل بیان است.

$$W = VQ = VIt = I^2Rt$$

در فرمول فوق V اختلاف پتانسیل برقی بر حسب ولت، I جریان برقی بر حسب امپیر و t زمان بر حسب ثانیه، R مقاومت برقی بر حسب ohm، E انرژی برقی بر حسب ژول و P توان برقی بر حسب وات و یا کیلو وات میباشد. (9)

انرژی تابشی:

انرژی تابشی صورت دیگری از انرژی است که می تواند علاوه بر بعضی از مواد، در فضا یا خلاء نیز انتشار یابد. این انرژی ناشی از تغییر مکان چارجهای الکتریکی یا تغییر میدانهای مغناطیسی یا الکتریکی است. حرکت این چارجه و تغییر میدان ها سبب ایجاد امواجی می شوند که آنها را امواج الکترو مغناطیسی می نامند.

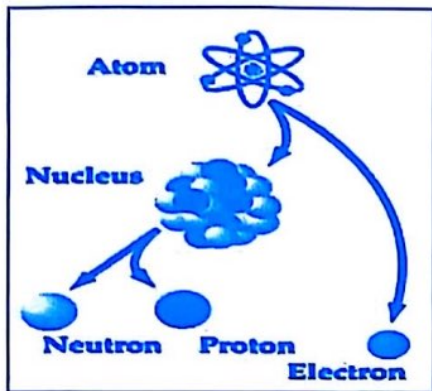
نور بخش از امواج الکترومقناطیسی است. موجهای رادیویی، اشعه ایکس و اشعه گاما بخش های دیگری از امواج الکترو مقناطیسی هستند. همه بخشهای امواج الکترو مقناطیسی دارای انرژی هستند و می توانند کار انجام دهند. طوری مثال، نور در بطری خورشیدی به انرژی برقی تبدیل میشود و وسایل الکتریکی را به کار می اندازد، و امواج رادیو به جریان های الکتریکی تبدیل می شوند.⁽¹⁰⁾



شکل 4-5 انرژی تلفنی

انرژی هستوی:

انرژی هستوی نوع دیگری از انرژی است که در هسته اتم ها نهفته است. هر اتم در مرکز خود هسته ای دارد که از ذرات کوچک به نام پروتون و نیوترون تشکیل شده است. (هسته هایدروجن فقط یک پروتون دارد. همان گونه که جاذبه میان اتمها پدید آورنده انرژی شیمیایی است، جاذبه بین ذرات داخل هسته نیز پدید آورنده انرژی هستوی است، اما جاذبه بین ذرات داخل هسته بسیار قویتر از جاذبه بین اتم هاست. بنابراین، انرژی نهفته در هسته اتم بسیار زیادتر از انرژی شیمیایی موجود در ارتباط بین اتم هاست. به همین سبب است که بمب هسته ای بسیار پر قدرت از دینامیت و یا بمب های معمولی است. بعضی از اتم ها به طور خود به خودی انرژی هستوی آزاد می کنند. این پدیده را رادیواکتیف می نامید. طوری مثال، هسته اتم رادیوم می تواند خود به خود دو نیوترون و دو پروتون و نیز اشعه گاما آزاد کند. این ذرات و اشعه، انرژی را از هسته خارج می کنند و در نتیجه، هسته سبکتر و پایدارتر می شود. انرژی هستوی را به طور مصنوعی نیز می توان از هسته اتم آزاد کرد. برای این کار دو روش وجود دارد. در روش اول، هسته بعضی از اتمهای سنگین، مانند یورانیوم را، می شکافند و به هسته های سبک تری تبدیل می کنند. این روش را روش شکافت هسته ای می گویند. برای شکافتن هسته اتم آن را با نیوترونهای بسیار سریع بمباران می کنند. از آنجا که برای باقی ماندن این هسته کوچکتر در کنار یکدیگر به انرژی کمتری نیاز است، بر اثر این تبدیل هستوی مقدار زیادی انرژی آزاد می شود. در واکنش شکافتن هسته، تعدادی نیوترون نیز آزاد می شود. این نوترونها با هسته های دیگری برخورد می کنند و آنها را می شکافند در نتیجه، مقدار زیادی انرژی و تعداد زیادی نیوترون آزاد می شود. این عمل را واکنش زنجیری می نامند، که می تواند با سرعت بسیار زیادی صورت گیرد و تا شکافته شدن همه هسته های سنگین ادامه یابد.⁽¹⁶⁾



شکل 4-6 انرژی هستوی

در بمب اتمی یا هستوی همین اتفاق می افتد و مقدار زیادی انرژی آزاد می شود که آثار ویران کننده ناپود کننده ای دارد. در دستگاه های هستوی ، از این انرژی برای تبدیل آب به بخار و تولید برق استفاده می کنند. روش دوم تولید مصنوعی انرژی هستوی پیوند دادن بعضی از هسته های بسیار سبک و وجود آوردن هسته ای سنگین است . این روش را روش جوش هستوی می نامند. این واکنش به گونه ای است که محصولات، یعنی مواد تولید شده آن، به انرژی کمتری نیاز دارند و بنابراین مقدار زیاد انرژی آزاد می شود. در آفتاب جوش هستوی میان اتم های هیدروجن صورت می گیرد. بر اثر این عمل چهار هسته هیدروجن به یک هسته هلیوم تبدیل می شود و مقدار بسیار زیادی انرژی آزاد می شود سرچشمه تمام انرژی خورشید همین جوش هستوی است. انرژی تولید شده در این واکنش بسیار بیش از انرژی ناشی از شکافت هسته ای است. اما چون ایجاد و کنترل این واکنش بسیار دشوارتر از واکنش شکافت هستوی است. هنوز تولید گسترده انرژی هسته ای به این روش امکانپذیر نشده است. امروزه این واکنش فقط در ساختن بمب هیدروجن استفاده شده است که قدرت آن بسیار بیشتر از بمب اتم است. (16)

انرژی هستوی و تداوی امراض:

یکی از روشهای تشخیصی و تداوی ارزشمند در طب، استفاده از انرژی هستوی می باشد. اولین استفاده کلینیکی مواد رادیواکتیو، در سال 1937 جهت تداوی لوسمی در دانشگاه کالیفرنیا برکلی بود. بعد از آن در 1946 با استفاده از این مواد توانستند در یک بیمار مبتلا سرطان تیروئید از پیشرفت این بیماری جلوگیری کنند. در دهه 1970 توانستند با جاروب نمودن از ارگانهای دیگر بدن مانند کبد و طحال، تومورهای مغزی مجاری گوارشی تصاویری را تهیه نمایند (20)

کاربرد انرژی هستوی در تداوی امراض تایراید و کلیه:

مفید ترین رادیونوکلیدها در طب هستوی آنهایی هستند که شعاعات گاما رami فرستند زیرا که شعاعات گاما قابلیت نفوذ بیشتری دارند. یک عنصر رادیواکتیف فرستاده شده اشعه گاما را که داخل بدن است می تواند از بیرون بدن شناسایی کند.

یک کاربرد ساده و سریع این تخنیک در اندازه گیری مقدار جذب آیودین در غده تایراید است. یعنی آیودین رادیواکتیف بلعیده می شود و شمارشگر اشعه گاما در نزدیکی گردن ازدیاد فعالیت را برحسب زمان، درحالی که آیودین در غده تایراید متمرکز می شود، نشان می دهد. در ابتدا آیودین 131 برای این منظور به کار می رفت که یک محصول شکافت با نیمه عمر 8 روز است ولی از آنجا که معمولاً زمان لازم برای مشاهده غده تیروئید از مرتبه ساعت ها است. چنین طول عمری خیلی زیاد است و در نتیجه فعالیت در بدن به درازا می کشد و مریض دوز زیادی دریافت می کند. اما اکنون آیودین 132 با نیمه

عمر 13 ساعت به طور گسترده ای به کار گرفته شده است و نیمه عمر این ایزوتوپ نیز ایده آل است زیرا برای آزمایش 24 ساعته کافی است. در ضمن به آن اندازه کم است که بعد از آزمایش دوز زیادی در بیمار باقی نمی ماند. (21)

کاربردهای انرژی هسته ای:

کاربرد انرژی هسته وی در طبابت به دو بخش تقسیم می شود: تشخیص و تداوی. طب هستوی یکی از شاخه های علم پزشکی است که در آن از مواد رادیواکتیف برای تشخیص و تداوی امراض استفاده می شود. به گزارش سازمان انرژی اتمی، در زمینه تشخیص امراض از ادویه های رادیوی (داروهایی متشکل از مواد رادیواکتیف) مختلف در تصویر برداری جهت تشخیص و بررسی تومورهای سرطانی، بررسی امراض کبد و کیسه صفرا، بررسی عفونت و التهاب مفصلی استفاده می شود هم چنین این مواد در تشخیص گرفتگی عروق خونی، تشخیص نارسائی های قلب، کلیه و سایر ارگان های بدن کاربرد دارند. در آنالیز خون، پروتئین ها و غیره از شعاعات رادیواکتیف استفاده به عمل می آید هم چنین برخی از ادویه های رادیوی تولید شده اند که برای تشخیص بیماری هایی مثل تیروئید به کار می روند. MRI نیز یکی از روش های تشخیصی در طب هستوی است. دستگاه های تشعشوی وجود دارد که ذریعه ادویه جات رادیوی برای ازبین بردن کیست ها و تومور های سرطانی استفاده می شوند هم چنین در برخی از امراض مغزی می توان بدون نیاز به باز کردن جمجمه از اشعه برای جراحی استفاده کرد. در بیست سال اخیر اولین راه تداوی جراحی پس از استفاده از تداوی کیمیای، تداوی توسط شعاعات رادیواکتیف میباشد.

دانشمندان طب هستوی در حال بررسی روش های تشخیصی جدیدی هستند تا بتوانند میزان عناصر اصلی و مهم موجود در بدن جنین را اندازه گیری کرده و با تغییر آنها پیش از تولد، از بروز ناهنجاری ها در نوزادان جلوگیری کنند. (25)

قانون تحفظ انرژی:

انرژی پوتانشیل و انرژی حرکی را بنام انرژی میخانیکی یاد میکنند مشاهده کردیم که انرژی حرکی به انرژی پوتانشیل و برعکس انرژی پوتانشیل به انرژی حرکی تبدیل میگردد حالا میخواهیم قانون تحفظ انرژی را مورد مطالعه قرار دهیم برای این منظور فرض مینمایم که جسم به وزن $w = m \cdot g$ در سطح ثقل زمین به اندازه dh سقوط نماید در این حالت تا انرژی پوتانشیل آن به اندازه dE_p تناقص میکند اما در عین زمان انرژی حرکی آن به اندازه dE_k تزايد می نماید در هر حال حاصل جمع آنها صفر می باشد یعنی تناقص انرژی پوتانشیل باعث تزايد انرژی حرکی میگردد و برعکس بنا داریم که:

$$-dE_p = dE_k$$

$$dE_p + dE_k = 0$$

و یا

ازاینجا

$$l(E_p + E_k) = 0$$

بعد از عملیه اتمام گیری داریم

$$E_p + E_k = \text{const} = E$$

از اینجا نتیجه میشود که دریک سیستم که قوه های خارجی بالای آن عمل نه نماید مجموع انرژی پوتانشیل وحرکی ثابت می باشد این قانون به نام قانون تحفظ انرژی میخانیکی یاد میگردد اکنون میخواهیم تبدیل انواع انرژی به یکدیگر نظر به قانون تحفظ انرژی مورد مطالعه قراردهیم.

در کارهای روزانه و در اطراف خود می توانیم تبدیل صورت های انرژی به یکدیگر را مشاهده کنیم. شخصی که دری را باز می کند از انرژی شیمیایی ذخیره شده در بافت های عضلات اش استفاده می کند، و آن را به انرژی میخانیکی تبدیل می کند. اگر این در به دیوار برخورد کند، بخشی از انرژی آن به انرژی صوتی تبدیل می شود. در بیشتر جاهایی که با مصرف انرژی کاری انجام می گیرد، معمولاً بخشی از انرژی به صورت انرژی حرارتی تبدیل شده و به هدر می رود. طور مثال، می توان حرارت موتور، حرارت گروپ برق، حرارت گلوله تفنگ به هنگام برخورد با هدف را نام برد.

زمانی که با تلفن صحبت می کنید ، صدای شما به انرژی برقی تبدیل شده و از طریق سیم منتقل می شود . گوشی تلفنی که در طرف دیگر قرار دارد انرژی برقی را از طریق دهن به انرژی صوتی تبدیل می نماید، ویا هنگامی که وزنه آونگ در حرکت رفت و برگشتی به بالاترین ارتفاع خود می رسد، همه انرژی آن از نوع انرژی پتانسیل است. وقتی که وزنه آونگ به پایین حرکت می کند، انرژی پتانسیل آن به انرژی حرکی تبدیل می شود. در ادامه حرکت وزنه به بالا دوباره انرژی حرکی کاهش و انرژی پتانسیل آن افزایش می یابد اگر اصطکاک در محور آونگ و مقاومت هوا وجود نمیداشتند، آونگ تا بی نهایت به رفت و برگشت ادامه می داد. اما دامنه رفت و برگشت های آونگ به تدریج کمتر می شود تا آنکه از حرکت می ایستد. در تمام مدت حرکت آونگ، پیوسته انرژی حرکی و پتانسیل به یکدیگر تبدیل می شوند و در این میان همواره بخشی از انرژی بر اثر اصطکاک و مقاومت هوا از آونگ گرفته می شود. اما این انرژی از بین نمی رود، بلکه به صورت حرارت وارد هوا می شود. می توان گفت که در حرکت آونگ مجموع انرژیهای پتانسیل ، حرکی و حرارتی همواره ثابت است، اگر چه مقدار هر کدام تغییر می کند. این مطلب را اصل بقای انرژی می نامند. براساس این اصل مقدار کل انرژی در جهان هستی همیشه ثابت است و انرژی را نمی توان به وجود آورد یا نابود کرد، اگر چه می توان آن را از صورتی به صورت دیگر تبدیل کرد. پس از شناختن رابطه ماده و انرژی در اوایل قرن بیستم و دریافتن این حقیقت که انرژی می تواند به ماده تبدیل شود و ماده را نیز می توان به انرژی تبدیل کرد، اصل بقای انرژی به اصل بقای ماده و انرژی تغییر یافت. براساس این اصل، مقدار کل ماده و انرژی در جهان همیشه ثابت است و

اگر مقدار یکی تغییر کند حتماً به دیگری تبدیل شده است. ماده و انرژی را می توان به یکدیگر تبدیل کرد، ولی نمی توان به وجود آورد و یا نابود کرد. (17)

امپلز (ضربه) قوه مومنتم:

در بسیاری حالات تاثیر یا دوام عمل قوه بالای یک جسم نقطوی چنان کوتاه می باشد که تاثیر و یا تعجیلی را که قوه بالای جسم وارد میکند اندازه کرده نمیتوانیم. اگر قوه F در مدت زمان dt بالای یک جسم عمل کند در آن صورت ضربه قوه F را در زمان dt به dI نشان میدهیم و قرار تعریف ضربه قوه عبارت از حاصل ضرب قوه و زمان می باشد. یعنی

$$dI = F \cdot dt$$

اگر قوه عامل F بالای یک جسم از نگاه مقدار و جهت نظر به زمان تغییر کند در آن حالت ضربه قوه $\vec{F} = \vec{F}(t)$ بین زمان های t_1 و t_2 عبارت از $\vec{I} = \int_{t_1}^{t_2} F(t) \cdot dt \dots$ اکنون تاثیر ضربه قوه F را بالای حرکت یک جسم مورد مطالعه قرار میدهیم برای این منظور قانون دوم نیوتن را در نظر میگیریم یعنی

$$F = m \cdot a = m \cdot dt/dt$$

$$F \cdot dt = m dv \dots$$

از اینجا

با در نظر گرفتن تعریف ضربه قوه از رابطه اخیر می یابیم

$$\vec{I} = \int_{t_1}^{t_2} F dt = \int_{v_1}^{v_2} m dv$$

چون کتله ثابت است

پس

$$I = mv_2 - mv_1$$

بناً حاصل ضرب کتله و سرعت (mv) را به نام مومنتم جسم یاد میکنند و آنرا به \vec{M} نمایش میدهند.

$$\vec{I} = \vec{M}_2 - \vec{M}_1$$

رابطه فوق نشان میدهد که ضربه قوه مساوی به تغییرات مومنتم است با در نظر گرفتن $\vec{M} = m\vec{v}$ قانون دوم نیوتن را میتوانیم قرار ذیل تحریر نمایم.

$$\vec{F} = ma = m \frac{d\vec{v}}{dt} = d/dt (m\vec{v})$$

$$F = dM/dt$$

از اینجا گفته میتوانیم که قوه عامل بر یک جسم مساوی به تغییرات مومنتم نظر به زمان است. (17)

قانون تحفظ مومنتم:

اکنون سیستم را در نظر میگیریم که از M نقطه مادی تشکیل گردیده باشد که بالای هر نقطه مادی قوه های خارجی و داخلی عمل کند. برای هر نقطه مادی بصورت جداگانه قانون دوم نیوتن صدق

مینماید اگر F_1, F_2, \dots, F_n محصله قوه های داخلی بالای کتله های m_1, m_2, \dots, m_n باشند پس قرار معادله (فوق) داریم

$$F_1 = dM_1/dt, F_2 = dM_2/dt, \dots, F_n = dM_n/dt$$

و یا میتوانیم بنویسیم:

$$F = F_1 + F_2 + \dots + F_n = dM_1/dt + dM_2/dt + \dots + dM_n/dt$$

و یا

$$F = \sum_{i=1}^n F_i = \sum_{i=1}^n \frac{dM_i}{dt} = \frac{d}{dt} \left\{ \sum_{i=1}^n (M_i) \right\}$$

چون تمام قوه های داخلی قرار قانون سوم نیوتن دبدو یکدیگر را درتوازن نگه میدارد بنابراین آن $F = \sum_{i=1}^n F_i$ تنها محصله قوه های خارجی میباشد. اگر $\sum_{i=1}^n M_i = M_i$ وضع نمائیم در آن حالت معادله به شکل ذیل تبدیل میگردد.

$$F = dM_i/dt \dots$$

از اینجا نتیجه میشود که دریک سیستم که از M نقطه مادی تشکیل گردیده باشد محصله قوه های خارجی مساوی به مشتق مجموع مومنتم های سیستم نظر به زمان است اگر این سیستم M نقطه مادی یک سیستم آزادی باشد یعنی قوه های خارجی بالای آن عمل نکنند در آن حالت قوه های عامل بالای سیستم تنها قوه های داخلی بوده و بنابراین محصله قوه های داخلی و خارجی بالای سیستم صفر است. و رابطه (فوق) به شکل ذیل تبدیل میگردد.

$$dM_i/dt = 0$$

از اینجا می یابیم

$$M_1 + M_2 + \dots + M_n = \sum_{i=1}^n M_i = M_i = \text{const}$$

رابطه اخیرا بصورت عموم به نام قانون تحفظ مومنتم یاد میکنند قانون تحفظ مومنتم را میتوان از فورمول ضربه قوه نیز بدست آوریم برای این منظور دو جسم که کتله های آنها m_1 و m_2 و سرعت های آنها قبل از تصادم V_1 و V_2 باشند و باهم تصادم نمایند و اگر بعد از تصادم سرعت های شان V_1 و V_2 باشند

در آن حالت نظر به قانون سوم نیوتن داریم.

پس:

$$F_{12} = F_{21}$$

$$\int_{t_1}^{t_2} F_{12} dt = - \int_{t_1}^{t_2} F_{12} dt =$$

چون

$$\int_{t_1}^{t_2} F_{12} dt = m_1 \int_{v_1}^{v'_1} dt = m_1(v'_1 - v_1)$$

$$- \int_{t_1}^{t_2} F_{12} dt = m_2 \int_{v_2}^{v'_2} dt = -m_2(v'_2 - v_2)$$

$$m_1(v'_1 - v_1) = -m_2(v'_2 - v_2)$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$$

رابطه اخیر بیان میدارد که حاصل جمع مومنتم ها قبل از تصادم مساوی به حاصل جمع مومنتم های بعد از تصادم است. (17)

مسائل

واحد کار کار که در اثر یک قوه وزنی صورت میگیرد در سیستم MKS عبارت از:

الف- $m \cdot kgr^*$ ب- $9.81Nm$ ج- $9.81joule$ د- الف، ب و ج-

کار در سطح جاذبه زمین عبارتند از

الف- انرژی حرکی ب- انرژی ذخیره‌ای ج- انرژی ارتجاعی فنر د- (الف و ج-
انرژی عبارتند از:

الف- توصیف شی ب- استعداد کار ج- مایع کار د- هر سه جواب غلط

ماده کیمیاوی برای نایترتو تالوئن دارای انرژی:

الف- زیاد است ب- کم است ج- بسیار زیاد است د- انرژی ندارد

انرژی برقی E مساویست به :

الف- Vit ب- I^2Rt ج- VI د- (الف و ب-

کدام عنصر فرستاده شده اشعه گاما را که در داخل بدن است ازبیرن بدن شناسای نماید.

الف- رادیواکتیف ب- سودیم ج- کلسیم د- المونیم

آیودین در یکی از غدوه ها ذیل ----- جذب می شود

الف- تایراید ب- نخامیه ج- پرستات د- ثدیه

فورمول مومنتم عبارت از:

الف- $m.v$ ب- M ج- $I.m$ د- الف و ب

واحد مومنتم در سیستم cgs عبارتند از:

الف- $gr.cm/sec$ ب- $kg.m/sec$

ج- $N.m$ د- $joule.cm$

کار را تعریف و فورمول کار را در صورتیکه قوه ثابت و یا متغیر باشد تحریر دارید.

انواع کار را نام گرفته و فورمول کار تعجیلی را به اثبات رسانید.

انرژی را تعریف و انواع آنرا نام ببرید.

راجع به انرژی هستوی مختصراً معلومات ارایه نماید

استفاده از انرژی هستوی در طبابت و تداوی امراض مختصراً ارایه نماید

فصل پنجم

ستاتیک مایعات و گازات

موضوعات این فصل مانند فشار، فشار آسموتیک، کشش سطحی، نفوذ و آسموس و غیره و از نگاه فیزیکی مطالعه گردیده و کاربرد آن در طبابت مورد بحث قرار میگیرد مثلاً فشار در جمجمه در اثر انبار شدن مایع CSF سر طفل بزرگ میشود این وضع جدی بنام Hydrocephalus را بوجود می آورد و همچنان بلند رفتن فشار در چشم باعث بوجود آمدن مرض آب مروارید (Glaucoma) میگردد. دیده میشود هر قدر کشش سطحی آب کم باشد شحم و پارچه های کوچک تقسیم شده و پروسه هضم غذا را آسان میسازد.

رسیدن خون به انساج ذریعه عمل آسموس و فشار آسموتیک صورت میگیرد. فشار یکی از کمیات فرعی کمیت های اساسی فزیک بوده و در طبابت از واحداث غیر استندرد فشار استفاده میشود. مثلاً: واحد فشار خون (mm-Hg) و یا (cm-Hg) میباشد.

خواص مایعات و گازات:

مایعات و گازات برخلاف جامدات دارای شکل معین نمی باشند زیرا مالیکولهای مواد در حالت مایع و یا گاز موقعیت ثابت و معین نداشته و میتوانند آزادانه حرکت نمایند. فاصله بین المالیکولی مایع نسبت به جامدات زیاد تر بوده و قوه های جاذبه بین المالیکولی آنها ضعیف می باشد از این سبب است که مایعات شکل معین نداشته و همیشه شکل ظرفی را که در آن ریختانده میشوند اختیار می کنند گازات بر خلاف مایعات به هر فضای که جا داده شوند آنها اشغال می نمایند در صورت گازات فاصله بین مالیکولها نسبت به مایعات زیاد بوده بنابر آن قوه های جاذبه بین مالیکولها بسیار کم میباشد بالتلیجه کثافت گازات نسبت به مایعات بسیار کم است.

مالیکولهای مایعات و گازات مانند مالیکولهای اجسام جامد در حالت سکون قرار نداشته بلکه در حالت حرکت می باشند که سرعت حرکت آنها مربوط درجه حرارت است در مایعات و گازات مالیکولها مانند مالیکولهای اجسام جامد، حرکت اهتزازی را به حول حالت تعادل خویش انجام نداده، بلکه حرکت های آنها غیر منظم انتقالی می باشند زیرا مالیکولها با مالیکولهای مجاور تصادم نموده و بنابر قوانین تصادم

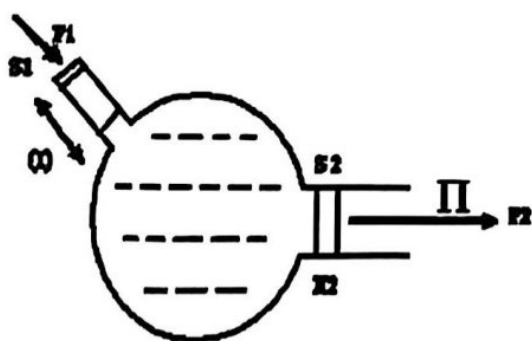
جهت های حرکت آنها تغییر میکنند چون قوه جاذبه بین مالیکولهای گازات بسیار کوچک است از این سبب مالیکولهای گازات بعد از تصادم آزادانه حرکت کرده و تمام فضای راکه در دسترس آنها قرار دارد اشغال مینمایند.

مثلاً اگر در بین یک قطره مایع (آب ذرات کوچک غیر قابل حل مانند رنگ توش را داخل نموده و آنرا در تحت میکروسکوپ مشاهده نمایم دیده میشود که مالیکولهای مایع ساکن نبوده بلکه یک حرکت غیر منظم را بالای مسیر های منکسر اجرا می کند این حرکت مالیکولها را بنام حرکت برونی یاد می نمایند. حرکت برونی را در موجودیت گرد و خاک در گازات نیز میتوان مشاهده کرد. (12)

توزیع فشار در مایعات و گازات بدون در نظر داشت وزن آنها:

قرار شکل ذیل ظرف سر بسته پر از مایع را در نظر میگیریم. فرض می نمایم که مایع تحت اثر قوه جاذبه زمین قرار ندارد ظرف مذکور در دو قسمت خود دارای دو مجرا بوده و توسط دو پستون که سطوح مقطع های آنها.

S_1, S_2 است مسدود می باشد اگر بالای پستون (1) قوه F_1 عمل نماید در آن حالت:



شکل 5-1 فشار در مایعات و گازات

پستون بالای سطح مایع فشار $P_1 = \frac{F_1}{S_1}$ وارد میکند قرار قانون عمل و عکس العمل مایع عین قوه با جهت مخالف یعنی $-F_1$ را بالای پستون (1) وارد می نماید در اثر قوه F_1 پستون (1) به اندازه X_1 داخل مایع تغییر مکان می نماید در نتیجه مقدار مایع به حجم $V_1 = S_1 X_1$ بی جا میشود پس قوه F_1 کاری را در مقابل قوه عکس العمل $-F_1$ اجرا میکند که این کار عبارت است از $K_1 = F_1 X_1$ با فرض

اینکه مایعات غیر قابل تراکم اند، در آنصورت پستون (2) بایک قوه F_2 از طرف مایع به قدر X_2 طوری تغییر مکان میکند که حجم مایع بی جا شده در قسمت (2) مساوی به حجم مایع بی جاشده در قسمت (1) است یعنی:

$$X_1 S_1 = X_2 S_2 \dots\dots\dots(1)$$

چون کاری که بالای پستون (1) اجرا شده قرار قانون تحفظ، انرژی از بین نمی رود، بنابراین عین کار بالای پستون (2) اجرا میشود. یعنی:

$$F_1 \cdot X_1 = F_2 \cdot X_2 \dots\dots\dots(2)$$

اگر روابط ۱ و ۲ را طرف بطرف تقسیم گردد بدست میاید.

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \text{ --- (3)}$$

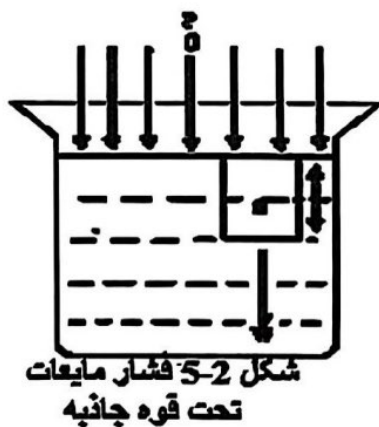
و یا

$$P_1 = P_2 \text{ (4)}$$

روابط ۳ و ۴ بنام قانون پاسکال (Pascal) یاد میگرد و بیان میدارد که مقدار فشاریکه بالای سطح یک مایع وارد میگردد به همه جهات به اندازه مساوی باعین مقدار توزیع میشود از قانون پاسکال در شکنجه های آبی برای بلند نمودن اجسام سنگین و برک های هایدرولیک موتر استفاده بعمل میاید قانون پاسکال برای توزیع فشار در یک مقدار گاز بسته نیز صدق می کند یعنی هرگاه بالای یک گاز یک فشار وارد کنیم این فشار به صورت مساویانه با همه جهات باعین مقدار بالای جدار ظرف که گاز را احاطه نموده است توزیع میگردد. (17)

فشار در مایعات و گازات که تحت تاثیر قوه جاذبه باشند:

۱- فشار در مایعات: حال توزیع فشار را در یک مایع که تحت تاثیر وزن خویش در حالت سکون قرار



داشته باشد مورد مطالعه قرار میدهیم. در این حالت هر مالیکول مایع از باعث وزن خود بطرف پائین فشار وارد میکند وازطرف دیگرها نیز بالای مایع فشار وارد میکند در آن حالت فشار مجموعی P بالای مایع مساوی به فشار وزن جمع شده P_0 هوا میباشد. هرگاه قرار شکل ذیل فشار مایع را در عمق h بالای سطح افقی با مساحت S مورد بررسی و مطالعه قرار دهیم مشاهده میشود که بالای سطح S از یک طرف قوه وزن (w) ستون مایع که مساحت قاعده آن S و ارتفاع آن h است و از طرف دیگر فشار هوا یعنی P_0 عمل می کند بناً تحریر کرده میتوانیم که:

$$P = P_0 + \frac{W}{S} \text{ 5}$$

$$P = P_0 + \rho \cdot h \cdot g \text{ (6)}$$

از رابطه ۶ مشاهده میگردد در یک مایع که تحت اثر قوه جاذبه به حالت سکون قرار داشته باشد فشار برای یک مایع معین ρ به کثافت به تابع عمق h به صورت خطی تزايد می کند و به شکل ظرف کدام ارتباط ندارد این فشار را بنام فشار قاعده وی مایع یاد میکنند. قبلاً مطالعه نمودیم که فشار در داخل یک مایع باعین مقدار توزیع میشود یعنی در داخل یک مایع فشار به همه جانب یکسان، موجود است.

در یک محل مشخص داخل مایع فشار قوه وزن، فشار صعودی و فشار به طرف جوانب نیز عمل می که این فشار ها در عین محل با هم مساوی اند.

فشار جانبی در اعمار بند های آبی رول مهم را بازی مینماید چون در عمق بیشتر یک بند فشار جا بیشتری تولید میگردد، بنابر آن بند های آب را طوری میسازند که قسمت تحتانی آن عریض تر و قس فوقانی که بالای آن فشار جانبی کمتر است کم عرض تر باشد تا از فشار زیاد جانبی آب که در قس های عمیق تر بند باعث شکست و خرابی میشود جلوگیری بعمل آید آله ای که توسط آن فشار مایعات اندازه میکنند بنام مانومتر Manometer یاد مینمایند یک مانومتر پرزه دار را نشان میدهد. فشار مایع جهت A بالای غشای M وارد میشود که با این غشا میله دندانه دار S وصل است در اثر بلند رفتن فذ P میله S بطرف بالای حرکت میکند و چرخ دندانه دار Z را که به آن یک عقربه محکم است به دور میاورد. انحراف عقربه بالای صفحه درجه قسمت فشار P را میدهد. و هم چنان نوع دیگر مانومتر نشان میدهد و ساختمان آن طوری است که در داخل نل شیشه یی U مانند مایع ریختانده شده اس یک انجام این نل را با گاز یا بخاریکه فشار آن مطلوب است وصل میسازیم این گاز بالای هوای طر چپ نل فشار P را وارد میکند. چون فشار در گازات نیز مانند مایعات در تمام نقاط به هر جانب باع مقدار توزیع میشود، بنابر آن توسط فشار وارده P هوای بازوی چپ نل فشرده شده و بالای مایع در فشار وارد میشود. در نتیجه در بازوی طرف راست نل فشار وارد میشود. در نتیجه در بازوی طرف راست نل مایع صعود میکند چون سطوح مایع در دو شاخه نل متفاوت است بنابر آن ستون مایع که ارتفاع آن است به جهت مخالف نیز یک فشار وارد میکند که این فشار مساوی و مخالف فشار وارده است زیرا ما در نل در تعادل است بنابر آن فشار وارده مایع و یا گاز را بالای خطکش درجه دار اندازه نموده میتوانیم. چون فشار عبارت از قوه فی واحد سطح است پس واحد فشار در سیستم واحداث فزیکی MKS و CGS عبارت اند از:

$$\frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2} \text{ و } \text{Pa} = F/S = N/m^2$$

و رابطه بین آنها مساوی است به.

$$N/m^2 = 10 \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$$

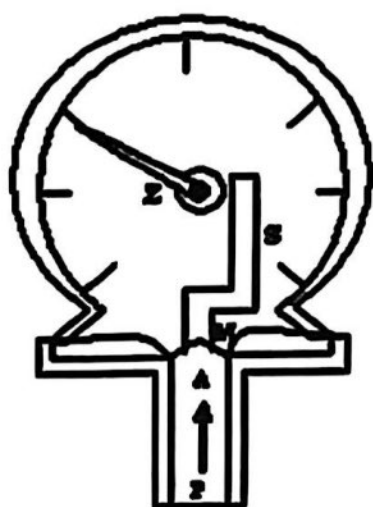
در تخنیک فشار رابه واحد دیگری مانند Bar ودر هواشناسی به اتمسفر ارایه میکند.

چون $1 \text{ atm} = \frac{1 \text{ kg}^*}{\text{cm}^2}$ است بناً $1 \text{ atm} = 0,980 \text{ Bar}$ بوده ویا $1 \text{ Bar} = 1,0199 \text{ atm}$ میشود.

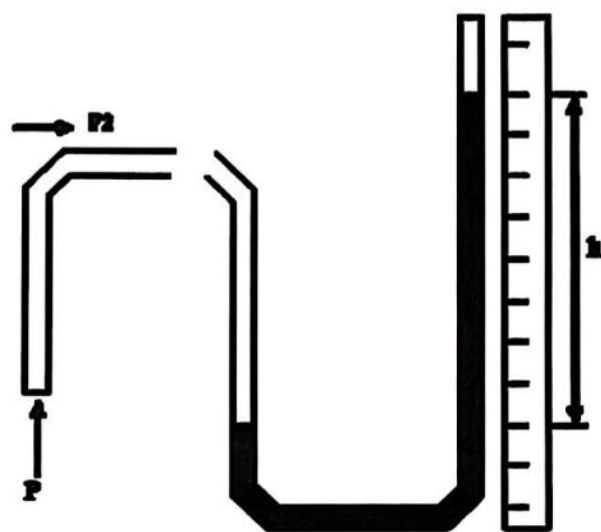
ناگفته نباید گذاشت که $1 \text{ Bar} = 10^6 \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$ ، $1 \text{ millBar} = 10^3 \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$ و $1 \mu \text{Bar} = \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$ است.

بر علاوه واحداث فوق واحداث دیگری نیز برای فشار موجود است که یکی از آنها اتموسفر فزیکی بوده و آنرا به Atm نشان میدهند این واحد فشار عبارت از اوسط فشار هوا در سطح بحر است. توریچلی

(Torrichelli) نیز واحد فشار بوده که آنرا به Torr نشان میدهند یک Torr عبارت از فشار یک ملی متر ستون سیما (mm-Hg) در صفر درجه سانتی گراد: (17)



شکل 5-3 فشار سنج پره دار

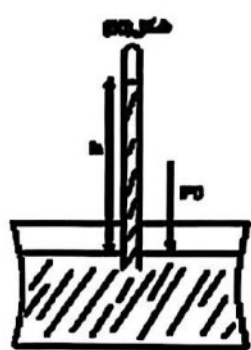


شکل 5-4 فشار U مانند

$$1\text{Atm} = 760\text{Torr} = 760\text{ mm-Hg} = 1013.25\text{mbar} = 1.03327\text{atm}$$

فشار در گازات:

گازات نیز مانند مایعات تحت اثر قوه جاذبه قرار دارند، بنابر آن وزن گازات باعث تولید فشار میگردد. هوا نیز دارای وزن بوده پس وزن هوا باعث تولید فشار هوا بالای سطح زمین میگردد. برای اندازه نمودن فشار هوا نل شیشه‌یی را به طول یک متر که یک انجام آن مسدود است از سیما پر میکنم و بعداً انجام باز آنرا توسط انگشت محکم گرفته و این انجام را در ظرفی که دارای سیما است داخل می‌نمائیم قرار شکل (5-5) در این حالت دیده میشود که یکمقدار سیما از نل در داخل ظرف میرزد. اگر تجربه در سطح بحر انجام گرفته باشد ارتفاع سیما در داخل نل 76cm خواهد بود. این ستون سیما بالای سطح قاعده خواهد در داخل مایع فشار وارد میکند که این فشار توسط فشار هوا که بالای سطح



مایع ظرف عمل میکند. در توازن گرفته میشود تجربه فوق اولین بار ذریعه توریچلی Torrichelli اجرا شده و بنام وی مسمی گردیده است چون سیما در داخل ظرف در حالت تعادل می‌باشد بنابر فشار هوا بالای سطح سیما در ظرف که از طرف هوا وارد میگردد، مساوی به فشار ستون سیما است که بالای سطح قاعده ستون سیما وارد می‌شود یعنی.

شکل 5-5 فشار در گازات

$$P_{\text{atm}} = P_s = \rho \cdot g \cdot h$$

در حالیکه ρ کثافت سیما، h ارتفاع ستون سیما، P_s فشار ستون سیما و P_{atm} فشار هوا می‌باشد.

تعیین فشار بالاتر از سطح بحر توسط رابطه ذیل بدست میاید:

چون در هر 10 متریک ملی متر ستون سیماپ تغییر مینماید

$$1 \text{ mm-Hg} = 1.36 \times 10^{-3} \text{ m}$$

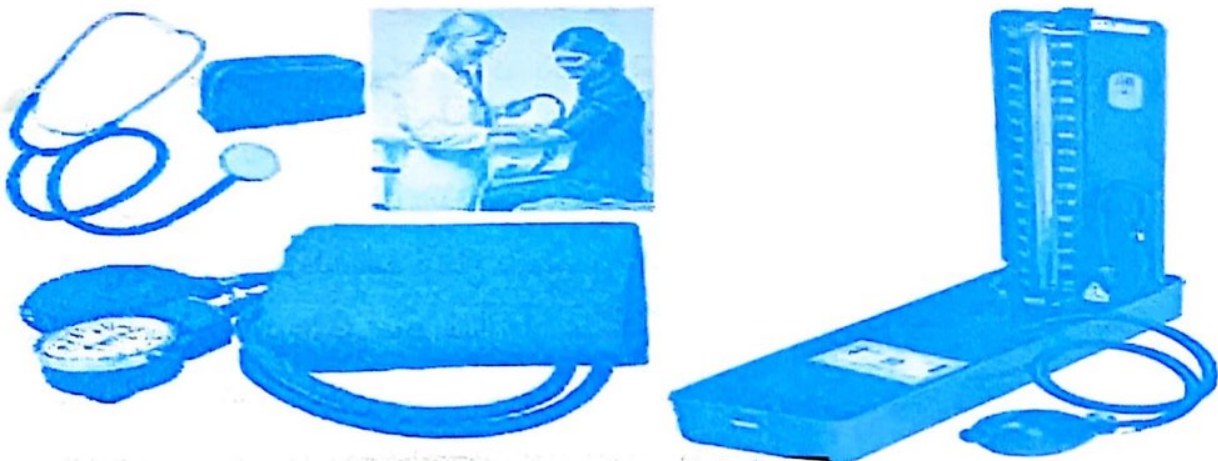
مثلا کابل از سطح بحر 1800 متر ارتفاع دارد پس فشارجوی در کابل مساوی به 56 سانتی متر ستو خواهد بود

تعیین فشار پائین تر از سطح بحر توسط رابطه ذیل تعین میگردد:

$$d = 10^{-3} \cdot h \cdot \frac{\text{atm}}{\text{cm}}$$

مطالعه فشار در بدن انسان و اندازه گیری آن در طبابت:

فشار در زندگی حیات روزمره ما یک پدیده شناخته شده بوده چنانچه قبلاً مطالعه گردید قوه فی واد سطح تعریف گردیده است. برای اینکه فشار اعضای مربوط به بدن و یا جسم را مطالعه نمایم لازم است تا بصورت مختصر قوانین مربوط به فشار مایعات و گازات را مورد بررسی قرار دهیم که البته در این مورد قبلاً معلومات بدست آوردیم اکنون اندازه گیری فشار را در اعضای مختلفه بدن مورد مطالعه قرار میدهم. آله ای که در کلینیک بیشتر معمول است و مورد استفاده قرار میگیرد بنام -phygmoma-nometer یاد میگردد که فشار خون بوسیله آن تعین میگردد.



اشکال 5-6 Stethoscope & sphygmomanometer

Sphygmomanometer دارای دو نوع است که یک نوع آن مانومتر سیمایی است که سیماب در بین استوانه درجه دار به تناسب فشار بالا و پائین میرود و نوع دیگر آن بنام Aneroid یاد میگردد که بنام آله فشار ساعتی معمول است این آله طوریت که عقربه در بین یک محفظه طوری عیار شده که به تناسب فشار دوران می نماید فشار بعضی از قسمت های جسم بصورت کامل و ثابت نمانده و در هر لحظه بنابر تغییر موقعیت جسم تغییر میخورد مثلاً هر گاه شخص توسط طیاره در یک ارتفاع بلند و پائین شود در یک تغییر فشار اتموسفیری بوده و فشار گوش وی نیز متماذیا تغییر میخورد و در پرده گوش صدای چون

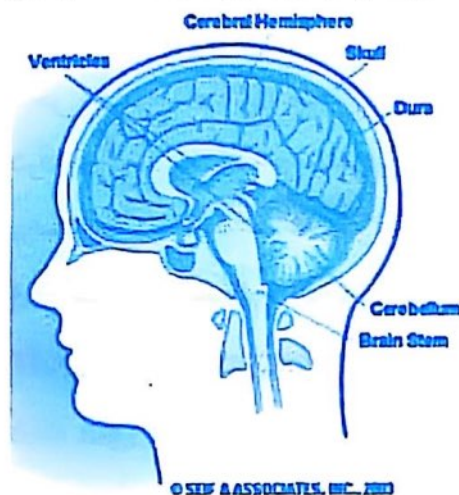
پپ، پپ را احساس می کند این خاصیت بسیار ضروريست تا گوش فوق العاده در برابر تغيرات فشار حساس باشد مثال های ديگر نيز وجود دارد.

مثلاً زمانیکه دست خویش را بیک ارتفاع بلند نمائيم فشار در نهايات ورید ها تغير خورده و قطر ورید ها در نهايات کوچک میگردد. (3:5:9)

اکنون فشار بعضی از قسمت های وجود را ذیلا مطالعه می نمائيم.

فشار در داخل جمجمه pressure . inside the Skull

در دماغ تقریباً 150 cm^3 Cerebro spinal fluid (CSF) وجود دارد که بصورت متمدی در دماغ تولید شده از بین Ventricles بطرف Spinal column بیک سیستم دورانی در جریان است، یکی از حجرات جریان (CSF) بصورت خاص اعصاب است که در وقت تولد بنا بر علت این مجرا بسته باشد C.SF در داخل جمجمه انبار شده و فشار داخلی بلند می رود و این بلند رفتن فشار سبب بزرگ شدن جمجمه میشود این وضع جدی بنام Hydrocephalus یاد شده و یک پرابلم در نوزادان می باشد اگر این



شکل 5-7 جمجمه

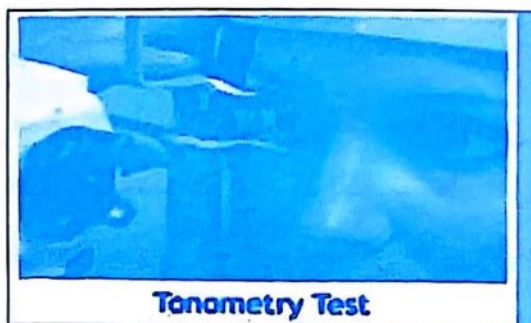
حالت بصورت کافی و زود اشکار گردد میتوان بوسیله عمل جراحی با باز کردن مجرا CSF درست میشود مناسب نخواهد بود تا فشار CSF را بصورت مستقیم اندازه نمایم.

یک میتود که آنقدر کامل نیست تعیین Hydrocephalus محیط جمجمه است که از بالای موها صورت میگیرد همچنان بوسیله مانومتر مخصوص میتوانيم فشار CSF را طور تعیین کنیم که از قسمت ستون فقرات سوزن مانومتر را داخل Spinal column نموده و فشار CSF را سنجش میکنيم.

حد نورمال فشار داخل جمجمه (Intracranial pressure) (ICP) mm-Hg (20-5) می باشد.

فشار در چشم : pressure inside the Eye

فشار مایع داخل چشم باعث میشود که شکل چشم به صورت طبیعی باقی بماند. این فشار را فشار داخل



شکل 5-8 تونومتر

چشمی (فشار داخل کره چشم) می گویند. اندازه معمولی مقادیر این فشار mm-Hg (12-24) است. چشم دو محفظه پر از مایع دارد. محفظه پیش روی چشم حاوی زلالیه و محفظه عقبی حاوی زجاجیه است. در حدود 5 cm^3 از زلالیه هر روز در چشم تولید میشود. مایع اضافی از طریق

یک مجرا خارج و جذب جریان خون می شود. زلالیه مثل مایع مغزی - نخاعی مواد غذایی را به عد وقرنیه چشم، که عروق خونی ندارد، میرساند. فشاری که زلالیه تولید می کند به سرتاسر زجاجیه ما می شود. فشار موجود در زجاجیه شبکیه را به قسمتهای داخلی کره ی چشم می چسباند و به حفظ ش چشم کمک می کند.

بسته شدن جزئی در مجرای تخلیه زلالیه باعث ایجاد فشار در تمام چشم می شود (وقتی مجرا به جزئی مسدود شود، مقاومت آن در برابر مایع افزایش میابد، و بنابراین فشار مایع بالا می رود). فشار داخل چشم می تواند تا 85mm-Hg، یا اوسط فشار خون شریانی، افزایش یابد. در فشارهای بیشتر از این مة زلالیه از دیوار شریان نفوذ میکند و به داخل جریان خون راه می یابد و مانع ازدیاد بیشتر فشار، شود. فشار بیش از حد چشم نشانه بیماری آب مروارید است (گلوکوم) است که ممکن است بر اثر معیر شدن شبکیه به کوری منجر شود.

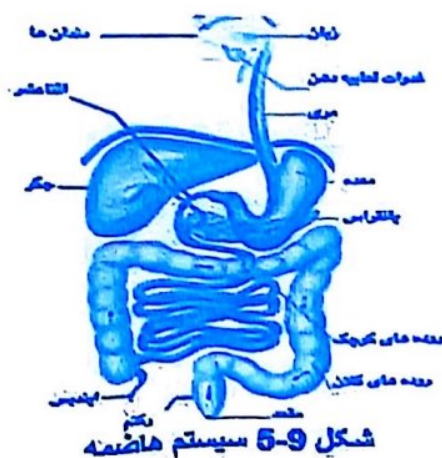
فشار داخل چشمی به چند طریق اندازه گیری میشود، که اکثر آنها مستلزم وارد آوردن قوه بر چشم ناحیه معین و مشاهده تغییر شکل حاصل و بازگشت مجدد آن به جای اولیه است. اندازه گیری فشار داخل چشم به واسطه نبودن مایع دیواره چشم، که قابلیت ارتجاع مخصوص به خود دارد، پیچیده است. در قدیم فشار چشم را بوسیله فشار دادن توسط انگشت در بالای چشم تعین میگردند، اکنون فشار چشم بوسیله آلات مختلف که بنام Ton meter یاد می شود تعین می نماید.

3- فشار در سیستم هاضمه: سیستم هاضمه شامل دو بخش است.

کانال هضمی: که شامل جوف دهن، حلقوم، مری، معده و امعاء می باشد

غده های هضمی: که شامل غده های لعاب دهن، غده های داخل معده به شمول جگروپانکراس بود که همه آنها اعضای سیستم هاضمه را تشکیل میدهند.

طوری که میدانیم سیستم هاضمه از دهن شروع الی Anus ختم میگردد و طول آن در حدود 6 متر



میرسد فشار در قسمت های اعظم سیستم هاضمه نسبت به اتموسفر بزرگتر است همچنان در مری فشار با فشار بین شش ها و دیوار سینه جوهره شده و همیشه فشار اتموسفر نسبت به فشار آن بزرگتر است در هنگام غذا خوردن فشار در معده بلند میرود و ساختمان معده بزرگ میشود و همچنان بلعیدن هوا در وقت غذا خوردن سبب بلند رفتن فشار میگردد. در امعاء گازی که توسط عمل باکتریائی تولید میشود فشار را بلند میبرد. فکتور های خارجی چون کمر بند

بسته کردن، خیز زدن یا پرواز کردن و آب بازی کردن بالای فشار امعاء تاثیر دارد.

اما چون حجم باتوان سوم شعاع (R^3) افزایش میابد وقوه کشش مناسب با R است ، سرعت افزایش فشار بسیار کند است .

افزایش قابل توجه فشار ارتباط به هوای بلعیده شده هنگام غذا خوردن دارد. هوای محبوس در معده باعث آرق زدن می شود که این هوا اکثرا روی تصویر اشعه x قابل رویت است.

4- فشار در سیستم اسکلتی: بلند ترین فشار را در بین اعضای جسم میتوانیم در قسمت اتصال استخوانها دریافت کرد. زمانیکه تمام وزن یا سنگینی وزن بالای یک پا در هنگام راه رفتن قرار گیرد



شکل 5-10 فشار در زانو

فشار در قسمت اتصال زانو بیشتر از 10 اتموسفر خواهد بود از آنجائیکه فشار عبارت از قوه بر واحد سطح است F/A بنابر از دیاد سطح در یک قوه داده شده فشار کوچک میگردد. خوشبختانه چربی سیستم اسکلتی طور یست که در فشار بلند 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.

باید یاد آور شد اگر انحنا ی زانو بیشتر از 90 د استخوانها

فشار وارد می گردد مثلا خانم ها در اثر زیاد نشستن بالای زانو انحنا ی زانو بیشتر از 90 درجه گردیده در این حالت 5 برابر وزن شان به زانو ها فشار وارد می شود و سبب درد زانو میگردد. پس توصیه میگردد که انحنا ی زانو کمتر از 90 درجه باشد

همچنان چاقی بیش بیش از حد سبب ساییده گی زانو ها خواهد شد.

5- فشار در مثانه: یکی از فشار های داخلی جسم فشار در داخل مثانه است که در موقع ذخیره شدن



شکل 5-11 فشار در مثانه

ادرار موجود می باشد با ازدیاد حجم فشار در مثانه زیاد میگردد در اشخاص مسن حجم اعظمی مثانه قبل از تخلیه 500ml است در نتیجه انقباض عضلات جدار مثانه فشار آنی و کم دوام تا $150\text{cm-H}_2\text{O}$ تولید می نمایند فشار نارمل ادرار نسبتاً کم است. در حدود $(0 - 3\text{cm-H}_2\text{O})$ است لکن برای انعه مرد های که دچار ضخامه Prostate می باشند مجرای عبور ادرار بند می باشد فشار تا $100\text{cm-H}_2\text{O}$ خواهد رسید .

سرفه کردن، فشار آوردن، سرپانشستن، لباس تنگ پوشیدن و تنش های عصبی ساده نیز می توانند فشار مthane را افزایش دهند و ساز و کار دفع ادرار مدتها زودتر از پر شدن Mthane برانگیزند. دانش آموزانی که خود را برای امتحان آماده می کنند و یا مؤلفان و نویسندگانی که می کوشند اثر خود را به موقع تحویل دهند، بیشتر از حد معمول به توالت می روند. در زنان باردار، بر اثر وزن جنین که روی Mthane قرا دارد، فشار Mthane افزایش می یابد و تکرر ادرار را باعث می شود ظرفیت Mthane آنها نیز کمتر حد معمول 500cm^3 است زیرا جنین قسمتی از فضای آن را اشغال می کند.

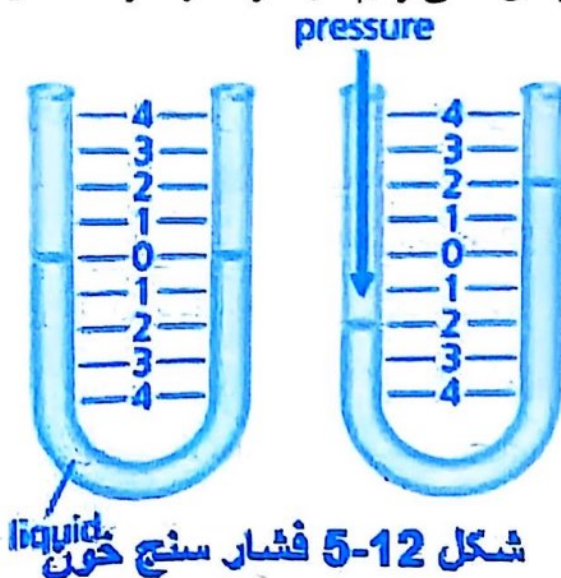
همچنان فشار Mthane در دفع ادرار معمولاً به اساس ملی متر ستون سیماب 15 تا 30 است، اما هر انسدادی در مجرای ادرار، مثل انسداد ناشی از تورم غده پروستات، مستلزم فشاری تا 70 میلی متر ستون سیماب است. هر چه مقاومت یک لوله زیاد تر شود اختلاف فشار لازم برای آنکه میزان حجم آن تغییر نکند، بیشتر می شود.

فشار Mthane را می توان با گذاشتن سوند یا کتیر از طریق مجرای ادرار یا فرو کردن سوزن به داخل Mthane از طریق شکم، اندازه گرفت (این روش را سیستم متری مستقیم، یا اندازه گیری مستقیم فشار داخلی Mthane می گویند- در این دوروش، فشار Mthane از طریق یک مایع به دستگاه اندازه گیری، که معمولاً فشار سنج آبی است، منتقل می شود. چون استفاده از آب برای انتقال فشار و پر کردن فشار سنج خیلی راحت است، فشار Mthane معمولاً بر حسب سانتی متر آب اندازه گیری می شود.

6- فشار خون:

اندازه گیری فشار خون: روش قدیمی اندازه گیری فشار ارتفاع ستونی از مایع است. دستگاه که فشار را به این روش اندازه گیری می کند مانومتر نام دارد. این دستگاه شکل تیوپ U مانند دارد که در داخل آن مایع وجود دارد. سطوح مایع در دو بازوی تیوپ تغییر میکند تا وقتی که اختلاف در سطوح مساوی با فشار مورد اندازه گیری باشد. با این نوع مانومتر میتوان هم فشارهای منفی و هم مثبت را اندازه گرفت، مایعی

که معمولاً استفاده میشود سیماب است اما هنگامی که فشار مورد اندازه گیری نسبتاً پائین شده می توان از آب و سایر مایعات با کثافت پائین استفاده کرد. برخی از قسمت های بدن مانند فشارسنجهای نادقیق عمل می کند. مثلاً شخص که در بین طیاره بالا و پائین میرود اغلب متوجه تغییرات فشار اتمسفری در گوش هایش می شود. هنگامیکه انسان چیزی را می بلعد فشار در گوش داخلی با فشار بیرون برابر میشود و پرده گوش صدای پوپ پوپ می دهد لازم است که اندازه



شکل 12-5 فشار سنج خون

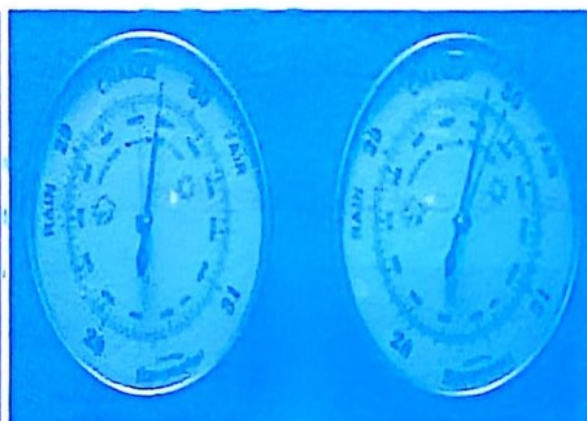
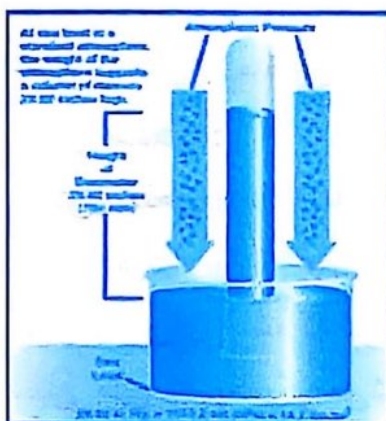
ساسیت گوش نسبت به فشار بالا باشد ، زیرا تغییرات فشار در یک موج عادی صدای بسیار ناچیز است. در موارد عادی استفاده از روش اندازه گیری مستقیم فشارخون ضرورت نیست ، زیرا باروش های غیرمستقیم میتوانیم فشار خون را با دقت اندازه گیری نمائیم. یکی از معمولترین اندازه گیریها ، اندازه گیری فشارخون است. نخستین اندازه گیری تجربی فشارخون را ایستفان هالز در برتانيا انجام داد. معمولترین دستگاه برای اندازه گیری فشار (Sphygmomanometer) یا فشارسنج است که فشارخون را اندازه میگیرد . این فشارسنج شامل یک بازوبند و یک قسمت درجه دار است که بالای بازو قرار میگیرد . یک گوشی که آنرا روی آرنج میگذارند . بازو بند را به سرعت و تا جایی که فشار باعث بند شدن جریان خون شود و سپس هوای داخل آنرا بتدریج خالی میکند. زمانی که فشارخون داخل بازو بند کمتر از فشارخون سیلولیک می شود ، ورود جریان سریع خون به رگ ها اهتزازات صوتی ایجاد می گردد که با گوشی شنیده می شود. و داکتر معالج میتواند با شنیدن این اصوات اقدام به معالجه مرض نماید. جدول فشار بصورت وصفی در جسم نارمل به حساب ملی متر ستون سیماب:

جدول 6

فشار خون	نهایتات ورید ها 10
اعظمی 100-140	فشار در گوش وسطی > 1
اصغری 60-90	فشار جسم به خلطی 20
فشار وریدی خون 3-7	فشار مایع نخاع شوکی در دماغ در حالت استراحت 5-12
فشار ورید های بزرگ > 1	فشار معدوی - امعائی 10-20
انتهای شعریه ها 30	فشار داخل صدري 10

فشار اتموسفیر:

طوری که میدانیم کره زمین جایی که بشر در آن زیست مینماید توسط یک قشر نایتروجن ، اکسیجن و گازات دیگر احاطه گردیده است که بنام اتموسفیر یا میشود ضخامت اتموسفیر



شکل 13-6 فشار سنج اتموسفیر

از سطح زمین الی طبقه بالای آن تقریباً 150 کیلومتر است. در حدود 80 فیصد گازات و اتموسفر ارتفاع 10 کیلومتر سطح زمین موقعیت دارند. فشار در قسمت بالای اتموسفر به صفر نزدیک میشود فشار در هر نقطه اتموسفر مساوی به وزن ستون هوایی است که طول آن از همان نقطه تا قسمت بالای اتموسفر بوده و بالای واحد سطح در همان نقطه وارد می شود بنابراین فشار با افزایش ارتفاع، تناوباً میابد.

فشار اتموسفر را با استفاده از برومتر (فشارسنج - اندازه گیری کرده می توانیم).

تعیین وزن مخصوصه و کثافت اجسام:

از تجارب روزمره بدست میاید که اجسام مختلف با عین حجم (V) دارای وزن های متفاوت W باشد

بنابراین وزن مخصوصه عبارت از نسبت وزن بر حجم می باشد.

$$\begin{aligned} &= \frac{m}{V} \quad \text{--- 7} \\ &= \frac{W}{V} \quad \text{--- 8} \\ &= \rho \times g \end{aligned}$$

از رابطه 7 و 8 بدست می آید

واحد وزن مخصوصه $\frac{gr}{cm^3}$ می باشد.

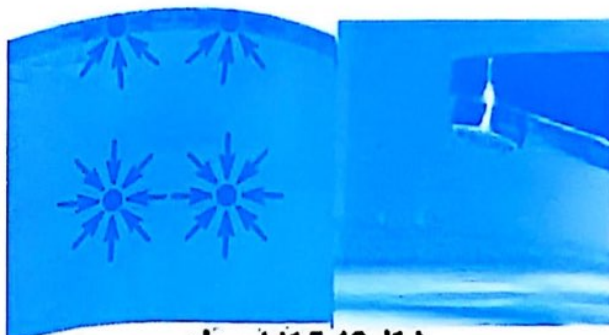
برای تعیین وزن مخصوصه و کثافت اجسام و مقایسه آنها با یکدیگر باید جسم متجانس دارای فشار و درجه حرارت معین باشد از همین سبب کثافت آب در $4^\circ C$ مساوی به $\frac{1gr}{cm^3}$ قرار داده و اجسام دیگر را با آن مقایسه می کنند. (17)

تعیین کثافت اجسام جامد:

اگر اجسام جامد شکل منظم هندسی داشته باشند کتله m آنها را توسط ترازو و حجم آنها توسط فورمولهای هندسی دریافت کرده بعداً به اساس فورمول $\rho = \frac{m}{V}$ کثافت آنها در یافت می داریم اما اگر جسم جامد شکل منظم هندسی نداشته باشد کثافت آنها بدو طریق ذیل در یافت می نمایم. (12)

کشش سطحی:

کشش سطحی (Surface tension) ویژگی ای در مایعها است که باعث می شود طبقه خارجی آنها به



شکل 5-18 کشش سطحی

صورت ورقه ای ارتجاعی عمل کند. این همان ویژگی ای است که موجب ربایش دو سطح مایع به یکدیگر می شود؛ مانند دو قطره آب که همدیگر را می ربایند و قطره

بزرگتری می‌سازند. کشش سطحی کمیتی است که بعد قوه در واحد طول یا انرژی در واحد سطح دارد و در فزیک معمولاً با γ نشان داده می‌شود. کشش سطحی را همچنین می‌توان مقدار کار لازم برای ایجاد واحد سطح مشترک جدید در نظر گرفت. هر مولکول مایع از سوی مولکول‌های دیگر مایع ربوده می‌شود. مولکول‌هایی که داخل حجم مایع هستند، از همه جهت ربوده می‌شوند و مجموع قوه وارد به آنها صفر است. اما مولکول‌هایی که در سطح مایع هستند، تنها از یک جهت از سوی دیگر مولکول‌ها ربوده می‌شوند و قوه ربایش در آن سوی مرز مایع (مثلاً از طرف مولکول‌های هوا) به آنها کمتر است. بنابراین، به مولکول‌های روی سطح مایع قوه خالصی به سمت داخل وارد می‌شود که این قوه با مقاومت مایع در برابر فشرده شدن خنثی می‌شود. در نتیجه، قوه ای در مایع به وجود می‌آید که می‌خواهد سطح مایع را کم کند. از همین رو سطح مایع به شکل ورقه‌ای الاستیک عمل می‌کند و آن قدر جمع می‌شود که کمترین سطح ممکن را داشته باشد.

راه دیگر برای توضیح کشش سطحی این است که یک مولکول اگر در کنار مولکول همسایه‌اش باشد، انرژی‌اش کمتر از وقتی است که کنار آن همسایه نباشد. مولکول‌های داخلی بیشترین تعداد همسایه‌های ممکن را دارند. ولی مولکول‌هایی که در سطح هستند همسایه‌های کمتری دارند و بنابراین انرژی شان بیشتر از انرژی مولکول‌های داخلی است.

برای کاستن از سطح، یک مایع همیشه هموارترین شکل ممکن را در سطح خود می‌گیرد (اثبات ریاضی این که چرا هموارترین سطح متناظر است با کمترین مساحت نیازمند قضیه اویلر-لاگرانژ است). هر خمیدگی تازه بر روی سطح به مساحت بیشتر و در نتیجه انرژی بیشتر می‌انجامد.⁽²⁶⁾ کشش سطحی با عوامل ذیل تغییر می‌نماید.

درجه حرارت: به هر اندازه که درجه حرارت بلند برده شود به همان اندازه کشش سطحی کم می‌شود در جدول کشش سطحی آب به درجه‌های مختلف نشان داده شده است

جدول کشش سطحی برخی از مواد		جدول کشش سطحی آب نظر به درجه حرارت	
کشش سطحی N/m	سیال	کشش سطحی آب	درجه حرارت آب
0.029	برنز 20°C	74.64 Dyne/cm	0°C
0.058	خون 37°C	73.49 Dyne/cm	15°C
0.063	گلیسرین 20°C	72.75 Dyne/cm	20°C
0.47	چوب 20°C	70.38 Dyne/cm	35°C
0.073	آب 20°C		
0.059	آب 100°C		

جدول 7

2. موادی که در آب حل می‌شود و بعضاً کشش سطحی را تغییر نمی‌دهد بعضی زیاد می‌سازند و بعضی ها کم می‌سازد. مثلاً قند ها و آمینو اسید ها اگر در آب حل شود کشش سطحی آب را تغییر نمی‌دهد.

بعضی نمک های غیر عضوی کشش سطحی را زیاد می سازد مثلاً در جدول ذیل دیده میشود.

درجه حرارت	کشش سطحی	نام محلول
18 c°	75.6 Dyne/cm	محلول 1.5 مول Na OH آب محلول NaCl یک مول آب
18 c°	73.7 Dyne/cm	
20 c°	74.4 Dyne/cm	
20 c°	72.75 Dyne/cm	

جدول 8

بعضی مواد عضوی از قبیل الکل ها، نمک های اسید عضوی که دارای وزن مالیکولی زیاد باشا
های عضوی صابون ها و نمک های اسید های صفراوی کشش سطحی آب را کم می سازد.

مثلاً یک عده محلول ها در جدول ذیل دیده میشود.

کشش سطحی	درجه حرارت	نام محلول
64.4 Dyne/cm	30 c°	Acetic Acid 1%
37.5 Dyne/cm	20 c°	Ethyl Alocl

جدول 9

نظریه Gibbs- Thomson در مورد کشش سطحی چنین است که موادیکه در آب حل میشوند و
سطحی آب را زیاد می سازند در قسمت مابین محول تمرکز می نمایند یعنی غلظت شان در بین م
نسبت به سطح ان بیشتر می باشد اما موادیکه کشش سطحی را کم می سازد زیاد در سطح م
تمرکز می نمایند یعنی غلظت شان در سطح نسبت به مابین محلول بیشتر می باشد.

اندازه نمودن کشش سطحی:

برای اندازه نمودن کشش سطحی یک عده اصول های موجود است که از آن جمله اصول های ذیل
ذکر می نمایم.

اصول استخراج یک حلقه از مایین مایع: در این طریقه یک حلقه نازک را داخل مایع نموده بعد ذریعه تطبیق یک قوه آنرا از مایع خارج می نمایم. اگر این قوه را اندازه نموده و طول حلقه را بدانیم قرار فورمول ذیل محاسبه کرده میتوانیم

$$\gamma = \frac{F}{2L}$$

$$F = 2\gamma \cdot L \quad \text{و یا}$$

اگر قوه F به داین و طول حلقه به Cm اندازه شود. قیمت γ به $\frac{\text{dyne}}{\text{cm}}$ بدست میاید.

2. طریقه وزن نمودن قطرات: اگر یک مایع از تیوب یکه بصورت عمودی قرار گرفته باشد به آهستگی جریان نماید یک قطره تشکیل شده ولی بافیتد در وقت افتادن قطره باید برابره محیط سوراخ تیوب سطح مایع قطع شود وقوه ی که برای قطع نمودن آن بکار است عبارت از $2\pi r \cdot \gamma$ داین می باشد. که در اینجا γ کشش سطحی به داین فی سانتی متر و r شعاع تیوب به سانتی متر می باشد. قوه که باعث قطع نمودن سطح مایع میشود وزن قطره می باشد لذا معادله ذیل را میتوانیم بنویسیم.

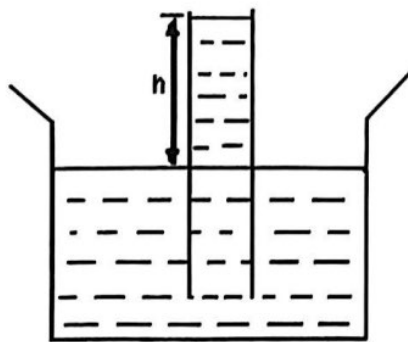
$$\gamma = \frac{\text{وزن قطره مایع به داین}}{2\pi r}$$

ازاینجا بدست می آید که:

$$\gamma = \frac{\text{وزن قطره مایع به داین}}{2\pi \cdot r}$$

اگر ذریعه تیوب یکه قطره آن را بدانیم بطریق فوق 20 قطره مایع را در یک ظرف وزن کنیم بعد این وزن را به 20 تقسیم نمائیم تا وزن یک قطره پیدا شود قرار فورمول کشش سطحی مایع مذکور محاسبه میتوانیم.

3- تیوب شعریه: اگر یک تیوب شعریه را در مایع که جدار تیوب را مرطوب سازد داخل کنیم مایع قر



شکل 5-19 تیوب شعریه

شکل 5-19 به ارتفاع h بلند می‌رود اگر شعاع تیوب r و کثافت

مایع d باشد قوه جاذبه که مایع را بطرف پائین می کشاند قرار

$$F_1 = \pi r^2 \cdot h \cdot d \cdot g \quad \text{ذیل است.}$$

اگر شیشه تیوب شعریه خوب پاک شود بین سطح مایع و جدار

تیوب شعریه زاویه 90° در جه تشکیل شده و یک پرده نازک مایع

در جدار تیوب شعریه تشکیل می‌شود و به واسطه قوه کشش سطحی که عبارت از

$$F_2 = 2\pi r \cdot \gamma \quad \text{می باشد مایع داخل تیوب را به طرف بالا کش می کند در وقت تعادل دو قوه فوق}$$

الذکر باهم مساوی می‌شود یعنی :

$$2\pi r \gamma = \pi r^2 h \cdot d \cdot g$$

γ

$$= \frac{r \cdot h \cdot d \cdot g}{2}$$

لذا

به اساس فورمول فوق در صورتیکه شعاع تیوب r را بدانیم و ارتفاع مایع (h) را اندازه نمایم و کثافت مایع

نیز معلوم باشد کشش سطحی را طبق فورمول فوق محاسبه کرده می‌توانیم.

استعمال کشش سطحی در طبابت:

برای اینکه پروسه هضم شحم به خوبی صورت گیرد باید شحم به پارچه های کوچک تقسیم گردد تا

سطح تماس انزایم Lipaes به آن زیاد شود. برای اینکه یک پارچه خورد شحم بداخل آب شود لازم

است تا سطح اب پاره گردد. اگر کشش سطحی آب کم باشد این عملیه به آسانی صورت می‌گیرد. در امعا

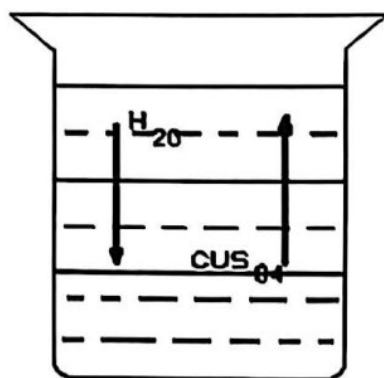
نمک های اسید های صفراوی کشش سطحی آب را کم ساخته و باعث می‌شود که شحم به پارچه ها

کوچک شود و هضم آن آسان گردد. اگر مجرای صفراوی بند باشد نمک های صفراوی داخل خون شده به ادرار ظاهر میشود.

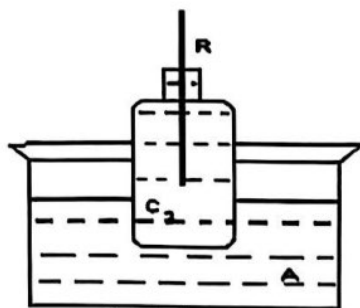
برای اینکه بدانیم که یک ادرار نمک صفراوی دارد یا خیر یک مقدار پودر سلفر را در یک تیوب بالای ادرار می اندازیم در حالت طبیعی کشش سطحی ادرار به اندازه است که سلفر در سطح آن می ماند. اگر در ادرار نمک صفراوی وجود داشته باشد این نمک های صفراوی کشش سطحی آن را کم ساخته و پودر سلفر در سطح ادرار نمانده بلکه به طرف پایان تیوب حرکت می کند. (3:5:6:4)

حرکت مالیکولی برونی ، نفوذ و آسموس:

در مورد اجسام میدانیم که فرق بین اجسام جامد، مایع و گاز عبارت از این است که در اجسام جامد اتومها بحول حالت توازن اهتزازات کوچک را اجرا می نمایند. حالانکه مالیکولهای مایع و گاز همیشه در حال حرکت می باشند، این حرکت مالیکولهای مایع را میتوانیم. قرار ذیل تشریح نمایم. در یک قطره مایع مثلاً آب ذرات مانند رنگ را داخل نموده و آنرا تحت میکروسکوپ که قدرت بزرگمائی آن زیاد باشد تحت مشاهده قرار می دهیم در این حالت دیده میشود که مالیکولهای مایع ساکن نبوده بلکه حرکت غیر منظم را اجرا می نمایند این حرکت را بنام برونی یاد میکنند. این حرکت مالیکولها را میتوان به طریقه دیگری نیز مطالعه نمود. برای این منظور دو مایع و یا گاز را در ظرف روی هم قرار می دهیم. بطور مثال آب و محلول CuSO_4 قرار شکل 5- در 20 در اینجا دیده میشود. که بعد از گذشت زمان چند، این دو ماده کاملاً باهم مخلوط میشوند. یعنی ذرات CuSO_4 به طرف بالا و ذرات آب به طرف پایین حرکت می کنند این حرکت مالیکولها به نام نفوذ (Diffusion) یاد میکنند حادثه نفوذ در مایعات آهسته و



شکل 5-20 حرکت مالیکولها



شکل 5-21 نفوذ و آسموس

در گازات سریعتر صورت میگرد به صورت عموم نفوذ عبارت از حادثه است که یک عنصر در اثر حرکت مالیکولی در بین عنصر دیگری خلاف قوه ثقل داخل شود.

یک تعداد مواد مسامدار صفات و خصوصیات را دارا میباشند که از یک محلول تنها محلل آنرا از خود عبور میدهد و ماده که در آن موادمخله را از خود عبور نمی دهد. جدار جدا کننده این نوع ماده را جدار نیمه قابل نفوذ می نامند یک ممبران یا غشای حیوانی و R یک نل باریک می باشد در بین ظرف G و نل R محلول $CuSO_4$ و در ظرف A آب وجود دارد در اینجا مالیکول های آب از بین ممبران حیوانی عبور نموده در ظرف G یک تزايد فشار را بوجود میاورد که آنرا از بلند رفتن مایع در نل R دیده میتوانیم بصورت عموم نفوذ یک طرفه از بین پرده نیمه قابل نفوذ را بنام اوسموس $Osmosis$ و فشار که نفوذ در توازن میگیرد بنام فشار اسموتیک $Osmotic$ یاد می کنند فشار اسموتیک میتواند تا حدود چندین اتموسفیر گردد مثلاً برای محلول قند 6% فشار اسموتیک 4atm و برای محلول قند 1% فشار اسموتیک 0.6atm است.

فشار اسموتیک مربوط به نوعیت پرده نیمه قابل نفوذ بوده و به درجه حرارت ثابت مستقماً متناسب با غلظت می باشد. (3:4:5:9)

اهمیت آسموس (Osmosis) در طبابت:

عملیه آسموس در طبابت در یک عده حالات دیده میشود که ذیلاً یک تعداد آنرا شرح میدهیم.

تشکیل مایع بین النسجی و ورم (Edema):

زمانیکه خون به انساج میرسد چون فشار خون از فشار مایع بین النسجی زیاد تر است لذا یک مقدار آر خون و نمک های آن خون را ترک گفته ودر بین انساج میرود اما چون جدار اوعیه به مقابل پروتین ها خون نیمه قابل نفوذ است پروتین های خون فشار اسموتیک وارد کرده و تا یک اندازه از گذشتن آب بین عروق شعریه به انساج ممانعت می نمایند. چون در حصه های اخیر عروق شعریه فشار خون کم میگردد وفشار اسموتیک خون به نسبت کم شدن آب آن زیاد میگردد و آب را دو باره از بین انساج جذب می کند ودر نتیجه مقدار زیاد آب در انساج جمع نمیشود.

اگر پروتین های خون کم شود فشار اسموتیک آن کم شده و مقدار زیاد آب در بین انساج جمع میشود که بنام ورم (Edema) یاد میشود.

مثلاً در امراض گرده که پروتین های خون مخصوصاً المبومین همراهی ادرار از بدن خارج میشود مقداری المبومین در خون کم شده ودر نتیجه فشار اسموتیک خون کم میگردد ومقدار زیاد آب در بین انساج

جمع گردیده باعث پندیده گی میشود هم چنان در اطفال که به اندازه کافی مواد پروتینی همراهی غذای خود نگیرند مقدار پروتین خون کم شده ورم در بدن شان پیدا میشود. (3:4:5:9)

جذب شدن آب ذریعه Tubule های کرده

در 24 ساعت نزد اشخاص کلان و کاهل در حدود 180 لیتر آب ذریعه Glomerolus های کرده منتشر می شود از این جمله در حدود یک لیتر آن بصورت ادرار از بدن خارج و باقی 179 لیتر ذریعه Tubule های کرده جذب میشود. طوریکه نمک های فلزات جذب میگردد و فشار اسموتیک آن کم میشود آب ذریعه عمل Osmosis نمک ها را تعقیب نموده در نتیجه جذب می گردد. اگر موادی در فلزات موجود باشد که جذب نگردد فشار اسموتیک زیاد مانده و آب جذب نگردیده حجم ادرار زیاد میشود مثلاً در مرض Diabet.

تبادل آب بین داخل و خارج حجره:

حجرات به میخانیکیت های غلظت نمک داخل حجره را بیک اندازه معین نگاه میدارد حرکت آب از خارج داخل آن و از داخل حجره بخارج ذریعه عمل اسموس صورت میگیرد اگر غلظت نمک در داخل حجره نسبت به خارج زیاد شود در نتیجه فشار اسموتیک آن زیاد میشود آب را از خارج حجره جذب می کند و این مسله زمانی صورت میگیرد که غلظت نمک در خارج حجره کم شود اگر غلظت نمک ها در خارج حجره نسبت بداخل حجره زیاد شود اب از داخل ذریعه عمل اسموس خارج میشود. این حادثه نزد اشخاص که بسیار عرق نموده باشد و آب بخورند بخوبی دیده میشود. (3:4:5:9)

مسائل

مایعات و گازات دارای شکل معین نمی باشند زیرا قوه جذب مالیکولی شان :

الف- زیاد است ب- کم است ج- کمتر از جامدات است د- زیاتر از جامدات است
یک بار مساوی است به

الف- $10^6 \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$ ب- $10^3 \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$ ج- $10^{-6} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$ د- $1 \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$

شهری 3km از سطح بحر بلند است فشار جوی آن عبارتند از

الف- 46cm-Hg ب- 76cm-Hg ج- 56cm-Hg د- 60mm-Hg

فشار نارمل مجموعه مساوی است به :

الف- 5-20 mm-Hg ب- 5-20 cm-Hg ج- 5-20cm-H₂O د- 12-13 mm-Hg

اگر پروتین های خون کم شود فشار اسموتیک در انساج :

الف- کم می شود ب- زیاد می شود ج- ثابت می ماند د- تغییر نمی خورد

کثافت گازات :

الف- کمتر از مایعات است ب- زیادت از مایعات است

ج- زیاد تر از جامدات است د- مساوی به جامدات است

7- ارتفاع شهری از سطح بحر 3000 متر است فشار جوی شهر مذکور را دریابید.

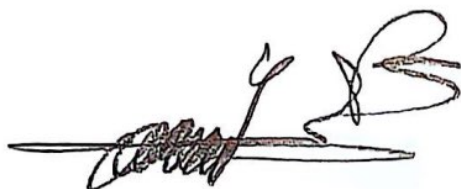
8. جسمی توسط قوه دومی متوقف داده می شود در صورتیکه قوه اولی 5 داین و مساحت سطح از

0.005cm^2 بوده در حالیکه مساحت سطح دومی 5cm^2 است مطلوب قوه دومی جسم .

9- جسمی به عمق 600 متری بحر قرار دارد مطلوب است فشار آن

10- مفاهیم مانند نفوذ ، آسموس و فشار اسموتیک را تعریف نماید.

11- کاربرد عمل آسموس را در طبابت نام برده مختصراً بیان دارید.



فصل ششم

دینامیک گازات و کاربرد لزوجیت در طبابت

جریان مایعات در حیات روزمره و طبابت اهمیت خاص داشته، لزوجیت یک مایع شدیداً تابع درجه حرارت است و با تزايد درجه حرارت تنقیص می نماید، برعکس لزوجیت در گازات با بلند رفتن درجه حرارت تزايد می کند.

جریان مایعات و گازات:

در این مبحث میخواهیم مایعات و گازات را در حالت حرکت مورد بررسی قرار دهیم برای مطالعه این موضوع نخست قوه های که باعث جریان آنها میگرددند مورد مطالعه قرار میدهیم. بالای هر ذره مایع و یا گاز قوه های خارجی به طور مثال قوه ثقل و قوه که باعث اختلاف فشار در مایعات و گازات تعجیل را بالای ذرات آنها بار آورده و باعث حرکت آنها میگردد عمل میکند در مایعات حقیقی به این قوه ها، قوه های مالیکولهای مایع علاوه میشود. این قوه ها که باعث غلظت مایعات میشود و بنام قوه های اصطکاک نیز یاد میگرددند. میدانیم که اگر یک جسم در داخل مایع و یا گاز ساکن حرکت نماید، در جهت مقابل حرکت آن قوه ای عمل می نماید که بنام قوه اصطکاک یاد میشود. نظر به قانون دوم نیوتن محصله تمام قوه های که بالای یک ذره یی مایع عمل میکند، مساوی است به حاصل ضرب کتله همان ذره و تعجیل که ذره مذکور تحت اثر قوه محصله به خود اختیار میکند. این حقیقت خلاصه و معادلات هایدرو دینامیک را ا ارائه می میدارد. مطلب معادلات حرکت هایدرو دینامیکی را قرار ذیل خلاصه نموده میتوانیم. برای هر ذره مایع یا به قوه های خارجی، قوه های اختلاف فشار، قوه های اصطکاک و قوه های عطالت همدیگر را در توازن بگیرند جریان مایعات و گازات را میتوان بقسم مدل توسط ساحه جریان چنین تشریح نمود.

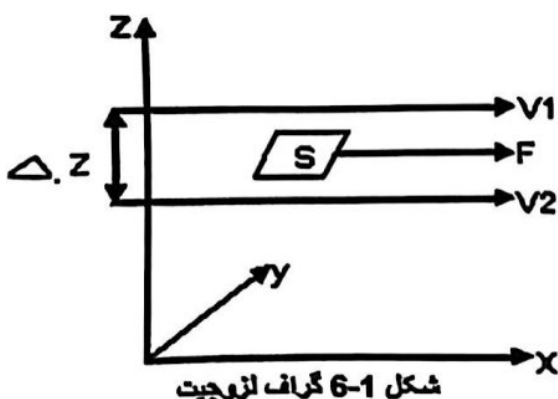
هر گاه خواسته باشیم مسیر ذره یی از مایع را بالای سطح آن مورد مطالعه قرار دهیم، میتوانیم آنرا توسط پاشاندن براده کارک در مسیر ذره تعقیب کنیم.

همچنان برای مطالعه مسیر حرکت یک ذره داخل مایع میتوان از عین طریقه استفاده نمود، طوریکه مسیر ذره در بین مایع مواد رنگه ویا پودر المونیم را میریزیم که با ذرات یکجا حرکت میکنند چ گازات را میتوان داخل نمودن گاز رنگه مانند دود قابل مشاهده ساخت و مسیر حرکت آنها را تعقیب نه هر گاه رنگ قلم را به قسم رشته باریکی در بین مایع در حال جریان بریزیم دیده میشود. که این ر باریک رنگ به خط معین خود را مرتب میسازد که آنرا خط جریان می نمایند. در یک جریان خط ج مسیری است که آنرا ذره مایع طی میکند. وکتور سرعت یک ذره مایع به خط جریان آن مماس است. گاه یک سطح مستوی را عمود به جهت جریان قرار بدهیم تعداد خطوط جریان که از این سطح میگذ بنام کثافت خطوط جریان یاد میگردد. کثافت خطوط جریان توزیع سرعت را در داخل یک مایع ار میدارد. به هر اندازه که خطوط جریان در یک محل زیاد باشند به همان اندازه در همان محل سر: جریان بیشتر است. (12:17)

لزوجیت (Viscosity) وقانون ستوکسی

اگر یک طبقه مایع بالمقابل طبقه دیگر آن بلغزد در آن صورت یک قوه اصطکاک بوجود میاید. طبقه فوقانی با سرعت بیشتر حرکت نماید، در آن حالت برای طبقه تحتانی که آهسته حرکت می یک تعجیل میدهد. این قوه ها به نام قوه های اصطکاک یاد میگردند. به هر اندازه یک سطح بزرگ باشد به همان اندازه قوه اصطکاک بزرگتر است و هم چنان قوه اصطکا مستقیماً متناسب به تغیر سرعت از یک طبقه به طبقه دیگر می باشد حال دو طبقه مایع را طوری در ن میگیریم که سرعت آنها v_1 و v_2 بوده و فاصله بین آنها Δz باشد قرار شکل (6-1) در این صورت قوه اصطکاک عبارت است از:

$$F = \eta S \frac{\Delta v}{\Delta z} \quad \text{--- 1}$$



در حالیکه η ثابت تناسب بوده و مربوط نوعیت مایع می باشد و بنام ضریب اصطکاک داخلی ویا ضریب لزوجیت یاد میشود.

در تجربه دیگری دو لوحه موازی AB و CD را قرار شکل (6-3) طوری در نظر میگیریم که بین آنها به ضخامت z مایع کیفی وجود داشته باشد.

لوحة AB را ثابت نگهداشته و لوحة CD را در مستوی خودش با سرعت مایع که موازی AB و CD اند با سرعت های مختلف یکی بالای دیگری به طرف راست می لغزند طبقه مایع که به تماس CD است دارای سرعت V_0 بوده و همچنان به نظر میرسد که این طبقه کاملاً به CD چسپیده است، مشابه به آن طبقه مایع که به تماس AB است چسپیده به آن به نظر می رسد، یعنی سرعت آن صفر می باشد. سرعت طبقات مایع از AB تا CD به امتداد Z از $V=0$ تا $V=V_0$ بصورت خطی تزايد میکند. این مسئله طور ذیل تشریح شده میتواند، بلند ترین طبقه مایع که دارای سرعت V_0 است بالای طبقه تحتانی خود یک قوه مماسی وارد میکند عین عمل را این طبقه بالای طبقه مجاور تحتانی خود نیز اجرا می کند به همین ترتیب این عمل تا طبقه پایین ترین مایع انجام میگیرد یعنی هر طبقه بالای طبقه تحتانی مجاور خود یک قوه تعجیل دهنده F وارد می کند.



اشکال 2-6 جریان های گردابی و تلاطم

قرار قانون سوم نیوتن طبقه تحتانی مجاور نیز بالای طبقه فوقانی یک قوه تاخیر دهنده F وارد می کند که دو قوه فوق از نگاه مقدار با هم مساوی اند. در نتیجه ضریب لزوجیت η توسط رابطه ذیل تحریر میگردد. (22)

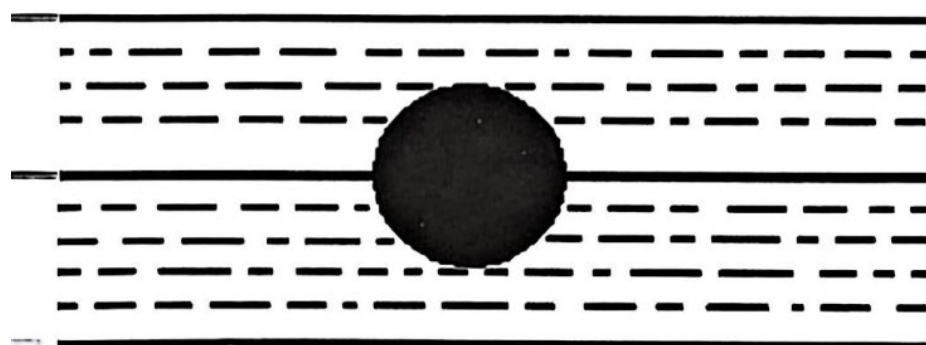
$$\eta = \frac{\frac{F}{S}}{\Delta v} \quad \text{--- 2}$$

در حالیکه Δv تفاوت و یا اختلاف سرعت های دو طبقه همجوار Δz فاصله بین دو طبقه و S مساحت سطح طبقات مایع است. هر گاه طبقات مایع یکی بالای دیگری می لغزند بسیار نازک باشند در آن حالت رابطه 2 شکل ذیل را میگیرد.

$$\eta = \frac{\frac{F}{S}}{\Delta v}$$

F/s بنام فشار قوه افقی یاد میشود.

جریان هایرا که تا حال مطالعه کردیم به نام جریان های آرام Laminar یا جریان طبقه یی یاد میگردند، در این صورت طبقات مایع بالای هم می لغزند. اگر مایع از بین یک نل عبور نموده و سرعت خود را زیاد بسازد در آن حالت خواص طبقه یی خود را از دست داده وبی ترتیب میشود در این صورت وکتور سرعت مرکبه عمودی را به محور نل حاصل می نماید. واز هر نقطه مایع وکتور های نا منظم سرعت بوجود می آیند. این حرکت مایع به نام جریان مثلاً تلاطم (توربولنتی Turbulent) یاد میگردد اگر حرکت مایع از حالت مثلاً تلاطم به حالت طبقه یی مبدل شود، در آنصورت مقاومت مایع لزوجی بزرگ میگردد. اگر در مجرای ظرف که مایع در آن جریان دارد یک جسم گذاشته شود، جریان طبقه یی مایع اذیت شده به جریان گردابی تبدیل میگردد. قرار شکل فوق.



شکل 3-6 جریان آرام

اگر یک جسم طور مثال جسم کروی در یک مایع غیر لزوجی حرکت نماید در آن صورت جسم قوه اصطکاک را بالمقابل حرکت خود حس نمی نماید بر عکس در یک مایع لزوجی این قوه

اصطکاک محسوس است، هر گاه سرعت مایع کوچک باشد در اثر عبور مایع در اطراف جسم جریان گردابی تشکیل نمیگردد، در اینجا قوه های اصطکاک در مایع بوجود میآیند و طبقات مایع که با جسم تماس دارند میخواهند جسم خود را با خود کش نمایند در این حالت قوه قانون Stokes ستوکس را صدق میکند، یعنی قوه اصطکاک F_r متناسب به سرعت (V) جسم، ضریب لزوجیست η مایع و شعاع r جسم می باشد. اگر یک گلوله با شعاع r را در یک مایع لزوجی رها نمایم قوه اصطکاک مساوی است به:

$$F_r = 6\pi \eta . r . v$$

حرکت گلوله در بین مایع در ابتدا حرکت تعجلی بوده و بعداً نظر به سرعت گلوله قوه اصطکاک F_r نیز تزايد نموده و بالاخره قوه اصطکاک مساوی به وزن W گلوله در مایع میگردد، در صورتیکه توازن قوه ها بر قرار گردد جسم با سرعت ثابت در بین مایع حرکت می نماید. در حالت توازن داریم:

$$F = W = 6\pi . \eta . r . v 3$$

نوه W که در مایع بالای گلوله عمل میکند قرار قانون ارشمیدس عبارت از $W' - A$ است طوریکه W وزن گلوله در هوا و A قوه ارشمیدس و یا قوه صعودی است که از طرف مایع بالای گلوله عمل میکند

$$W = W' - A = \frac{4}{3}\pi r^3 (\rho - \rho') \cdot g \dots\dots\dots (4) \quad \text{پس:}$$

در حالیکه ρ کثافت جسم و ρ' کثافت مایع است. اگر قیمت W را از معادله (3) در (4) وضع نمایم می یابیم که:

$$\frac{4}{3}\pi r^3 (\rho - \rho') \cdot g = 6\pi \cdot \eta \cdot r \cdot v$$

$$\eta = \frac{\frac{2}{9} r^2 (\rho - \rho') g}{v}$$

اگر (v) را مساوی به x/t تعویض کنیم که x فاصله طی شده گلوله و t زمان است که گلوله برای طی فاصله x ضرورت دارد بنابراین:

$$\eta = \frac{\frac{2}{9} r^2 t (\rho - \rho') g}{x} \dots\dots\dots 5$$

رابطه (5) نه تنها در مایعات لزوجی بلکه در گازات نیز قابل تطبیق می باشد. علت دومی قوه اصطکاک در یک مایع لزوجی تشکیل گردابه‌های آن می باشد رابطه 5 بصورت عموم بسیار دقیق در یک نل وسیع قابل تطبیق می باشد اگر گلوله در یک نل باریک رها گردد در آنصورت جدار نل بالای سرعت گلوله بیشتر تاثیر وارد نموده و از سرعت آن می کاهد.

واحد ضریت لزوجیت η در سیستم c.g.s عبارت از $\frac{gr}{cm \times sec}$ است.

و یا آنرا اینطور نشان داده $gr \text{ cm}^{-1} \text{ Sec}^{-1}$ و بنام پویز poise نیز یاد میکنند پس:

$$1P = 1gr \cdot cm^{-1} \text{ sec}^{-1}$$

لزوجیت یک مایع شدیداً تابع درجه حرارت است و با تزايد درجه حرارت تناقص می نماید. برعکس لزوجیت در گازات با بلند رفتن درجه حرارت تزايد می کند. (12:17)

بررسی لزوجیت در طبابت:

لزوجیت عبارت است از مقاومت یک مایع در برابر اعمال تنش برشی در یک مایع جاری (در حال حرکت) که قسمت های مختلف آن نسبت به یکدیگر جابجا می شوند، به مقدار مقاومت طبقه های سیال در برابر لغزش روی هم لزوجیت مایع می گویند. هرچه لزوجیت مایعی بیشتر باشد، برای ایجاد تغییر

شکل یکسان، به تنش برشی بیشتری نیاز است. به عنوان مثال لزوجیت عسل از لزوجیت شیر بسیار بیشتر است.

با افزایش حرارت لزوجیت مایع کاهش می یابد ولی در گازها قضیه برعکس است البته درصد تغییرات آن برای مایعات مختلف متفاوت است.

لزوجیت ناشی از دو عامل زیر است :

نیروهای جاذبه مولکول که در مایعات مطرح می شود.

نیروهای تبادل مومنتم مولکولی که در گازها مطرح می گردد.

اگر به اثر ضیاع آب لزوجیت خون زیاد شود جریان خون متوقف میگردد و سبب مرگ میشود لذا لازم است که اگر یک شخص به اثر اسهال یا عارضه دیگر آب ضایع کند باید ضرور و حتمی آب بدن دو باره ذریعه تطبیق نمودن سیروم و یا زرق نمودن گلوکوز و سودیم کلوراید اعاده گردد.

تا سبب مرگ مریض نگردد مثلاً در مرض کولرا cholera که از آن محلول ایزوتونیک نمک قسمت عمده تداوی آنرا تشکیل میدهد یا بعضی اسهال های دیگر در اطفال که باعث ضیاع مقدار زیاد آب در وجود میگردد همچنان در مرض polycytnemia لزوجیت خون به اثر از دیاد کریوات حمرا زیاد میشود و به جریان خون صدمه وارد شده کار قلب زیاد میگردد به این مریضان از یک طرف ادویه میدهند تا تولید کریوات حمرا کم شود و از طرف دیگر از مریض خون میگیرند تا لزوجیت خون به حالت طبیعی بر گردد. (3:4)

چند نکته مهم :

در مایعات با افزایش حرارت قوه بین مولکولی کاهش یافته و در نتیجه لزوجیت کاهش می یابد. در گازها با افزایش حرارت تعداد برخوردها زیاد شده و در نتیجه تبادل مومنتم مولکولی افزایش می یابد که حاصل آن افزایش لزوجیت است.

میزان تغییرات لزوجیت با حرارت در مایعات بیشتر از گازهاست.

اگر افزایش فشار خیلی زیاد نباشد لزوجیت مستقل از فشار است ولی در تغییر فشارهای بالا، لزوجیت مایعات و گازها با افزایش فشار افزایش می یابد. توجه داشته باشید که بی اثر بودن فشار روی لزوجیت گازها به این دلیل است که با افزایش فشار، سرعت برخورد مولکولی افزایش یافته ولی طول برخورد

کاهش می یابد که این دو، اثر مخالف روی لزوجیت دارند و در نتیجه لزوجیت گازها مستقل از فشار خواهد بود.

ماینه آله: مایعی است که لزوجیت آن صفر بوده و تراکم ناپذیر باشد.

کاز ایده آله: گازی است که لزوجیت آن غیر صفر بوده تراکم پذیر باشد.

لزوجیت خون:

لزوجیت خون طبیعی حدود صد برابر لزوجیت آب است. و هر قدر لزوجیت زیاد باشد میزان جریان خون کمتر خواهد بود چه عاملی خون را تا این حد لزوج و چسبنده می سازد این عامل بطور عمده تعداد زیاد کرویات سرخ خون است که به حالت تعلیق در خون قرار گرفته اند و هر یک از آنها کشش اصطکاکی بر روی کرویات سرخ مجاور و نیز بر روی جدار رگهای خونی وارد می کنند.

هماتوکریٲ (Hematocrit)

هماتوکریٲ خون عبارت از نسبت درصد کرویات سرخ در خون است. مثلاً هر گاه همتوکریٲ شخص 40 باشد منظور آن است که 40 درصد حجم خون را کرویات سرخ و باقیمانده آن را پلاسما تشکیل می دهد. همتوکریٲ مردان طبیعی بطور متوسط 42 و همتوکریٲ زنان طبیعی متوسط 38 است. این مقادیر بسته به اینکه شخص مبتلا به کم خونی یا (anemia) باشد یا نباشد و همچنین بسته به میزان فعالیت بدنی و ارتفاعی که شخص در آن زندگی می کند تغییرات عظیمی دارند. همتوکریٲ خون بوسیله سانتریفوژ کردن خون در یک لوله مدرج تعیین می شود. درجات تیوپ خواندن مستقیم نسبت درصد کرویات سرخ را میسر می سازد.

هماتوکریٲ در شخص طبیعی و در بیماران مبتلا به Polycytemia and Anemia:

هرچه نسبت درصد کرویات سرخ یعنی همتوکریٲ بیشتر باشد اصطکاک بیشتری بین لایه های مجاور خون بوجود می آید و این اصطکاک است که مقدار لزوجیت خون را تعیین می کند بنابراین لزوجیت خون بالا رفتن همتوکریٲ بطور شدیدی افزایش می یابد. هر گاه لزوجیت خون کامل با همتوکریٲی طبیعی را حدود 3 در نظر بگیریم این بدان معنی است که فشاری به میزان 3 برابر فشاری که برای راندن آب در یک تیوپ لازم است برای راندن خون از همان تیوپ لازم است.

هنگامي که هماتوکريت غالبا در پلی سيمي تا 60 يا 70 بالا می رود لزوجيت خون می تواند تا ده برابر لزوجيت آب افزایش يابد و اين حال جريان آن در رگها فوق العاده کاهش می يابد. فاکتور ديگري که بر روی لزوجيت تاثير می کند غلظت و نوع پروتئينهای موجود در پلاسما است. اما اين آثار آنقدر اهميت کمتری از هماتوکريت دارند که در بيشتر مطالعات هموديناميك برای آنها اهميتی قائل نمی شوند و لزوجيت پلاسمای خون حدود 1.5 برابر لزوجيت آب است.

ويسکوزيته خون در رگهای کوچک :

چون قسمت اعظم مقاومت در دستگاه گردش خون در رگهای خونی بسيار کوچک ايجاد می شود موضوعی که دانستن آن مخصوصا مهم است آن است که لزوجيت خون چگونه بر روی عبور خون از اين رگهای کوچک تاثير می کند. لاقلا سه عامل اضافی ديگر به غير از هماتوکريت و پرتئينهای پلاسمه بر روی لزوجيت خون در اين رگها تاثير دارند.

1- جريان خون در رگهای بسيار کوچک اثر لزوجيت بسيار کمتری از رگهای بزرگ نشان می دهد اين اثر فارئوس- لينوکريست ناميده می شود هنگامي شروع به ظاهر شدن می کند که قطر رگ از حدود 1.5 ميلي متر کمتر می شود. در تيوپ به کوچکی شريانچه ها لزوجيت خون کامل نصف ويسکوزيته رگهای بزرگ است.

اين اثر ناشی از ردیف شدن کروييات سرخ در هنگام عبور از اين رگها است يعنی کروييات سرخ به جای اينکه بطور نامنظم حرکت کنند در یک صف قرار گرفته و به صورت یک رشته واحد از رگ عبور می کنند و به اين ترتيب مقاومت لزوجيت را که داخل خون ايجاد می شود حذف می کنند.

2- لزوجيت خون با کم شدن سرعت جريان آن به مقدار عظيمی افزایش می يابد. چون سرعت جريان خون در رگهای کوچک فوق العاده ناچيز و غالبا کمتر از یک ميليمتر در ثانيه است لزوجيت خون می تواند بر اثر اين عامل به تنهایی تا ده برابر زياد شود. اين اثر قسمتی ناشی از چسبیدگی کروييات سرخ دارای حرکت آهسته به يکديگر و همچنين به جدار رگ است.

3- کروييات همچنين غالبا در محلهای تنگی در رگهای خونی کوچک گیر می کنند و اين موضوع مخصوصا در شريانچه در نقاطی که هستند سلولهای آندوتليال به داخل مجرای شريانچه برآمدگی پيدا می کند اتفاق می افتد. در اين حال به جريان خون می تواند بطور کامل برای جزئی از یک ثانيه ، يا زمانهای بسيار طولانی تر مسدود شود و به اين ترتيب بطور ظاهري یک افزایش شديد در لزوجيت ايجاد کند. به علت اين اثرات خاص که در رگهای بسيار کوچک دستگاه گردش خون ايجاد می شوند، بدست

آوردن یک رابطه ریاضی دقیق برای توصیف روش تاثیر هماتوکریت بر روی لزوجیت در رگهای بسیار کوچک که محلی از سیستم گردش خون هستند و لزوجیت مهمترین نقش خود را در آنجا بازی می کند امکان پذیر نبوده است. چون بعضی از این اثرات تمایل دارند که لزوجیت را کاهش داده و سایر اثرات تمایل دارند که لزوجیت را افزایش دهند. معمولا چنین فرض می شود که اثرات کلی لزوجیت در رگهای کوچک تقریبا با اثرات کلی لزوجیت که در رگهای بزرگ ایجاد می شوند معادل است.

مسائل

لزوجیت یک مایع در اثر ازدیاد درجه حرارات :

الف- افزایش می یابد ب- تاثیر ندارد ج- کاهش می یابد د- تغییر نمی کند

یکی از قوه های ذیل باعث غلظت در مایعات می شود.

الف- قوه عضلاتی ب- قوه اصطکاک ج- قوه برقی د- قوه مقناطیسی

لزوجیت خون طبیعی در حدود:

الف- صدچند آب است ب- چهل چند آب است ج- هشتاد چند آب است د- شصت چند آب است.

هماتوکریت Hematocrit مختصراً بیان نماید.

کاربرد لزوجیت را در طبابت مختصراً تشریح نمایید؟

فصل هفتم

اهتزازات و امواج

اهتزازات یک حرکت هارمونیکی بوده و موارد استعمال آن در زلزله سنج ها و دریافت تعجیل جاذبه زمین کاربرد دارد .

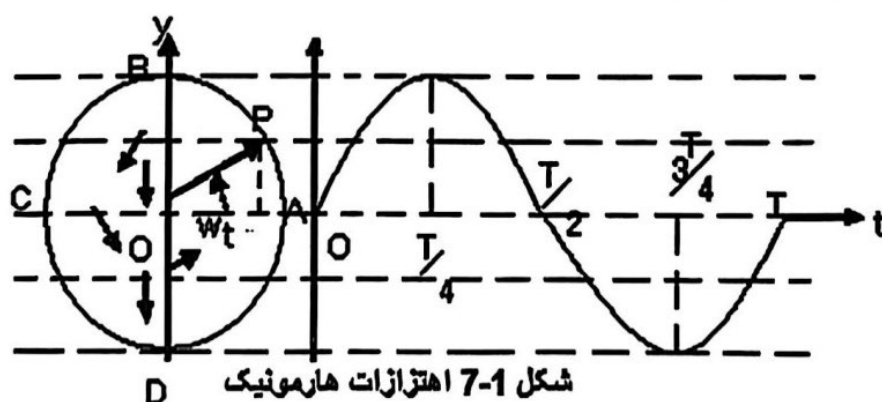
اهتزازات موضوعات از قبیل امپلیتود یا دامنه اهتزاز، فریکونسی، زمان یا پریود و فاز را دربر میگیرد.

اهتزازات:

اهتزازات عبارت از حرکت منظم یا تقریباً منظم یک جسم است که در فاصله معین زمان صورت میگیرد بناً میتوانیم بگوییم که حرکت منظم یک جسم بالای محیط دایره بیک سرعت ثابت حرکت اهتزازیست و اهتزاز یک حرکت پریودیکی است. (12)

مثلاً هر گاه یک نقطه مادی بالای محیط دایره با یک سرعت زاویوی ثابت حرکت نماید، مرتسم های آن بالای محور های X و Y حرکت های اهتزازی را اجرا میکند.

وقتیکه نقطه مادی از نقطه A به B واز B به C واز C به D بالاخره از D به A بالای یک دایره حرکت نماید، مرتسم آن از B به O و از O به D و سر انجام از D به O و مرتسم دیگر آن بالای محور X قطر AC را از A به C و از C به A دو باره به A از طریق CA می پیماید قرار شکل 7-1.



شکل 7-1 اهتزازات هارمونیک

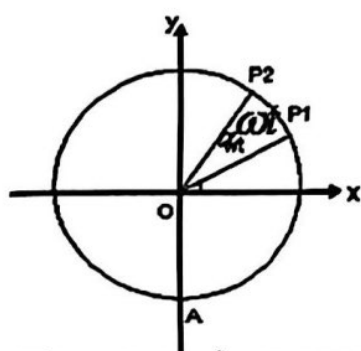
اگر گراف X و Y را به تابع زمان t در یک سیستم مختصات قایم رسم نمائیم در آن حالت این دو تابع منحنی های \sin و \cos را ترسیم میکند.

اگر نقطه مادی در زمان t به موقعیت p شکل فوق قرار داشته باشد. در آنصورت داریم که:

$$x = r \cos \omega t \dots \dots (1)$$

$$y = r \sin \omega t \dots \dots \dots$$

معادلات 1 و 2 را به نام معادلات حرکت اهتزازی یاد میکنند که در اینجا $\omega = \frac{\alpha}{t}$ بوده و $\alpha = \omega t$



زوایه فاز، r امپلیتود y, x بعد های حرکت اهتزازی نامیده میشوند. این نوع اهتزازات را به نام اهتزازات هارمونیکی یاد میکنند.⁽⁹⁾

اگر نقطه مادی ابتدا از نقطه A شروع به حرکت نه نموده ، بلکه از نقطه p شروع به حرکت نماید وبعد از زمان t به نقطه قرار شکل 2-7 برسد. در آن صورت معادلات 1 و 2 به شکل ذیل تبدیل میگرددند.

شکل 2-7 فاز ابتدائی و ثانوی

$$X = r \cos (\omega t + \alpha)$$

$$Y = r \sin (\omega t + \alpha)$$

در حالیکه α را فاز ابتدائی و ωt را فاز لحظوی می نامند.

حرکت اهتزازی توسط کمیات ذیل مشخص میشود:

بعد اهتزاز عبارت از فاصله جسم در یک لحظه کیفی از وضع تعادل آن می باشد.

امپلیتود یا دامنه اهتزاز: بعداعظمی در یک حرکت اهتزازی هارمونیکی امپلیتود نامیده میشود یا به عبارت دیگر فاصله بین موقعیت تعادل ونقطه یی که جسم جهت خویش را تغییر میدهد به نام امپلیتود حرکت اهتزاز هارمونیکی یاد میشود.

زمان تناوب یا پریود: فاصله زمانی بین دو حالت مشابه و متعاقب حرکت جسم را زمان تناوب یا پریود حرکت می نامند. زمان تناوب که مدت یک اهتزاز مکمل را اراعه میدارد اکثراً به T نشان داده میشود.

فریکوئسی: تعداد اهتزازی در یک ثانیه ویا معکوس زمان تاوب T را بنام فریکوئسی حرکت اهتزازی یاد میکنند و آنرا به f نشان میدهند پس $f = 1/T$

فاز: حالت اهتزاز جسم در یک لحظه مشخص به نام فاز جسم یاد میگردد.

برای اینکه معادلات سرعت (V) و تعجیل a را در یک حرکت اهتزاز هارمونیکی دریافت نمایم از معادله 1 دو بار مشتق میگیریم که مشتق اول معادله سرعت و مشتق دوم آن معادله تعجیل را در استقامت x ارایه میدارند یعنی:

$$V_t = -r\omega \sin \omega t \quad \text{نظر به معادله (1)}$$

$$a_t = -r\omega^2 \cos \omega t$$

$$V_t = r\omega \cos \omega t \quad \text{نظربه معادله (2)}$$

$$a_t = -r\omega^2 \sin \omega t = -\omega^2 y$$

که این معادلات سرعت و تعجیل را در استقامت محور y نشان میدهد این تعجیل a توام با قوه $F = -m\omega^2 y$ می باشد چون کتله m و سرعت زاویوی ω ثابت اند پس را مساوی به k وضع می نمایم بنابر آن قوه F مساویست به:

$$F = -ky \dots \dots \dots (3)$$

$$F = -kx$$

و یا

$$\text{از رابطه } m\omega^2 = k \text{ داریم که } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \text{ است}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \text{ که میدانیم}$$

بنابر آن

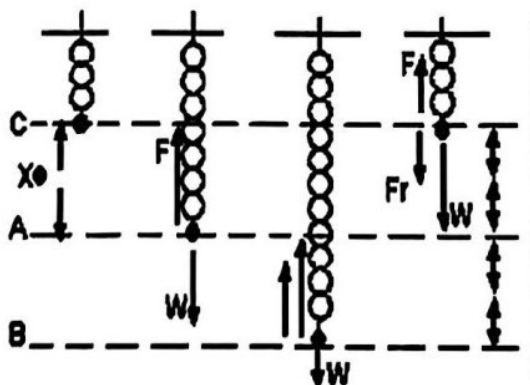
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \dots \dots \dots (4)$$

معادله (4) پریود یا زمان تناوب را در یک حرکت اهتزاز هارمونیکی ارائه میدهد چون فریکونسی معکوس پریود است بنابر آن¹⁰

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \dots \dots \dots (5)$$

رقاصه ها

رقاصه فنری یا رقصه ارتجاعی: هر گاه جسمی با کتله m را به انجام یک فنر محکم نموده و انجام دیگر فنر را به یک نقطه تعلیق میکنیم، رقصه فنری تشکیل میگردد. حرکت این جسم میتوان تمام مسائل



شکل 3-7 طرز کار رقصه فنری

مربوط به حرکت اهتزازی را تشریح و توضیح نماید. در ابتدا جسم را از موقعیت تعادل آن یعنی موقعیت A تا موقعیت B کش می نماییم. اگر جسم را از این موقعیت دوباره رها نمایم، دیده میشود که جسم بطرف بالا حرکت تعجیلی را به خود اختیار میکند و از موقعیت تعادل A عبور نموده تا به موقعیت C میرسد.

سپس فنر دوباره کش شده و جسم دوباره مسیر A, C و B را طی میکند.

در اینجا قوه های عامل بالای این جسم عبارت اند از وزن جسم یعنی $w = m.g$ و قوه ارتجاعی فنر یعنی F که این قوه نظر به قانون هوک از رابطه $F = -CX$ بدست میاید. در این معادله X تغییر مکان جسم از وضع تعادل آن یا انبساط فنر و C ثابت فنر می باشد. در صورتیکه قوه و تغییر مکان به حیث کمیات و کتوری در نظر گرفته شوند، در آن حالت باید جهت آنها را تعیین نمایم.

هرگاه جهت مثبت به طرف پائین باشد، بنابر آن w و X جهت مثبت را دارند در شکل فوق فنر در حالت عادی خود قرار دارد. (7)

هنگامیکه جسمی با کتله m به انجام فنر اویزان شود، در اثر عمل وزن جسم فنر انبساط میکند و تا زمانی که کش میشود که تعادل برقرار گردد مطابق شکل فوق در این حالت مقدار قوه ارتجاعی فنر یعنی $F = K X_0$ مساوی به مقدار وزن جسم یعنی $w = m g$ میگردد پس:

$$1. g = k. x_0 \dots \dots \dots (6)$$

موقعیت جسم را در حالت به A نشان میدهیم. اکنون اگر فنر را از این حالت توسط قوه دیگری مثل قوه عضلاتی تا موقعیت B انبساط دهیم و دوباره رها نمایم در آن حالت قوه ارتجاعی فنر نسبت به وزن جسم زیاد گردیده و این قوه عبارت است از:

$$= -K (X + X_0) \dots \dots \dots (7)$$

که جهت آن بطرف بالا است. چون وزن جسم mg قرار معادله (6) مساوی عامل است بنابر آن محصا این دو قوه عبارت از F_R است طوریکه:

$$F_R = K X_0 - k (X + X_0)$$

$$F_R = K X \dots \dots \dots (8)$$

جهت قوه F_R در اینجا صعودی بوده و جسم را به جهت A معجل میسازد یعنی در این حالت قوه F_R مایل است که جسم را به طرف وضع تعادل آن تعجیل بدهد به آسانی میتوانیم نشان دهیم که جسم در نقطه C بلند تر از وضع تعادل A خود نیز حقیقت فوق را صدق میکند. بنابر آن گفته میتوانیم که تعجیل جسم در موقعیت های B و C دارای قیمت اعظمی بوده و در محل A تعجیل صفر میگردد. در نتیجه هنگامیکه جسم به وضع تعادل A خود برسد قوه F_R صفر میشود. اما جسم از اثر عطالت خویش به حرکت خود ادامه میدهد.

در اثر فشار جسم بالای فنر دیده میشود که فنر فشرده میگردد و این فشرده شدن باعث تولید قوه ارتجاعی از طرف فنر بالای جسم میگردد.

در این حالت قوه محصله F_R به جهت پایین عمل میکند و سبب تاخیر حرکت میشود تا اینکه در موقعیت C سرعت جسم صفر گردد. قوه ارتجاعی فنر که به جهت تعادل جسم یعنی موقعیت A عمل کند بار دیگر جسم را بطرف پایین معجل میسازد، باز هم در موقعیت A قوه محصله F_R صفر میشود و عطالت جسم باعث میگردد که جسم دوباره به نقطه B برسد. در هر حالت دیده میشود که قوه عامل بالای جسم تابع خطی فاصله جسم از محل تعادل آن است بنابر آن در حرکت های که قوه عامل بالای جسم تابع خطی فاصله باشد، حرکت اهتزازی هارمونیک نامیده میشود. قرار قانون دوم نیوتن میدانیم

$$F. m. a = m \frac{d^2 x}{dt^2} \dots \dots \dots 9$$

که:

ز مقایسه روابط 8 و 9 می یابیم که:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx$$

$$X = r \cos \omega t$$

چون میدانیم که

$$\frac{dx}{dt} = -r \omega \sin \omega t$$

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -r \omega^2 \cos \omega t \quad \text{--- 10}$$

بعد از قیمت گذاری بدست می آید که :

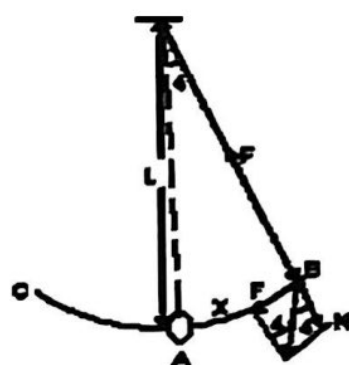
$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \text{--- 12}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \text{--- 11}$$

میدانیم که مالیکولهای اجسام جامد توسط قوه کشش بین مالیکولها با هم ارتباط دارند. اگر جسم جامد گرم گردد در آن حالت مالیکولهای آن حرکت های اهتزازی رابه حالت تعادل اجرا می نمایند که مشابه به حرکت اهتزازی رقااصه فنری می باشد. (9:10:12:17)

2- رقااصه ساده:

اگر جسم نقطوی با کتله m به یک تار بدون وزن یعنی از وزن تار صرف نظر شده است آویزان شده باشد آنرا رقااصه ساده یا بسیط می نامند قرار شکل (4-7) هر گاه کتله m از موقعیت تعادل آن یعنی



شکل 4-7 طرز کار رقااصه بسیط

نقطه A به نقطه B به ارتفاع h بلند برده شود، در آن حالت جسم دارای انرژی پوتانشیل بیشتر نظر به حالت اولی بوده و مایل است دوباره به حالت قبلی خود بر گردد در نقاط B و C انرژی جسم انرژی پوتانشیل بوده و هرگاه رها شود این انرژی در نقطه A به انرژی حرکتی تبدیل میشود.

حالا میخواهیم قوه یی که سبب برگشت جسم از نقطه B به A میشود در یافت نمایم.

برای این منظور در نقطه B وزن جسم را بدو مرکبه یکی مماس به مسیر حرکت یعنی F و دیگری به امتداد تار رقااصه یعنی (N) تجزیه می نمایم. در اینجا مرکبه N توسط قوه کشش F_1 تار در موازنه گرفته میشود.

بنابر آن قوه عامل که باعث بر گردانیدن کتله m از نقطه B به نقطه تعادل A میگردد (در صورتیکه جهت از نقطه A را به طرف نقطه B مثبت قبول نمایم) عبارت است از:

$$F = -m \cdot g \sin \varphi \dots\dots\dots (13)$$

که مرکبه وزن مماس به مسیر حرکت می باشد اگر زاویه φ بسیار کوچک باشد در آنصورت \sin زاویه φ میشود یعنی:

$$\sin \varphi \sim \varphi$$

پس

$$F = -m \cdot g \cdot \varphi$$

از شکل فوق دیده میشود که $\varphi = \frac{x}{L}$ است بنابر آن داریم که:

$$F = -m g \dots\dots\dots (14)$$

از رابطه اخیر مشاهده میشود که قوه که باعث بر گردانیدن کتله m به حالت تعادل آن میگردد تابع خطی قوس x است چون قوه F برای کتله m یک حرکت تعجیلی را میدهد پس قرار قانون دوم نیوتن داریم که:

$$F = m \cdot a = m \frac{d^2 x}{dt^2} \dots\dots\dots 16$$

$$F = m \cdot g \frac{x}{L} \dots\dots\dots 15$$

از مقایسه 15 و 16 بدست میاید که

$$F = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}} \dots\dots\dots 18$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \dots\dots\dots 17$$

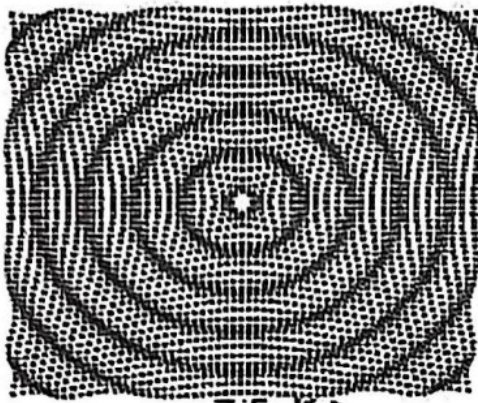
موج

موج متشکل از اهتزازات است که بدون منتقل کردن ماده، حرکت نموده و انرژی را از یک مکان به مکان دیگر حمل می نماید. جهت بهبود در امور کارهای روزمره و حیاتی ما از انواع وسایل الکتریکی و تکنالوجی معلوماتی استفاده به عمل می آوریم که البته این وسایل فوق العاده سهولت را در کار و بار ما بوجود آورده است اما این وسایل به طور مخفیانه در حال آسیب رساندن به سلامتی ما هستند.

موج چیست و چگونه به وجود می آید؟

با شنیدن کلمه موج معنی مختلف ممکن است به ذهن ماخطر کند. مثلاً در استادیوم فوتبال گاهی تماشاچیان به عنوان تشویق گروهی "موج مکزیک می دهند" ! و با نظم خاصی در سر جای خود به بالا و پایین حرکت می کنند.

گاهی در مسائل اجتماعی - سیاسی از موج سخن به میان می آید. مثل "موج بنیادگرایی"



شکل 7-5 موج

البته در فیزیک، اصطلاح موج یک معنی خاص دارد وقتی سنگی را بر روی سطح دریا یا حوض آب می اندازید، حلقه‌های موج شکل گرفته و به بیرون حرکت می کنند. همچنین وقتی انتهای یک طناب را به بالا و پایین حرکت می دهیم موج به وجود می آید.

موج حاصله در طناب و آب دو مثال معروف از امواج هستند. ما در آینده با انواع دیگر موج آشنا می شویم. اما در حال حاضر بیشتر با امواج میخانیکی سروکار خواهیم داشت.

شاید بارها امواج به وجود آمده در دریا را مشاهده کرده باشید که به سمت ساحل حرکت می کنند و این



شکل 7-6 موج

حرکت پی در پی رخ می دهد. آیا این حرکت مداوم امواج باعث می شود آب اقیانوس‌ها دائماً به ساحل منتقل شده و آب آنها کم و یا خشک گردد؟

امواج آب با سرعت مشخص به سمت ساحل

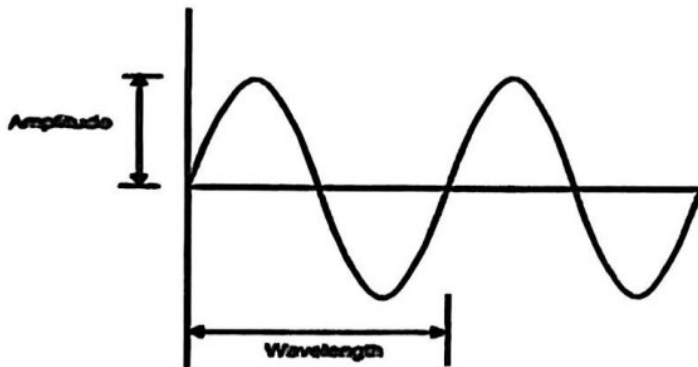
حرکت می کند. اما هر ذره آب فقط حول یک نقطه تعادلی مشخص نوسان می کند.

تصویر زیر امواج به وجود آمده توسط قایق موتوری را نشان می دهد که به سمت ساحل و قایق ماهی گیر به پیش می روند. اگرچه امواج دائماً به سمت قایق حرکت می کنند اما هیچ حجمی از آب توسط قایق موتوری به سمت بیرون جابجا نمی شود. امواج آب بر خلاف حرکت آب در رودخانه هیچ حرکت یکطرفه در آب به وجود نمی آورند، بلکه امواج آب فقط یک آشفتگی و تغییر شکل ظاهری در آب هستند که شروع به حرکت می کنند. امواج می توانند مسافتهای طولانی را طی کنند اما هر ناحیه از محیط (مثل آب یا طناب) فقط یک حرکت محدود خواهد داشت. بنابراین اگرچه موج ماده نیست اما مانند ماده می تواند حرکت کند. (3:4:5:6)

موج متشکل از اهتزازات است که بدون انتقال ماده حرکت می کند. امواج انرژی را از یک محل به محل دیگر حمل می کنند.

مشخصات موج

دامنه موج: فاصله بین موقعیت تعادل و نقطه ای که جسم جهت خویش را تغییر میدهد به نام دامنه موج یاد میشود.



دوره تناوب: دوره تناوب هر اهتزاز مدت زمانی است که طول می کشد، تا یک اهتزاز کامل انجام شود. این مشخصه نیز برای توصیف ریاضی حرکت اهتزازی یا نوسانی لازم است.

شکل 7-7 دامنه موج و دوره تناوب

فریکونسی موج: عکس دوره تناوب را فریکونسی می گویند. بنابراین واحد آن نیز معکوس زمان می باشد در اصطلاح علمی هرتز می گویند.

اضرار امواج بر انسان:

میدانیم که ماحول ما انواع وسایل الکتریکی و الکترونیکی موجود است. اگرچه این وسایل زندگی روزمره ما را بسیار آسان تر نموده اند ، اما با این حال به طور مخفیانه در حال آسیب رساندن به سلامتی ما هستند. دستگاه های الکترونیکی نظیر کامپیوترها ، تلویزیون ، موبایل ، ماشین های شوینده ، مایکروفرها، همچنین بسیاری از لوازم الکتریکی، فرستنده ها و آنتن هایی که بیرون از خانه ها مورد استفاده قرار میگیرند ، امواج پر قدرت و بسیار خطرناکی را از خود منتشر می سازند که برای سلامتی انسان مضر است. مطالعات و تحقیقات دانشمندان نشان میدهد ، حضور طولانی مدت در کنار این امواج مضر سبب بروز انواع ناراحتی ها ، مرگ سلولی ، ناباروری ، تخریب دی ان ای (DNA) ، تومور و سرطان میشود. همچنین تشعشع این امواج برای خانم های باردار ، سلول های در حال شکل گیری جنین و کودکان آسیب های جدی تری را به همراه خواهد داشت.^{8,18,19,20}

برخی از مضرات اثبات شده امواج:

- افزایش حرارت بدن
- افزایش ضربان قلب، تپش قلب و تشدید گردش خون و فشار خون بالا
- ضعف ، خستگی و کور شدن چشم و باعث به وجود آمدن کترک (آب مرارید-
- تهوع ، سرگیجی و سردرد خصوصا در ناحیه شقیقه ، درد گوش
- سوزش پوست منطقه (پاریتال) سر
- احساس ناخوشی و کسالت عمومی ، بیخوابی و بد خوابی و خواب آلودگی هنگام کار

- تحمل ناپذیری و تندخوئی
- دردهای عضلانی ستون فقرات و شانه‌ها، التهاب بین مهره‌های ستون فقرات و مفصل‌های خاصه، اسپاسم عضلانی
- فشار در سینه و درد در ناحیه پشت ریتین
- اختلال در سیستم‌های عصبی عضلانی
- کاهش قدرت یادگیری و اُفت تحصیلی، کاهش حافظه خصوصا حافظه کوتاه‌مدت
- کاهش قدرت جنسی و اختلال در باروری
- تغییر شکل پروتئین‌های خون، اختلالات سلولی، افزایش قند خون، تورم و التهاب، تورم و

التهاب کلیه

- سرطانهای مختلف چون لنفوم (سرطان غده لنفاوی) و لوسمی (سرطان خون) و سرطان و سینه

امروزه حضور این امواج به صورت ناخواسته در زندگی اکثر انسان ها جاریست. حتی اگر شما وسایل منتشر کننده این امواج را از خود دور سازید، بازهم چنانچه در اطراف شما کسانی از این وسایل استفاده کنند، شما نیز در معرض خطر آنها قرار خواهید داشت. این پدیده مشکلی جدی در عصر حاضر میباشد که نیازمند توجهی خاص و ویژه به بهداشت امواج می باشد.

آیا میدانید چگونه میتوان مادر و جنین را از آسیب این امواج مصون داشت؟

در کشور های پیشرفته جهت رفع این مشکل، داکتران ولادی پس از تایید مثبت بودن بارداری، اولین توصیه ای که به مراجعین خود می کنند، استفاده از لباس ضد امواج است که همانند سپهری محافظ در مقابل این امواج، از اثرات سوء آنها جلوگیری کرده و مانع از هرگونه آسیب به بدن مادر و جنین میگردد.

میزان تاثیرساحه مقناطیسی و امواج موبایل بر بخشهای مختلف بدن



شکل 7-8 تاثیر آنتن

تاثیر تابش ساحه الکترومقناطیسی و امواج موبایل و سایتهای BTS بر سلامتی انسان موضوعی است که پاسخ قطعی به آن داده نشده است.

به اساس بررسی تاثیر این امواج بر یادگیری و حافظه، سیستم ایمنی و طول عمر انسان، چشم، گوش و عملکرد مغز پرداخته است. بدن انسان به بسیاری از محرکها به عنوان بخشی از زندگی پاسخ می دهد.

مهمترین نتایج تحقیقات علمی نشان می دهد میزان تشعشعات میدانهای فریکونسی رادیویی تاثیری بر آغاز و یا رشد تومورهای سرطانی ندارد و مطالعات تجربی بر روی سلولها و حیوانات نیز نشان می دهد که استفاده از موبایل تاثیر مخربی بر قلب، خون و سیستم ایمنی بدن نداشته است.

گفته می شود محدوده مربوط به امواج ناشی از موبایل و سایتهای BTS در فریکونسی های 3 کیلوهرتز تا 3000 گیگاهرتز در زمره امواج فریکونسی رادیویی قرار می گیرند که این امواج اثر تخریبی روی انساج زنده نداشته و فقط منجر به افزایش حرارت ناحیه ای از بدن می شوند که در معرض تابش قرار گرفته است. تحقیقات علمی نشان می دهد که انرژی جذب شده در بدن ناشی از تابش سایتهای موبایل با دور شدن شخص تا فاصله 100 متری افزایش و سپس شروع به کاهش می کند و از طرف دیگر با افزایش فاصله انسان از سایت به دلیل افزایش توان گواشی برای جلوگیری از کاهش کیفیت گیرندگی، توان ناشی از گواشی باید افزایش یابد.

اثرات مستقیم و غیرمستقیم امواج رادیویی بر بدن انسان

اثرات شناخته شده امواج رادیویی بر بدن انسان شامل سه اثر مستقیم و غیر مستقیم بر انسان و اثرات ب روی اشیاء موجود در محیط است که می توان به اثرات حرارتی، غیر حرارتی، شوک و سوختگی ب عنوان اثر مستقیم امواج رادیویی اشاره کرد.

طبق تحقیقات به عمل آمده اثرات حرارتی اصلی ترین اثر فرکانس های بالاتر از 100 کیلوهرتز بالای بدن انسان است که ناشی از انتقال انرژی الکترومقناطیسی به بدن است. به عبارتی اثر حرارتی ناشی از گرم شدن بدن انسان در اثر جذب انرژی امواج رادیویی خواهد بود اما در اثرات غیرحرارتی میدان به طور مستقیم بافتهای بیولوژیک بدن را تحت تاثیر قرار می دهد بدون آنکه حرارت قابل توجهی ایجاد کند. در بحث شوک و سوختگی نیز ممکن است تاثیرات ناشی از تماس با اشیاء هادی مانند قطعات فلزی واقع شده در میدانهای الکترومقناطیسی باشد به همین دلیل توصیه می شود که در ساحه الکترومقناطیسی و در فریکونسی های تا 100 کیلوهرتز از تماس با اشیاء هادی و قطعات فلزی نظیر حصارهای فلزی، دیش ها، آنتنها و تجهیزات مانند خودرو جلوگیری شود^{8,18,19,20}

در مورد اثرات غیر مستقیم بر انسان نیز باید گفت که این نوع اثرات معمولا بر قطعات و یا تجهیزات مانند دستگاههای تنظیم کننده ضربان قلب، پمپ های انسولین و دیگر سخت افزارهایی که در بدن انسان به کار گرفته می شوند تاثیر می گذارند از جمله اثرات تشعشعات بر روی اشیاء موجود در محیط نیز می توان به سوخت بخارهای قابل اشتعال و تجهیزات انفجاری الکترونیکی اشاره کرد که این خطرات می تواند متوجه افرادی باشد که در کنار مواد قابل اشتعال و یا انفجاری کار می کنند. در همین حال تداخل الکترومقناطیسی در سیستم های مخصوص طیاره و تداخل با این چنین تجهیزاتی نیز از دیگر اثرات ناشی از تشعشعات بر روی اشیاء موجود در محیط است

تأثیر بالای غشاهای سلولی انسان:



شکل 7-9 تأثیر امواج بالای سلول های انسان

نتایج تحقیقات بدست آمده درباره امواج فریکونسی رادیویی موبایل بالای قسمت های مختلف بدن راچنین تشریح کرده است. بعضی از اثرات امواج فرکانس رادیویی بر پروتئین های غشاء و حرکت آیونها در میان غشاها هنگامی در سلول ظاهر می شود که شدت این امواج باعث تولید حرارت قابل توجهی شود بطوریکه درجه حرارت بدن بیش ازحد نورمال (37 درجه سانتیگراد) شود.

برخی شواهد نشان می دهد که تشعشعات

فریکونسی رادیویی در سطوحی که توسط موبایل تولید می شود بالای کانالهای آیونی و پروتئین های غشاء نورونها در مغز تحت شرایط نرمال نیز اثر می گذارد. این تاثیرات ممکن است باعث تغییرات ظریفی در عملکرد سلول شود اما میزان اهمیت این تاثیرات در سلامت انسان هنوز مبهم است.

تأثیر بر حس شنوای انسان:



شکل 7-10 تأثیر موج بر حس شنوایی

تحقیقات و مطالعات نشان میدهد که فریکونسی رادیویی با شدت بالا ممکن است وعکس العمل های درمقابل حس شنوای در پی داشته باشد چرا که در این حالت درجه حرارت بطور موقت افزایش می یابد و در حین افزایش حرارت معین می شود که لرزش صوتی ناشی از فریکونسی رادیویی شنیده می شود یا خیر. برای ایجاد لرزشهای صوتی قابل شنیدن به مقیاس بلند سبب ایجاد حرارت زیاد در بافتهای سر نیاز است که خیلی بالاتر از مقدار تولید شده مربوط موبایل است بنابراین در این زمینه، موبایل اثر چندانی در سلامت ندارد

تأثیر بر یادگیری و حافظه:



شکل 7-11 تأثیر موج بر حافظه

دانشمندان معتقد اند که استفاده از تلفن همراه ممکن است اثرات زیان آوری روی عملکردهای ادراکی انسان مانند حافظه و تمرکز ایجاد کند اما با این وجود مطالعاتی که تشعشعات امواج فریکونسی رادیویی با سطح پایین یعنی محدوده فریکونسی موبایل 800

مگاهرتز تا 2 گیگاهرتز را بالای حیوانات بررسی کرده اند، تاثیری در عملکردهای ادراکی گزارش نکرده اند.

تأثیر بر سیستم دفاعی و ایمنی و طول عمر انسان:

محققان با بیان اینکه سیستم ایمنی در مقابل میکروارگانیسمها، ویروسها و بعضی از سلولهای سرطانی از بدن محافظت می کند خاطرنشان کرد: هرگونه تغییر در فریکونسی رادیویی روی سیستم ایمنی اثرات مهمی بالای سلامتی می گذارد گزارشات حاکی از آن است که فرکانس 10 گیگاهرتز و در سطوح خیلی پایین سیستم دفاعی بدن را تحریک می کند اما در کل مطالعات، هیچ تاثیری در رابطه با تشعشع فریکونسی رادیویی روی طول عمر نشان نمی دهند.

تأثیرات بالای چشم انسان:

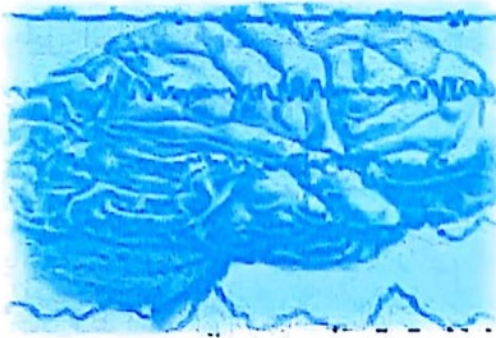
در مورد یافته های علمی چشم انسان نیز با بیان اینکه تشعشعات سطح بالا به مدت حداقل یک ساعت باعث تشکیل آب مروارید می شود گفت: فریکونسی مربوط به این تشعشعات بین یک تا 10 گیگاهرتز است در این محدوده انرژی بالایی به میزان SAR 100 توسط بدن انسان جذب می شود که در این وضعیت درجه حرارت داخل چشم بسیار بالا و در حدود 43 درجه سانتی گراد است . البته شدت فریکونسی رادیویی مورد استفاده در این تحقیق بالاتر از محدوده فریکونسی مورد استفاده در موبایل است و به همین ترتیب تاثیر تخریبی موبایل بر سلامتی چشم انسان منتفی است.

تأثیر بالای سیستم های عصبی :

با اشاره به تحقیقات با سیستمهای برخورد از مدل های گوناگون عصبی گفت: تغییرات در تحریک پذیری نیورون عملکرد سیستم عصبی و رفتارهای اکتسابی فقط در اثر تشعشعات بالا که منجر به جذب انرژی فراوانی در بدن شده و حرارت قابل توجهی را سبب می شود اتفاق می افتد. امواج موبایل سرطان زا است و علاوه بر آن احتمال مبتلا به بیماریهای آلزایمر و پارکینسون را افزایش می دهد: بهترین راهکار این است که مدت زمان تماس و مکالمه با



شکل 7-12 آنتن



شکل 7-13 تاثیر بالای سیستم عصبی

موبایل را کاهش دهید. مطالعات نشان می دهد که اگر شما بیش از دو دقیقه با موبایل صحبت کنید، امواج مغزی شما تحت تاثیر امواج موبایل قرار می گیرد.

آنتن موبایل تان را نپوشانید:

سعی کنید جلوی آنتن موبایل تان را نپوشانید. مسدود کردن آنتن موبایل هنگام استفاده مقدار تشعشعات امواج جذب شده از طریق مغز را افزایش می دهد. این کار موجب می شود کارکرد موبایل کاهش یافته و موجب می شود موبایل از برق بیشتری برای ایجاد کیفیت بیشتر استفاده کند و امواج بیشتری را منتشر کند.

راه هایی که می توان از آسیب موبایل جلوگیری کرد:



شکل 14-7 آنتن موبایل

زاگرچه ضررهای موبایل به عموم مردم گوشزد می شود، اما واقعا نمی توان از آن استفاده نکرد. بنابراین می توان با رعایت نکات زیر ضررهای آن را به حداقل رساند: یکی از بزرگ ترین مضرات استفاده از موبایل آسیب هایی است که بر اثر امواج با طول موج کوتاه به وجود می آید. همان طور که می دانید موبایل، امواج با طول موج کوتاه تولید می کند. در بسیاری از موارد، امواج درخشنده ای از تلفن مانند امواجی است که از ماکروویو برای پخت و گرم کردن

غذا ایجاد می شود. لذا اگر همین امواج تلفن غلظت کافی داشته باشد و قدرت آن بسیار بیشتر باشد، می تواند بافت بدن انسان را مانند غذای داخل ماکروویو طبخ کند! یکی دیگر از نگرانی های استفاده زیاد از تلفن، مسمومیت ناشی از تابش تشعشعات آن می باشد. محققان معتقدند که مصرف کنندگان تلفن هرچه بیشتر با آن صحبت کنند، بیشتر در معرض اشعه هایی مانند ماکروویو قرار می گیرند. بنابراین ابتلا به انواع سرطان در این افراد بیشتر می شود. تولید گازهای گلخانه ای و نازک شدن طبقه اوزون و تابش امواج ماورای بنفش از یکطرف و تابش تشعشعات تلفن های موبایل از سوی دیگر بستر مناسبی برای ابتلای بسیاری از افراد، به انواع سرطان ها ایجاد کرده است.

صوت و شنوائی:

صدا نوعی انرژی است که به واسطه اهتزازت، منتقل می شود. این انتقال زمانی توسط حس شنوایی انسان قابل درک است که منبع صوتی در فاصله مناسب نسبت به انسان قرار گیرد، شدت قابل قبولی داشته باشد و مدت زمان آن برای شنیده شدن کافی باشد. لازمه عکس العمل به یک محرک، درک آن است. موج صوتی نوعی محرک است که هدف آن دستگاه شنوایی انسان یا همان گوش می باشد. گوش وظیفه جذب موج صوتی و تبدیل پیام های موج صوتی به عبارات معنی دار برای درک معنای آن توسط مغز را عهده دار است.

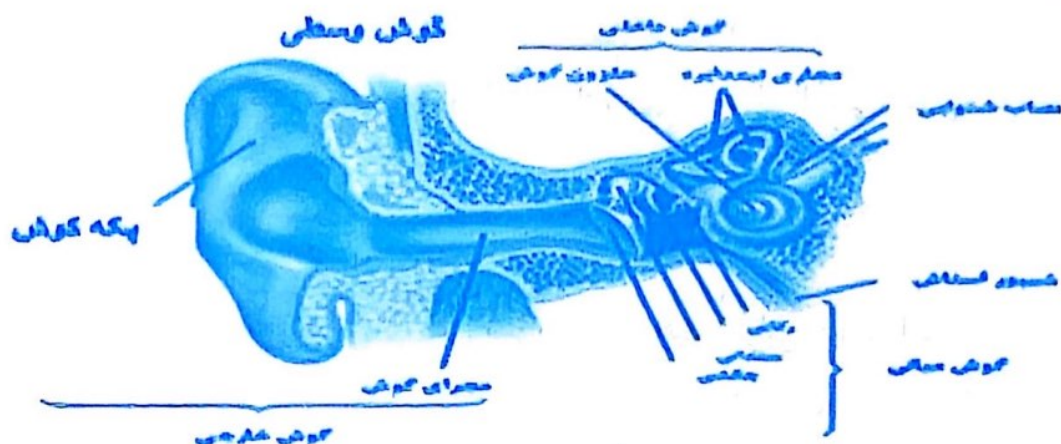
ساختمان گوش:

گوش انسان سه بخش دارد. گوش خارجی، گوش وسطی و گوش داخلی.

گوش خارجی Outer Ear: شامل پکه گوش ، کانال و پرده گوش است که مجموعاً وظیفه جذب موج صوتی و انتقال به گوش وسطی را بر عهده دارد. پکه گوش در برخی از حیوانات متحرک است و به دقت جانور برای تشخیص جهت صوت و هدایت آنها به سمت منبع صوتی، می افزاید.

گوش وسطی: این بخش شامل پرده گوش (پرده صماخ) و استخوانچه های چکشی، سندانی و رکابی است که وظیفه تعدیل صدای دریافت شده توسط پکه و مجرای گوش و هدایت آنها به حلزون گوش داخلی را بر عهده دارند.

گوش داخلی: شامل دو بخش است. بخش اول حلزون گوش است که وظیفه تجزیه و تحلیل صدا های شنیده شده را بر عهده دارد. این بخش مانند یک پیانوی بزرگ است. تمامی صدا ها در حلزون گوش جای خود را پیدا می کنند و درک می شوند. بخش دوم را وستیبول می نامند. این بخش شامل مجاری نیم دایره ای است که در امر شنیدن کمکی نمی کنند و صرفاً وظیفه آنها حفظ تعادل شخص است.



شکل 7-15 بافتن گوش

ساختار گوش:

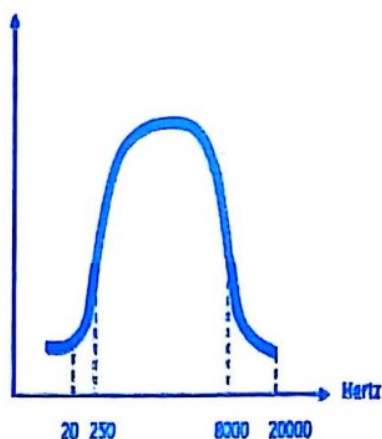
پیام های تحلیل شده از طریق عصب شنوایی به مغز فرستاده می شوند تا درک و تصمیم گیری لازم در خصوص آن ها انجام گیرد .

صدا های قابل شنیدن:

انسان از 20 تا 20000 هرتز فریکوئسی صوت را احساس می کند که قابل شنوایی است، همچنین از 250 هرتز تا 4000 هرتز را فریکوئسی گفتاری و بیش از 4000 هرتز را فرکانس صنعتی می گویند. حداقل شدت شنیدن برای انسان (حد شنوایی)، صفر دسی بل و حداکثر قابل تحمل 120 دسی بل است. کمتر از صفر دسی بل شنیده نمی شود و بالاتر از 120 دسی بل می تواند آزار دهنده دردناک و در نهایت مضر باشد.

صدا هایی که می توانیم بشنویم به دو دسته تقسیم می شوند. صدا های خوشایند و صدا های ناخوشایند.

Hearing thresholds



شکل 8-12 صدای قابل شنیدن

همانطور که مشخص است صدا های خوشایند، برای فرد آزاری در پی ندارند. اما صدا های ناخوشایند که در اصطلاح کلی به آن ها آلودگی صوتی گفته می شود، آسیب رسان هستند. آلودگی صوتی اثرات مستقیم و غیر مستقیمی بر فرد خواهد داشت. اثرات غیر مستقیم بر روی دستگاه گردش خون، چشم، عروق، مغز، اعصاب و گوارش است. اثر مستقیم نیز بر قوه شنوایی است که شامل اختلال شنوایی، افت شنوایی و کری

دائمی می باشد. باید دقت داشت که لزوماً و همیشه یک صدای خوشایند، خوشایند نیست و صدا های خوشایند در صورت عدم آمادگی فرد گیرنده، ممکن است برای وی به منزله آلودگی صوتی محسوب گردند.

افت شنوایی:

افت شنوایی یکی از آثار مهم آلودگی صوتی بر حس شنوایی است. افت شنوایی عبارت است از کاهش میزان شنوایی شخص در مقایسه با استاندارد سنی. بطوریکه منحنی های افت شنوایی برای سنین مختلف رسم و استاندارد شده اند و پس از انجام تست شنوایی سنجی، منحنی شنوایی فرد با میزان استاندارد سنی مقایسه می شود و میزان افت شنوایی و راهکارهای مراقبتی از این طریق به وی اطلاع داده خواهد شد.

انواع افت شنوایی را می توان در سه دسته تقسیم بندی کرد^{8,18,19,20}.

افت شنوایی سنی: که رایج ترین نوع افت شنوایی است و به طور طبیعی با افزایش سن، قدرت شنوایی تا حدی کاهش می یابد.

افت شنوایی شغلی: به دلیل مواجهه افراد با سر و صدا در شغل های خاص مانند صنایع نساجی، قیمت افت شنوایی افزایش یافته و قوه شنوایی فرد دچار آسیب مضاعف می گردد.

افت شنوایی ناشی از امراض: این نوع افت شنوایی ممکن است ارثی یا اکتسابی باشد. در موارد ارثی، وجود اشکال مادرزادی در گوش خارجی، وسطی و داخلی دلیل کم شنوا بودن طفل خواهد بود. همچنین در بسیاری از امراض اکتسابی در صورت عدم تداوی امراضی مانند مننژیت و عفونت گوش، فرد مبتلا به کاهش شنوایی خواهد شد.

راه های حفظ سلامت شنوایی:

برای حفظ قوه شنوایی خود در مرتبه اول باید راهی برای کاهش سطح سر و صدا در محیط پیدا کنیم. از محیط پر سر و صدا خارج شویم و یا سر و صدا را به هر ترتیبی کاهش دهیم. در مورد افرادی که وظیفه در جاهای پر سر و صدا دارد، استفاده از گوشی ها و لوازم محافظتی که سطح و فشار صوت را در گوش کاهش می دهد لازم است. از آنجاییکه با افزایش فاصله صدا کاهش می یابد و به عبارتی شدت صدا با مجذور فاصله از منبع آن نسبت معکوس دارد، عوامل پر سر و صدا را در فاصله دور تری نسبت به خود قرار دهیم.

ماورای صوت (سونوگرافی)

تراسوند (سونوگرافی) چیست؟

ریشه لغوی کلمه سونوگرافی از لفظ لاتین سوند به معنای صوت و نیز گرافیک به معنای شکل و ترسیم گرفته شده و التراسوند از الترا به معنای ماورا و نیز سوند به معنای صوت یا صدا گرفته شده است.

تاریخچه:

در سال 1876 میلادی، فرانسیس گالتون برای اولین بار به وجود امواج فراصوت پی برد. در زمان جنگ جهانی اول کشور انگلستان برای کمک به جلوگیری از غرق شدن غم انگیز کشتی هایش توسط زیردریایهای کشور آلمان در اقیانوس آتلانتیک شمالی دستگاه کشف کننده زیردریایی ها به کمک امواج صوتی به نام سونر ابداع کرد. این دستگاه امواج فراصوت تولید می کرد که در پیدا کردن مسیر کشتیها استفاده می شد.

این تکنیک در زمان جنگ جهانی دوم تکمیل گردید و بعدها بطور گسترده ای در صنعت این کشور برای آشکار سازی شگافها در فلزات و سایر موارد مورد استفاده قرار می گرفت. از کاربرد بخصوصی که انعکاس صوت در جنگ و صنعت داشت سونر به علم پزشکی وارد شد و تبدیل به یک وسیله تشخیصی بزرگ در علم پزشکی شد.

سیر تحولی در رشد نخستین دستگاه تولید کننده امواج فراصوت در پزشکی، در سال 1937 میلادی توسط دوسیک اختراع شد و روی مغز انسان امتحان شد. اگر چه التراسوند در ابتدا فقط برای مشخص کردن خط متوسط مغز بود، اکنون بصورت یک روش تشخیصی و درمانی مهم در آمده و پیشرفت روز به روز انواع نسلهای دستگاههای تولید التراسوند، تحولات عظیمی در تشخیص و درمان در علم پزشکی بوجود آورده است.

تعریف: امواج فراصوت به شکلی از انرژی از امواج میخانیکی گفته می شود که فرکانس آنها بالاتر از حد شنوایی انسان باشد.

گوش انسان قادر است امواج بین 20 هرتز تا 20000 هرتز را بشنود، هر موج (شنوایی یا فراصوت) یک آشفتگی میخانیکی در یک محیط گاز، مایع ویا جامد است که به بیرون از چشمه صوتی ویا سرعتی یکنواخت و معین حرکت می کند. در حرکت یا گسیل موج میخانیکی، ماده منتقل نمی شود. اگر ارتعاش ذرات در جهت عمود بر انتشار صوت باشد، موج عرضی است که بیشتر در جامدات رخ می دهد و در

صورتی که ارتعاش در راستای انتشار امواج باشد، موج طولی است. انتشار در انساج بدن به صورت امواج طولی است، از این رو در پزشکی با اینگونه امواج سر و کار داریم.

روش های تولید امواج فراصوت

روش پیزوالکتریسته:

تأثیر متقابل فشار میخانیکی و نیروی الکتریکی را در یک محیط اثر پیزوالکتریسته می گویند. بطور مثال بلورهای وجود دارند که در اثر فشار میخانیکی، نیروی الکتریکی تولید می کنند و برعکس ایجاد اختلاف پوتانشیل در دو سوی همین بلور و در همین راستا باعث فشردگی و انبساط آنها می شود که ادامه دادن به این فشردگی و انبساط باعث نوسان و تولید امواج می شود. مواد (بلورهای) دارای این ویژگی را مواد پیزوالکتریک می گویند.

اثر پیزوالکتریسته فقط در بلورهایی که دارای تقارن مرکزی نیستند، وجود دارد. بلور کوارتز از این دسته مواد است و اولین ماده ای بود که برای ایجاد امواج فراصوت از آن استفاده می شد که اکنون هم اسفاده می شود.

اگر چه مواد متبلور طبیعی که دارای خاصیت پیزوالکتریسته باشند، فراوان هستند، ولی در کاربرد امواج فراصوت در پزشکی از کریستالهایی استفاده می شود که سرامیکی بوده و بطور مصنوعی تهیه می شوند. از نمونه این نوع کریستالها، مخلوطی از زیرکونیت و تیتانیت سرب است که به شدت دارای خاصیت پیزوالکتریسته می باشند. به این مواد که واسطه ای برای تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی میخانیکی و بالعکس هستند، مبدل یا تراسدیوسر می گویند. یک تراسدیوسر التراسونیک بکار می رود که علامت الکتریکی را به انرژی فراصوت تبدیل کند که به داخل انساج بدن نفوذ و انرژی فراصوت انعکاس یافته را به علامت الکتریکی تبدیل کند.

روش مگنتو استریکسیون:

این خاصیت در مواد فرومقناطیس (مواد دارای دو قطبی های مقناطیسی کوچک بطور خود به خود با دو قطبی های مجاور خود همخط شوند) تحت تأثیر میدان مقناطیسی بوجود می آید. مواد مزبور در این میدانها تغییر طول می دهند و بسته به فرکانس (شمارش زندهای کامل موج در یک ثانیه) جریان متناوب به نوسان در می آیند و می توانند امواج فراصوت تولید کنند. این مواد در پزشکی کاربرد ندارند و شدت امواج تولید شده به این روش کم است و بیشتر کاربرد آزمایشگاهی دارد.

کاربرد امواج فراصوت:

1. کاربرد تشخیصی (سونوگرافی)
2. بیماریهای زنان و زایمان، مانند بررسی قلب جنین، اندازه گیری قطر سر (سن جنین)، بررسی جایگاه اتصال پلاستتا و محل ناف، تومور های پستان.
3. بیماریهای مغز و اعصاب، مانند بررسی تومور مغزی، خونریزی مغزی به صورت اکوگرام مغزی یا اکوانسفالوگرافی.
4. بیماریهای چشم، مانند تشخیص اجسام خارجی در درون چشم، تومور عصبی، خونریزی شبکیه، اندازه گیری قطر چشم، فاصله عدسیه از شبکیه.
5. بیماریهای کبدی، مانند بررسی کیست و آبسه کبدی.
6. بیماریهای قلبی، مانند بررسی اکوکاردیوگرافی.
7. دهان پزشکی (طب ستوماتولوژی)، مانند اندازه گیری ضخامت انساج نرم در حفره های دهانی.
8. این امواج به علت اینکه مانند تشعشعات یونیزان عمل نمی کنند، بنابراین برای زنان و کودکان بی خطر می باشند.
9. کاربرد درمانی (سونوترابی)
10. کاربرد گرمایی (حرارتی)

با جذب امواج فراصوت بوسیله بدن بخشی از انرژی آن به حرارت تبدیل می شود. حرارت موضعی حاصل از جذب امواج فراصوت بهبودی را تسریع می کند. قابلیت کششی کولازن (پروتین ارتجاعی) را افزایش می دهد. کشش در اسکار ها (اسکار=جوشگهای زخم) را افزایش می دهد و باعث بهبود آنها می شود. اگر اسکار به انساج زیرین خود چسپیده باشد، باعث آزاد شدن آنها می شود. حرارت حاصل از امواج فراصوت با حرارت حاصل از گرمایش متفاوت است.

مایکروماساژ میخانیکی به هنگام فشردگی و انبساط محیط، امواج طولی فراصوتی روی انساج اثر می گذارند و باعث جابجایی آب بین النسجی و در نتیجه باعث کاهش ورم (تجمع آب بین النسجی در اثر ضربه به یک محل) می شوند. درمان آسیب تازه و ورم: آسیب تازه معمولاً با ورم همراه است. فراصوت در بسیاری از موارد برای از بین بردن مواد دفعی در اثر ضربه و کاهش خطر چسپندگی انساج بهم بکار می رود.

درمان ورم کهنه یا مزمن: فراصوت چسپندگیهایی که میان ساختمانهای مجاور ممکن است ایجاد می شکند.

فواید التراسوند:

1. التراسوند یک معاینه بی خطر و فاقد تاثیرات مضره بیولوژیکی بالای مریضان، جنین سونوگرافر باشد زیرا مانند اکسریز دارای شعاع نمی باشد.
2. وسیله ای است که بدون ایجاد کدام جرحه، سوزن زدن و غیره اجرا می گردد.
3. بدون درد می باشد.
4. به سرعت انجام می شود.
5. ایجاب تطبیق مواد کثیفه را نمی نماید.
6. ایجاب کدام آمادگی خاص را نمی نماید به استثنای اینکه ایجاب پر بودن مثانه را در معاینات نسأ ولادی می نماید.

محدودیت های التراسوند:

علاوه بر فواید اجرای معاینات التراسوند دارای یک تعداد محدودیت ها نیز می باشد که عمدتاً قرار ذیل است:

1. در ساختمان هایی که حاوی گاز یا هوا باشد، ارزش تشخیصی ندارد از اینرو در ساختمان هایی مانند شش و یا امعاء تشخیص درست نمی دهد.
2. اعضای که عمیقتر از لوپ معایی قرار دارد (مانند حالب) در التراسوند خیال نمی دهد.
3. در اعضای که به وسیله عظام پوشانیده شده اند و یا در داخل آن عظام قرار دارند، در التراسوند ارزش تشخیصی ندارد ازینرو از التراسوند در پرکتس اورتوپیدی استفاده نمی شود.

خطرات التراسوند

سوختگی: اگر امواج پیوسته و در یک مکان بدون چرخش بکار روند، در انساج باعث سوختگی می شود و باید امواج حرکت داده شوند.

پارگی کروموزومی: استفاده دراز مدت از امواج التراسوند با شدت خیلی بالا پارگی در رشته دی ان ای را نشان می دهد.

ایجاد حفره یا کاویتاسیون: یکی از عوامل کاهش انرژی امواج التراسوند هنگام گذشتن از انساج بدن ایجاد حفره یا کاویتاسیون می باشد. همه محلولها شامل مقدار قابل ملاحظه ای حبابهای گاز غیر قابل دید هستند و دامنه بزرگ نوسانهای امواج التراسوند در داخل محلولها می تواند بر روی انساج تغییرات بیولوژیکی ایجاد کند. (پارگی در دیواره حجرات و از هم گسستن مالیکول های بزرگ).

طرز استفاده از ماشین التراسوند:

چون پروب در مقابل ضربه بسیار حساس می باشد فلذا در هنگام کاربرد آن احتیاط زیاد باید صورت گیرد.

جهت کنترل برق هر ماشین باید ترانسفارمر یا ستبلایزر داشته باشد.

در مدت زمانی که استفاده از ماشین صورت نمی گیرد ماشین باید خاموش ساخته شود.

در هنگام نصب پروب در ماشین، ماشین باید خاموش باشد.

چند ثانیه بعد از روشن ساختن ماشین، سویچ فریز باید روشن ساخته شود تا پروب خاموش گردد.

جهت از بین بردن فضاء در بین پروب و جلد مریض باید از مواد روغنی مثل پارافین و یا بهتر از آن از جیل التراسوند استفاده شود. این مواد بنام اکوستیک کپلنگ یاد می گردند.



شکل 7-17 دستگاه التراسوند

پروب دارای یک رأس و یک دنب می باشد که در هنگام معاینه مریض در مقطع مستعرض دنب آن باید به طرف چپ و در مقطع عمودی دنب آن باید به طرف سفلی گرفته شود. باید به خاطر داشت که تصویر قسمت دنب پروب به روی مانیتور در طرف راست و تصویر قسمت رأس پروب به طرف مانیتور تشکیل می شود.

مسائل

معادله پرپود در یک رقاصه بسیط عبارتند از:

$$\text{الف- } 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \quad \text{ب- } 2\pi\sqrt{\frac{g}{L}} \quad \text{ج- } \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{L}} \quad \text{د- } \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{L}{g}}$$

2- قیمت K مساوی است به :

$$\text{الف- } m\omega^2 \quad \text{ب- } mv^2 \quad \text{ج- } m^2\omega \quad \text{د- } m\omega$$

3. اهتزازات را تعریف و معادلات حرکت ، سرعت و تعجیل آنرا تحریر دارید.

4- موج را تعریف و مشخصات آنرا نام ببرید.

5- ضررهای موج را در بدن انسان نام ببرید.

6- اثرات مستقیم و غیر مستقیم تشعشعات رادیویی را بر بدن انسان طوری مختصر شرح دهید.

تاثیر امواج فریکونسی های رادیویی را بالای غشاء های سلولی انسان تشریح نماید.

8- قسمت اعظم گوش انسان در کدام قسمت وجود قرار دارد و به چند قسمت تقسیم شده نام برده ر

وظایف هر قسمت گوش را توضیح نماید.

حد اقل وحد اکثر شدت شنیدن برای انسان چندانست.

- صدای های که انسان می شنوند به چند دسته تقسیم می شود و هر دسته را نام گرفته واضح سازید.

11- التراسوند چیست؟

12- راجع به فواید و خطرات التراسوند مختصراً معلومات دهید؟

بخش دوم

فیزیک حرارت و ترمودینامیک

فصل هشتم

حرارت (Heat)

تاریخچه و نظریات در مورد حرارت :

الف: تاریخچه حرارت:

یونانیان باستان بر این عقیده بوده اند که جهان از چهار عنصر آب، خاک، هوا و آتش ساخته شده است. بنابر این آنها حرارت را یکی از عناصر چهارگانه جهان می‌دانستند. این نظریه سپس در اروپا مورد قبول دانشمندان و حمایت کلیسا قرار گرفت.

برای نخستین بار مطالعات مربوط به پدیده حرارت توسط مرد غار نشین ما قبل تاریخ صورت گرفت آنهم بعد از یادگیری افروختن آتش برای گرم شدن. در هنگامی که آفتاب گرمای کافی برایش فراهم نمی‌ساخت. همکار نزدیکش، زن غارنشین ما قبل تاریخ، کشف مهم دیگری نیز کرد که خوراکی‌های گوناگونی که مدتی بر روی شعله آتش یا در آب جوش نگاه داشته می‌شوند، خوشمزه‌تر و برای هضم آماده تر اند.

ب: نظریات راجع به حرارت:

علما از سالها به این طرف حوادث فیزیکی را تحت مطالعه قرارداده و در زمینه فرضیه های مختلف را بیان کرده اند. چنانچه دیموکراتوس (Democritus) جسم جامد را مرکب از ذراتی در حال نوسان میدانست. پس از چندین قرن که افکار بشر دو باره متوجه خواص ماده و حوادث حرارتی گردید نظریه حرکی بر اساس تجربه بمیان آمد. و از انجا بیکن (Bacon) موضوع مشاهده را در تعریف حرارت چنین بیان نموده است.

(ما مشاهده میکنیم که حرارت عبارت از حرکت شدید اجزای داخلی جسم است).

چند سال بعد نظریه کالوریک (Caloric) به میان آمد علما به این عقیده بودند که حرارت یک سیال بدون وزن و غیرمرئی بوده که بنام کالوریک یاد میکردند و قتیکه چوپ یا ذغال سوختانده میشد می گفتند که یک مقدار کالوریک تولید میشود علاوه بر آن عقیده داشتن که کالوریک به مواد دیگری نیز

انتقال کرده و باعث گرمی آنها میشود. همچنان وقتی که یک ماده سرد میشود می گفتند که یک مقدار کالوریک خود را باخته است.

به کمک همین نظریه اولین بار ژوزوف بلاک (Joseph black) حرارت ذوب و حرارت تبخیر را اندازه گیری کرد و کارهای او درباره تجارب و اندازه گیری حرارت مخفی (Latent Heat) اولین کارهای دقیق حرارتی بوده است با پیدایش نظریه کالوریک فرضیه های قدیمی در باره حرارت بصورت حرکات ذرات ماده از بین رفت.

پس از آن رامفورد (Rumford) یک نفر متخصص نظامی و ساینسدان در ماشینخانه حربی مونشن بجوش آمدن آب را بدون وجود آتش مشاهده کرد و درین ماشینخانه استوانه فلزی بزرگی را توسط برمه سوراخ میکردند و برای اینکه برمه را سرد نگهدارند یک مقدار آب را در بین استوانه انداخته بودند. به اساس حرکت برمه حرارت زیاد یکه در اثر اصطکاک تولید میشد آب بجوش آمد یعنی یک مقدار حرارت زیاد را میتوان توسط اصطکاک حاصل کرد. از اینجا رامفورد نشان داد که مقدار حرارت تولید شده را در برمه برای سوراخ کردن استوانه متناسب به کار انجام داده شده است چنانچه باید دستگاه سنگین تر که در آن مقدار کار زیاد تر انجام داده شود حرارت بیشتر تولید میکرد.

بدین جهت رامفورد برای کار یک نوع تعادل حرارت پیشنهاد کرد تقریباً 40 سال بعد ژول (Joule) بعد از یک سلسه تجارب دقیق نشان داد.

همیشه یک مقدار انرژی میخانیکی سبب تولید یک مقدار حرارت میشود بدین طریق تجارب رامفورد و ژول نشان داد که انرژی میخانیکی و حرارت با هم معادل بوده و حرارت نیز یک شکل از انرژی است.

$$w = JQ$$

J ثابت ژول بوده و قیمت آن 0.24 بوده پس یک کالوری مساوی به:

$$1 \text{ cal} = 4.186 \text{ joule}$$

فعلاً نظریه قبول شده عبارت از نظریه حرکی مالیکولها است در این مورد دانشمندان عقیده دارند که همه اجسام از ذرات خیلی کوچک که بنام مالیکول یاد میشود تشکیل شده اند.

این ذرات یکدیگر را جذب میکنند. قوی ترین قدرت جذب در ذرات جامد و ضعیف ترین در گازات است. ذرات جامدات نسبت به مایعات و ذرات از گازات به هم نزدیکتر اند. مالیکولهای اجسام همیشه در حرکت اند در جامدات مالیکولها از یکدیگر زیاد فاصله ندارند اما در مایعات سریعتر و آزادتر حرکت میکنند و در گازات از آنها هم بیشتر است.

اکنون میبینیم که سلسله مالیکولها چه ربطی به موضوع تاثیر حرارت ندارند. وقتی جسمی را حرارت

میدهند و یا به آن ضربه وارد میکنند حرکت مالیکولهای ترکیب کننده جسم سریع تر میشوند و نوع از حرکت را بنام هیجان حرارتی اختیار میکنند در اثر این نوع حرکت مالیکولها با یکدیگر تصادم کرده و این تصادمات باعث گرم شدن مالیکولهای مجاور میگردد مالیکولهای جسم گرم از جسم سرد سریعتر حرکت

کنند مالیکولهای جسم که سریعتر حرکت کنند فاصله آنها از یکدیگر زیاد تر می گردد این انتشارات و آگنده گی سبب انبساط جسم میگردد یعنی جسم در فضا جای بیشتر میگیرد. اگر جسم جامدی را زیاد رارت بدهند مالیکولها چنان سریع حرکت می کنند و آنقدر از یکدیگر دور میشوند که عاقبت به مایع یا از تبدیل میگردند. وقتی که حرارت اجسام کم گردد تغییراتی خلاف تغییراتی که ذکر آنها گذشت. صورت یگیرد. یعنی مالیکولهای جسم آهسته حرکت میکنند.

قتی حرکت مالیکولها کند شد درین حال بواسطه قوه جذبی که دارند به یکدیگر نزدیک میشوند و جسم منقبض میشود یعنی جای کمتر میگیرد. از اینجا حرارت را میتوان به عبارات ذیل تعریف کرد.

حرارت عبارت از یک حادثه فیزیکی بوده که در اثر انجام یک کار میخانیکی و یا عملیه کیمیاوی تولید شده و نوعی از انرژی میباشد.

- حرارت عبارت از حرکت ذرات غیر مرئی اجسام است.
- حرارت عبارت از انرژی حرکی مالیکولها میباشد.
- عبارت از انتقال و یا حرکت اتوم ها و مالیکول ها در اشیا و اجسام میباشد مانند مالیکول های هوا.

منابع حرارت:

منابع حرارت دو نوع اند:

الف: منابع طبیعی
ب: منابع غیرطبیعی

الف: منابع طبیعی:

آفتاب یک منبع طبیعی ایجاد انرژی حرارتی درروی زمین بوده و موجودات حیه از آن مستفید میگردد که درجه حرارت هسته آن 15 میلیون درجه سانتی گیرید و درجه حرارت قشر آن حدود 6 هزار درجه سانتی گیرید می باشد.

حصه داخلی زمین نیز یک منبع حرارت گفته میشود. زیرا تپه های که در اثر اشفشانه ها ویا چشمه های آب گرم که از زمین خارج میشوند شواهدی است که نشان میدهد حصه داخلی زمین دارا ی حرارت زیاد درحدود 5000 الی 7000 درجه سانتی گیرید می باشد.

ب: منابع غیر طبیعی:

1- تعاملات کیمیاوی نیز منابع حرارت اند. مثلاً سوختن چوب، تیل، ذغال وغیره

2- انرژی میخانیکی یک منبع دیگر حرارت است. زیرا به تجارب رامورد و ژول انرژی میخانیکی به حرارت تبدیل شده میتواند. و کاریکه برای از بین بردن اصطکاک صورت میگیرد به شکل حرارت ظاهر میشود.

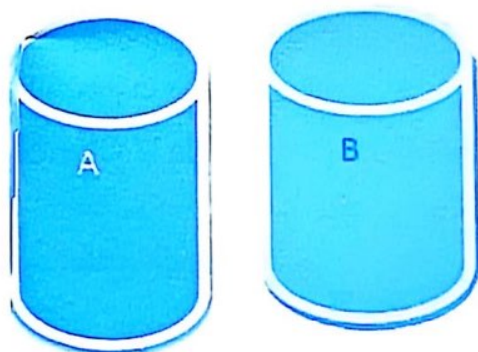
3- انرژی برقی را هم یک منبع حرارت گفته میتوانیم مثلاً حرارتیکه در اثر عبور جریان برق از آلات برقی مانند اتوی برقی، منقل برقی وغیره تولید میشود.

4- انرژی هستوی یک منبع بزرگ انرژی بوده که در کوره های هستوی انرژی هستوی به حرارت تبدیل میشود.

5- آب بحر نیز یک منبع حرارت است زیرا بزرگترین کتله دارا بوده و همچنان 70% زمین را آب تشکیل داده است و از طرف دیگر در فصل زمستان منجمد نمی شود.

درجه حرارت و اندازه گیری آن:

الف:- درجه حرارت: اگر دو ظرف A و B مملو از اب باشد طوریکه آب ظرف A نسبت به آب ظرف B گرمتر بهشد درصورت گفته میشود که مالیکول های ظرف A نسبت به ظرف B دارای انرژی حرکتی بیشتر است. ویا ظرف A نسبت به ظرف B دارای درجه حرارت بیشتر است.



به یک اندازه گرم باشد درین صورت مالیکولهای هردو ظرف عین انرژی حرکتی را داشته وگفته میشود که درجه حرارت آن دو ظرف یکسان است یعنی هردو ظرف در حال تعادل حرارتی میباشد.

شکل 1-1

بنابر آن درجه حرارت به عبارت ذیل تعریف شده میتواند :-

- 1- درجه حرارت عبارت از اندازهء گرمی و سردی اجسام است.
- 2- درجه حرارت عبارت عاملی است که تعادل حرارتی یک دستگاه را با دستگاه های دیگر مشخص میسازد.
- 3- درجه حرارت آن است که سمت جریان حرارت را بین دوجسمیکه به تماس یکدیگر قراردارند تعیین نمایند.
- 4- درجه حرارت عبارت از اندازه نمودن تبادل انرژی حرکتی مالیکوهای اجسام است

اندازه گیری حرارت: - حرارت توسط آلات مانند میزان الحرارة و یا حرارت سنج اندازه می گردد و آنها عبارتند از:

1- ترمومتر سلسیوس (سانتی گرید):

آندرس سلسیوس در سال 1701 در سویس به دنیا آمد و در سال 1744 به سن 42 سالگی درگذشت یکی از بزرگترین کارهای او همانا تقسیم بندی سلسیوس از 0 درجه به 100 درجه بود.

2- ترمومتر فارنهایت:

دانیل فارنهایت (1686-1736) اولین ترمومتر سیمایی قابل اطمینان را ساخت.

3- ترمومتر رومر:

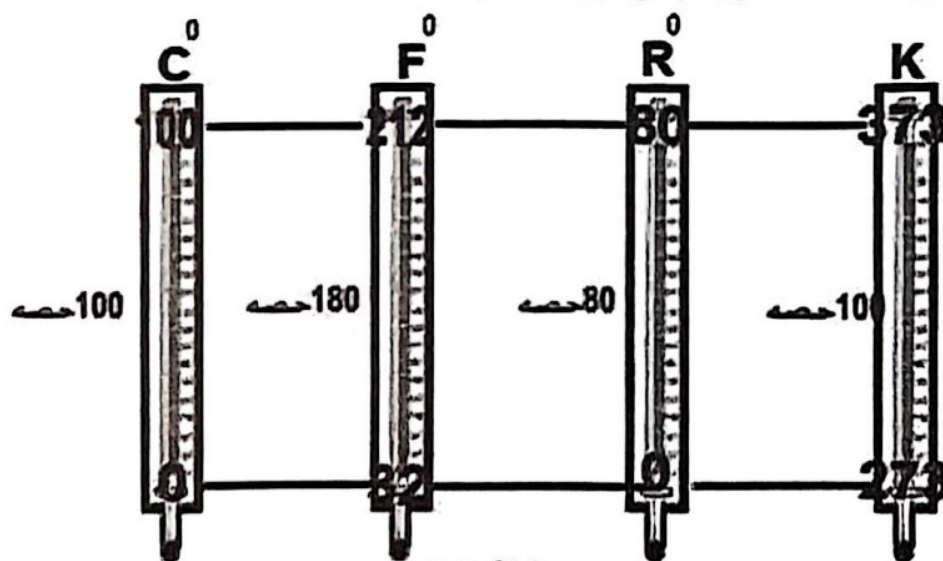
ترمومتر است که نقطه انجماد آب صفر و نقطه غلیان آب را 80⁰ درجه سانتی گرید در نظر گرفت.

4- ترمومتر کالوین

آنست که نقطه انجماد آب را 273⁰k و نقطه غلیان آب را 373⁰k انتخاب کرد.

روابط بین ترمومترها:

برای تبدیل واحدهای حرارت به یکدیگر نخست به شکل ذیل دقیق شده و نظر به تقسیمات آن برای آن فورمولی که طرح شده است مورد بررسی قرار میدهیم.



شکل 1-2

نظر به شکل بالا برای تبدیل واحدهای حرارت به یکدیگر فورمول ذیل وجود دارد.

$$\frac{^{\circ}\text{C}}{5} = \frac{^{\circ}\text{F} - 32}{9} = \frac{^{\circ}\text{R}}{4} = \frac{^{\circ}\text{K} - 273}{5}$$

تعریف ترمومتر:

ترمومتر وسیله ای است که درجه حرارت را اندازه گیری می کند و برای مقاصد مختلفی به کار می رود. کلمه ترمومتر از دو کلمه یونانی گرفته شده است که:

Thermo: به معنای گرما و یا حرارت و

Meter: به معنای اندازه گیری است

ترمومتر از نگاه ساختار:

ترمومتر از نگاه ساختار بدو نوع است:

- 1- ترمومتر های سیمایی
- 2- ترمومتر های الکولی

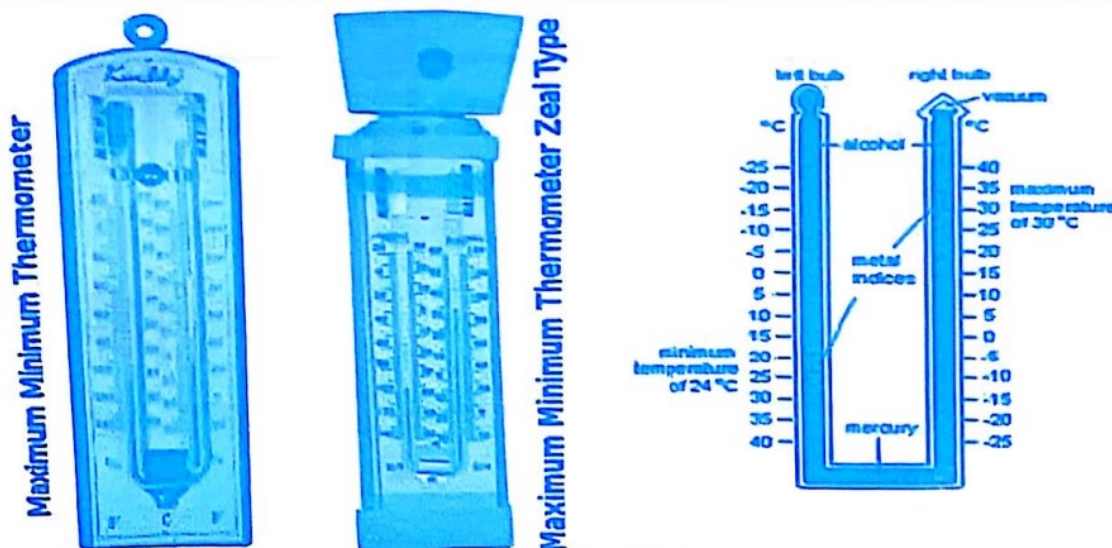
1- ترمومتر های سیمایی

با استفاده از ترمومتر سیمایی میتوانیم درجه حرارت پایینتر از -35 و بالاتر از 357 را اندازه کرد.

2- ترمومتر های الکولی

چون نقطه انجماد الکول 150 - درجه سانتی گرید و نقطه غلیان آن 78 درجه سانتی گرید میباشد. بنأً ازین نوع ترمومتر ها در مناطق سرد استفاده به عمل می آید.

انواع ترمومتر های مورد استفاده در هواشناسی:



شکل 1-3

ترمومتر حداکثر (Maximum Thermometer):

ترمومتر های که برای تثبیت حد اکثر درجه حرارت در یک دوره معین به کار می رود.

ترمومتر حداقل (Minimum Thermometer):

ترمومتر های حداقل برای تثبیت پایین ترین درجه حرارت اتفاق افتاده در یک دوره معین به کار می رود.

ترمومتر حداقل - حداکثر:

این ترمومتر ترکیبی از دو ترمومتر حداقل و حداکثر می باشد، این ترمومتر از یک لوله شیشه ای شکل ساخته شده است که دو انتهای آن مسدود می باشد. از این ترمومتر برای آب و هوا استفاده میشود.

ترمومتر طبی (Medical thermometer):

در بخش طبابت ترمومتر جهت اندازه گیری حرارت بدن مورد استفاده قرار می گیرد.



شکل 1-4

ترمومتر طبی، این ترمومتر جهت گرفتن حرارت بدن بکار می رود و چون حد متوسط حرارت بدن انسان 37 درجه سانتی گراد (98,5 درجه فارنهایت) است در ترمومترهای طبی بر اساس سانتیگراد بین 33 تا 42 درجه و به اساس فارنهایت از 91 الی 108 درجه اندازه میشود.

و برای اینکه به مجرد جدا شدن ترمومتر از بدن انسان (زیر زبان - زیر بغل داخل مقعد و...) برخورد با حرارت یا برودت محیط، سیماب داخل ترمومتر تغییر مکان پیدا نکند، خمیدگی مخصوصی در انتهای لوله ترمومتر نزدیک

مخزن سیماب قرار میدهند و هر بار که بخواهند آنرا بکار برند چندین بار ترمومتر را بطرف مخزن تکان شدید میدهند تا سیماب داخل لوله از خمیدگی بگذرد و کاملاً وارد مخزن گردد.

انواع ترمومتر طبی:

1. ترمومترهای دهانی که در زیر زبان قرار می گیرند.
2. ترمومترهای مقعدی که در داخل رکتوم جای می گیرند.
3. ترمومترهای چندمنظوره که می توانند با قرارگیری در مناطق مختلف بدن مانند زیر زبان ، رکتوم یا زیر بغل ، حرارت بدن را محاسبه نمایند.
4. ترمومترهای گوشی که در داخل مجرای گوش خارجی قرار می گیرند.

ترمومترهای پایه‌ای (Basal): این ترمومترها بسیار حساس هستند و با قرارگیری در زیر زبان و یا داخل رکتوم، تغییرات بسیار اندک دمای بدن را محاسبه می‌نمایند.

چطور میتوانیم که درجه حرارت بدن اطفال را اندازه کنیم:

درجه حرارت بدن اطفال را به چهار طریق اندازه کرده میتوانیم:

- 1- بطریقه گذاشتن ترمومتر در گوش
 - 2- بطریقه گذاشتن ترمومتر در زیر بغل و یا Armpit
 - 3- بطریقه گذاشتن ترمومتر در رکتوم
 - 4- بطریقه گذاشتن ترمومتر مخصوص در پیشانی طفل
- قابل تذکر است اینکه نباید از ترمومترگوشی، زیرزبان و مقعدی برای اطفال زیر سن 3 ماهگی استفاده گردد.

حرارت طبیعی بدن انسان در حدود 98.5 درجه فارنهایت می‌باشد، اگرچه در طول شبانه روز در حد فاصل 97 تا 99 درجه فارنهایت متغیر است.

حرارت بدن در آغاز روز، زمانی که فرد از خواب بیدار می‌شود حرارت اساسی محسوب می‌شود. زمانی که دمای بدن از 103 درجه فارنهایت در اطفال و یا 105-104 درجه فارنهایت در بزرگسالان بالاتر برود، باید با داکتر مشورت شود.



شکل (5-1)

کوپل ترمو الکتریک (Thermocouple):

مشاهدات روزانه نشان میدهد که انرژی برقی به سهولت به حرارت تبدیل شده میتواند اما عکس این عملیه یعنی تولید انرژی برقی توسط حرارت تا حدی مشکل است.

آنهم یگانه وسیله ءکه میتوان از اثر حرارت انرژی برقی حاصل کرد عبارت از کوپل ترمو الکتریک ست. نظر به شکل (1-6) هرگاه انجام های دو سیم مسی متجانس به یک ملی ولت متر و یا گلوانو متر انجام دیگر آن به یک سیم آهنی وصل گردد. و قتیکه نقطه اتصال هر سیم یعنی A حرارت داده شود نقطه اتصال دومی سیم یعنی A حرارت داده شود و نقطه اتصال دومی یعنی B بدرجه ء حرارت صفر

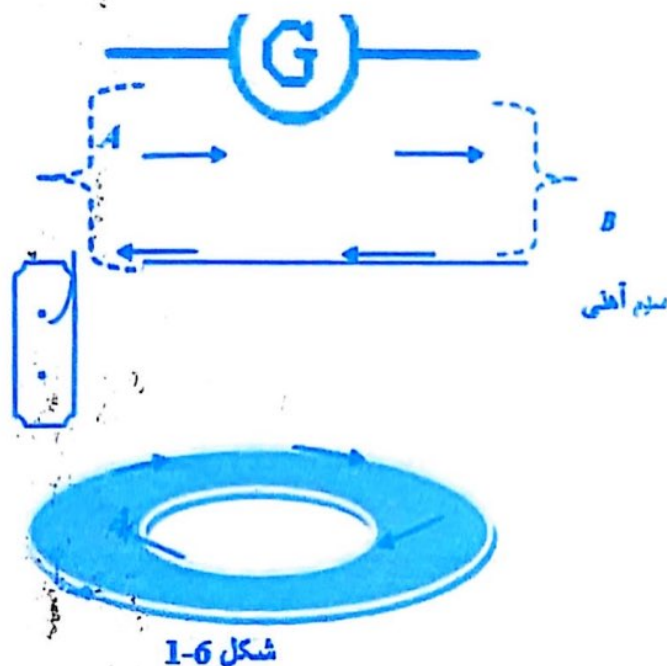
گاہ کرده شود یک قوه محرکه برقی (e. m. f) بسیار خفیف در نوره بمشاهده میرسد و که این کیفیت را حادثه ترموالکتریک و مجموع دو فلز را کوپل تر موالکتریک مینامند.

علت تولید قوه محرکه رادرمدار میتوان بشکل ذیل توضیح کرد: نظر به شکل (1-6) یک تیوب شیشه ئ یا دایروی را که تا نصف آن الکول انداخته شده است. مدنظر گرفته و در نقطه A بان حرارت

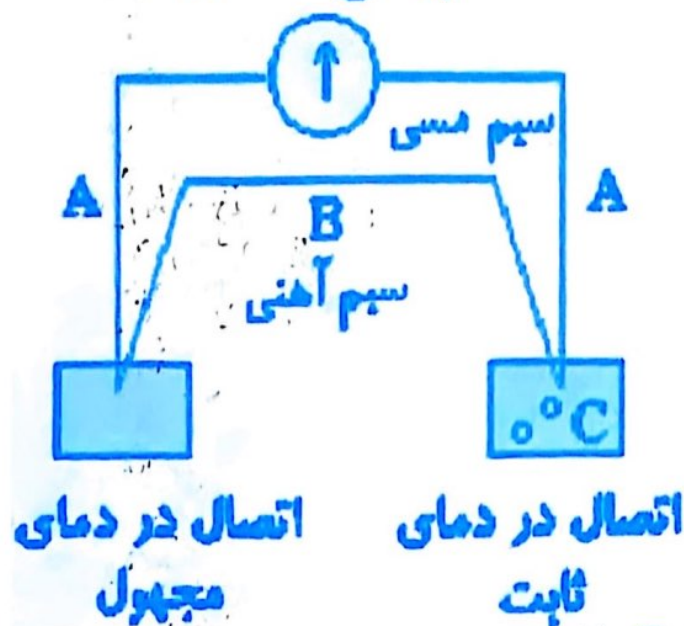
دهید. در اثر حرارت الکول از حصه A تبخیر شده و به حصه B که سرد است متراکم میشود. باینصورت تا

وقتیکه بین نقاط A و B یک اختلاف درجه حرارت موجود باشد جریان الکول از A بطرف B ادامه خواهد داشت مشابه باین در شکل (1-6 الف) وقتیکه محل اتصال دو سیم یعنی A حرارت داده میشود الکترون های آزاد از A فرار کرده بطرف B که سرد است متراکم میشوند. حرارتیکه به نقطه A داده میشود. یک مقدار انرژی برای درجه بندی کوپل ترموالکتریک شکل (1-7)

راکه از سیم مسی و کانستانتان تشکیل گردیده در نظر گرفته میشود. طوریکه نقطه اتصال A در ظرف پراز آب جوش



آمپرمنج حساس



شکل 1-7

و نقطه اتصال B درین ظرف پر از یخ بدرجه حرارت صفر نگه داشته میشود. بعد قوه محرکه تولید شده پس از اوقات معینه بر اختلاف درجه حرارت تعین میگردد. و نظر به قیمت های حاصل شده گراف قوه محرکه به تابع اختلاف درجه حرارت ترسیم میشود بطور مثال اگر با درجه حرارت محل اتصال در آب جوش و B نقطه اتصال دیگری آن درین یخ باشد.

قوه محرکه برقی E کوپل ترمو الکتریک توسط رابطه ذیل ارائه شده میتواند:

$$E = at^2 + bt + c$$

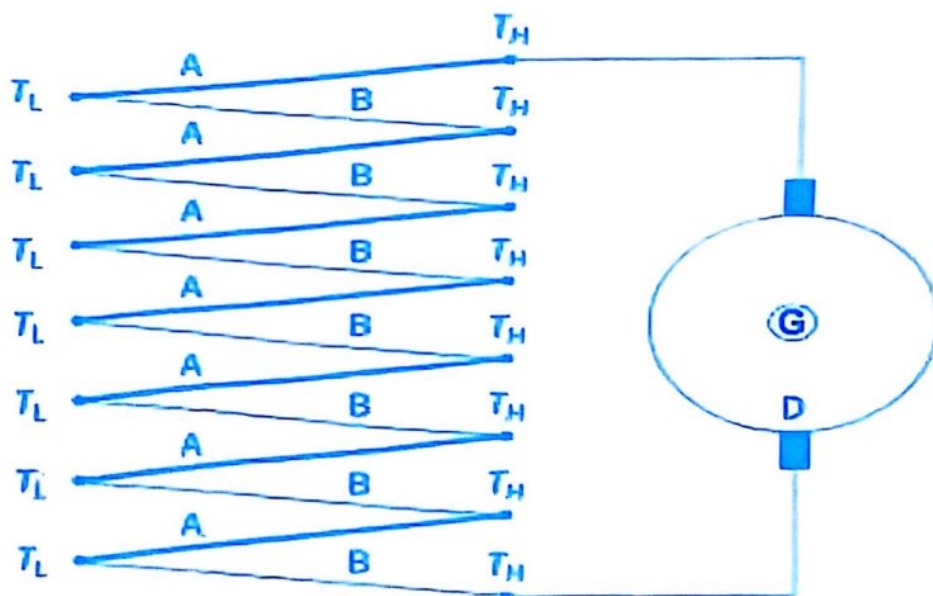
برای درجه بندی کوپل در یک ساحه وسیع درجه حرارت از فورمول استفاده مینماید.

$$E = at^2 + bt + c$$

مقادیر a, b, c که ضریب ثابت درجه حرارت نقاط اتصال اند در درجات نقطه ذوب طلا (Au) 1063°C نقره (Ag) 906°C و آنتیمونی (Sb) 630°C مشخص شده میتواند. پس از تعین مقادیر مذکور میتوان منحنی $E=f(t)$ را رسم نموده و با استفاده از آن درجات مختلف حرارت را با تغییر قوه محرکه محاسبه کرد.

ترموپیل (THERMOPILE):

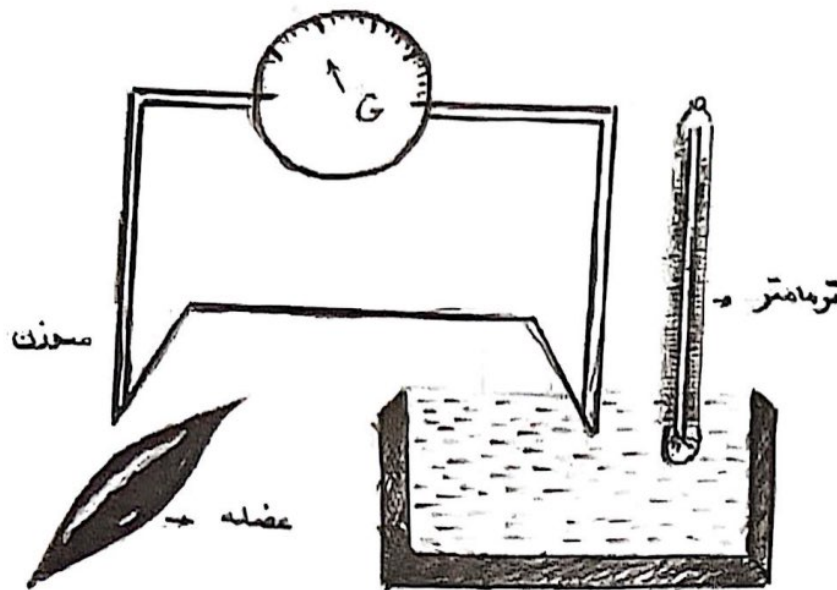
هر گاه چند عدد کوپل ترمو الکتریک بطور مسلسل با هم وصل کردند در ینصورت یک ترمو پیل حاصل میشود که بمقابل تغییرات جزئی در جه حرارت فوق العاده حساس میباشد. (شکل 1-8) توسط این طریقه میتوان اختلاف درجه حرارت را تا یک میلیونم حصه درجه سانتی گرید تعین نمود. ترموپیل در فزیولوژی برای مطالعه حرارت استعمال میشود.



شکل 1-8

بطور مثال: برای تعین درجه حرارت عضله یک بقه ایکه تازه کشته شده باشد عضله گرم ان به تماس نقاط اتصال ترمو پیل قرار داده میشود حرارتیکه از عضله به نقاط اتصال منتقل میگردد توسط

گلوآنومتری که در مدار وصل است تعیین میشود هرگاه عضله بمقابل نقاط اتصال کش شود گلوآنومتر مقدار



شکل 1-9

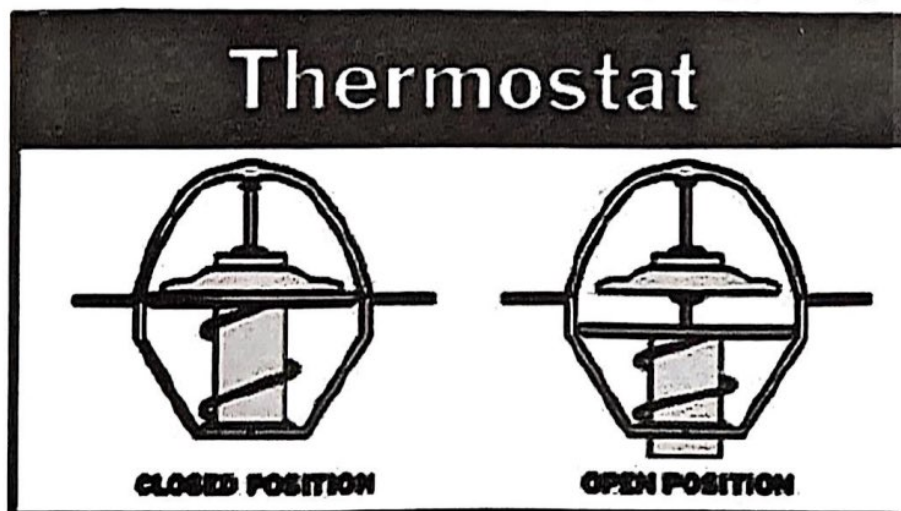
حرارت بیشتر را نشان میدهد تولید حرارت توسط عضله تحت شرایط مختلف هنگامیکه عضله فعال و یا در حال استراحت تحت مطالعه قرار داده میشود و به اساس آن معلومات بهتری درباره ترکیب بدن موجودات حیه حاصل میگردد.

همچنین ازین خاصیت

استفاده آله بنام ترموالکتریک و یا ترمو الکتریکی ساخته اند که عبارت از یک سوزن بسیار نازک مرکب از دو فلز مختلف الجنس به هم چسپیده و متصل به یک گلوآنومتر خیلی حساس است. شکل (1-9) وقتیکه این سوزن به زیر پوست بدن انسان یا حیوانی داخل گردد حرارت بدن سبب انحراف عقرب گلوآنومتر میشود و هر قدر حرارت بدن بیشتر باشد انحراف عقربه گلوآنومتر زیاد خواهد بود و به این ترتیب میتوان درجات مختلف حرارت بدن را تعیین کرد.

ترموستات:

برای تعیین درجه حرارت داش های برقی از ترمومتر الکولی و سیمایی استفاده شده نمیتواند زیرا درجه



شکل 1-10

حرارت در آن فوق العاده زیاد است بناً در داش های برقی از ترمومترهای فلزی استفاده میگردد این ترمومتر از فنر که ورقه برنجی و فولادی ساخته شده و باهم ولدینگ شده است. ورقه

برنجی به طرف خارج و ورقه فولادی به طرف داخل ترموستات موقیعت دارد.

از اینکه برنج نسبت به فولاد زود تر انبساط می کند در صورتیکه هر دوی آنها هم زمان حرارت داده شود انبساط و انقباض باعث طویل شدن و کوتاه شدن فنر می گردد این عمل باعث حرکت سوزن که در انجام فنر نصب شده است می شود و سوزن درجات مختلف حرارت را نشان میدهد این ترمومتر بنام ترموستات یاد می کند.

مسائل (PROBLEMS)

۱- پیشگوی اوضاع جوی دیروز را ترمومتر سانتی گرید 15° نشان داده بود ترمومتر فارنهایت آنرا:

الف: 39 درجه نشان میدهد ب: 40 درجه نشان میدهد

ج: 49 درجه نشان میدهد د: 59 درجه نشان میدهد

۲- درجه حرارت صنف 77 درجه فارنهایت است بدرجه سانتی گرید مساوی است به:

الف: 25 درجه ب: 30 درجه ج: 45 درجه د: 170 درجه

۳- اگر ترمومتر فارنهایت 122° را نشان دهید این درجه به ترمومتر سانتی گرید مساوی است به

الف) 50 درجه ب) -50 درجه ج) 122 درجه د) 112 درجه

۴- به یکی از قیمت های عددی ذیل درجات سانتی گرید ترمومتر سانتی گرید و فارنهایت باهم مساوی اند و آن عبارت است از:

الف) 20 درجه ب) 40 درجه ج) -40 درجه د) 60 درجه

۵- حرارت عبارت است از:

الف: حرکت منظم مالیکولهای غیر مرئی ب: انرژی حرکی مالیکولها

ج: ازدیاد گرمی اجسام د: عاملی است که تعادل حرارتی یک دستگاه را مشخص میسازد

۶- درجه حرارت عبارت است از:

الف: جریان حرارت بین دو جسم مختلف النوع ب: حرکت اهتزازی ذرات غیر مرئی

ج: اندازه نمو دن تبادل انرژی حرکی مالیکولها د: الف وب درست است

۷- درجه حرارت بدن یکنفر مریض 2.99° فارنهایت است درینحال گفته میشود که مریض شش خط

تب دارد هرگاه درجه حرارت بدن آن به تر مامتر سانتی گرید اندازه شود گفته میشود که مریض :

الف: 3. خط تب دارد ب: 4. خط تب دارد ج: 2.2 خط تب دارد د: 3. خط تب دارد

8- اگر نقطه انجماد ایتایل الکول (-175°) فارنهایت باشد بدرجه حرارت کلوین مساوی است به:

الف: 158 درجه ب: 185 درجه ج: 284 درجه د: 362 درجه

9- بین نقطه انجماد و غلیان در تقسیمات فارنهایت تعداد درجات مساوی است به:

الف: 180 ب: 212 ج: 112 د: 100

10- روابط بین ترماترها را تحریر دارید.

11- اگر ترماتر کلوین 373° باشد دراین حالت ترماترفارنهایت چنددرجه را نشان می دهد؟

فصل نهم

مقدار حرارت

مقدار حرارت:

هرگاه در یک بیکر یک مقدار آب انداخته شود و بیکر بالای یک منبع حرارت مثلاً یک منقل برقی قرار داده شود و بعد توسط یک ترمومتر درجه حرارت آب اندازه گردد دیده می شود که هر قدر مدت گذاشتن بیکر بالای منقل زیاد باشد درجه حرارت آب بلندتر می رود اگر این مدت زیاد طول بکشد آب به جوش خواهد آمد بناً گفته می شود که مقدار آب فوق یک مقدار حرارت از منتقل گرفته و این حادثه سبب بلند رفتن درجه حرارت یا تغییر حالت آب (جوش خوردن آب) گردیده است و بالعکس اگر حرارت قطع گردد آب به تدریج سرد می شود بناً برین مقدار حرارت چنین تعریف می شود.

- 1 - مقدار حرارت عبارت از عاملی است که سبب تغییر درجه حرارت اجسام و یا تغییر حالت آنها می گردد.
- 2 - مقدار حرارت عبارت از افزایش و یا تقلیل مقدار انرژی داخلی یک جسم است که در اثنای انتقال حرارت صورت می گیرد.

اندازه گیری مقدار حرارت:

دو بیکر A و B را مد نظر گرفته فرضاء مقدار آب در بیکر A دو چند مقدار آب در بیکر B و درجه حرارت هر دو مقدار آب 20 درجه باشد شکل 1-2

اگر هر دو بیکر حرارت داده شوند طوری که درجه حرارت هر دو مقدار آب 40 درجه گردد در این دراین صورت گفته می درجه حرارت هر دو مقدار آب مساوی بوده اما مقدار حرارتی را که آب بیکر A گرفته است دو چند مقدار حرارتی می باشد که آب بیکر B گرفته است. از اینجا نتیجه گرفته می شود که :

انرژی داخلی عبارت $E = E_p + E_k$ تمام مایکولهای یک جسم است.

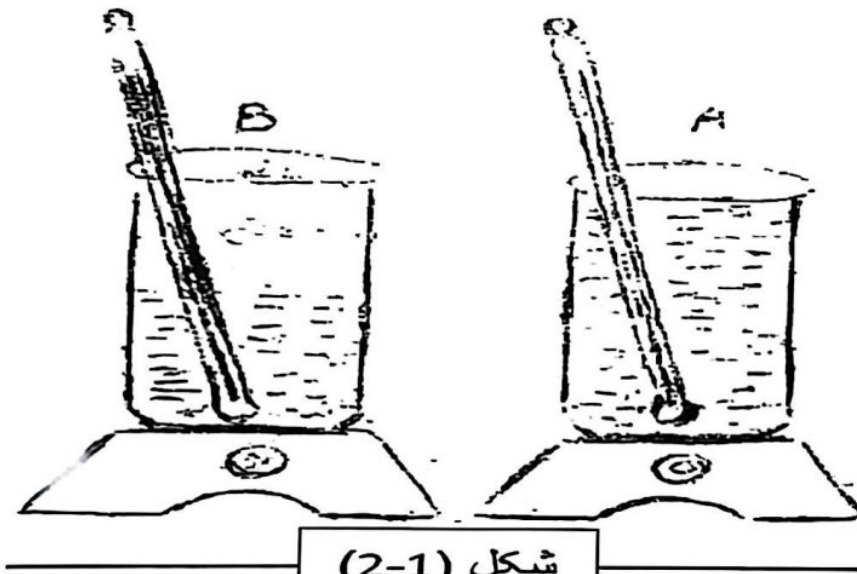
مقدار حرارتیکه آب می گیرد تا درجه حرارتش به اندازه معین بالا رود با کتله آب متناسب می باشد یعنی $Q \sim m$

در مرحله دوم اگر یکی از این بیکر ها مثل بیکر A زیادتیر حرارت داده شود که درجه حرارت به $t_2 = 80^\circ \text{C}$ برسد در حقیقت مقدار حرارت در مرحله دوم آب بیکر A گرفته است دو چند مقدار حرارتیست که در مرحله اول گرفته بود از اینجا چنین نتیجه می شود که:-

$$Q \sim t_2 - t_1$$

در مرحله سوم اگر m گرم سیماب در بیکر A انداخته شود فرضاً درجه حرارت سیماب t_1 باشد برای

اینکه درجه حرارت سیماب از t_1 به t_2 بلند برود عین مقدار حرارت که به m گرم آب داده شده بود کفایت نمی کند، بلکه یک مقدار حرارت Q لازم است تا درجه حرارت سیماب از t_1 به t_2 بلند برود. Q نه تنها متناسب به m و $t_1 - t_2$ می باشد بلکه متناسب بیک کمیت فیزیکی دیگر یک



بنام حرارت مخصوصه (C) جسم یاد میشود یعنی:

$$Q \sim C$$

بنأ با در نظر داشت مطالب فوق می توان تحریر کرد که:

$$Q = mc (t_2 - t_1)$$

از رابطه فوق چنین نتیجه حاصل میشود که مقدار حرارت Q مربوط به کتله m آن جسم با حرارت مخصوصه c وبا تغییر درجه حرارت جسم میباشد جسمیکه کتله آن m گرم باشد برای اینکه درجه حرارت آن جسم یک درجه بلند برده شود به اندازه mc کالوری حرارت ضروری است ، حاصل ضرب mc را ظرفیت حرارتی جسم می نامند.

حرارت مخصوصه: حرارت مخصوصه یک جسم عبارت از مقدار حرارت است که درجه حرارت یک گرم آن جسم را یک درجه سانتی گرید بلند ببرد ویا بعبارۀ دیگر حرارت مخصوصه اندازه انرژی را گویند که ذریعۀ مالیکول های یک گرم یک جسم گرفته میشود تا درجه حرارت آن یک درجه بلند شود.

حرارت مخصوصه در سیستم C. G. S ($\text{Cal/gr.}^\circ\text{C}$) و در سیستم M. K. S ($\text{J/kg.}^\circ\text{C}$) اندازه می شود لذا حرارت مخصوصه آب $1\text{cal/gr.}^\circ\text{C}$ است حرارت مخصوصه آب نسبت به دیگر اجسام بیشتر است ، مثلاً: حرارت مخصوصه آهن $0.11\text{ cal/gr.}^\circ\text{C}$ است یعنی یک کالوری که درجه حرارت یک گرم آب را یک درجه بلند می برد درجه حرارت یک گرم آهن را $(\frac{1}{0.11})$ یا تقریباً 9 درجه بلند می برد این خاصیت آب اهمیت حیاتی بسیار بزرگی دارد. مثلاً اگر یک حیوان یا انسان به اثر دودیدن یک مقدار حرارت تولید نماید چون حرارت مخصوصه آب زیاد است درجه حرارت وجود آن بسیار بلند نمی شود

وباعث تب نمی گردد ، البته این خاصیت آب در بحر ها خیلی مهم میباشد اگر ابحار به اثر شعاع آفتاب زود بلند میرفت حیات در آن غیر ممکن میگردید.

واحد مقدار حرارت :

واحد مقدار حرارت در سیستم C. G. S عبارت از کالوری calorie است که بنام کالوری کوچک ویا گرام کالوری نیز یاد میشود. کالوری (cal) عبارت از مقدار حرارتیست که درجه حرارت یک گرام آب را از 5.14°C به 5.15°C برساند، در سیستم M. K. S واحد حرارت کیلو گرام کالوری با کیلو کالوری (kcal) ویا کالوری بزرگ انتخاب شده است که برابر به 1000 کالوری می باشد. کالوری بزرگ عبارت از مقدار حرارتی است که درجه حرارت یک کیلو گرام آب را تا یک درجه سانتی گرید بلند ببرد ، و یا درجه حرارت یک کیلو گرام آب را از 5.14°C به 5.15°C برساند ، حجم یک کیلو گرام آب در چهار درجه سانتی گرید مساوی به یک لیتر آب بوده و آن حجم یک دیسی متر مکعب آب می باشد.

کالوری متری (calorimetry):

تعادل حرارتی: هرگاه دو یا چند جسم که درجه حرارت آنها یکی نبوده و در مجاورت یکدیگر در یک سیستم مجرد (Isolated) قرار داشته باشند ، مشاهده می شود که تدریجاً حرارت از جسم گرم به جسم سرد منتقل میگردد. جسم سرد به همان اندازه مقدار حرارت را از جسم گرم اخذ میکند تا درجه حرارتش مساوی به درجه حرارت جسم گرم گردد، یعنی مقدار حرارت گرفته شده توسط جسم سرد مساوی به مقدار حرارت ضایع شده از جسم گرم میباشد.

درینصورت گفته میشود که درجه حرارت هر دو جسم یکسان بوده همچنین درجه حرارت را درجه حرارت تعادل و آن کیفیت را تعادل حرارتی می نامند. برای دریافت درجه حرارت تعادل دو جسمیکه دارای کتله های (m_1 و m_2) بوده و حرارت مخصوصه آن (c_1 و c_2) باشند با درجات حرارت (t_1 و t_2) مدنظر گرفته می شود ، بالفرض مقدار حرارت جسم اولی (Q_1) و مقدار حرارت جسم دومی (Q_2) و (Q) درجه حرارت تعادل باشد با درنظر داشت رابطه فوق میتوان نوشت :

$$Q_1 = m_1 c_1 (\theta - t_1)$$

$$Q_2 = m_2 c_2 (\theta - t_2)$$

نظر به تعریف مقدار حرارت ($Q_1 = Q_2$) بوده بنأ:

$$m_1 c_1 (\theta - t_1) = m_2 c_2 (t_2 - \theta) \text{ --- 3}$$

$$\theta = \frac{m_1 c_1 t_1 + m_2 c_2 t_2}{m_1 c_1 + m_2 c_2}$$

در فورمول فوق θ عبارت از درجه حرارت تعادل دو جسم است.

حالات خصوصی:

1: اگر هر دو جسم هم جنس و هم وزن باشند درجه حرارت تعادل مساوی به اوسط درجات حرارت این دو جسم است در این صورت رابطه فوق بشکل ذیل نوشته می شود.

$$(\theta - t_1) = (t_2 - \theta)$$

$$2\theta = t_1 + t_2$$

$$\theta = \frac{(t_1 + t_2)}{2}$$

2: اگر هر دو جسم هم جنس باشند ولی کتله آنها مساوی نباشد تغییر درجه حرارت مربوط به کتله آنها است درین حال رابطه (3) شکل ذیل را بخود میگیرد.

$$m_1(\theta - t_1) = m_2(t_2 - \theta)$$

$$m_1\theta - m_1t_1 - m_2t_2 + m_2\theta = 0$$

$$\theta(m_1 + m_2) = m_1t_1 + m_2t_2$$

$$\theta = \frac{m_1t_1 + m_2t_2}{m_1 + m_2}$$

3: هرگاه هر دو جسم دارای کتله های مساوی بوده لیکن جنسیت آنها مختلف باشد درین صورت رابطه فوق چنین نوشته شده میتواند:

$$c_1(\theta - t_1) = c_2(t_2 - \theta)$$

$$\theta(c_1 + c_2) = c_1t_1 + c_2t_2$$

$$\theta = \frac{c_1t_1 + c_2t_2}{c_1 + c_2}$$

مثال : 300 گرم آب که درجه حرارت آن (65) درجه سانتی گرید است با 800 گرم آب که درجه حرارت آن (10) درجه سانتی گرید است مخلوط میشود درجه حرارت نهایی مخلوط چند خواهد بود ؟
حل:

$$\theta = \frac{m_1t_1 + m_2t_2}{m_1 + m_2}$$

$$\theta = \frac{300.65 + 800.10}{300 + 800} = \frac{19500 + 8000}{1100} = \frac{27500}{1100} = 25^\circ\text{C}$$

مثال: 300 گرم آب 10 درجه ی با دو کیلوگرم سیماب (100) درجه ی مخلوط گردیده است. در صورتیکه حرارت مخصوصه سیماب (0.03 cal/ gr. °C) باشد درجه حرارت تعادل را دریافت نمایید ؟
حل :

$$\theta = \frac{m_1c_1t_1 + m_2c_2t_2}{m_1c_1 + m_2c_2}$$

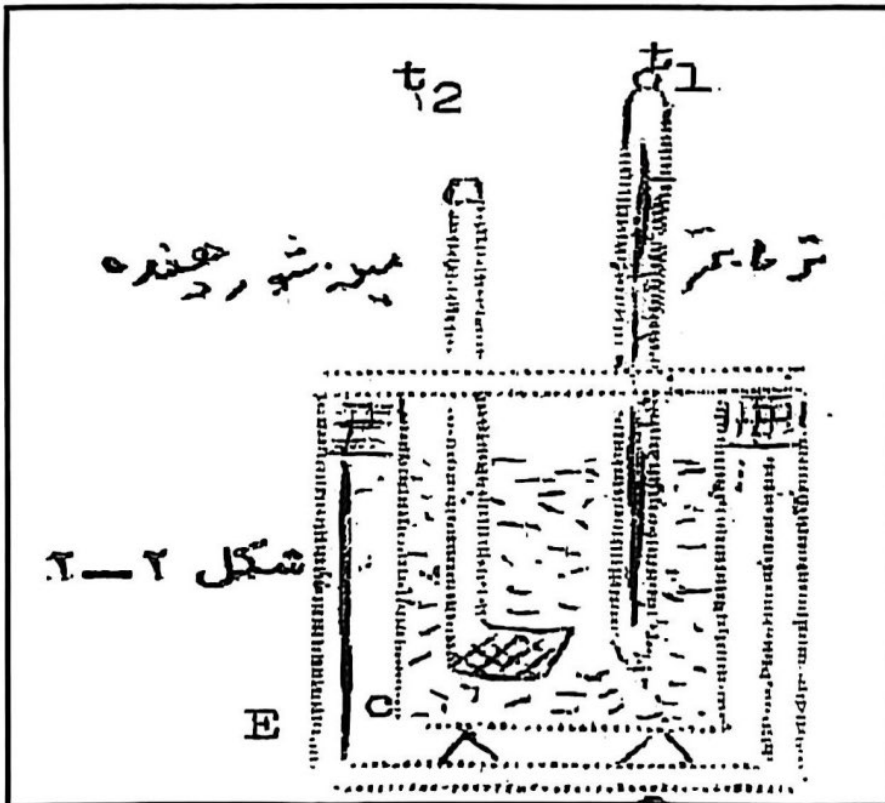
$$\theta = \frac{300.10 + 2000.100.0.03}{300.2000.0.03} = \frac{3.10^3 + 6.10^3}{360} = \frac{900}{36} = 25^\circ\text{C}$$

از اینجا میتوان گفت که تعادل حرارتی تابع قوانین ذیل است :

- 1- اجسام گرم حرارت ازدست میدهند واجسام سرد حرارت رامیگیرند.
- 2- پس از مدتی درجه حرارت تمام آنها یکسان میشود که این درجه حرارت را درجه حرارت تعادل گویند
- 3- مقدار حرارتیکه منبع گرم میدهد برابر به مقدار حرارتیست که منبع سرد میگیرد مشروط براینکه این منبع با خارج تبادل حرارتی نداشته باشد.
- 4- مقدار حرارتیکه یک جسم میگیرد تا از درجه حرارت t_1 به t_2 برسد برابر مقدار حرارتیست که همان جسم پس میدهد تا از درجه حرارت t_2 به t_1 برگردد. برای اندازه گیری مقدار حرارت از آله موسوم به حرارت سنج یا کالوری متر استفاده می کنند که یکی از آن کالوری مترها ذیلاً تشریح میشود :

کالوری متر (Calorimeter) :-

کالوری متر تشکیل شده از یک ظرف فلزی که جدار داخلی و خارجی آن صیقل شده است تا از ضیاع حرارتی توسط تشعشع جلوگیری کند این ظرف درروی پایه های عایق مانند کارک در داخل ظرف



شکل (2-2)

دیگری مانند E که جدار داخلی آن صیقل شده قرار گرفته است. سطح خارجی آن بوسیله پارچه های نمد یا با مواد یک عایق حرارت اند پوشانیده شده است بداخل ظرف یک ترمومتر برای تعیین درجه حرارت آب کالوری متر و هم آله شور دهنده موجود است که درجه حرارت آب را یکنواخت میسازد شکل ذیل. در کالوری مترها دقیق تر چندین ظرف صیقلی

فلزی در داخل هم قرار داده می شود. مانند شکل ذیل فرین کالوری متر ظرف C در بین ظرف A و ظرف A در بین ظرف D که دارای دو جلد است قرار گرفته و در بین این دو جلد آب میریزند که بوسیله میله مخصوص آنرا شور می دهند تا حرارت آن یکنواخت گردد به این صورت ظرف داخلی از تاثیرات خارجی محفوظ می ماند. در بعضی کالوری مترها میان دو جلد خارجی کاملاً خالی میباشد هر سه ظرف دارای

سرپوش بوده و تنها سوراخهای برای عبور دادن ترمومتر و آله شور دهنده در آنها موجود است و تا حد امکان کوشش شده است که از انتقال حرارت از خارج بداخل و یا برعکس آن جلوگیری بعمل آیند.

3 - فورمول کالوری متر :

قبلاً ذکر شد که کالوری متر برای اندازه مقدار حرارت بکار میرود بنأ حرارتیکه به آب کالوری متر داده می شود از روی از دیاد درجه حرارت آن حاصل میشود. واضح است که در تجارت دقیق باید مقدار حرارتیکه برای گرم کردن ظرف ترمومتر و آله شور دهنده به مصرف میرسد نیز در نظر گرفته شود. در ینصورت اگر کتله آب کالوری متر - M کتله ظرف کالوری متر - m_1 حرارت مخصوصه کالوری متر - c_1 کتله اله شور دهنده - m_2 حرارت مخصوصه اله شور دهنده - c_2 کتله ترمومتر - m_3 حرارت مخصوصه ترمومتر - c_3 انتخاب شود مقدار حرارت را که اجزای مختلف کالوری متر میگیرند تا درجه حرارت آنها از t_1 به t_2 برسد عبارت از:

$$q_0 = M (t_2 - t_1) \quad \text{مقدار حرارتیکه آب گرفته :}$$

$$q_1 = m_1 c_1 (t_2 - t_1) \quad \text{مقدار حرارتیکه ظرف گرفته:}$$

$$q_2 = m_2 c_2 (t_2 - t_1) \quad \text{مقدار حرارتیکه اله شور دهنده گرفته:}$$

$$q_3 = m_3 c_3 (t_2 - t_1) \quad \text{مقدار حرارتیکه ترمومتر گرفته:}$$

مقدار حرارتیکه تمام سیستم گرفته عبارت است از:

$$Q = q + q_1 + q_2 + q_3$$

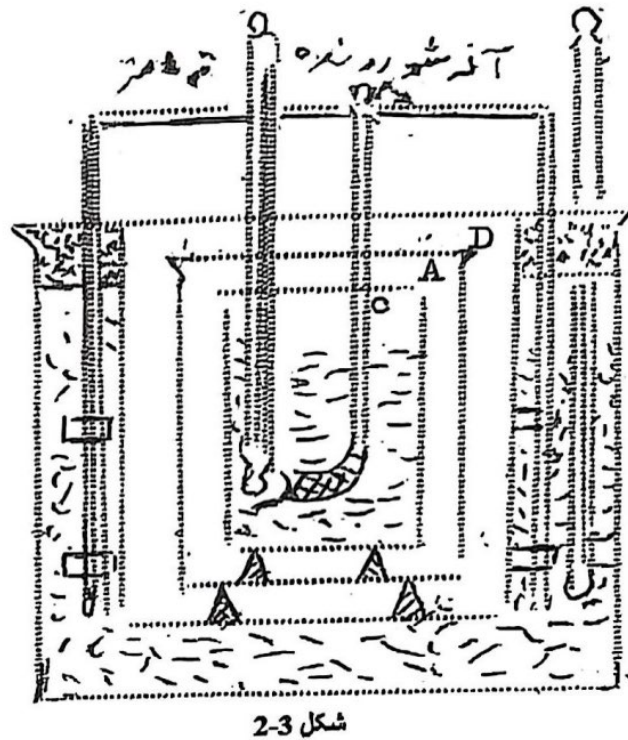
$$Q = (M + m_1 c_1 + m_2 c_2 + m_3 c_3) (t_2 - t_1)$$

چون در یک کالوری متر معین مجموعه $(m_1 c_1 + m_2 c_2 + m_3 c_3)$ مقدار یست ثابت که از یک تجربه به تجربه دیگر تغییر نمی کند اکثراً آنرا به μ نشان میدهند با نظر داشت رابطه (1) مقدار حرارتیکه کالوری متر میگیرد عبارت است از:

$$Q = (M + \mu) (t_2 - t_1)$$

قیمت ثابت μ را ظرفیت حرارتی کالوری متر مینامند و به گرام اندازه میشود. باید ملتفت بود که مقدار حرارتیکه توسط کالوری متر گرفته میشود عبارت از $\mu (t_2 - t_1)$ است و این مقدار حرارتی است که M گرام آب را از درجه حرارت t_1 بدرجه حرارت t_2 بلند می برد از همین سبب μ را قیمت معادل آب کالوری متر نیز مینامند اگر در کالوری متر به عوض آب M گرام مایع دیگری بحرارت مخصوص c بریزیم درین صورت فارمول کالوری متر بشکل ذیل نوشته میشود:

$$Q = (MC + \mu) (t_2 - t_1)$$



مثال: در یک کالوری متر 500gr آب است درجه حرارت آن از 10°C به 35°C بلند برده میشود در صورتیکه قیمت معادل آب آن 20 gr باشد حرارت مجموعی را که کالوری متر اخذ کرده حساب کنید؟
حل:

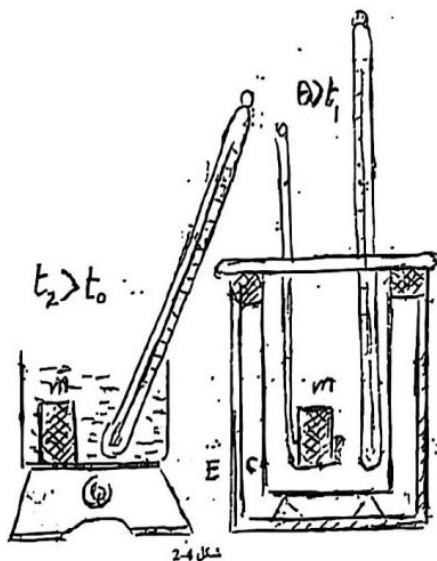
$$Q = (M + \mu) (t_2 - t_1)$$

$$Q = (500 + 20) (35 - 10) = 520 \times 25 = 13000 \text{ cal}$$

$$Q = 13000 \text{ cal}$$

اندازه گیری حرارت مخصوص اجسام:

1- تعیین حرارت مخصوص جامدات بطریقه مخلوط:



برای تعیین حرارت مخصوصه یک جسم جامد m گرم آنرا گرفته در بین ظرفیکه یک مقدار آب دارد و درجه حرارت آن t_0 است انداخته میشود ظرف مذکور تا وقتی حرارت داده میشود که آب به جوش آمده و درجه حرارت آن t_2 شود اکثراً برای سهولت m گرم جسم مذکور در آب جوش فرو برده میشود به این ترتیب بعد از گذشت یک زمان حرارت جسم t_2 میگردد. بعد از آن جسم مذکور در کالوری متریکه دارای M گرم آب بدرجه حرارت t_1 است انداخته میشود پس از برقراری تعادل درجه حرارت کالوری متر به Θ میرسد که توسط ترمومتر مشخص میگردد.

اگر ظرفیت حرارتی کالوری متر μ و حرارت مخصوصه جسم مورد تجربه C باشد درینصورت نظر به قانون کالوری متری مقدار حرارت گرفته شده بوسیله کالوری متر یعنی:

$$Q_1 = (M + \mu) (\Theta - t_1)$$

مساوی است با حرارتیکه جسم از دست داده تا از درجه حرارت t_2 بدرجه حرارت تعادل Θ رسیده است یعنی:

$$Q_2 = mc (t_2 - \Theta)$$

چون $Q_1 = Q_2$ است پس

$$(M + \mu) (\Theta - t_1) = mc (t_2 - \Theta)$$

بنابر آن از رابطه فوق حرارت مخصوصه جسم جامد یعنی (C) حاصل دشه میتواند:

$$C = \frac{(M + \mu) (\Theta - t_1)}{m(t_2 - \Theta)}$$

مثال : در کالوری متریکه دارای 200 گرم آب بدرجه حرارت 15.2°C است یک درجه المونیم را بکته 78 gr که درجه حرارت تعادل آن 21°C باشد حرارت مخصوصه المونیم را حساب کنید ؟
حل :

$$C = \frac{(M + \mu) (\Theta - t_1)}{m(t_2 - \Theta)}$$

$$C = \frac{(200 + 16)(21.2 - 15.2)}{78(100 - 21.2)} = \frac{1296}{6146.4} = 0.21 \text{ cal/gr.}^\circ \text{C}$$

2- تعیین حرارت مخصوصه مایعات :

برای دریافت حرارت مخصوصه مایعات طرزالعمل مانند دریافت حرارت مخصوصه جامدات بوده تنها بعوض آب مایع مورد نظر و یک جسم جامدیکه حرارت مخصوصه آن معلوم باشد استعمال میشود. اما جسم طوری انتخاب شود که در بین مایع و این جسم باید تعامل کیمیای صورت نگیرد. اگر c_1 حرارت مخصوصه مایع باشد نظر به قانون کالوری متری مقدار حرارت گرفته شده بوسیله کالوری متر حرارت از دست داده شده توسط جسم با هم مساوی اند.
یعنی :

$$(Mc_1 + \mu) (\Theta - t_1) = mc (t_2 - \Theta)$$

$$C_1 = \frac{mc(t_2 - \Theta)}{M(\Theta - t_1)} - \frac{\mu}{M}$$

در رابطه فوق m کتله جسم ، C حرارت مخصوصه جسم t_2 درجه حرارت جسم در بین مایع Θ درجه حرارت تعادل کالوری متر M کتله مایع t_1 درجه حرارت اولی مایع و μ ظرفیت حرارتی کالوری متر میباشد.

نوت: اگر مایع مورد نظر بسیار گرم باشد جسم جامد را عوض اینکه حرارت داده شود توسط یخ سرد ساخته بعد آنرا در کالوری متر می اندازند.

مثال: دریک کالوری متر 300 گرم مایع که درجه حرارت اولیه آن 10 درجه سانتی گرید است انداخته شده است یک پارچه المونیم که کتله آن 100 گرم و درجه حرارت آن 110 درجه سانتی گرید است نیز در بین کالوری متر انداخته میشود اگر ظرفیت حرارتی کالوری متر 30 گرم و درجه حرارت تعادل آن 20 درجه سانتی گرید باشد حرارت مخصوصه مایع را دریافت کنید؟
(حرارت مخصوصه المونیم $0.22 \text{ cal/gr. } ^\circ\text{C}$ است.)

حل:

$$C_1 = \frac{mc(t_2 - \theta)}{M(\theta - t_1)} - \frac{\mu}{M}$$

$$C_1 = \frac{(100 \cdot 0.22)(110 - 20)}{300(20 - 10)} - \frac{30}{300}$$

$$C_1 = \frac{198}{300} - \frac{1}{10} = \frac{198 - 30}{300} = \frac{168}{300} = 0.56 \text{ cal/gr. } ^\circ\text{C}$$

ارزش حرارتی غذا:

یک قسمت زیاد غذایی که خورده میشود اوکسیدایز شده به انرژی حرارتی و انرژی کیمیاوی تبدیل میشود. غذا در وجود مانند مواد سوخت در ماشین سبب تولید احتراق میشود بنا بر آن بیولوجی دانهها اکثراً مواد غذایی را به اساس اندازه حرارت احتراق آن به کیلو کالری فیصد گرام پیمایش میکنند.

بدن انسان تقریباً دارای درجه حرارت ثابت 98.6°F میباشد توسط عمل احتراق در بدن انسان در حال استراحت بطور متوسط روزانه (2500 Kcal) حرارت تولید میشود و همین مقدار حرارت توسط عمل هدایت کنوکشن تشعشع و تبخیر آب از طریق جلد و شش خارج میشود.

بطور متوسط روزانه (600) تا (800) سانتی متر مکعب آب از راه جلد تبخیر میگردد. و حرارت تلف شده از این راه بالغ به (416) کیلو کالوری میشود. این مقدار معادل 21 فیصد تمام حرارت تولیدی بدن در یک شبانه روز است در موسم زمستان درجه حرارت محیط نسبتاً پایین میباشد از ضیاع حرارت توسط پوشیدن لباسهای ضخیم و پشمی جلوگیری میشود در حالیکه در موسم تابستان چون درجه حرارت محیط تقریباً نزدیک بدرجه حرارت بدن میباشد ضیاع انرژی حرارتی بسیار کم بوده و حتی پوشیدن لباس نازک احساس گرمی میشود.

تجربه نشان میدهد مقدار انرژی که از احتراق مواد غذایی در وجود حاصل میشود معادل به مقدار حرارتیست که از احتراق همان مقدار مواد مذکور در کالوری متر تولید میگردد. مقدار کالوری که بصورت متوسط وجود یک شخص بالغ ضرورت دارد روزانه (3000) کیلو کالوری است.

اطفال نسبت به اشخاص بالغ به جهت داشتن فعالیت جسمانی زیاد و نمو به کالوری بیشتر ضرورت دارند. یک بچه (11) ساله الی 15 ساله به همان اندازه کالوری ضرورت دارد مثلیکه برای کارهای سنگین لازم است و هم برای اشخاص مسن کالوری کمتر نسبت به اشخاص جوان ضرورت است.

مسائل

1- مقدار حرارت عبارت از:

- الف) مقدار انرژی داخلی است که یک جسم در اثنای انتقال حرارت میگیرد یا میدهد.
 ب) عاملی است که سبب ازدیاد درجه حرارت اجسام و یا تغییر حالت آنها میگردد.
 ج) عاملی است که سبب ازدیاد درجه حرارت اجسام نگردد.
 د) جزء الف و ب هر دو صحیح است.

2- حرارت مخصوصه یک جسم عبارت از مقدار حرارتیست که درجه حرارت :

- الف) یک گرم آب را از 14°C به 15°C برساند.
 ب) یک تن آب را یک درجه بلند ببرد.
 ج) یک گرم آن جسم را یکدرجه سانتی گرید بلند ببرد.
 د) یک کیلوگرم آب را از 14°C به 15°C بلند ببرد.

3- ترمومتر آله ای است که برای اندازه نمودن :

الف) مقدار حرارت بکار میرود

ب) درجه حرارت بکار میرود

ج) انبساط مایعات بکار میرود

د) انرژی حرکی گازات بکار میرود

4- برای اینکه درجه حرارت 5 gr شیشه از 20°C به 85°C بلند برده شود و حرارت مخصوصه شیشه $(0.20^{\circ}\text{C} \cdot \text{cal/gr})$ باشد مقدار حرارت مصرف شده به کالوری مساویست به :

- الف) 45 ب) 50 ج) 60 د) 65

5- 150 گرم آب جوش 100 درجه با 90 گرم آب 28 درجه مخلوط شده است درجه حرارت تعادل بدرجه سانتی گرید مساویست به :

- الف) 75 ب) 73 ج) 70 د) 64

6- درجه حرارت یک لیتر آب 44°C است اگر درجه حرارت آن به 20°C برسد مقدار حرارتیکه از دست میدهد به کالوری مساویست به:

- الف) $42 \cdot 10^3$ - ب) $44 \cdot 10^3$ - ج) $24 \cdot 10^3$ - د) $2 \cdot 4 \cdot 10^3$ -

7- 300 gr آب 20 درجه و 150 gr آب 50 درجه و 200 gr آب 43 درجه مخلوط شده است درجه حرارت تعادل به سانتی گرید مساویست به :

- الف) 34 ب) 43 ج) 47 د) 53

8- به 2000 گرام آب 10 درجه 4 کیلو کالوری حرارت داده شده است درجه حرارت انتهایی آب مساویست به:

الف (80 درجه ب (12 درجه ج (14 درجه د (21 درجه

9- 640 گرام آب 14 درجه با 180 گرام آب 55 درجه مخلوط شده است درجه حرارت تعادل مساوی است به :

الف (32 درجه ب (41 درجه ج (23 درجه د (28 درجه

10- یکمقدار آب 89 درجه با 4370 گرام آب 11 درجه مخلوط گردیده است درجه حرارت تعادل به 20 درجه رسیده است مقدار آب 89 درجه مساویست به :

الف (750 گرام ب (705 گرام ج (570 گرام د (507 گرام

11- دریک کالوری متر 860 گرام آب که درجه حرارت آن 15 درجه سانتی گرید است انداخته شده است درین کالوری متر 200 گرام آب دیگریکه درجه حرارت آن 96 درجه سانتی گرید است انداخته میشود در صورتیکه درجه حرارت انتهایی کالوری متر به 30 درجه سانتی گرید برسد قیمت آب معادل کالوری متر مساوی است به :

الف (10 گرام ب (13 گرام ج (15 گرام د (20 گرام

12- در کالوری متریکه دارای 150 گرام آب بدرجه حرارت 19 درجه سانتی گرید است یک قطعه آهن به کتله 60 گرام که درجه حرارت آن 100 درجه سانتی گرید است انداخته میشود. اگر قیمت آب معادل کالوری متر 28 گرام و درجه حرارت تعادل آن 22 درجه سانتی گرید باشد حرارت مخصوصه آهن بر حسب $\text{cal/gr. } ^\circ\text{C}$ مساویت به :

الف (0.132 ب (0.124 ج (0.114 د (0.104

13- چه مقدار حرارت آبیکه کتله آن 500 گرام است و به درجه 100 درجه سانتی گرید قرار دارد از دست دهد تا اولاً به آب 20 درجه و ثانیاً به آب صفر درجه تبدیل شود؟

14- کالوری متریکه قیمت معادل آب آن 10 گرام است دارای 500 گرام آب بدرجه حرارت 15 درجه سانتی گرید میباشد. درین کالوری متر 100 گرام آب جوش بدرجه حرارت 96 درجه سانتی گرید انداخته میشود درجه حرارت انتهایی کالوری متر را حساب کنید؟

15- دریک کالوری متر 250 گرام مایع که درجه حرارت آن 15 درجه سانتی گرید است انداخته شده است یک پارچه آهن که کتله آن 120 گرام و درجه حرارت آن 100 درجه سانتی گرید است انداخته میشود. اگر قیمت معادل آب کالوری متر 25 گرام و درجه حرارت تعادل آن 20 درجه سانتی گرید و حرارت مخصوصه آهن $0.12 \text{ cal/gr. } ^\circ\text{C}$ باشد حرارت مخصوصه مایع را دریافت نمایید؟

فصل دهم

انتقال حرارت

انتقال حرارت:

هرگاه انجام یک میله فلزی حرارت داده شود انجام دیگر آن گرم میشود. وقتی که یک ظرف پر از مایع حرارت داده شود تمام آن مایع گرم میشود همچنان انتقال حرارت آفتاب به زمین از طریق فضا صورت میگیرد و یا بصورت عمومی دو جسم که درجه حرارت آنها متفاوت است در مجاورت یکدیگر قرار گیرند حرارت از جسم گرم به جسم سرد انتقال می نماید.

چنانچه قانون دوم ترمودینامیک بیان میدارد که حرارت همیشه از طرف ماده گرم به سمت یک ماده سردتر حرکت میکند. شدت حرکت حرارت با اختلاف درجه حرارت میان دو جسم نسبت مستقیم دارد. دو توپ فولادی چسپیده به هم که در یک محل کاملاً عایق قرار دارند در نظر بگیرید. یکی از آنها دارای وزن یک پوند و درجه حرارت 400 درجه فارنهایت بوده درحالیکه وزن دیگری 1000 پوند و درجه حرارت آن 300 درجه فارنهایت میباشد. وزن توپ بزرگتر خیلی بیشتر از توپ کوچک بوده ولیکن بدلیل اختلاف حرارت موجود ، حرارت از طرف توپ کوچک به سمت توپ بزرگتر حرکت خواهد کرد تا هنگامیکه حرارت هر دو توپ یکسان گردد.

و این انتقال حرارت به سه صورت ذیل انجام میگردد.

1- توسط هدایت (conduction)

2- توسط کنوکشن (convection)

3- توسط تشعشع (Radiation)

1- انتقال حرارت به روش هدایت (رسانش) یا (conduction):

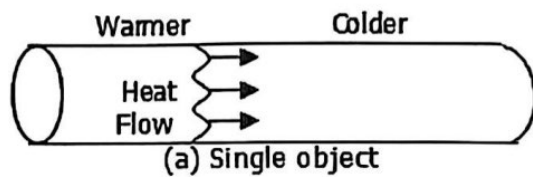
زمانیکه انرژی مستقیماً از یک شیء به شیء دیگر عبور می کند به آن هدایت می گویند. جریان گرما از میان یک ماده مطابق شکل ذیل هدایت حرارت نامیده می شود. برای آنکه میان دو ماده انتقال حرارت صورت گیرد می بایستی در تماس با یکدیگر باشند.

این روش انتقال حرارت خیلی مؤثر بوده و همیشه احتیاج به محیط مادی دارد. اگر شخص انتهایی یک میله فلزی را بدست گیرد و انتهایی دیگر آنرا گرم نماید، حرارت از انتهایی گرم به سمت انتهایی سرد میله فلزی هدایت شده و آنرا حس خواهد نمود.

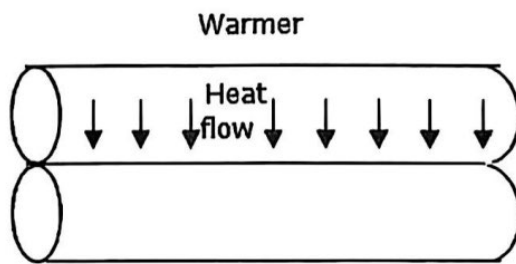
همان گونه که ذکر گردید جهت انتقال حرارت به این روش، احتیاج به محیط های مادی هادی حرارت می باشد. از اینرو توانایی مواد مختلف برای هدایت حرارت متفاوت می باشد. درکل موادی که درجریان الکتریسته هادی خوبی می باشند، هادیهای خوبی برای گرما خواهند بود (قانون wiedmann-frank) موادی که خیلی کم هادی گرما هستند

عایق نامیده می شوند.

مشاهدات روزانه نشان میدهد که در موسم زمستان از یک اتاق گرم یک مقدار حرارت بوسیله هدایت از طریق شیشه کلکین ها بطرف خارج اتاق منتقل میشود حرارتیکه به این طریق انتقال میابد مربوط به ساخت مقطع شیشه ضخامت آن اختلاف درجه حرارت بین سطح داخلی و خارجی آن، وقت عبور جریان از یک سطح به سطح دیگر، و ضریب هدایت حرارتی آن میباشد. جسمی



(a) Single object



(b) Two objects

شکل 3-1

مفروض است که سطح آن A ضخامت آن X درجه حرارت یک سطح آن t_2 و از سطح دیگر آن t_1 بوده طوریکه $t_2 > t_1$ باشد در صورتیکه t_1 و t_2 ثابت نگهداشته شوند، مقدار حرارت Q که از یک سطح به سطح دیگر عبور میکند توسط رابطه ذیل حاصل میگردد:

$$Q = \frac{KA(t_2 - t_1)t(\text{time})}{X}$$

و یا

$$Q = \frac{KA(t_2 - t_1)t(\text{time})}{L}$$

دراین رابطه A بر حسب سانتی متر مربع و X به سانتی متر، t_1 و t_2 به درجه سانتی گرید و t به ثانیه اندازه میشود. $\left(\frac{t_2 - t_1}{X}\right)$ را نشیب درجه حرارت (Temperature Gradient) می نامند یعنی تغییر درجه حرارت در ضخامت یک سانتی متر. K عبارت از ضریب هدایت حرارتی بوده و چنین محاسبه میشود:

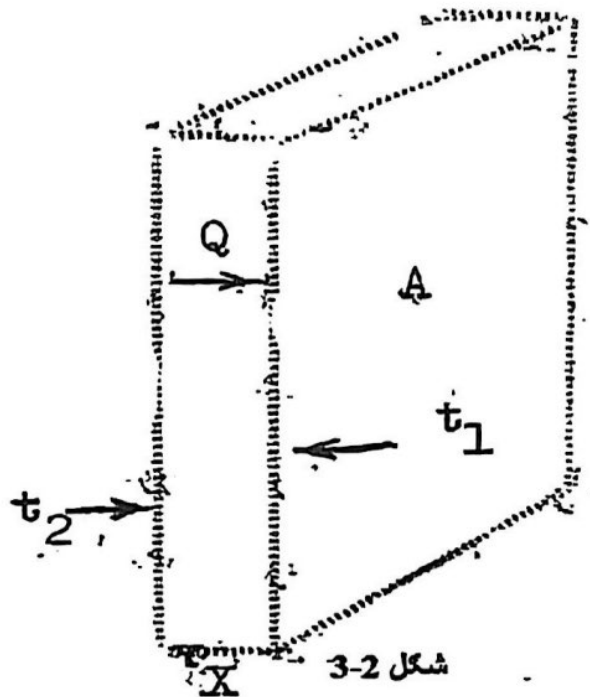
$$K = \frac{Q \cdot X}{A(t_2 - t_1)t}$$

واحد ضریب هدایت حرارتی در سیستم C. G. S عبارت از $(\frac{cal}{cm \cdot ^\circ C \cdot sec})$ و در سیستم M. K. S عبارت از

$(\frac{Kcal}{m \cdot ^\circ C \cdot sec})$ و یا $(\frac{joule}{m \cdot ^\circ C \cdot sec})$ جسامیکه ضریب

هدایت حرارتی شان بلند تر است هادی بسیار خوب حرارت و اجسامیکه ضریب هدایت حرارتی آنها کم باشد هادی های ضعیف حرارت گفته میشوند. فلزات هادی بسیار خوب حرارت بوده ، غیر فلزات و مایعات بدرجه دوم و گازات به استثنای هیدروجن ضعیف ترین هادی حرارت میباشد. ضریب هدایت هایدروجن بزرگتر از بعضی اجسام غیر فلز است.

مثال : در یک صنف مساحت هر شیشه کلکین های آن 450 cm^2 و ضخامت آن 5 mm است اگر درجه حرارت خارج صنف 15°C و از



شکل 2-3

داخل صنف 25°C باشد مقدار حرارت را که در (10) دقیقه از یک شیشه خارج میشود دریافت نمایید؟
حل:

$$K = 0.0024 \frac{cal}{cm \cdot ^\circ C \cdot sec}$$

$$K = \frac{KA(t_2 - t_1)t}{X}$$

$$K = \frac{0.0024 \cdot 450 (25 - 15) 600}{0.5} = 12960 \text{ cal}$$

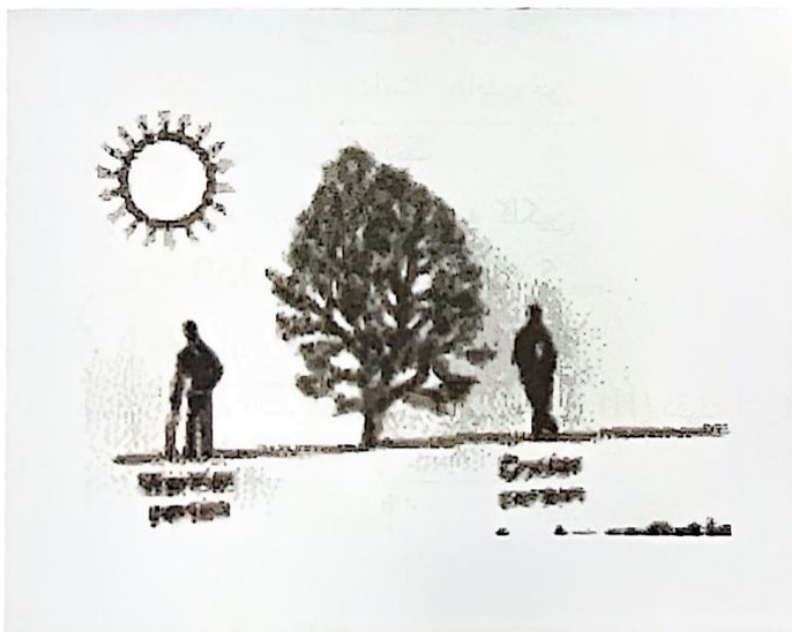
2- انتقال گرما به روش جابجایی (انتقال) یا (convection):

حرکت گرما از مکانی به مکانی دیگر توسط مایع یا گاز انتقال حرارت به روش جابه جایی یا انتقال است. مثلاً: هرگاه در یک اتاق یک منبع حرارتی را روشن کنیم محلی که انجا منبع گذاشته شده گرم خواهد شد و بلاخره بعد از طی مدت زمانی تمام اتاق گرم خواهد شد علت ان انتقال حرارت است که مایکولهای گرم از نزدیک منبع جای خود را با مایکول های سرد عوض میکنند و در نتیجه مایکول های سرد نیز گرم میشوند و به همین ترتیب تمام مایکول های هوا در اتاق گرم شده و هوای اتاق گرم میشود.

3- انتقال حرارت به روش تشعشعی (تابشی) یا (radiation):

در روش تشعشعی انتقال حرارت بوسیله امواج شبیه امواج نوری یا رادیویی صورت می گیرد. نور و حرارت خورشید نمی تواند از طریق انتقال و یا هدایت به ما برسد چون بیرون جو زمین کاملاً خلاء است و این انتقال انرژی نمی تواند از طریق ماده صورت بگیرد. اشعه های خورشید به خط راست حرکت می کنند (به آن ها " اشعه های حرارتی " نیز می گوئیم) حرارت را منتقل می کنند. به این نوع از انتقال انرژی حرارتی، تابش می گوئیم.

وقتی نور خورشید به زمین برخورد می کند بخشی از آن جذب و بخشی بازتابیده می شود. سطوح تیره،



شکل 3-3

بخش بیشتری از نور را جذب و سطوح روشن، بخش بیشتری را باز می تاباند. بنابراین اگر در تابستان لباس های روشن یا سفید بپوشید، سرد تر خواهید شد. حرارت هوا در معرض خورشید تقریباً معادل حرارت هوایی است که در سایه قرار دارد. با این وجود اگر شخص در معرض تشعشعات خورشید قرار داشته باشد بیشتر احساس گرما خواهد کرد، تا هنگامیکه در سایه قرار داشته باشد. این فقط بدلیل برخورد مستقیم

تشعشعات خورشیدی است که شخص احساس گرمای بیشتری می کند.

آیا می دانید چرا بدن انسان حرارت دارد؟

برای تنظیم اعمال معین بدن انسان، انرژی مورد نیاز است. این انرژی با سوخت و ساز داخلی بدن به وجود می آید و سوخت مورد نیاز از همان تغذیه روزانه به دست می آید و باید گفت از سوخت و ساز داخلی بدن حرارت تولید نمی شود، بلکه منظور از حرارت یک انرژی معین و منظم و کافی می باشد. به بیان دیگر برخی مواد سوختنی بدن است که این حرارت را تامین و تنظیم می کند.

حرارت مناسب برای بدن انسان:

برای سلامتی وجود انسان 37 درجه سانتیگراد یا 98.6 درجه فارنهایت حرارت نیاز است که در بدن هر شخص سالم این حرارت دائماً حکم فرما است.

کار تنظیم و یکسان نگه داشتن این حرارت از جانب قسمتی در مغز می باشد که به نام مرکز حرارتی شناخته شده است انجام می گیرد. در حقیقت این قسمت از سه مرکز جداگانه تشکیل شده است که عبارتند از:

- 1- قسمت کنترل مرکزی که مرتباً حرارت خون بدن را تنظیم و یکسان نگه می دارد.
- 2- این مرکز مهم زمانی که حرارت خون بدن پایین بیاید آن را بالا می برد.
- 3- این مرکز برعکس مرکز فوق عمل دوم را انجام می دهد یعنی زمانی که حرارت خون از حد معمول بالاتر رود آن را پایین آورده و در حد معمول نگه می دارد.

چرا درجه حرارت بدن انسان 37 درجه سانتی گرید است؟

تمامی موجودات زنده حتی درختان نیز برای تنظیم حرارت بدنشان در شرایط متفاوت جوی، از راههای متفاوتی استفاده می کنند. استفاده از نور آفتاب برای گرم شدن و سایه و آب برای سرد شدن از جمله این روش ها است. درجه حرارت وجود هر موجود متفاوت است.

مثلاً: حرارت بدن مارها می تواند بین $+20$ درجه و -20 درجه سانتی گراد متغیر باشد بدون آنکه تهدیدی جدی برای بدنشان به حساب بیاید.

سیستم تنظیم درجه حرارت این موجودات به انرژی، غذا و اکسیژن کمی نیاز دارد ولی به همان اندازه نیز میزان حرکت این موجودات در شرایط نامناسب جوی کند و کم است.

در عوض پستانداران و پرندگان دستگاه تنظیم درجه داخلی دارند که به آنان کمک می کند در تمامی شرایط حرارت بدنشان را ثابت نگه دارند.

بالا رفتن بیش از حد درجه حرارت و پایین آمدن زیاد آن نیز می تواند جان این موجودات را به خطر بیندازد. این دستگاه تنظیم کننده نیاز به انرژی زیادی دارد و در عوض به موجود کمک می کند در اکثر شرایط جوی فعال باقی بماند.

بعضی از پستانداران نیز در شرایط سردجوی به خواب می روند زیرا قادر به تغییر درجه حرارت بدن خود جز در حد چند درجه نیستند.

دستگاه تنظیم درجه حرارت بدن انسان این قابلیت ها را ندارد و گذشتن از یک حد خاص برای او خطرناک است. حرارت بدن انسان از طریق متابولیزم مواد غذایی و فعالیت ماهیچه ها و ارگانهای سوزاننده اکسیژن تامین می شود. وظیفه تنظیم حرارت برعهده مغز و به طور دقیق تر برعهده هیپوتالاموس است. در شرایطی که به دلیل فعالیت زیاد درجه حرارت بدن بالا برود، هیپوتالاموس دستور افزایش تنفس را می دهد و در صورت کاهش حرارت بدن شروع به لرزیدن می کند و سوخت و ساز سلولی افزایش می یابد تا بدن گرم شود. درجه حرارت مرجع هیپوتالاموس 37 درجه سانتی گراد است که به آن سازش بیوشیمیایی می گویند.

در این درجه حرارت عکس‌العملیهای بیوشیمیایی بدن با سرعت لازم تولید می‌شوند تا شرایط حیاتی برای سلول‌های بدن را تهیه کنند. تمامی پستانداران درجه حرارت بدنی مشابه انسان را ندارند مثلاً حرارت بدن گربه‌ها و سگ‌ها بین 38.5 و 39 درجه سانتی‌گراد است. درجه حرارت بدن پرندگان بین 40 تا 41 و 42 و حتی 44 درجه است زیرا آنها برای پر زدن تلاش زیادی می‌کنند. به هر حال اگر دمای بدن یک انسان با 32 درجه سانتی‌گراد تغییر مواجه شود، مرگ او حتمی است.

تغییرات درجه حرارت بدن انسان:

درجه حرارت داخل بدن به طور تقریبی بین 36.4 تا 37.2 درجه سانتی‌گراد می‌باشد. حد متوسط درجه حرارت قسمت‌های مختلف پوست عبارت از زیر بغل 37، پیشانی و گونه هر کدام 34، شکم 32 انگشتان 25 درجه سانتی‌گرید است.

هایپوترمی (Hypothermia):

درجه حرارت نورمال بدن 98.6 درجه فارنهایت (37 درجه سانتی‌گراد) می‌باشد که برای فعالیت بدن ضروری است. وقتی درجه حرارت بدن به 95 درجه فارنهایت (35 درجه سانتی‌گراد) و یا کمتر برسد، ارگانه‌های حیاتی مانند قلب، مغز، شش‌ها و کلیه‌ها تحت تأثیر قرار گرفته و سبب ایجاد هایپوترمی میشود. حداقل درجه حرارت مورد نیاز برای انجام فعالیتها 70 درجه فارنهایت (21 درجه سانتی‌گراد) توصیه می‌شود.

تبادل حرارتی بدن انسان با محیط و شرایط مطبوع:

مقدار تولید و اتلاف حرارت از بدن معمولاً به فعالیت، سن، اندازه و جنسیت شخص بستگی دارد. بدن انسان یک سیستم فعال منظمی است که همواره سعی دارد تا با تبادل حرارت با محیط اطراف خود درجه حرارت خود را در 37°C یا 98.6°F بدون توجه به شرایط محیطی نگه دارد.

یک شخص سالم زمانی احساس راحتی خواهد کرد که بدن وی بتواند براحتی با محیط اطراف تبادل حرارتی کند. مواردی که روی تبادل حرارتی شخص و به عبارتی آسایش، تأثیر می‌گذارند، عبارتند از:

- 1- حرارت خشک هوای محیط
 - 2- رطوبت هوای محیط
 - 3- سرعت نسبی هوای اطراف
 - 4- حرارت سطوحی که بدن شخصی به طور مستقیم در معرض آن قرار دارد، که این مسئله تبادل حرارت از نوع تشعشع را در پی دارد.
- واضح است که متغیرهای شخصی مانند فعالیت و پوشش لباس نیز به عوامل فوق می‌تواند اضافه شود. میزان حرارت تولید شده در بدن شخص که بواسطه متابولیسم طبیعی وی صورت می‌گیرد، بطور مستقیم

به نوع فعالیت شخص بستگی دارد. واحد بیان نرخ متابولیک در واحد سطح بدن "met" می باشد. که به عنوان نرخ متابولیکی شخص کاملاً نشسته بیان می شود.

$$1\text{met} = 18.4 \frac{\text{Btu}}{\text{hr. ft}^2} = 58.2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

روش های تبادل حرارتی بدن با محیط اطراف:

تبادل حرارت بین بدن و محیط خارج می تواند به طور کلی به چهار روش انجام شود:

1- جابجائی
2- تبخیر (تعریق)

3- تابش
4- هدایت

به عنوان مثال در دما و رطوبت نسبی با جریان هوای ثابت، فیصدی تبادل حرارتی بدن با محیط خارج برای هر یک از روشهای فوق عبارتند از:

1: جابجائی % 30 اختلاف حرارت سطح بدن و حرارت محیط.

2: تبخیر % 25 تعرق و نفس کشیدن. بدن هنگام تعرق و تنفس انرژی را بیشتر به صورت گرمای نهان با محیط مبادله می نماید. باید توجه داشت که تبخیر تنها محدود به آب خارج شده از بدن بواسطه تعرق نیست بلکه در حالت عادی نیز آب از طریق نفوذ از پوست عبور می کند و از روی سطح آن تبخیر می گردد.

3: تابش % 45 انتشار یا جذب امواج الکترومقناطیس بین بدن و اشیاء.

4: هدایت (ناچیز) تماس مستقیم بدن با اشیاء.

واضح است که با افزایش درجه حرارت و کاهش رطوبت نسبی محیط، مقدار انتقال حرارت به روشهای جابجائی و تابش، کاهش و به روش تبخیر افزوده می شود و بالعکس، در درجات حرارت های بسیار پائین چنانچه کاهش تعرق مؤثر نباشد بدن سعی می کند با حرکات مکانیکی (لرزیدن) خود را گرم نماید.

تعادل حرارتی:

هنگامی که میزان تولید حرارت با میزان دفع آن دقیقاً برابر باشد گفته می شود که شخص در حال تعادل حرارتی قرار دارد. رابطه ای که برای تعادل حرارتی در نظر گرفته می شود به صورت زیر می باشد:

$$M \pm C \pm R - E = S$$

M: مقدار حرارت ناشی از متابولیزم بدن

C: درجه حرارت جابجایی

R: درجه حرارت تشعشی

E: مقدار حرارت خارج شده از طریق تبخیر سطحی

S: مقدار حرارتی که در بافت های بدن ذخیره شده و یا از بافت های بدن دفع می شود و در نتیجه آن درجه حرارت بدن افزایش یا کاهش می یابد. هنگامی که بدن در حال تعادل حرارتی است S صفر می باشد. حداقل مقدار حرارتی که بدن برای سوخت و ساز خود لازم دارد ، متابولیسم پایه و بازل نامیده می شود که حدود 60 تا 70 کیلو کالوری بر ساعت است.

مقدار حرارت جابجایی (C) بستگی به سطح بدن و سرعت جریان هوا دارد. هنگامی که بدن حرارت می گیرد ، C مثبت و هنگامی که حرارت خود را دفع می کند ، C منفی است. چنانچه سطحی بتواند تمام انرژی حرارتی که به آن تاییده شده است را جذب نماید جسم سیاه نامیده می شود. اگر درجه حرارت سطوح اطراف از درجه حرارت بدن بیشتر باشد انرژی حرارتی منتشر شده از اجسام اطراف به صورت امواج سرخ (IR) به بدن می رسد و توسط آن جذب می گردد که در نتیجه درجه حرارت بدن افزوده گشته و R مثبت است. تبخیر یک لیتر عرق از روی پوست باعث خارج شدن حدود 600 کیلو کالوری حرارت از بدن می شود.

خطرات حرارت یا گرما:

گرچه ممکن است آفتاب تابستانی برای برخی لذتبخش باشد اما درجه حرارت بالا می تواند خطری عمده برای سلامتی باشد.

تاثیر طیف درجه حرارت محیط بر بدن:

20 درجه سانتی گراد:

محیط راحت و سرعت طبیعی ضربان قلب.

25 درجه سانتی گراد:

تعریق ملایم.

30 درجه سانتی گراد:

ناراحتی، خون سطح پوست را سرد می کند. تمرکز تحت تاثیر قرار می گیرد و تعریق متوسط.

40 درجه سانتی گراد:

فرسودگی ناشی از گرما رخ می دهد: تعریق شدید. تندشدن ضربان قلب، خستگی.

45 درجه سانتی گراد:

گرمزدگی رخ می دهد: توقف تعریق، پوست داغ و خشک، افزایش درجه حرارت مرکزی بدن، خطر آسیب اندامها و مرگ.

اطرات گرمای شدید:**- کم آبی بدن:**

یکی از بزرگترین خطرات موج گرما افزایش خطر بروز کم آبی در بدن است. خروج آب از بدن به همراه الاح مهم موجود در خون مانند پتاشیم و سودیم که نقش مهمی در کارکرد اعضای مانند کلیه، مغز و ب دارند صورت می گیرد. این وضع می تواند به اغتشاش شعور، خواب آلودگی و مشکلاتی در تنفس و مریان قلب بینجامد.

- گرمزدگی:

در شرایط طبیعی عرقی که از بدن ترشح می شود با تبخیر شدن از سطح بدن آن را سرد نگه می دارد. اما در روزهای بسیار گرم یا هنگامی که فعالیت جسمی شدیدی انجام می دهیم این سیستم کارهایش را از دست می دهد و درجه حرارت بدن تا حد خطرناکی شروع به بالا رفتن می کند. این وضع به فرسودگی ناشی از گرما و یا گرمزدگی منجر خواهد شد. فرد دچار سردرد، سرگیجه و گرفتگی عضلاتی می شود که می تواند حیات فرد را به خطر اندازد. گرمزدگی به خصوص از این لحاظ خطرناک است که بدون وجود علائم هشدار دهنده بسیار سریع رخ دهد.

3- آفتاب سوختگی:

آفتاب سوختگی نه تنها دردناک است بلکه روند پیری پوست را تشدید می کند، خطر سرطان پوست از جمله نوع خطرناک آن، ملانوم، را افزایش دهد.

قوانین جذب تشعشع:

تجارب مختلف نشان می دهد که در یک وقت معین مقدار انرژی تشعشعی منتشر شده از یک جسم مربوط به جنسیت و درجه حرارت آن است. بناً مقدار انرژی تشعشعی منتشره را در یک ثانیه از واحد سطح بنام قدرت انتشار (Emissive power) می نامند.

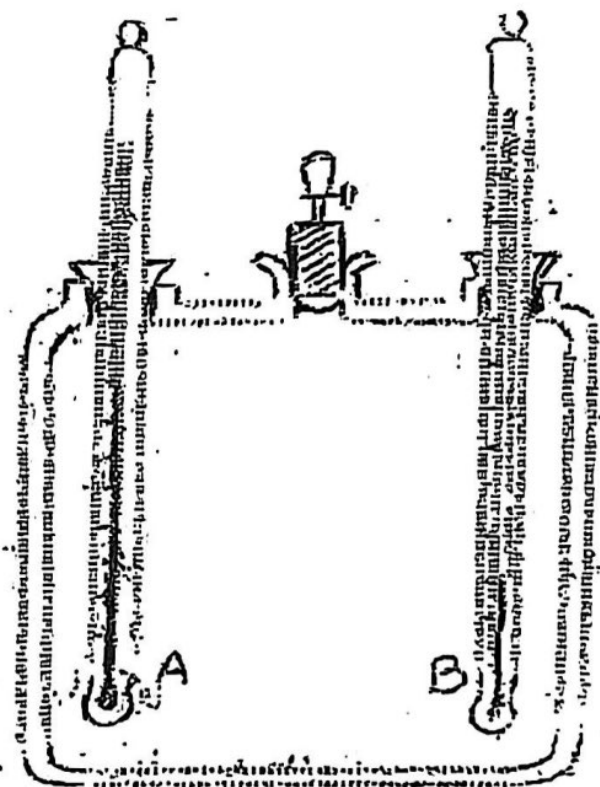
وقتی که تشعشع به جسم میرسد مقداری از آن جذب و بدان منتقل میشود و مقدار باقی مانده منعکس میگردد. نسبت انرژی جذب شده بر مجموع انرژی وارده بنام قابلیت جذب (Absorbitivity) یاد میشود. اگر E_1 مجموع انرژی وارده و E_2 انرژی جذب شده و ϵ قابلیت جذب باشد.

در اینصورت :

$$\varepsilon = \frac{E_2}{E_1}$$

1- جسم سیاه و تشعشع :

تجربه نشان میدهد که اجسام سیاه تشعشع را بهتر جذب و بسیار کم منعکس میسازند. اجسام صیقلی و سفید قسمت بیشتر تشعشع را منعکس میسازند، بطور مثال اگر دو عدد ترمومتر A و B در بین یک



شکل 3-4 ..

فلاسک (flask) که هوای آن تخلیه شده باشد (تا عمل کنوکشن صورت نگیرد) قرار شکل 3-4 مد نظر گرفته شود پس از آن هر دو ترمومتر به مقابل اشعه آفتاب گذاشته شود چون در بین فلاسک گاز موجود نیست مخزن ترمومتر توسط تشعشع حرارت اخذ میکند ، هرگاه ترمومترها دارای ابعاد مساوی و از عین ماده ساخته شده باشند هر دو به یک اندازه حرارت اخذ میکنند اگر ترمومتر A سیاه رنگ شود و هم ترمومتر B توسط نقره ملمع گردد در این صورت ترمومتر A نسبت به B تشعشع بیشتر را جذب کرده در نتیجه درجه حرارت A نسبت به B سرعت بلند میرود ترمومتر

سیاه شده تقریباً 97 فیصد تشعشع وارده را جذب میکند در حالیکه ترمومتر B تقریباً 10 فیصد تشعشع را جذب مینماید.

در مرحله دوم هرگاه هر دو ترمومتر از بین فلاسک کشیده شوند و در بین یخچال (Refrigerator) گذاشته شوند درجه حرارت ترمومتر A که سیاه است نسبت به ترمومتر B به سرعت سقوط میکند، بنابر آن اجسامیکه تشعشع را خوب جذب میکنند انتشار دهنده خوبی نیز میباشند و همیشه مقدار جذب تشعشع مساوی به مقدار انتشار است.

هرگاه مقدار انرژی تشعشعی وارده در واحد زمان در فی واحد سطح بالای هر دو ترمومتر باشد، O_1E و O_2E مقدار انرژی تشعشعی جذب شده در واحد سطح r_1E و r_2E مقدار انرژی تشعشعی منعکسه S_1 و S_2 تشعشع منتشره در فی واحد سطح باشند.

در اینصورت $r_1E + O_1E = E$ و هم $r_2E + O_2E = E$ است و یا $r_1 + O_1 = 1$ ، $r_2 + O_2 = 1$ می باشد.

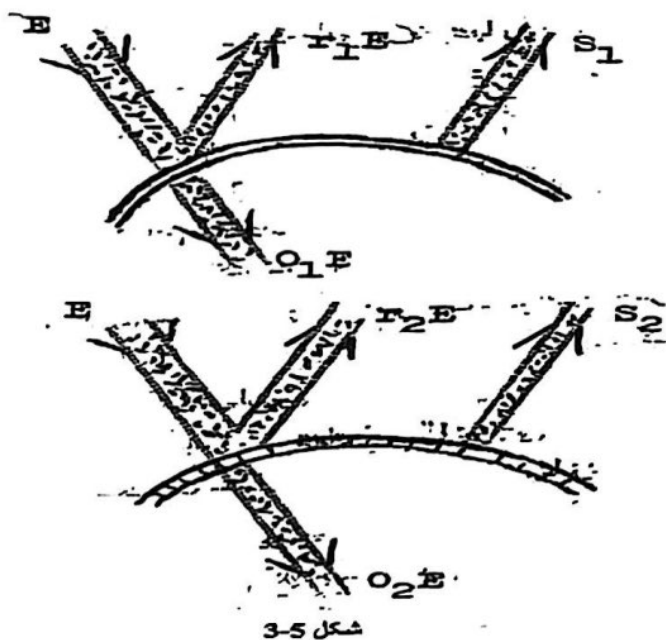
از طرف دیگر:

$$O_1E = S_1 \quad , \quad O_2E = S_2$$

$$\frac{O_1}{S_2} = \frac{S_1}{S_2} \quad \text{یا} \quad \frac{O_1}{S_1} = \frac{O_2}{S_2}$$

بنابراین نسبت مقدار تشعشع جذب شده به نسبت مقدار تشعشع منتشره هر یک از دو سطحی که جنسیت شان یکی و درجه حرارت آنها ثابت باشد با هم مساوی است، چون قابلیت جذب در مواد مختلف تغییر میکند بنابراین اجسامیکه دارای رنگ سیاه باشند جذب آنها نزدیک به واحد است یعنی تقریباً تمام انرژی تشعشعی را جذب کرده هیچ انعکاس صورت نمی گیرد، بدین جهت اجسامیکه تمام انرژی تشعشعی را جذب کنند بنام جسم سیاه (Black body) یاد میشود.

قانون ستیفن - بولتزمن:



اولین بار پیمایش انتقال حرارت به وسیله تشعشع در بین یک جسم و محوطه آن توسط تنـدال (Tyndall) تجربتاً صورت گرفته به اساس این تجربه ستیفن (Stefen) چنین نتیجه گرفته که مقدار که مقدار حرارت تشعشعی یک جسم سیاه متناسب بدرجه چهارم درجه حرارت مطلقه آن است، بالاخره در اثر این تجارت بولتزمن (Boltzmann) نیز آنرا تأیید کرد و بنام

قانون ستیفن - بولتزمن یاد میشود رابطه مذکور چنین بیان میگردد:

$$R_b = \sigma T^4$$

R_b عبارت از قدرت انتشار انرژی تشعشی است از فی واحد سطح، T درجه حرارت مطلقه است و (σ) عبارت از ثابت Stefan - Boltzmann می باشد که قیمت آن مساوی است به:

$$\sigma = 5.67 \cdot 10^{-5} \text{ erg/cm}^2 \cdot T^4 \cdot \text{sec}$$

و یا

$$\sigma = 5.6704 \cdot 10^{-8} \text{ watt/m}^2 \cdot K^4$$

قانون نیوتن درباره سرد شدن :

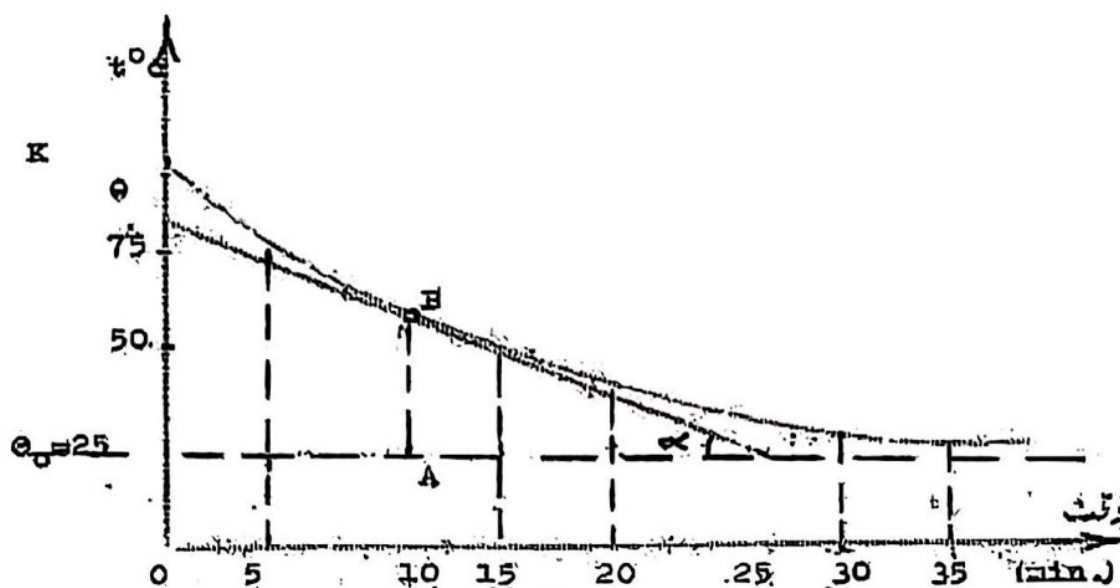
هرگاه درجه حرارت جسمی از درجه حرارت محیط ماحول خود بالاتر باشد بتدریج سرد میشود تا بدرجه حرارت تعادل برسد، قانون های متعددی درباره سرد شدن اجسام پیشنهاد شده است یکی از مفید ترین آنها بالخصوص برای اندازه گیری های کالوری متری قانون نیوتن است، قانون نیوتن درباره سرد شدن تحت شرایطی صورت میگیرد که جسم گرمتر از محیط مجاور خود باشد. قانون مذکور درباره کالوری متری بدین عبارت بیان شده میتواند:

(سرعت سرد شدن یعنی مقدار انرژی حرارتی پس داده شده در واحد زمان بداخل کالوری متر متناسب به اختلاف درجه حرارت بین کالوری متر و محیط ماحول آن است.)

یعنی :

$$\frac{dQ}{dt} \approx K(\theta - \theta_0)$$

$$\frac{dQ}{dt} = K(\theta - \theta_0)$$



شکل 3-6

dQ مقدار حرارتی است که در زمان dt از کالوری متر خارج میشود، θ درجه حرارت موجوده کالوری متر θ_0 درجه حرارت ثابت اتاق است. K ضریب ثابتی است که مربوط به شکل و جنس و شرایط سطح خارجی کالوری متر دارد و آنرا ضریب تشعشع کالوری متر می نامند. اگر mc ظرفیت حرارتی کالوری متر متعلقات آن باشد مقدار حرارت یعنی $dQ = mcd\theta$ است.

گر قیمت dQ را در رابطه (18) وضع کنیم اندازه حرارت ضایع شده عبارت است از:

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{K}{mc}(\theta - \theta_0)$$

$$\frac{mcd\theta}{dt} = (\theta - \theta_0)$$

هرگاه گراف تنقیص درجه حرارت نظر به گذشت زمان در هر دقیقه ترسیم شود و در نقطه منتصفه درجه حرارت مانند (شکل 3-6) مماس رسم گردد قیمت ثابت K از رابطه ذیل دریافت شده میتواند:

$$K = \frac{\tan \alpha}{\theta - \theta_0}$$

مسائل

1- انتقال حرارت به چند طریقه صورت میگیرد؟

الف) 4 ب) 3 ج) 1 د) 5

2- انتقال حرارت به طریقه هدایت چطور صورت میگیرد:

الف) از یک مالیکول به مالیکول دیگر ب) توسط امواج الکترومقناطیس

ج) همزمان مالیکولها از یک جا به جای دیگر د) توسط امواج کروی

3- $\text{cal}/^{\circ}\text{C} \cdot \text{sec} \cdot \text{cm}$ عبارت است از واحد :

الف) حرارت مخصوصه ب) مقدار حرارت

ج) ضریب هدایت حرارتی د) ضریب انتشار تشعشع

4- لباس در موسم زمستان:

الف) به بدن حرارت میدهد ب) از انتقال حرارت جلوگیری میکند

ج) سردی را دور میسازد د) عرق بدن را تقلیل میدهد

5- طول یک میله برنجی 6 سانتی متر و قطر آن یک سانتی متر است اگر درجه حرارت یک انجام آن

(-40) درجه سانتی گرید و انجام دیگر آن ($+40$) درجه سانتی گرید باشد مقدار حرارت را که در ظرف 5

دقیقه از بین میله عبور میکند دریافت نمایید.

6- یک لوحه فلزی به مساحت 100 سانتی متر مربع و ضخامت 20 میلی متر مفروض است اگر ضریب

هدایت حرارتی آن لوحه $2 \cdot 10^{-4} \text{ cal/gr } ^{\circ}\text{C}$ و اختلاف درجه حرارت بین هر دو سطح آن لوحه 100

درجه سانتی گرید باشد مقدار حرارتی را که در یک شبانه روز از آن لوحه عبور میکند دریافت نمایید؟

فصل یازدهم

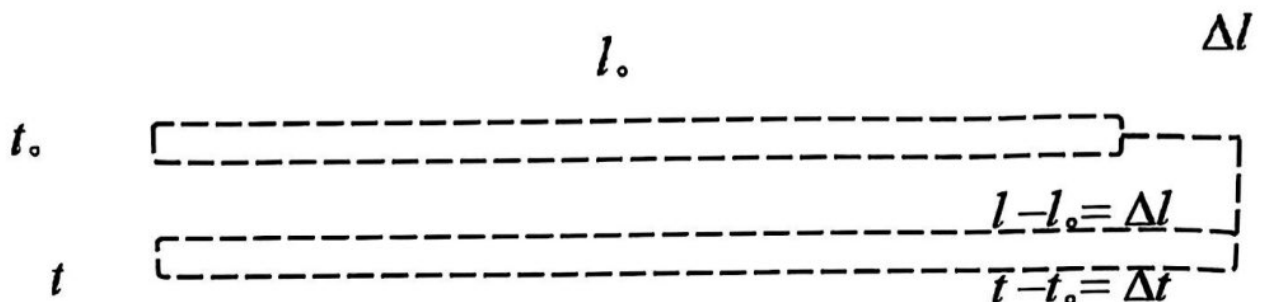
انبساط اجسام (جامدات ، مایعات و گازات)

انبساط جامدات:

تجارب عادی نشان میدهد که اجسام در اثر حرارت منبسط گردیده ابعاد آنها بزرگ میشوند. بنأ حجم اجسام در اثر حرارت زیاد میشود. و اگر درجه حرارت اجسام کم گردد حادثه انقباض صورت میگیرد یعنی ابعاد اجسام کم گردیده بنأ حجم آنها تنقیض می یابد. حادثه انبساط و انقباض توسط نظریه مولیکولی توضیح و تشریح شد میتواند چنانچه قبلاً ذکر شد که در اثر ازدیاد درجه حرارت اهتزاز مالیکولهای جسم سریع تر شده و به مالیکول های مجاور فشار وارد میکنند که در حقیقت هر مالیکول فضای بیشتری را برای حرکت خود اشغال میکند و در نتیجه حجم مجموعی اشغال شده توسط مالیکول های آن جسم تزايد میکند و در حالت سرد ساختن جسم مذکور عکس این عملیه صورت میگیرد. بصورت عمومی انبساط در اجسام جامد به سه شکل صورت میگیرد:

1. انبساط خطی:

تجربه نشان میدهد که اگر یک میله فلزی حرارت داده شود طول اولی آن به اندازه زیاد میشود واضح است که این افزایش متناسب به طول اولی و به تغییر درجه حرارت میله میباشد بطور مثال اگر میله فلزی که دارای طول است حرارت داده شود یعنی درجه حرارت آن را از t_0 به t برسانیم در اثر تغییر درجه حرارت طول آن به میرسد یعنی در حقیقت طول آن به اندازه تزايد می گردد قرار شکل ذیل



شکل 4-1

l

تجربه نشان میدهد که تزايد طول متناسب (Δl) به حاصل ضرب طول اولی (l_0) و ازدیاد درجه حرارت (Δt) میباشد یعنی :

$$\Delta l \approx l_0 \Delta t$$

$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta t$$

و یا

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta t}$$

در رابطه فوق (α) را ضریب انبساط خطی مینامند اگر ($l_0 = 1\text{cm}$) و ($\Delta t = 1^\circ\text{C}$) باشد ($\alpha = \frac{1}{^\circ\text{C}}$) میشود لذا (α) عبارت از انبساط جسمی است که طول آن یک سانتی متر بوده و درجه حرارت آن به اندازه یک درجه بلند برود از اینجا ضریب انبساط خطی چنین تعریف شده میتواند.

ضریب انبساط خطی یک جسم جامد عبارت از افزایش در واحد طول جسمی است و تئیکه درجه حرارت آن یک درجه بلند رود.

طول (l) میله مساوی است به :

$$l - l_0 = \alpha l_0 (t - t_0)$$

$$l = l_0 + \alpha l_0 \Delta t$$

$$l = l_0 (1 + \alpha \Delta t)$$

ضریب (α) را به فی درجه حرارت سانتی گرید افاده میکنند مثلاً ضریب انبساط مس ($17 \cdot 10^{-6}$) فی درجه سانتی گرید است.

مثال: طول یک سیم آهنی به صفر درجه سانتی گرید 60 سانتی متر است اگر سیم مذکور تا 80 درجه سانتی گرید حرارت داده شود طول آن چند خواهد بود؟

در صورتیکه ($\alpha = 11 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$) باشد.

حل:

$$l = l_0 (1 + \alpha \Delta t)$$

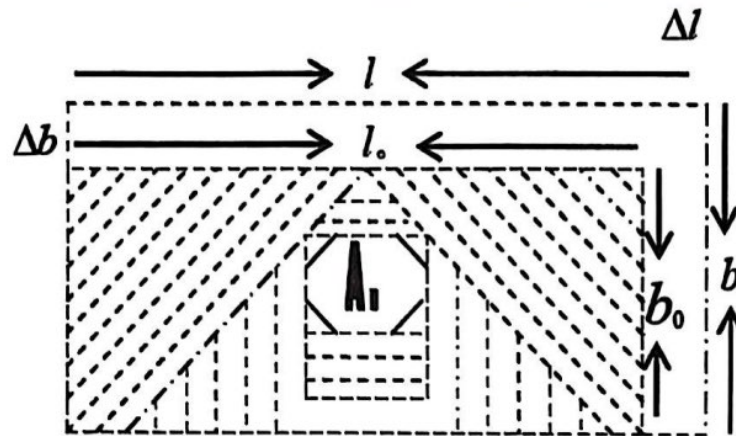
$$l = 60 [1 + (11 \cdot 10^{-6})(80 - 0)]$$

$$l = 60 (1 + 88 \cdot 10^{-5}) = 60 + 528 \cdot 10^{-4}$$

$$l = 60.0528\text{cm}$$

2- انبساط سطحی:

هرگاه یک لوحه فلزی مستطیل شکل حرارت داده شود لوحه در امتداد اضلاع منبسط گردیده و سطح آن بزرگ میشود. این افزایش سطح را انبساط سطحی مینامند لوحه فلزی و مستطیل که بدرجه حرارت و عرض آن است مفروض است وقتی این لوحه تا درجه حرارت داده شود طول و عرض آن به اندازه و زیاد میشود. شکل 4-2



شکل 4-2

از اینجا نظر به انبساط خطی روابط ذیل نوشته شده میتواند :

$$l = l_0(1 + \alpha\Delta t)$$

$$b = b_0(1 + \alpha\Delta t)$$

مساحت اولی لوحه مساویست به :

$$A_0 = l_0 b_0$$

مساحت لوحه مس بعداز حرارت دادن :

$$A = lb$$

اگر قیمت های (l) و b را در رابطه فوق وضع شود درینصورت :

$$A = l_0(1 + \alpha\Delta t)b_0(1 + \alpha\Delta t)$$

$$A = l_0 b_0(1 + \alpha\Delta t)^2$$

$$A = A_0[1 + 2\alpha\Delta t + (\alpha\Delta t)^2]$$

چون یک کمیت خیلی کوچک است لذا (α^2) فوق العاده کوچک بوده در نتیجه $(\alpha\Delta t^2)$ قابل صرف نظر است و رابطه فوق شکل ذیل را میگیرد:

$$A = A_0(1 + 2\beta\Delta t)$$

اگر $(2\alpha = \beta)$ وضع شود رابطه فوق شکل ذیل را میگیرد:

$$A = A_0(1 + \beta\Delta t)$$

ضریب انبساط سطحی بوده و عبارت از ازدیاد واحد سطح در اثر افزایش یک درجه حرارت است که تقریباً مساوی به دو چند ضریب انبساط خطی میباشد.

یعنی :

$$\beta = 2\alpha$$

3- انبساط حجمی :

یک مکعب فلزی مفروض است که طول هر خط الراس آن (l_0) و حجم اولیه آن (v_0) به درجه حرارت (t_0) باشد قرار شکل ذیل اگر مکعب مذکور تا t درجه حرارت داده شود به امتداد هر خط الراس به اندازه (Δl) زیاد میشود. اگر حجم آن بعد از انبساط (v) و طول هر ضلع آن (l) باشد.

در این صورت :

$$v = lt^3$$

چون $(l = l_0(1 + \alpha\Delta t))$ است

بنابر این :

$$V_0 = l_0 \cdot l_0 \cdot l_0 = l_0^3$$

$$V = l \cdot l \cdot l = l^3 = l_0^3(1 + \alpha\Delta t)^3$$

$$V = l_0^3[1 + 3\alpha\Delta t + 3(\alpha\Delta t)^2 + (\alpha\Delta t)^3]$$

چون $(\alpha\Delta t)^2$ و $(\alpha\Delta t)^3$ بسیار کوچک اند لذا

قابل صرف نظر اند:

$$V = V_0[1 + 3\alpha\Delta t + 3(\alpha\Delta t)^2 + (\alpha\Delta t)^3]$$

بنابراین:

$$V = v_0(1 + 3\alpha\Delta t)$$

اگر $(3\alpha = \gamma)$ وضع شود:

$$V = v_0(1 + \gamma\Delta t)$$

γ بنام ضریب انبساط حجمی یاد میشود

و عبارت از ازدیاد واحد حجم در اثر افزایش یک درجه حرارت است و تقریباً مساوی به سه چند ضریب

انبساط خطی میباشد یعنی :

$$\gamma = 3\alpha$$

تأثیر حرارت در کثافت اجسام :

قبلاً ذکر شد که حرارت در طول سطح و حجم اجسام تأثیر مینماید اینک برای مطالعه تأثیر حرارت در

باره کثافت اجسام جسمیکه کثافت آن (ρ_0) کتله آن m_0 و حجمش بدرجه حرارت (t_0) عبارت از (v_0)

است مد نظر گرفته میشود اگر جسم مذکور تا بدرجه t حرارت داده شود دیده میشود که کتله m آن تغییر

نکرده $(m = m_0)$ اما حجمش زیاد شده مساوی به V میشود نظر به تعریف:

کثافت بدرجه (t_0) :

$$\rho_0 = \frac{m}{v_0}$$

و کثافت بدرجه:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

بعد از تقسیم روابط فوق نتیجه میشود که:

$$\frac{\rho}{\rho_0} = \frac{v_0}{v}$$

ن $v = v_0(1 + \Delta t)$ است

میتوان نوشت :

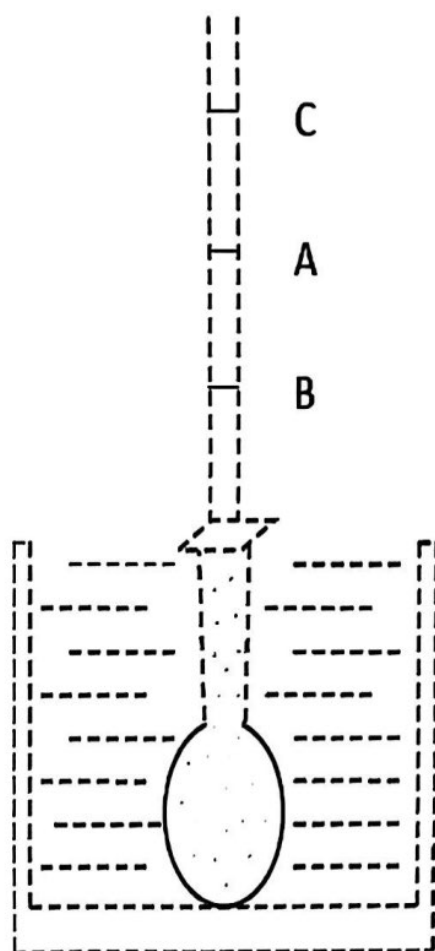
$$\frac{\rho}{\rho_0} = \frac{v_0}{v_0(1+\gamma\Delta t)} = \frac{1}{1+\gamma\Delta t}$$

رابطه فوق نتیجه میشود که کثافت اجسام در اثر حرارت کم میشود.
 ρ و ρ_0 معلوم باشد قیمت γ از رابطه ذیل حساب شده میتواند.

$$\begin{aligned}\rho_0 &= \rho(1 + \gamma\Delta t) \\ \frac{\rho_0}{\rho} &= 1 + \gamma\Delta t \Rightarrow \gamma\Delta t = \frac{\rho_0}{\rho} - 1 = \frac{\rho_0 - \rho}{\rho} \\ \gamma &= \frac{\rho_0 - \rho}{\rho\Delta t}\end{aligned}$$

بساط مایعات:

برگاه مایعی در یک ظرف شیشه ئی کروی مانند شکل ذیل انداخته شود سپس در بین ظرفیکه دارای ب جوش است قرار داده شود ، مشاهده میشود که مایع اولاء تا نقطه B نزول کرده بعد تا نقطه C صعود



شکل 4-4

یکند. از اینجا چنین نتیجه میشود که در ابتدا ظرف شیشه ی منبسط گردیده، مایع به نقطه B پائین آمد بعد پستون مایع داخل آن هم در اثر حرارت منبسط گردید تا نقطه C صعود نمود از اینجا سه حالت را میتوان تصور کرد اگر ضریب انبساط ظرف λ_1 بیش از ضریب انبساط مایع λ_2 داخل ظرف باشد مایع به نقطه B پائین از A خواهد رسید. به معنی $\lambda_1 > \lambda_2$ میباشد اگر ضریب انبساط مایع بیش از ضریب انبساط ظرف باشد درینصورت مایع در نقطه C بالای نقطه A قرار میگیرد یعنی $\lambda_1 < \lambda_2$ بنابر این در مایعات دو نوع انبساط موجود است : یکی انبساط حقیقی و دیگری انبساط ظاهری ، انبساط حقیقی یک مایع مساوی با حاصل جمع انبساط است که مایع در اثر حرارت بداخل ظرف است. انبساط ظاهری عبارت از انبساط است که مایع در اثر حرارت بداخل ظرف مینماید.

ضریب انبساط حقیقی مایعات :

مانند جامدات ازدیاد زاحد حجم مایع که در اثر ترائید یک درجه حرارت صورت میگیرد بنام ضریب انبساط مایع یاد

میشود وقتی که درجه حرارت مایع از درجه t_0 بدرجه t بلند میرود ازدیاد حجم مایع متناسب به حجم اولی و یا ازدیاد درجه حرارت مایع است.

اگر v_0 حجم اولی بدرجه t_0 و v حجم آن به درجه t باشد در این صورت:

$$v - v_0 = \Delta v$$

$$t - t_0 = \Delta t$$

$$v - v_0 \approx v_0 \Delta t$$

$$v - v_0 = \lambda_3 v_0 \Delta t$$

$$\lambda_r = \frac{v - v_0}{v_0 \Delta t}$$

λ را ضریب انبساط حقیقی مایع مینامند.

حجم v بدرجه حرارت Δt عبارت است از:

$$V = V_0 + \lambda V_0 \Delta t$$

$$V = V_0 (1 + \lambda \Delta t)$$

قبلاً ذکر شد که انبساط حقیقی مایع برابر به مجموع انبساط ظاهری و انبساط حجمی ظرف است پس اگر λ_r ضریب انبساط حقیقی و λ_a ضریب انبساط ظاهری مایع و c' ضریب انبساط حجمی ماده ای که ظرف از آن ساخته شده باشد درینصورت:

$$\lambda_r = \lambda_a + c'$$

$$\lambda_a = \lambda_r - c'$$

مثال: یک ظرف شیشه ئی کاملاً از تیل الکول پر بوده و حجم ظرف $(1400m^3)$ است، اگر درجه حرارت آن از $15^\circ C$ به $25^\circ C$ بلند برده میشود یک مقدار الکول از ظرف میریزد حجم این الکول چند است؟

(ضریب انبساط حجمی الکول $0.00112/^\circ C$ و ضریب انبساط حجمی شیشه مساوی است به $0.000027/^\circ C$)

حل: اگر حجم ظرف شیشه ئی v_1 و حجم الکول v_2 باشد درینصورت:

$$v_0 = v_0 (1 + \lambda \Delta t)$$

$$t - t_0 = \Delta t = 25 - 15 = 10^\circ C$$

$$v_2 = 40(1 + 0.00112 \cdot 10) = 40 + 0.4480 cm^3$$

$$v_1 = 40(1 + 0.000027 \cdot 10)$$

$$v_1 = 40 + 0.0108 cm^3$$

در اثر حرارت حجم الکول به اندازه $0.4480 cm^3$ زیاد میشود اما حجم ظرف نیز به اندازه $0.0108 cm^3$ بزرگ شده است پس حجم الکلی که از ظرف میریزد عبارت است از:

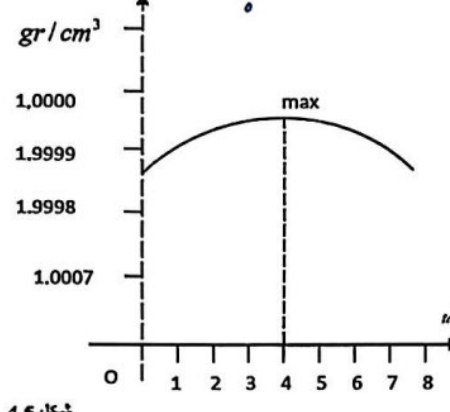
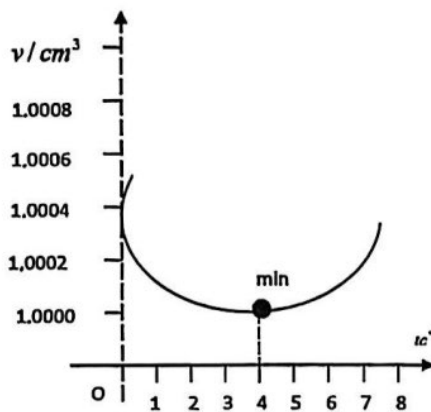
$$v_2 - v_1 = \Delta v$$

$$40.4480 - 40.0108 = 0.4372 cm^3$$

$$v = 0.4372 cm^3$$

آب و انبساط غیر طبیعی آن:

به مشاهده میرسد، آبی که درجه حرارت آن 4°C باشد دائماً با تغییر درجه حرارت انبساط مینماید یعنی اگر آب از 4°C تا 100°C حرارت داده شود حجم آن تزايد میکند و کثافت آن کم میشود همچنین اگر آب

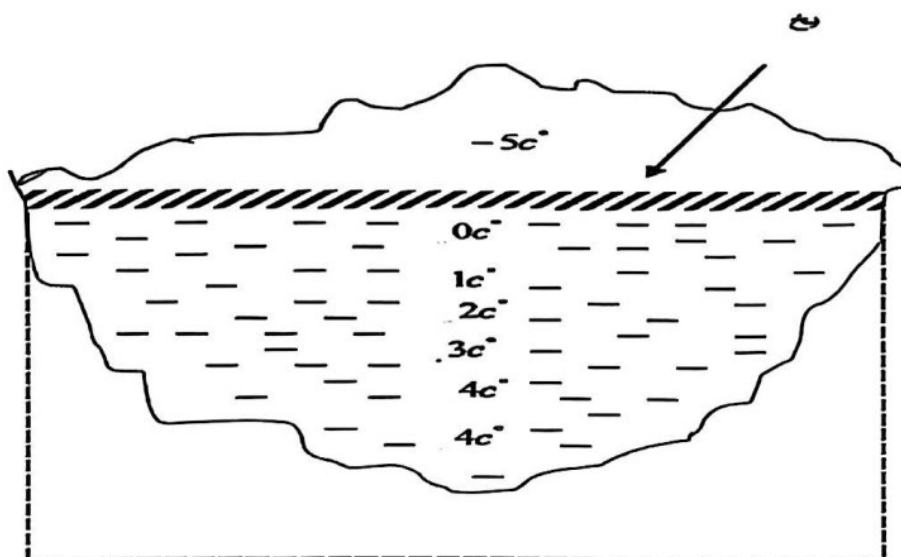


شکل 4-5

از تا صفر درجه سانتی
گرید سرد گردد
درینصورت نیز حجم آن
زیاد و کثافت آن کم
میشود و قتیکه درجه
حرارت از صفر پائین تر
میرود حجم آن نیز

بزرگتر شده میرود به همین جهت است که در زمستان از اثر شدت سرما ظروف پر از آب یخ بسته باعث شکستن آنها و سبب ترکیدن نل آب و خرابی دیدیتر موتر میشود. بنابراین آب در چار درجه سانتی گرید کوچک ترین حجم و بزرگترین کثافت را دارا است شکل 4-5 گراف حجم و کثافت را به تابع درجه حرارت نشان میدهد. در زمستان سطح آب یک حوض یا جهیل در اثر شدت سرما یخ می بندد بنابر آن آبی که نزدیک به طبقه یخ قرار دارد تدریجا سرد شده کثافت آن زیاد میشود و به ظرف پائین حوض فرو

میرود ، این عملیه تا
وقتی دوام میکند که
درجه حرارت تمام آب
به چهار درجه سانتی
گرید برسد.



شکل 4-6

هرگاه طبقه بالائی آن
بسیار سرد شود حجم
آن بزرگ شده و به
حیث یک عایق در آنجا
باقی می ماند زیرا یخ و
آب هادی ضعیف

حرارت اند بنابر آن طبقات پائین بشکل آب بوده و درجه حرارت آن به استثنای مناطق فوق العاده سرد همیشه 4°C درجه سانتی گرید باقی میماند بنابر همین علت است که حیوانات آبی مانند ماهی و غیره در زمستان نیز در بین حوض ها و ابحار حیات بسر میبرد.

مسائل: "PROBLEMS"

- 1- ضریب انبساط خطی یک جسم جامد عبارت از:
 - الف: ازدیاد واحد سطح در اثر افزایش یک درجه حرارت
 - ب: ازدیاد واحد طول در اثر افزایش یک درجه حرارت
 - ج: ازدیاد واحد حجم در اثر افزایش یک درجه حرارت
 - د: ازدیاد طول در اثر افزایش نصف درجه حرارت
- 2- آب در 4 درجه سانتی گرید دارای:
 - الف: کوچکترین حجم و کوچکترین کثافت است.
 - ب: کوچکترین کثافت و بزرگترین حجم است.
 - ج: کوچکترین حجم و بزرگترین کثافت است.
 - د: بزرگترین حجم و بزرگترین کثافت است.
- 3- هرگاه A_0 مساحت یک لوحه فلزی بدرجه حرارت t_0 و A مساحت آن بدرجه حرارت t باشد ضریب انبساط سطحی آن فلز توسط یکی از روابط ذیل تعیین شده میتواند.

$$\text{الف: } \beta = \frac{A-A_0}{A_0 \Delta t} \quad \text{ب: } \beta = \frac{A_0-A}{A_0 \Delta t} \quad \text{ج: } \beta = \frac{A-A_0}{A-\Delta t} \quad \text{د: } \beta = \frac{A-A_0}{1+\Delta t}$$
- 4- یک سیم تیلیفون که از مس ساخته شده به صفر درجه حرارت طول آن یک کیلومتر است اختلاف درجه حرارت آن در سردترین روزها زمستان و گرمترین روزهای تابستان 60 درجه سانتی گرید است
- 5- هرگاه یک جسم حرارت داده شود:
 - الف: کثافت آن ثابت و حجمش کم میشود
 - ب: کثافت و حجمش کم میشود
 - ج: کثافت آن ثابت و حجمش زیاد میشود
 - د: کثافت آن کم و حجمش زیاد میشود
- 6- گلوله ایست برنجی که در صفر درجه 90 سانتی متر مکعب حجم دارد اگر ضریب انبساط طولی برنج $19.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ باشد حجم گلوله مذکور 100 درجه سانتی گرید بر حسب سانتی متر مکعب مساویست:

الف: 95 ب: 90.5 ج: 59.5 د: 5.90

فصل دوازدهم

قوانین گازات

انون بایل و ماریوت (Boyle & Mariette's Law)

گازات برخلاف مایعات و جامدات تمام فضائی ظرف را که در اختیار دارند اشغال می نمایند. از اینرو اگر درجه حرارت یک کتله معین از گاز افزایش نماید ، حجم و فشار آن نیز زیاد میشود. یعنی در اثر افزایش درجه حرارت گاز ، حجم و فشار آن زیاد میشود.

در اثر افزایش درجه حرارت ، یک کتله معین از گاز ، سه متحول چون: " درجه حرارت (T)، حجم (V) و فشار (P)" همزمان تغییر می نمایند. از اینرو تحولات گازات در اثر حرارت در سه بخش جداگانه مطالعه میگردد:

1- تحولات حجم (V) و فشار (P) گاز در درجه حرارت (T) ثابت؛

2- تحولات حجم (V) به تابع درجه (T) در فشار (P) ثابت؛

3- تحولات فشار (P) به تابع درجه (T) در حجم (V) ثابت؛

1- تحولات حجم (V) و فشار (P) گاز در درجه حرارت (T) ثابت؛

رابطه فشار و حجم به درجه حرارت ثابت در سال 1662 میلادی توسط بایل و در سال 1676 بوسیله ماریوت مستقل از یک دیگر کشف گردید. از این جهت آن را گاهی قانون بایل و گاهی قانون (بایل - ماریوت) می نامند. طبق این قانون حجم یک گاز در یک درجه حرارت ثابت معکوساً متناسب به فشار آن است. و یا به عبارت دیگر حاصل ضرب فشار و حجم ، یک کتله معین از گاز ، به یک درجه حرارت ثابت، در مراحل مختلف باهم مساوی می باشند.

یعنی:

$$v = \frac{1}{p} \quad \text{or} \quad v = \frac{k}{p} \quad \text{or} \quad pv = k(\text{constant})$$

نظر به تعریف فوق بایل ثابت نمود ، که به درجه حرارت ثابت ، اگر فشار یک کتله معین گاز زیاد شود ، حجم آن کم میشود. و اگر فشار آن کم شود حجم آن زیاد میشود. اما در تمام مراحل حاصل ضرب حجم و فشار آنها همیشه ثابت و یکسان است یعنی:

$$p_1 v_1 = p_2 v_2 = p_0 v_0 = k(\text{constant})$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{v_2}{v_1}$$

بنابراین به درجه حرارت ثابت ، نسبت تغییرات فشار یک کتله گاز، مساوی به عکس نسبت تغییرات حجم آن میباشد.

قانون مخلوط گازها یا قانون دالتن (Dalton's law)

دالتن دریافت نمود ، چندین کتله های گازات که دارای حجم و فشار (p_1, v_1) ، (p_2, v_2) ، ... ، (p_n, v_n) بوده ، و دارای عین درجه حرارت می باشند. در یک حجم معین (V) ، تحت یک درجه حرارت ثابت $(T = \text{const.})$ باهم مخلوط گردند. فشار مجموعی (P) گازات مخلوط مساوی است به مجموع فشار قسمی (partial pressures) هر یک از کتله های گاز ، که اگر به تنهایی همان حجم معین (V) را اشغال نمایند .

$$P = p_1 + p_2 + \dots + p_n$$

طوری که میدانیم طبق قانون بایل - ماریوت: $p_1, v_1 = p_2, v_2 = \dots = p_n, v_n$ است. و همچنان طبق قانون دالتن میتوانیم بنویسیم

$$P = p_1 + p_2 + \dots + p_n$$

$$p = \frac{p_1 v_1}{v} + \frac{p_2 v_2}{v} = \frac{p_1 v_1 + p_2 v_2}{v}$$

و یا

$$p v = p_1 v_1 + p_2 v_2$$

رابطه فوق نشان میدهد ، هرگاه چند کتله گاز باهم مخلوط شوند. حاصل ضرب فشار عمومی (P) گازات مخلوط در حجم عمومی آن (V) مساوی است ، به مجموع حاصل ضرب فشار در حجم هر یک از گازات قبل از مخلوط.

مثال: دو بالون که یکی دارای 6 لیتر اکسیژن به فشار 76 سانتی متر سیماب و دیگری 4 لیتر هایدروجن با فشار 75 سانتی متر سیماب به هم وصل شده اند. فشار مخلوط هر دو گاز را دریافت نمائید؟

$$p = \frac{p_1 v_1 + p_2 v_2}{v} = \frac{76 \times 6 + 75 \times 4}{4 + 6}$$

$$p = (456 + 300)/10 = 756/10$$

$$= 75,6$$

$$p = 75,6 \text{ cm} - \text{hg}$$

قانون گراهام (Grahams Law)

میدانیم که اگر درکنج یک اتاق بوتل گازامونیا گذاشته شود. پس از لحظ ای گازاز بین دیگر گازهای داخل اتاق به تمام حصص آن منتشر میشود. گراهام در ۱۸۲۹ قانونی رادرباره انتشاریک گازدر بین گازهای دیگر به عبارت ذیل بیان نمود :

نسبت سرعت انتشار دو گاز مختلف النوع معکوساً متناسب به جذر المربع کثافت آنها است .

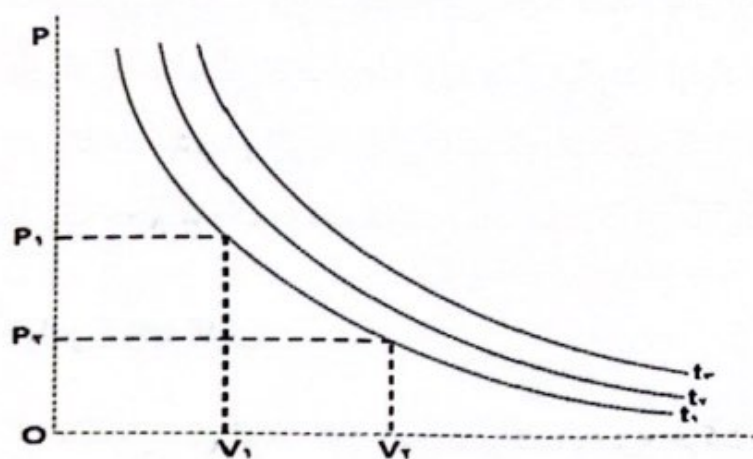
یعنی :

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{\rho_2}{\rho_1}}$$

گازات کامل و گازات حقیقی IDEAL & REAL GASES

گازات کامل (Ideal Gases): — گازات کامل (Ideal Gases) عبارت از گازات اند ، که قوانین بایل - ماریوت و گیلوساک را کاملاً پیروی می نمایند. این گازات (Point Mass) بوده، و وجود خارجی ندارند.

گازات حقیقی (Real Gases): — گازات حقیقی عبارت از گازات اند که قوانین بایل - ماریوت و گیلوساک را کاملاً پیروی نمی نمایند. این گازات تحت فشار بسیار کم و درجات بلند حرارت ، قانون بایل ماریوت را تعقیب می نمایند. اگر فشار بالای آن ها زیاد شود قانون مذکور تعقیب نمی نمایند. زیرا بعضی گازات بمایع تبدیل میشوند. این گازات در طبیعت یافت میشوند ، و هر قدر درجه حرارت آنها بیشتر گردد ، به گازات کامل نزدیک میشوند.



شکل ۱-۵

منحنی شکل (6 - 1) قانون بایل - ماریوت را درباره یک گاز کامل نشان میدهد. طوریکه $pV=k$ بوده منحنی های مرسوم تغییر فشار را به تابع حجم ، بدرجات مختلف حرارت $t_3 > t_2 > t_1$

t_1 نشان میدهد. بدرجه حرارت t_1 دو حالت مختلف گاز ، قانون بایل - ماریوت یعنی $p_1V_1 = p_2V_2$ نیز صدق میکند. چنانچه مستطیل های مربوط نشان میدهد که مساحت های آنها هم مساوی است. علاوه بر منحنی نشان میدهد که درجه حرارت آنها در طول آنها منحنی یکسان می باشد. بنابر آن این منحنی ها را به نام منحنی های هم درجه حرارت (Isothermal) مینامند. ساده ترین معادله ای که میتوان توسط آن حالت یک جسم را مشخص نمود معادله گازات کامل است و این معادله از مجموعه قوانین بایل ماریوت و گیلوساک حاصل شده است . که به دروس آینده مطالعه خواهند فرمود.

شکل فوق منحنی های هم درجه حرارت را نشان میدهد .

مثال سوم : در بین ظرفی (500) سانتی متر مکعب هوا به فشار (76) سانتی متر ستون سیماب و بدرجه حرارت صفر درجه سانتی گرید موجود است. اگر فشار آن ثابت باشد به کدام درجه حرارت حجم آن مساوی (1500) سانتی متر مکعب میشود؟

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

$$T_2 = \frac{V_2 T_1}{V_1} = \frac{1500(0+273)}{500} = 819k \quad t=819-273=546^{\circ}C$$

نظریه حرکی گازها (Kinetic Theory of Gases):

طوریکه قبلاً ذکر شد گازها بعضی خواص دارند که در مایعات و جامدات موجود نیست، از آن جمله گازها دارای شکل معین و حجم مشخص نیستند بلکه در هر فضای وارد شوند منتشر میشوند و تمامی آن فضا را اشغال میکنند. از طرف دیگر به سطح ظرف خود فشار وارد میسازند و ضریب انبساط حجمی آنها در تمام گازها یکسان است در حالیکه در مایعات و جامدات چنین نیست.

گازات از مالیکول های بسیار کوچک و متعدد تشکیل شده اند، که به تمام جهات حرکت می نمایند. وقت که مالیکول به ذرات کوچک تصادم می نمایند تصادم شان ارتجاعی (Elastic) میباشد. تصادم مالیکول های گازات به سطح ظرف باعث تولید فشار میگردد. ازدیاد درجه حرارت سبب حرکت سریع مالیکول های گازات میشود. و اگر حجم آن ثابت نگهداشته شود فشار آن زیاد میشود. همچنان اگر این مالیکول ها بیک حجم کوچک جا داده شوند ، تعداد تصادمات آن ها زیاد گردیده سبب افزایش فشار میگردد.

خواص گازات کامل:

- ✓ مالیکول های گازات کامل بصورت پراکنده و سریع حرکت می نمایند.
- ✓ حجم مالیکول های گازات خیلی ها کوچک است. که نظر به حجم گاز قابل صرف نظر است.
- ✓ قوه جاذبه بین مالیکول های گازات ناچیز است.
- ✓ تصادم بین مالیکول های گازات ، و همچنان با سطوح ظرف که در آن قرار دارند ، ارتجاعی (Elastic) است.
- ✓ فاصله بین تصادمات مالیکول ها مستقیم الخط است.

✓ زمان تصادمات مالیکول های گازات ، در مقابل زمان حرکت آن ها بین تصادمات خیلی ها کوچک است.

برای اندازه گیری فشار مالیکول های گاز ، ظرفی مکعب شکل را که طول هر ضلع آن مساوی به L بوده ، مدنظر گرفته شده است. هرگاه تعداد مالیکول های گازات در بین مکعب مساوی به N و سرعت یک مالیکول V باشد. مرکبه های سرعت V ، به جهات محور های X, Y, Z عبارت از V_x, V_y, V_z می باشد. و طبق قضیه (Pythagorean Theorem) رابطه بین سرعت و مرکبه های آن چنین تحریر میگردد.

$$V^2 = V_x^2 + V_y^2 + V_z^2$$

چون حرکت مالیکول های گازات در هر حصه ظرف مساوی و یکسان است. بنابر آن مرکبه های سرعت متوسط به جهات محور های X, Y, Z باهم مساوی می باشند. از اینجا میتوانیم بنویسیم:

$$V_x^2 = V_y^2 = V_z^2$$

$$V^2 = 3 V_x^2$$

چون $\frac{1}{3}$ حصه مالیکول های گازات در امتداد محور X حرکت می نمایند. از اینرو $V_x^2 = \frac{V^2}{3}$ میشود.

بنابراین مجموع قوه های ، مالیکول های گازات درجهت محور X مساوی است به:

$$\sum F = (N / 3) (mv^2 / L)$$

در را بطه فوق:

$\sum F$ - مجموع قوه های مالیکول های گازات به جهت محور X ؛

N - تعداد مالیکول های گازات در داخل ظرف مکعب شکل مفروض؛

m - کتله یک مالیکول گاز؛

V^2 - مربع سرعت اوسط مالیکول های گازات؛

L طول یک ضلع ظرف مکعب شکل مفروض.

$$P = \frac{F}{S}$$

چون فشار عبارت است از قوه فی واحد سطح یعنی:

و $S = l^2$ است و هم فشار متوسط بیک سطح ظرف بامتداد محور X عبارت است از:

$$P = \frac{\sum F}{S}$$

$$P = \frac{mV^2}{3l} \times \frac{1}{l^2} = \frac{mV^2}{3l^3}$$

$$P = \frac{Nm v^2}{3V}$$

در معادله فوق P فشار مجموعی بوده که مالیکول های گازات در داخل یک ظرف مکعب شکل را به استقامت یک محور (X) عمل می نمایند.

همچنان در رابطه فوق:

V – عبارت از حجم ظرف مکعب شکل است.

گازات حقیقی (Real Gases)

گازات که در طبیعت پیدا میشوند از گازهای خیالی فرق دارند مثلاً مالیکولهای این گازها دارای حجم معین میباشند و قوه جاذبه بین مالیکولهای گازها موجود است. گازهای حقیقی تحت فشار بسیار کم قانون بایل ماریوت را تعقیب میکنند. اگر فشار زیاد شود قانون مذکور تعقیب نمی گردد زیرا بخشی گازها به مایع تبدیل میگردد.

اگر مالیکول ها نزدیک هم قرارگیرند قوه جاذبه موثر بوده و مالیکولها با هم جذب میشوند و در نتیجه فشار زیاد میشود. در فشار کم حجم زیاد و مالیکولها از یک دیگر دور شده و در نتیجه قوه بین مالیکولها بسیار کوچک میباشد.

معادله گازات (Gases Law)

یک کتله (m) معین از گاز دارای سه مشصه چون: حجم ($Volume$) ، فشار ($Pressure$) و درجه حرارت ($Temperature$) می باشد. که با در نظر داشت آن ها تشخیص شده میتواند. در مورد یک کتله معین از گاز همواره سه متحول همزمان مدمظر گرفته میشود مانند: P , V , T .
بایل – ماریوت رابطه بین حجم V و فشار P یک کتله معین گاز را به درجه حرارت ثابت T مطالعه نموده و چنین نتیجه ای را حاصل نمودند:

$$P_1 V_1 = P_0 V_0 , \quad T = \text{cons.}$$

چارلس همچنان رابطه بین حجم V و درجه حرارت T یک کتله معین گاز را در فشار ثابت P مطالعه نموده و چنین نتیجه ای را حاصل نمودند:

$$V_1 / T_1 = V_0 / T_0 , \quad P = \text{cons.}$$

در این بخش فورمول های نتایج حاصله بایل – ماریوت و چالس را باهم ترکیب گردیده ، و نتیجه میشود که :

$$P_1 V_1 / T_1 = P_0 V_0 / T_0$$

معادله فوق را بطور عموم چنین تحریر می‌گردد:

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0 V_0}{T_0}$$

$$PV = [P_0 V_0 / T_0] T$$

در این مرحله $[P_0 V_0 / T_0]$ را در حالت ستندرد قیمت گذاری می‌گردد:
طوریکه

$$P = 1.01325 \text{ N/m}^2, \quad V = 0.022421 \text{ m}^3, \quad T = 273.15 \text{ K de.}$$

$$PV = [P_0 V_0 / T_0] T = \{1.01325 \text{ N/m}^2\} \{0.022421 \text{ m}^3\} / \{273.15 \text{ K de}\} = \\ = 8.3170 \text{ J} / [\text{mole. k deg.}] = R$$

در رابطه فوق را بنام ثابت گازات یاد می‌نمایند. و چنین تحریر میشود:

$$PV = RT \text{ or } PV = nRT \text{ معادله عمومی است.}$$

مسائل

- 1- در یک بالون 5.45 سانتی متر مکعب هوای صفر درجه موجود است درجه حرارت آن بالای 21 درجه سانتی گرید رسانیده میشود فشار آن نصف میشود حجم بالون مساوی است به:
 الف) 78 سانتی متر مکعب ب) 91 سانتی متر مکعب ج) 98 سانتی متر مکعب د) 89 سانتی متر مکعب
- 2- در یک ظرف شیشه ئی 5.2 لیتر هوا به فشار 75 سانتی متر ستون سیماب داخل شده است پس از آن حجم آن به 600 سانتی متر مکعب منقبض میشود در صورتی که درجه حرارت ثابت باشد فشاریکه تولید میشود به سانتی متر سیماب مساوی است به:
 الف) 1 352 ب) 1 325 ج) 5 315 د) 5 312
- 3- کثافت یک گاز تحت فشار 76 سانتی متر سیماب 30.95 gr/cm است اگر فشار به 84 سانتی متر سیماب تزیاید کند کثافت گاز به گرام فی سانتی متر مکعب مساوی است به:
 الف) 52.1 ب) 25.1 ج) 0.51 د) 50.1
- 4- در یک بالون 300 سانتی متر مکعب هوا فشار 80 سانتی متر سیماب موجود است اگر درجه حرارت ثابت نگهداشته شود و فشار به 60 سانتی متر سیماب تقلیل یابد تغییر حجم را دربالون دریافت نمایید
- 5- 4 لیتر نایتروجن با فشار 8 اتموسفیر و 60 لیتر گاز کاربونیک اسید با فشار اتموسفیر در یک ظرف وارد و خلط شده است. فشار مخلوط این دو گاز را بدرجه حرارت ثابت دریافت نمائید؟
- 6- یک مقدار گاز به صفر درجه مفروض است هرگاه به فشار ثابت حجم آن دو برابر به نحجم اولی آن گردد درجه حرارت آن را دریافت نمائید؟
- 7- هرگاه سه لیتر اکسیجن با فشار 2 اتموسفیر با 5 لیتر نایتروجن با فشار 4 اتموسفیر مخلوط گردد فشار مخلوط هردو گاز را به اتموسفیر دریافت نمائید؟

۱- تعریف ترمودینامیک :

با در نظر داشت معنی لغوی آن میتوان گفت ترمودینامیک علمی است که از رابطه میان حالات حرارتی و حوادث میخانیکی بحث میکند و یا به عبارت دیگر ترمودینامیک عبارت از آن رشته فزیک است که تبدیل انرژی میخانیکی را به انرژی حرارتی و معکوس آن مورد بحث قرار میدهد و یا علم ترمودینامیک از روابط مقداری یا کمیتی حرارت و اشکال دیگر انرژی بخصوص انرژی میخانیکی گفتگو میکند مثلاً: توسط مالش دو پارچه چوب، ضربه چکش بالای میخ، افتیدن یک جسم از یک ارتفاع و تصادم آن به زمین و غیره مثالهای است که تبدیل انرژی میخانیکی را به حرارت نشان میدهد

عملیه معکوس آن یعنی تبدیل حرارت به انرژی میخانیکی توسط ماشین بخار، ماشین دیزلی، ماشین طیاره جت و غیره ماشین های سوخت صورت میگیرد بنابراین ترمودینامیک دارای ماحه وسیعی بوده و کمتر اثر میخانیکی به مشاهده میرسد که با تولید حرارت توأم نباشد مگر در بعضی حالات حوادث حرارتی برابر با تولید کار میخانیکی بوده و انجام کار باعث تولید حرارت میشود علم ترمودینامیک براساس دو قانون عمومی طبیعت استوار است که بنام قانون اول و دوم ترمودینامیک یاد میشوند و قانون سوم نیز بعداً به آن اضافه شده است. با استفاده از این قوانین میتوان روابطی میان خواص اجسام مانند ضریب انبساط و تراکم، حرارت مخصوصه، فشار بخار و انتقال حرارت را بدست آورد و نیز با استفاده از اصول و روشهای ترمودینامیک در فزیک میخانیک به تنظیم و طرح ماشین های مانند ماشین های بخار متناوب، ماشین های احتراقی و انفجاری، ماشین های جت، ماشین های یخچال و غیره موفق شده اند. همچنین استفاده عملی این قوانین در کیمیای صنعتی و فزیک اتمی قابل اهمیت است. در ترمودینامیک اصطلاحات ذیل قابل توضیح است:

سیستم یا دستگاه :

جسم یا مجموعه از اجسام با کتله معین و محدود را در یک محوطه یا فضا بنام سیستم یاد میکنند و یا به عبارت دیگر یک عده کتله های مادی ای که در مجاورت یک دیگر قرار داشته و تحت عوامل و شرایط

واحدی قرار گرفته باشند سیستم گفته میشود. مثلاً یک کیلوگرام مخلوط آب و یخ که در یک ظرف انداخته شده است یک سیستم میباشد، اشیائیکه در یک اتاق است نیز یک سیستم را تشکیل میدهند که درین نوع سیستم ها مقدار کتله ثابت در نظر گرفته شده است. در بسیاری از مسایل ترمودینامیک میان یک سیستم و سیستم دیگر مبادله انرژی صورت میگیرد. سیستم های را که با سیستم مورد نظر انرژی مبادله مینمایند سیستم مجاور و یا محیط مجاور می نامند. ممکن است میان یک سیستم و محیط مجاور آن در نتیجه کار میخانیکی یا در اثر انتقال حرارت مبادله انرژی صورت گیرد. اگر میان سیستم و محیط مجاور آن هیچگونه انرژی مبادله نشود در این حال گفته میشود که سیستم مجزا است. برای اینکه سیستم مجزا باشد لازم است که از لحاظ حرارتی کاملاً عایق باشد یعنی مقدار تبادل حرارتی بی نهایت کوچک باشد و محیط نسبت به سیستم و سیستم نسبت به محیط هیچگونه کاری انجام ندهد.

حالت یک سیستم عبارت از وضع و چگونگی آن است که به یک لحظه معین با داشتن خواص آن سیستم مشخص شده میتواند. تشخیص حالت و چگونگی یک سیستم تا اندازه ای به طبیعت آن ارتباط دارد. مثلاً حالت یک گاز را که در یک استوانه موجود باشد میتوان با تعیین فشار، حجم، درجه حرارت و کتله آن کاملاً مشخص نمود. ولی برای تشخیص حالت سیستم های دیگری ممکن است لازم شود که مقادیر کمیت های دیگر مانند: مقاومت برقی، چارج برقی، غلظت، ضریب انکسار نور، لزوجیت و غیره معلوم گردد. اگر در یک سیستم یک سلسله تغییرات لایتناهی بین حالت آغاز و انجام موجود باشد این سلسله تغییرات را بنام تغییر حالت یاد میکنند.

تعادل ترمودینامیکی :

بالعموم محیط مجاور بالای یک سیستم قوه وارد میکند و یا آن محیط میان سیستم و یک جسم به یک درجه حرارت معین ارتباط برقرار می نماید. وقتیکه حالت یک سیستم تغییر کند معمولاً تاثیر متقابل بین سیستم و محیط مجاور آن صورت میگیرد. هرگاه به داخل یک سیستم و نیز میان سیستم و محیط مجاور آن قوه غیر متوازن موجود نباشد در این حال گفته میشود که آن سیستم در حالت تعادل میخانیکی قرار دارد. اگر یک سیستم در حالت تعادل میخانیکی باشد و به ساختمان داخلی آن تغییر وارد نشود درینصورت آن سیستم در حالت تعادل کیمیاوی میباشد. هرگاه در یک سیستم کدام تغییری در حالت تعادل میخانیکی و کیمیاوی آن وارد نشود یعنی از نقطه نظر میخانیکی و کیمیاوی در حال تعادل باشد درینصورت گفته میشود که آن سیستم در حالت تعادل حرارتی قرار دارد. وقتیکه شرایط به هر سه نوع تعادل یعنی به تعادل میخانیکی، کیمیاوی و حرارتی موافق باشد آن سیستم در حالت تعادل ترمو دینامیکی می باشد.

عملیه (process):

عبارت از همان تغییراتی است که در یک سیستم مدنظر گرفته میشود و یا طریقه ای که توسط آن مسیر حالت توضیح میگردد بنام عملیه یاد میشود. مانند دادن و گرفتن حرارت، دادن و یا گرفتن کار (مثل فشار دادن با منبسط ساختن یک گاز در یک استوانه).
عملیه های مهمی که در ترمودینامیک مستعمل است قرار ذیل اند:

1- عملیه ایزوترمل (Isothermal process):

عملیه ایست که در آن مدت درجه حرارت ثابت باشد مانند تغییر حالت یک جسم از یک مایع به جامد و یا از مایع به بخار و بالعکس آن.

2- عملیه ادیاباتیک (Adiabatic process):

عملیه ایست که سیستم با محیط خارج هیچگونه حرارت مبادله نکند. مانند انبساط یا تراکم گاز در داخل استوانه ای که پستون و جدار آن عایق پوش شده باشد و پستون را بسرعت حرکت دهند دراین حال گاز بصورت ادیاباتیک متراکم میشود.

3- عملیه ایزوبار (Isobaric process):

عملیه ایست که در آن مدت فشار ثابت باشد. مثلاً یک مقدار گاز که تحت فشار ثابت درجه حرارت آن افزود گردد حجم آن نیز افزود میگردد.

4- عملیه ایزومتریک (Isometric process):

عملیه ایست که در آن مدت حجم ثابت باشد. مثلاً دربین یک استوانه اگر گاز حرارت داده شود در صورتیکه حجم آن ثابت باشد فشار آن افزود میشود.

5- عملیه پولی تراپیک (Polytropic process):

عملیه ایست که در آن مدت تمام خواص گاز تغییر نماید. مثلاً در تغییر حالت اکثر گازات حقیقی هر سه کمیت فشار، حجم و درجه حرارت آن تغییر میکند و در آن حرارت حاصله مستقیماً متناسب با افزایش درجه حرارت میباشد. یعنی:

$$dq = C \cdot dT$$

6- انتلیپی (Enthalpy):

عبارت از مجموع انرژی داخلی و انرژی خارجی است و یا انتلیپی عبارت است از مجموع انرژی داخلی جمع حاصل ضرب فشار و حجم ای که توسط محیط مجاور در سیستم تولید میشود.
یعنی :

$$H = U + PV$$

7- انتروپی (Entropy):

انتروپی تعبیری از بی نظمی داخل یک سیستم یا دستگاه است. وقتی یک سیستم سرد گردد انتروپی آن تقلیل میابد، و همزمان با آن نظم به آن دستگاه حاکم میشود بنأ مقدار انرژی غیرقابل استفاده در یک سیستم ترمودینامیکی بنام انتروپی یاد میشود. کمیتی که اندازه گیری آن ظرفیت انجام کار مفید را میسر میسازد بنام تغییر انتروپی یاد میشود.
یعنی:

$$ds = \frac{dQ}{T}$$

8- ایزونتروپیک (Isotropic):

عملیه ای که در مدت آن انتروپی تغییر نکند آن عملیه ایزونتروپیک گفته میشود.

تحول یا انتقال :

زمانیکه متغیرهای ترمودینامیکی یک سیستم تغییر کند گفته میشود که سیستم در حال تحول یا انتقال است. تحول بر دو نوع است:

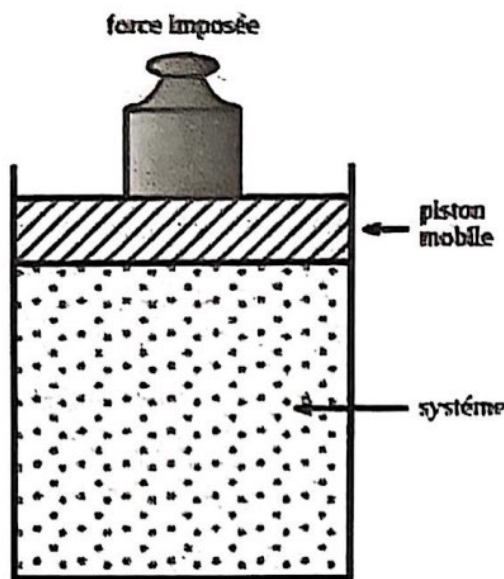
تحول رجعی " Reversible "

تحول غیررجعی " Irreversible "

1- تحول رجعی (Reversible) :

اگر تحول طوری صورت گیرد که فشار درجه حرارت و کثافت هر حصه ی متجانس از سیستم در هر لحظه یک نواخت باشد این تحول را رجعی مینامند و یا به عبارت دیگر وقتی حالت یک سیستم در هر لحظه نزدیک به حالت تعادل باشد این نوع تحول را رجعی گویند. در یک تحول رجعی قوه مقاوم که موجب این تحول میشود تفاوت زیادی ندارد و انرژی حرکی مالیکول های سیستم قابل اغماض است. اختلاف درجه حرارت بین سیستم و محیط مجاور که سبب تبادل حرارت میشود نیز قابل صرف نظر است اگر این شرایط موجود باشد با تغییر جزئی متغیرهای ترمودینامیکی میتوان جهت تحول را عوض

کرد. بناً در تحول رجعی سیستم یک از عده حالات تعادل متوالی عبور میکند و دوباره به حالت اولیه خود بدون تغییر برمیگردد. مثلاً یک مقدار گاز که در یک استوانه مانند شکل 1-8 موجود است در نظر گرفته شود.



شکل 1-6

گر بر روی پستون که در حال تعادل است وزنه کوچکی گذاشته شود پستون کمی پایین می آید و در حال تعادل قرار میگیرد. درجه حرارت فشار و کثافت در تمام نقاط یکسان میشود اگر تکرار وزنه کوچک دیگری روی پستون گذاشته شود باز پستون کمی پایین خواهد آمد و سیستم در حال تعادل دیگری که بسیار نزدیک به حالت تعادل قبلی است قرار میگیرد. این عمل را میتوان با گذاشتن وزنه‌های کوچک تکرار کرد و تا وقتی که حجم گاز از V_1 به V_2 برسد دیده میشود که در این تحول سیستم از یک

عده حالات تعادل متوالی عبور کرده است گفته میشود که تحول رجعی است.

زیرا ممکن است برعکس وزنه‌های را به تدریج از روی پستون برداریم پستون تدریجاً بالا میرود تا آنکه گاز از V_2 به V_1 برسد در این تحول نیز سیستم از حالات تعادل مشابه به حالات تعادل ای که در هنگام تراکم از آن گذشته عبور میکند و به حالت اولی خود باز برمیگردد که این امر یک تحول رجعی است. برای اینکه یک تحول رجعی صورت گیرد باید قوه اصطکاک وجود نداشته باشد زیرا قوه اصطکاک تابع سرعت مالیکولها است و اثر این قوه‌ها با تبدیل نمودن جهت تحول معکوس نميگردد. بنابراین تحولات واقعی به هیچ صورت تابع شرایط فوق نیست و در هیچ یک از این تحولات مقداری انرژی حرکی قابل اغماض نیست و بین قوه محرکه و قوه مقاوم اختلاف وجود دارد و تبادل حرارتی بین اجسام صورت میگیرد. در نتیجه یک تحول واقعی هیچگاه به طور کامل رجعی نیست بناً تحولات رجعی را میتوان حالت حدی تحولات واقعی قبول کرد که در آن قوه اصطکاک و انرژی حرکی مالیکولها بسیار کوچک و قابل صرف نظر است.

2- تحول غیر رجعی (Irreversible) :

اگر تحول طوری صورت گیرد که متغیرهای ترمودینامیکی در هر لحظه در تمام نقاط یک نواخت نباشد این نوع تحول را غیر رجعی مینامند و یا تاثیرات عوامل خارجی که به تدریج تغییر نیابد آن تحول غیر رجعی است. مثلاً یک مقدار گاز که در یک استوانه مانند شکل 1-8 موجود است متراکم گردد. اگر پستون با سرعت بطرف پائین حرکت داده شود فشار درجه حرارت و کثافت نقاط مجاور پستون بیش از دیگر نقاط خواهد بود. اگر پستون در جهت عکس تغییر داده شود نه تنها حرارت تولید شده در حالت قبل

به کار بدل نمیشود بلکه مقدار کار خارجی نیز در این تغییر حالت بحرارت تبدیل میگردد. در حقیقت تغییر حالت از دو جهت یکسان نیست به این سبب آن را تحول غیررجعی مینامند. بناً تحولی که دوباره حالت اولیه خود را اختیار نکند بنام غیررجعی یاد میشود. مثلاً در اجرای کار میخانیکی موجودیت اصطکاک، افزایش انرژی تشعشعی، اکثر تعاملات کیمیاوی و غیره تحولات است که بصورت معکوس اجرا شده میتوانند و تحول غیررجعی گفته میشوند. در حقیقت تغییر حالت از دو جهت یکسان نیست به این سبب آن را تحول غیررجعی مینامند.

3- تحول بسته :

هرگاه ماده تحت تاثیری مانند تغییر فشار، تغییر حجم، تغییر درجه حرارت مراحلی را طی کند و بالاخره به مرحله مشابه به مرحله آغاز برسد گفته میشود که دوره بسته را پیموده است و تحول آن را تحول بسته یا تحول مسدود مینامند.

کار در سیستم های ترمودینامیکی :

کار در میخانیک چنین تعریف شده است که اگر جسمی در تحت تاثیر قوه ای در جهت اثر آن تغییر مکان نماید کاری انجام یافته است و مقدار کار مساوی است به حاصل ضرب قوه موثر در جهت تغییر مکان. اگر قوه موثر F و تغییر مکان dx باشد در این صورت مقدار کار:

$$dw = F \cdot dx$$

در صورتیکه F ثابت باشد در این حال مقدار کار:

$$W = \int_{x_1}^{x_2} F \cdot dx = F (x_2 - x_1)$$

$$W = F(x_2 - x_1) = f \cdot \Delta x$$

اگر جهت قوه و تغییر مکان بین یکدیگر زاویه α تشکیل دهند مقدار کار مساوی است به :

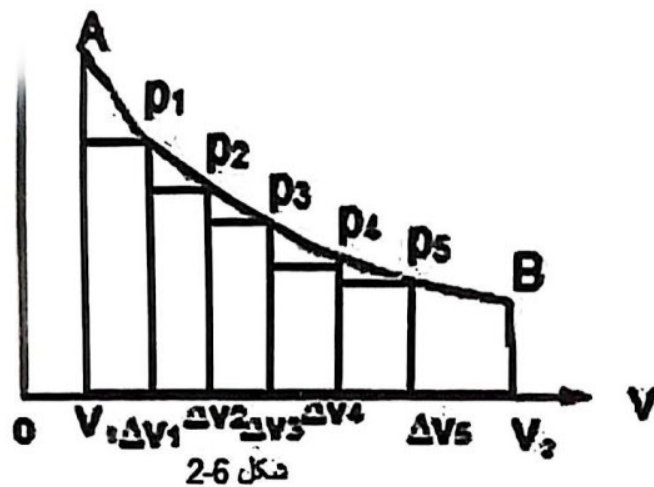
$$dw = F \cdot \cos \alpha \cdot dx$$

در سیستم های ترمودینامیکی اشکال مختلف کار بین سیستم و محیط مجاور آن مبادله میشود و میتوان کار را به شکل ذیل تعریف کرد:

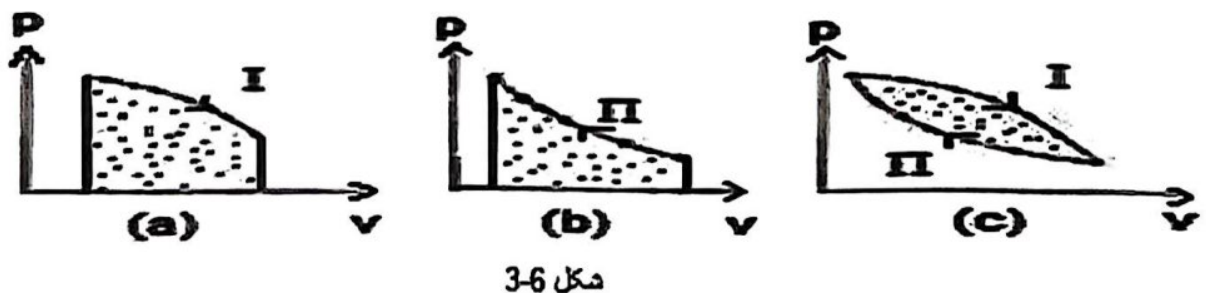
انتقال انرژی میان سیستم و محیط مجاور را کار مینامند. مثلاً اگر توسط بمبه هوا داخل تایر بایسکل گردد روی هوا کاری انجام میگردد و کار ممکن است میخانیکی باشد یا از انواع دیگری مانند کار برقی، کار مقناطیسی و غیره. در اینجا بیشتر کارهای میخانیکی که مربوط به انبساط و تراکم سیستم است مد نظر گرفته میشود. قبلاً در مبحث حرارت مخصوصه گازات ذکر شد که اگر یک مقدار گاز به فشار P در بین یک استوانه که دارای پستونی به مساحت A است موجود باشد در اثر تزئید درجه حرارت پستون باندازه dx تغییر مکان کرده، حجم گاز از V_1 به V_2 افزود میشود و کاریکه توسط گاز صورت میگیرد

عبارت است از: $W = P(V_2 - V_1)$ تغییرات فشار P گاز و حجم V آنرا میتوان توسط یک منحنی شکل 8-2 نشان داد. اگر فشار گاز از نقطه A به طرف B بتدریج کم گردد حجم V از V_1 به V_2 افزود میگردد در اینصورت مقدار کار عبارت از مساحت سطح محصور بین منحنی AB و قطعه خط V_2V_1 است. زیرا اگر همین سطح به مستطیل های بی نهایت کوچک تقسیم گردد مجموع مساحت این مستطیل ها عبارت از مقدار کار یعنی:

$$W = p_1\Delta v_1 + p_2\Delta v_2 + p_3\Delta v_3 + \dots$$



بناً مقدار کار مساوی به مساحت سطح زیر منحنی AB است. قبلاً ذکر شده وقتی که گاز منبسط گردد پستون به طرف راست حرکت میکند. در اینصورت مقدار کار مثبت است در حالیکه فشار خارجی نسبت به فشار داخل گاز بیشتر باشد گاز متراکم میشود و پستون به طرف چپ حرکت میکند که در اینحال مقدار کار منفی است.



با در نظر داشت تغییرات فشار و حجم، مقدار کار را میتوان توسط گراف های شکل (8-3) نشان داد. در شکل (8-3 a) گاز منبسط میگردد در اینصورت کار مثبت بوده و مقدار آن عبارت از مساحت زیر گراف (I) است. در صورتیکه گاز متراکم گردد کار منفی بوده و مقدار آن در شکل (8-3 b) عبارت از مساحت سطح زیر گراف Π میباشد. در گراف شکل (8-3 c) گراف های (I) و Π یکجا نشان داده شده اند طوریکه گاز پس از یک سلسله تعاملات دوباره به حالت اولیه برمیگردد.

این نوع تعامل c که توسط یک شکل بسته نشان داده شده میشود بنام دوره (Cycle) یاد سیگردد. مساحت سطحی که در بین این شکل بسته محصور است مساوی به اختلاف سطح زیر گراف I و گراف Π که عبارت از مقدار کار باقیمانده است. در یک دوره بسته مقدار کار مربوط به جهت تحول است. اگر جهت تغییر مکان هم سمت حرکت عقربه ساعت باشد کار مثبت و برعکس منفی است. در شکل (c 3-8) مقدار کار مثبت است.

1- کار مربوط به راه طی شده است:

فرضاً سیستم ترمودینامیک از حالت (1) بحالت (2) تحول نماید شکل (3-8) برای رسیدن از حالت (1) به حالت (2) راه های مختلف را میتوان انتخاب کرد. مثلاً در راه های (2 → 3 → 1) ابتدا تحول در فشار ثابت و بعد تحول در حجم ثابت انجام میشود. کاریکه در این تحول انجام میشود مساوی به مساحت سطح قطعه خط (3 → 1) است. اگر تحول در راه (2 → 4 → 1) انجام شود مساحت زیر قطعه خط (2 → 4) عبارت از مقدار کار انجام شده است. راه دیگری که بشکل دنداندار نشان داده شده نیز انتخاب شده میتواند و بالاخره یکی از راه های ممکن راه رجعی (2 → 1) است. بنابراین کاری که یک سیستم ترمودینامیک انجام میدهد مربوط به راه طی شده است.

قوانین ترمودینامیک

معادله میخانیکی حرارت:

1- تبدیل کار به حرارت و حرارت به کار:

تجارب ساده و کارهای عادی روزانه تولید حرارت را در اثرانجام کار به اشکال مختلف نشان میدهد. آلات کار مانند: اره، سوهان در عین مالش روی، چوب و آهن تولید حرارت میکنند. در اثر وارد نمودن ضربه با چکش به یک قطعه آهن حرارت تولید میشود. هرگاه هوا در استوانه ای متراکم گردد حرارت تولید میشود. پس از تراکم پستون استوانه را بحرکت می آورد و کاری انجام میدهد در ضمن درجه حرارت آن کم میشود. از مثال های فوق الذکر چنین استنباط میگردد که هر جا کاری انجام گیرد در محل انجام کار مقداری حرارت تولید میشود. برعکس با صرف مقداری حرارت در شرایط مناسب کار انجام میگردد. مثلاً در ماشین های بخار و ماشین های پترولی و دیزلی موثرها حرارت بکار تبدیل میشود و یا به عبارت دیگر انرژی میخانیکی به حرارت و بالعکس انرژی حرارتی به کار تبدیل میشود. هرگاه دریک سیستم تغییری رونما گردد واضح است که برای این تغییر مقداری کار انجام داده شده و

حرارت تولید شده رابطه ثابتی وجود دارد که به رابطه ژول موسوم است. هرگاه کار انجام داده شده و حرارت تولید شده به Q نشان داده شود بین این دو کمیت رابطه ذیل موجود است:

$$\frac{W}{Q} = J \text{ --- (1)}$$

$$W = J \cdot Q$$

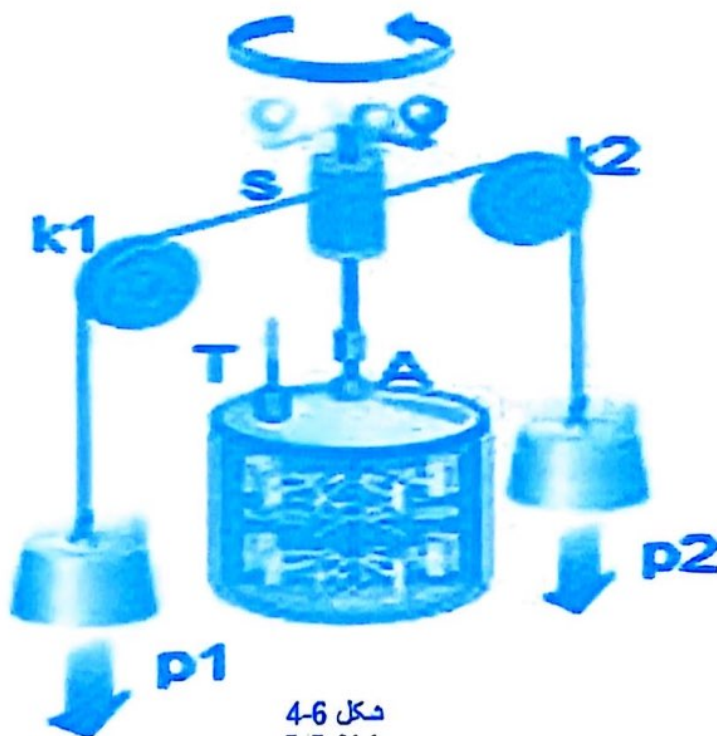
W مقدار کار است که به ارگ و Q مقدار حرارت است که به کالوری اندازه میشود و J عبارت از یک مقدار ثابتی است که بنام معادل میخانیکی کالوری یاد میگردد و قیمت آن مساوی است به:

$$J = 4,185 \text{ joule/cal} = 4,185 \cdot 10^7 \text{ erg/cal}$$

برای تعیین مقدار J تجارب متعددی اجرا شده است که از آن جمله تجربه ژول را میتوان تشریح نمود:

2- تجربه ژول:

برای تعیین J ، ژول مقداری انرژی میخانیکی را بوسیله اصطکاک در یک کالوری متر به حرارت تبدیل نمود. طوریکه انرژی مصرف شده و حرارت تولید شده را تعیین و از روی آن J را بدست آورد. آله یکه در این تجربه بکار رفته عبارت است از یک کالوری متر دارای آب که در آن محور قائم که دارای پره ها میباشد میتواند دوران نماید در قسمت فوقانی محوره A استوانه کوچکی مربوط شده است این استوانه



شکل 4-6

توسط سقوط دو وزنه P_1 و P_2 که

توسط انجام های نخى وصل شده اند.

و بر روی دو چرخى K_1 و K_2 قرار دارند

بگردش آورده میشود. شکل 5-8

برای اجرای تجربه اولاً وزنه های P_1

و P_2 در ارتفاع h متری زمین در

مقابل صفر خط کش قرار داده میشود

و درجه حرارت آب کالوری متریعی t_1

توسط ترمومتر اندازه میشود پس از آن

وزنه های P_1 و P_2 بدون سرعت اولیه

رها میشوند. در اثنای سقوط وزنه ها

محور کالوری متر بگردش آمده و در

اثر اصطکاک آب و پره ها درجه

حرارت آب کالوری متر زیاد شده به t_2 میرسد.

مقدار حرارت Q از رابطه:

$$Q = (M + m)(t_2 - t_1)$$

بدست می آید وقتی که وزنه ها فاصله h را طی میکنند کاری که توسط این دو وزنه انجام داده شده معادل است به :

$$P_E = 2. Ph$$

$$P_E = 2. M. gh$$

تمام این کار در کالوری متر به حرارت تبدیل نشده بلکه به سه حصه تقسیم میگردد: یک قسمت آن در کالوری متر تبدیل به حرارت میشود عبارت از W است. مقداری از این کار یعنی W_1 بشکل انرژی حرکتی در آخر سقوط دو وزنه موجود است. قسمتی هم در اثر اصطکاک قسمت های مختلف دستگاه در خارج کالوری متر از بین میرود که به W_2 نشان داده میشود. هرگاه از W_1 به W_2 صرف نظر شود مقدار کار W که به حرارت تبدیل میشود از رابطه ذیل حاصل میگردد.

$$W = 2 Mgh \text{ Joules}$$

چون Q و W مستقیماً قابل اندازه اند بناً با گذاشتن قیمت های Q و W در رابطه (1) قیمت J که معادل میخانیکی حرارت گفته میشود حاصل میگردد. چون کالوری معادل $4,185 \cdot 10^7 \text{ erg}$ کار میخانیکی است بناً این مقدار کار در صورتیکه به حرارت تبدیل گردد درجه حرارت یک گرم آب را یک درجه بالا میبرد.

مثال: یک گلوله سربی به کتله 100 گرم روی یک سندان قرار دارد. توسط چکش به کتله دو کیلوگرم با سرعت 50 m/sec بالای آن ضربه وارد میشود و آنرا پهن میسازد. در صورتیکه نصف انرژی چکش برای گرم کردن گلوله به کار رود درجه حرارت آن چند درجه بالا میرود؟
(حرارت مخصوصه سرب $0,031 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ است.)

حل:

$$W (\text{چکش}) K_E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(2000)(5000)^2 = 25 \cdot 10^9 \text{ erg} \text{ --- (1)}$$

$$(حرارت معادل) Q = \frac{W}{J} = \frac{(1)}{J} \left(\frac{1}{2}mv^2 \right) = \frac{25 \cdot 10^9}{4.19 \cdot 10^7} = 596.7 \text{ cal}$$

$$\frac{1}{2} \cdot 596.7 = 100(0.31)(t_2 - t_1)$$

$$t_2 - t_1 = \Delta t = 96.4^\circ\text{C}$$

قانون اول ترمودینامیک:

نتایج تجارب ژول راجع به رابطه حرارت و انرژی میخانیکی با کار و تبدیل آنها با یکدیگر در توسعه و پیشرفت ترمودینامیک رول مهمی را دارا است. تجارب ژول با اشکال مختلف قانون تحفظ انرژی را تحقیق مینماید و قانون تحفظ انرژی را در تبادل انرژی میخانیکی به حرارت واضح میسازد. یعنی نه محو میشود و نه بوجود می آید بلکه میتواند از یک شکل به شکل دیگری مبدل گردد. و یا به عبارت دیگر هر نوع تحول فیزیکی یا کیمیای که در یک سیستم مجزا انجام می یابد تغییری در انرژی کلی

سیستم بوجود نمی آورد. به همین علت آن را بنام قانون بقای انرژی و یا قانون اول ترمودینامیک مینامند و میتوان آن را بعبارت زیر بیان کرد:

هر گاه یک سیستم ترمودینامیک با محیط خارج کار و حرارت مبادله کند وقتی که پس از یک سلسله تحولات بحالت اول مراجعت کند اگر کار دریافت کرده باشد حرارت پس داده است و اگر حرارت گرفته باشد کار انجام داده است، در این صورت بین حرارت و کار در این تحول مسدود رابطه زیر موجود است:

$$W + JQ = 0 \text{ --- (2)}$$

علامت W و Q طوری قرار داده شده است که وقتی سیستم از محیط خارج حرارت میگیرد Q مثبت است و وقتی به محیط خارج حرارت میدهد Q منفی است. هم چنین اگر از خارج کار دریافت گردد W مثبت و اگر بخارج کار بدهد خارج کار بدهد W منفی است.

از رابطه (2) چنین نتیجه حاصل میشود که:

اگر سیستمی دریک تحول مسدود و فقط کار و حرارت با محیط خارج مبادله کرده باشد و هیچ گونه انرژی دیگری مبادله نکند مجموع انرژی میخانیکی و انرژی حرارتی دریافت شده مساوی صفر است. چون قبلاً ذکر شد که حرارت شکلی از انرژی است بنابراین در صفحات آینده ضریب J را واحد انتخاب کرده در اینصورت حرارت و کار هر دو برحسب ارگ و یا ژول یا واحدهای دیگر انرژی بیان خواهد شد. در این حال رابطه (2) شکل زیر را بخود میگیرد.

$$W + Q = 0 \text{ --- (3)}$$

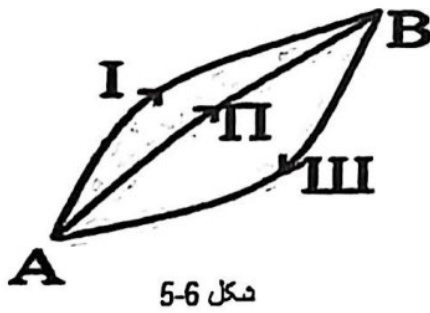
با ارتباط به قانون اول مختصراً بذکر مباحث ذیل می پردازیم :

1- انرژی داخلی:

مجموع انرژی حرکی و پوتنشیال تمام مالیکول های یک جسم را بنام انرژی داخلی (Internal Energy) آن جسم یاد میکنند. هر سیستم یا هر جسم در حالت مشخص خود دارای مقداری انرژی داخلی است و تغییر انرژی داخلی هرسیستم یا جسم برابر به مجموع کارهای خارجی و حرارت داده شده برای تغییر آن سیستم یا آن جسم است. مثلاً یک مقدار گاز دریک استوانه به حجم V_1 تحت فشار P_1 به درجه حرارت T_1 قرار دارد هرگاه توسط قوه های خارجی متراکم گردد و درعین حال حرارت داده شود فشار آن $P_2 > P_1$ و حجم آن $V_2 < V_1$ و درجه حرارت آن $T_2 > T_1$ میگردد. بناً در تغییر این گاز از حالت مشخص با شرایط (1) به حالت مشخص با شرایط (2) مقدار تغییر انرژی داخلی آن از U_1 به U_2 مساوی به حاصل جمع کار انجام داده شده برای تراکم گاز و مقدار حرارت داده شده به آن گاز است و توسط رابطه زیر نشان داده میشود:

$$U_2 - U_1 = \Delta U = W + Q \text{ --- (4)}$$

اگر ΔU مثبت باشد انرژی داخلی سیستم افزایش یافته و در صورتیکه منفی باشد انرژی داخلی تقلیل می



یابد. تغییر انرژی داخلی (ΔU) یک سیستم مربوط به نوع تحولات نیست تنها تابع حالت ابتدایی و انتهایی سیستم است. برای توضیح این مطلب یک گرم آب صفر درجه را که به دو طریق به بخار آب صد درجه تبدیل میشود میتوان مد نظر گرفت. یکی توسط حرارت دادن مستقیم و دیگری توسط افزایش فشار. در هر دو صورت سیستم از حالت A به حالت B به دو راه مختلف I و تحول کرده است شکل 6-8.

در صورتیکه تحول از راه I صورت گرفته باشد مقدار انرژی داخلی آن عبارت است از:

$$\Delta U_1 = W_1 + Q_1 \text{ --- (5)}$$

در صورتیکه تحول از راه II صورت گرفته باشد تزیاید انرژی داخلی آن مساوی است به:

$$\Delta U_2 = W_2 + Q_2 \text{ --- (6)}$$

حالا اگر سیستم ترمودینامیک از راه III به حالت اول برسد در این تحول سیستم به اندازه W_3 و Q_3 کار و حرارت دریافت میکند. هرگاه سیستم از راه I و III یک دوره مسدود را طی کند نظر به قانون اول ترمودینامیک که مجموع انرژی میخانیکی و حرارتی در یک دوره صفر است میتوان نوشت:

$$W_1 + W_3 + Q_1 + Q_3 = 0 \text{ --- (7)}$$

اگر تحول از راه II و III صورت گیرد در این صورت:

$$W_2 + W_3 + Q_2 + Q_3 = 0 \text{ --- (8)}$$

از مقایسه مساوات (7 و 8) نتیجه میشود که :

$$W_1 + Q_1 = W_2 + Q_2$$

$$\Delta U_1 = \Delta U_2$$

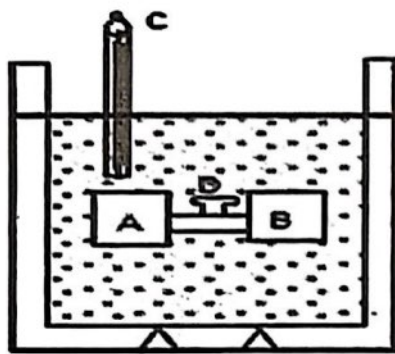
بنابراین:

یعنی تغییر انرژی داخلی یک سیستم در هر دو حالت مساوی بوده و مربوط به نوع تحول یا راه طی شده نمی باشد بلکه تابع حالت ابتدایی و انتهایی سیستم است. بنابراین انرژی داخلی سیستم در حالت A به U_A و در حالت B به U_B و تغییر انرژی داخلی سیستم به $U_A - U_B$ نشان داده شده میتواند.

2- انرژی داخلی گاز کامل :

یک مقدار گاز که بسیار شبیه به گاز کامل (Ideal) است در ظرف A موجود است و ظرف B خالی است شکل 7-8 هر دو ظرف توسط یک نل که دارای شیر دهن D است. محدود شده اند و تمام سیستم بداخل کالوری مقرر دارد، اگر شیر دهن D باز گردد،

(شکل 7-8) گاز از ظرف A به ظرف B جریان میکند (یک حصه انرژی داخلی گاز به انرژی حرکی



شکل 6-6

تبدیل و باعث جریان گاز شده است) زمانیکه تعادل برقرار شود دیده میشود که حجم و فشار گاز تغییر نموده لیکن ترمومتر C نشان میدهد که درجه حرارت کالوری متر تغییر نکرده است. از این تجربه چنین نتیجه میشود که $Q = 0$ است. زیرا درجه حرارت کالوری متر ثابت مانده است. از طرف دیگر گاز با محیط خارج کاری مبادله نکرده است یعنی $W=0$ است. بنابراین $\Delta U = 0$ میباشد. از اینجا

چنین نتیجه میشود که انرژی داخلی گاز کامل تنها تابع درجه حرارت است.

3- مقدار گاز از عملیه ادیاباتیکی :

در صورتیکه عملیه ادیاباتیکی باشد نظر به رابطه $\Delta U = W + Q$ مقدار $Q=0$ بوده لذا $\Delta U=W$ میشود یعنی در یک عملیه ادیاباتیکی مقدار کار مبادله شده مساوی به تغییر انرژی داخلی است.

4- انتلیپی (Enthalpy) در عملیه ایزوبار (Isobaric) :

هرگاه فشار وارد بر یک سیستم ترمودینامیک ثابت بماند و حجم از V_1 به V_2 تغییر کند مقدار انرژی میخانیکی که سیستم دریافت میکند عبارت است از:

$$W = P (V_2 - V_1) \quad (9)$$

چون مقدار مربوط به راه طی شده است ولی در این حالت خاص W تابع راه طی شده نیست از طرف دیگر ΔU نیز به حالت ابتدائی و انتهائی سیستم ارتباط دارد بناً مقدار حرارتی که سیستم دریافت میکند عبارت است از:

$$Q = \Delta U - W$$

$$\text{Or } Q = U_2 - U_1 + P (V_2 - V_1)$$

$$Q = (U_2 + PV_2) - (U_1 + PV_1) \quad (10)$$

نظر به تعریف $U_1 + PV_1$ ؛ $U_2 + PV_2$ عبارت از انتلیپی سیستم در حالت ابتدائی و انتهائی است. هرگاه $U_1 + PV_1 = H_1$ و $U_2 + PV_2 = H_2$ وضع شود در اینصورت رابطه (10) شکل زیر را میگیرد:

$$Q = H_2 - H_1 \quad (11)$$

رابطه (11) نشان میدهد که حرارت متبادل در یک عملیه ایزوبار مساوی تغییرات انتلیپی سیستم است.

5- انتلیپی گاز کامل تابع درجه حرارت است :

قبلاً ذکر شد که :

$$Q = C_p \cdot \Delta T \text{ --- (12)}$$

به مقایسه روابط (11) و (12) میتوان نوشت:

$$H_2 - H_1 = C_p \cdot \Delta T = C_p (T_2 - T_1)$$

$$\text{Or} \quad dH = C_p \cdot dT$$

یعنی انتلیپی گاز کامل تابع درجه حرارت است.

6 - مقدار انتلیپی در عملیه ایزو ترم (Isothermal) :

چون در عملیه ایزو ترم درجه حرارت ثابت است و از طرف دیگر انتلیپی تابع درجه حرارت است بناً مقدار انتلیپی در عملیه ایزو ترم مساوی به صفر است. چون انتلیپی ثابت است تغییر انتلیپی مساوی صفر است.

$$dH = 0$$

یعنی:

$$H_2 - H_1 = 0$$

و یا به عبارت دیگر انتلیپی گاز آغاز و انجام تحول یکی است یعنی:

$$H_2 = H_1$$

قانون دوم ترمودینامیک :

قانون دوم مانند قانون اول در مورد ماشین های برقی حرارتی و مسایل مختلف حرارتی که در آنها تغییر درجه حرارت ایجاد میشود قابل تطبیق است. به کمک این قانون میتوان محاسبه کرد که چه مقدار از انرژی حرارتی در یک سیستم قابل تبدیل به اشکال دیگر انرژی بوده و هم سمت تبدلات را میتوان تعیین کرد. مثلاً اگر دو جسمی که درجه حرارت یکی آن صد درجه سانتی گرید واز دیگر آن 20 درجه سانتی گرید است به تماس یکدیگر قرار داده شوند. حرارت از طرف جسم گرمتر بسمت جسم سردتر جاری میشود و پس از مدتی درجه حرارت هردو یکسان میشود و بنابر قانون اول ترمودینامیک انرژی سیستم ثابت مانده و قانون تحفظ انرژی در این باره صدق میکند. ولی در قانون اول سمت انتقال حرارت مورد بحث نیست یعنی انتقال حرارت از هر سمتی صورت گیرد تفاوتی نمیکند. اما در قانون دوم انتقال حرارت و سمت انتقال نیز مدنظر گرفته میشود. مفهوم قانون دوم را میتوان به عبارت زیر خلاصه نمود:

1- حرارت دایماً از جسم گرم به جسم سرد منتقل میشود و ناممکن است که بدون تغییر سیستم حرارت از جسم سرد به جسم گرم انتقال نماید.

2- تبدیل انرژی میخانیکی به حرارت کار مشکلی نیست اما ناممکن است که بدون تغییر سیستم حرارت بصورت مکمل بکار تبدیل گردد. برای توضیح قانون دوم بذکر مباحث ذیل می پردازیم.

1- منبع حرارت و ماشین های حرارتی:

برای مطالعه سمت انتقال حرارت باید درجه حرارت سیستمی که در حال تحول است و هم درجه حرارت اجسام خارجی مجاور سیستم مدنظر گرفته شود. بنابراین در بحث قانون دوم همیشه درجه حرارت سیستم و درجه حرارت اجسام مجاور را باید در نظر گرفت. جسمیکه سیستم با آن حرارت مبادله میکند منبع حرارت گفته میشود. منبع ممکن است به سیستم حرارت بدهد یا از آن حرارت دریافت کند و یا به عبارت دیگر ممکن است که منبع به سیستم به طور مثبت یا منفی حرارت بدهد. مهم آن است که در تمام مدت تحول درجه حرارت منبع ثابت باشد. مثلاً ظرفی که دارای یک مقدار آب و یخ باشد اگر مقدار حرارت از آن گرفته شود مقدار آب تبدیل به یخ میگردد. ولی درجه حرارت ثابت میماند و بالعکس اگر درجه حرارت به آن داده شود مقدار یخ آب میگردد و باز هم درجه حرارت ثابت است. هرگاه یک سیستم از حالتی شروع کند و پس از تبادل حرارت و کار به یک حالت مشابه به حالت اول بیاید یا به عبارت دیگر سیستم یک دوره (Cycle) را طی نماید اگر دوباره عمل تکرار شود درینصورت گفته میشود که یک ماشین وجود دارد. هر نوع سیستمی که بتواند انرژی حرارتی را به انرژی میخانیکی تبدیل نماید بنام ماشین حرارتی یاد میشود. بالعموم ماشین حرارتی یک مقدار حرارت را به یک درجه حرارت بلندتر گرفته قسمتی از آن را به انرژی میخانیکی تبدیل نموده و باقیمانده را به یک درجه حرارت پائین تر خارج میکند.

2- تحول مسدود با یک منبع یا دوره ایزو ترم:

وقتی که سیستم ترمودینامیک تنها با یک منبع تبادل حرارت میکند اگر را ه مسدود را طی کرده باشد در نتیجه این تحول کار ایجاد نمیشود. اگر ایجاد کار با یک منبع حرارت امکان پذیر میبود آب دریاها خود منبع بزرگی برای ایجاد کار محسوب میشد مثلاً کشتی که از آب دریا انرژی بگیرد و پیش رود و مقداری یخ در عقب تولید کند یعنی با مبادله حرارت با یک منبع که هم کار کند و هم برودت تولید گردد ایجاد چنین ماشین غیرممکن است بنابراین در این نوع تحول کار تولید نمیشود. اگر تحول رجعی باشد درینصورت ممکن است که تحول به دو سمت انجام گیرد. در سمت اول $W \leq 0$ و در سمت دوم کار حاصل شده مساوی به کار حاصل شده در سمت اول بوده ولی علامت آن مخالف است بنابراین $W \leq 0$ پس $W = 0$ و چون $w = J$ است پس $Q = 0$ میباشد. بنابراین اگر سیستمی که بایک منبع تبادل حرارت میکند یک تحول رجعی مسدود را انجام دهد در اینصورت حاصل جمع کارهای که بوسیله سیستم دریافت شده صفر و حاصل جمع حرارت هائیکه دریافت کرده نیز صفر است.

3- تحول مسدود با دو منبع یا دوره دایترم:

وقتی سیستم ترمودینامیک با دو منبع تبادل حرارت میکند که یکی منبع گرم به درجه حرارت T_1 و دیگری منبع سرد به درجه حرارت $T_2 < T_1$ است سیستم در جریان این تحول از منبع گرم به اندازه Q_1 و از منبع سرد به اندازه Q_2 کالوری حرارت میگیرد.

مقدار کاری که سیستم انجام میدهد $W > 0$ است. و $Q_1 + Q_2 > 0$ میباشد. برای اینکه نامساوی فوق تحقق کند علامت Q_1 و Q_2 را به یکی از سه طریق ذیل میتوان در نظر گرفت.

- 1- اگر $Q_2 > 0$ و $Q_1 > 0$ باشد در این صورت منبع سرد و منبع گرم هر دو به سیستم حرارت میدهند.
- 2- اگر $Q_1 > 0$ و $Q_2 < 0$ باشد منبع سرد به سیستم حرارت میدهد و منبع گرم از سیستم حرارت میگیرد.

- 3- اگر $Q_1 < 0$ و $Q_2 > 0$ باشد منبع گرم به سیستم حرارت میدهد و منبع سرد از سیستم حرارت میگیرد.

نظر به قانون دوم میتوان گفت که حالت (1) و (2) برای ماشین های حرارتی صحیح نیست (منظور از ماشین های حرارتی وسیله ای است که حرارت را بکار تبدیل کند) زیرا اگر حالت (1) صحیح باشد یعنی جسم از هر دو منبع حرارت بگیرد میتوان دو منبع را به منبع سومی که درجه حرارت آن از دو منبع فوق بالاتر است نزدیک نمود. در این صورت هر دو منبع حرارت Q_1 و Q_2 را که به سیستم داده اند دریافت میکند. در نتیجه تحول مورد نظر مجموع یک تحول ایزوترم است که توسط منبع سوم انجام شده است و سیستم بنابر قانون دوم نمیتواند به کمک یک منبع حرارت کار انجام دهد.

اگر حالت (2) صحیح باشد یعنی جسم از منبع سرد حرارت گرفته و به منبع گرم حرارت بدهد میتوان منبع سومی با درجه حرارت متوسط در نظر گرفت که به منبع سرد حرارت Q_2 را پس داده از منبع گرم حرارت Q_1 را بگیرد در نتیجه حالت (2) نیز مجموعاً یک تحول ایزوترم است و نظر به قانون دوم ایجاد کار درین تحول امکان پذیر نیست بناً تنها حالت (3) در این مورد صدق میکند. یعنی سیستمی که کار ایجاد میکند باید با دو منبع ارتباط داشته باشد. طوریکه از منبع گرم حرارت گرفته قسمتی از آن را به منبع سرد میدهد و مابقی را به کار تبدیل کند.

مسائل

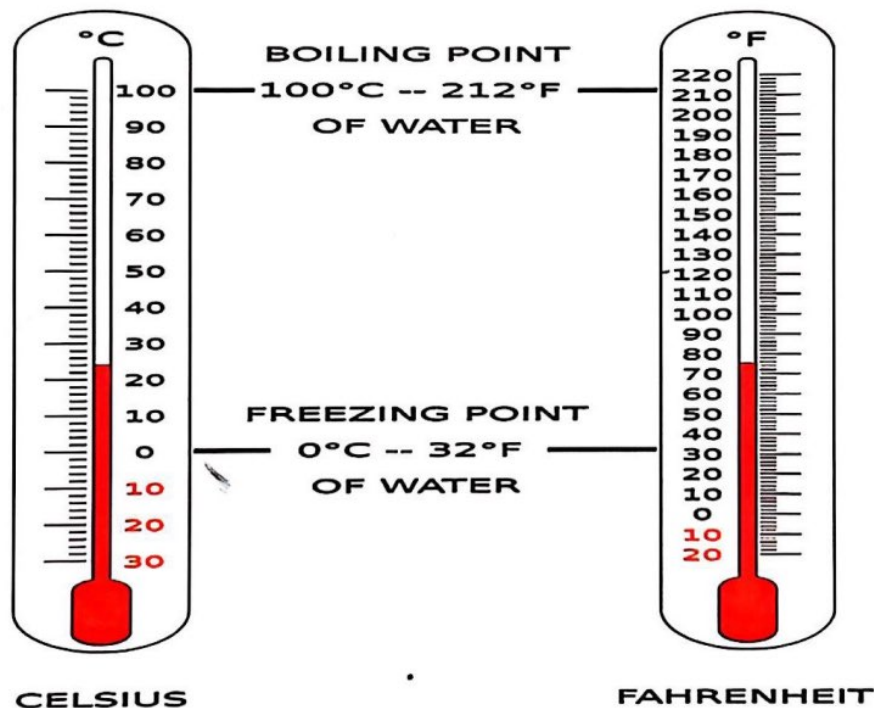
- 1- عملیه ایزوترمیک آنست که در آن مدت:
 - الف) حجم ثابت باشد
 - ب) فشار ثابت باشد
 - ج) درجه حرارت ثابت باشد
 - د) انتروپی تغیر نکند
- 2- در یک عملیه ادیاباتیک مقدار کار مبادله شده مساوی به:
 - الف) تغیر انرژی داخلی است
 - ب) حالت ابتدائی و انتهائی سیستم است
 - ج) راه طی شده نیست
 - د) حاصل جمع انرژی سیستم و محیط مجاور است
- 3- انتلپی توسط یکی از روابط ذیل افاده شده میتواند:
 - الف) $H = U + PV$
 - ب) $H = V - PV$
 - ج) $H = U - PV$
 - د) $H = P + UV$
- 4- در تجربه ژول مقدار کار توسط یکی از روابط ذیل ارائه شده میتواند:
 - الف) $W = 2M \cdot gh + mV^2$
 - ب) $W = P(V_2 - V_1)$
 - ج) $dw = dQ + Du$
 - د) $W = 2M \cdot gh - mV^2$
- 5- تغیر انتلپی در یک عملیه ایزوبار توسط یکی از روابط ذیل ارائه شده میتواند:
 - الف) $H_2 - H_1 = U - PV$
 - ب) $H_2 - H_1 = 0$
 - ج) $H_2 - H_1 = C_p(T_2 - T_1)$
 - د) $H_2 - H_1 = Q$
- 6- هرگاه عملیه طوری صورت گیرد که سیستم با محیط خارج هیچگونه حرارت مبادله نکند گفته میشود که این عملیه:
 - الف) بولی ترابک است
 - ب) ایزونترپیک است
 - ج) ادیاباتیک است
 - د) ایزوبار است
- 7- توسط چکشی به وزن یک کیلوگرام با سرعت 30 متر فی ثانیه روی یک پارچه آهن که بکته آهن 200 گرم است ضربه وارد میشود. در صورتیکه نصف انرژی چکش برای گرم کردن آهن بکار رود درجه حرارت آن چند درجه بالا میرود؟
- 8- گلوله ای به کتله 209 گرم با سرعت 200 متر فی ثانیه از دهانه تفنگی خارج میشود اولاً انرژی حرکتی گلوله را پیدا کنید (بر حسب ژول) ثانیاً اگر تمام انرژی گلوله به حرارت تبدیل شود چند گرم یخ صفر درجه را به آب 20 درجه تبدیل مینماید؟

مآخذ:

- 1- البرتی، رابرت، 1374 شیمی فیزیک جلد دوم.
مترجمین: شهباز، قایقی، اصغری، ریتنی اصفهانی، تهران،
نشرات دانشگاهی ص ص 721-723
- 2- بوشبرگ، جرولد، سیرت ج، آنتونی، لیدهولت ادوین، ام، بون جان، ام زیست شناسی پرتوی و حفاظت،
ترجمه: فتح اله بوذرجمهری
انتشارات طب گستر، چاپ اول 1382
- 3- بهروز، محمد علی، 1371 مقدمه ای بر فیزیک پزشکی، استان قدس، تهران ص ص 33-30
- 4- تام دانکن، فیزیک برای امروز و فردا
انتشارات نوپردازان ایران - تهران 1379 ص ص 23-29
- 5- تکالو، عباس 1384. فیزیک پزشکی چاپ پنجم تهران ص ص 56-60
- 6- تکالو، عباس 1372. فیزیک در پرستاری، تهران ص ص 94-98
- 7- ترور، آی. ویلیامز، 1375. اختراعات و اکتشافات در قرن بیستم، ترجمه لاله صاحبی
انتشارات یگانه، تهران
- 8- حسین، دوخت، 1384. مبانی بیوفیزیک، چاپ سوم، تهران، ص ص 65-68
- 9- چرل واکر، هالیدی، رزیک مبانی فیزیک، فیزیک پایه، میخانیک ویراست هشتم جلد اول 1387
مترجمان: محمد ابراهیم، ابو کاظم، جلال الدین پادشاهی ص ص 107-103
- 10- دیوید هالیدی، رابرت رزیک و چرل واکر مبانی فیزیک جلد اول میخانیک و برایش ششم 2001
ترجمه: نعمت اله گلستانیان - محمود بهار ص ص 121-123
- 11- کامرون، جان، ر، اسکوفروینک جمیز ج. " فیزیک پزشکی "
ترجمه، جمیل آریایی، انشارات جهاد دانشگاهی بوعلی سینا و دانشگاه علوم پزشکی همدان، چاپ اول
1367 ص ص 73-76
- 12- عبدالظاهر ستانیزی و فریبا احمدیار، فیزیک عمومی جلد اول
انتشارات سعید کابل چاپ دوم 1388
- 13- عزیزی؛ داود فیزیک وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی ایران - تهران 1375 ص ص 88-91
- 14- سرام، اوسیلا "راهنمای حفاظت در برابر اشعه" ترجمه: پرنیاز محنتی، انشارات دانشگاهی علوم
پزشکی تبریز، چاپ اول، 1384 ص ص 112-115

- 15- سمبر، هرمان " آشنایی با فزیک بهداشت ازدیدگاه پرتوی " ترجمه: محمدابراهیم ابوکاظمی هوشنگ سپهری، علیرضابنشین، مرکز نشر دانشگاهی، تهران چاپ اول 1371 ص ص 44-47
- 16- سولفانیدیس، نیکلاس " اندازه گیری و آشکارسازی تابش های هستوی " ترجمه رحیم کوهی، محمدهادی هادی زاده انتشارات کتابستان مشهد چاپ اول 1371 ص ص 91-95
- 17- محمد انور غوری و محمد همایون ستانکزی، مبادی فزیک، انتشارات سعید کابل چاپ اول 1390.
- 18- ابوالفضل رسولی - غلام حسین رهبری - کلیات فزیک پزشکی و بیوفزیک روشن - فزیک عمومی ترمودینامیک جلد اول. از انتشارات دانشگاه تهران 1344
- 19 - جعفر سیروس ضیا - حرارت و ترمودینامیک. از انتشارات تهران چاپ دوم 1353
- 20- غلام حسین کشاورزی - ترمودینامیک شیمیایی. جلد اول کتاب فروشی چهر - تبریز مهرماه 1349
- 21- فرانسون - ترجمه توسط مختار تبریزی و لطیف کاشگر - فزیک از انتشارات دانشگاه تهران 1353
- 22- مهدی برکشلی - فزیک عمومی حرارت. از انتشارات دانشگاه تهران 1342
- 23- مهدی بازرگان - ترمودینامیک صنعتی - جلد اول 1342
- 24- Agarwal prafull k. mathenatics Target IIT.Dethi zoo
- 25- Bushong cs. Rdiologic Sience for thechnologists hted: Mosby 1997
- 26- Bushong cs. Rdiologic Sience for thechnologists Vhted: Mosby 2001
- 27- Dowd SB, Tilson ER. Practical radiation protection and applied radiobiology 2nd ed W-B sawnder.comany; 1999
- 28- Jearl walker. fundamentals of phisics 8 th Edition. 1972
- 29- Hessel. Howard. 1988 physic in nursing 6 ed. American ;pp
- 30- Hugh ,D, young. physics Addeson - Wesley publishing company ,U.S.A
- 31- Khan FM. The physics of radiation therapy. 3 rded; Lippincott Willians and Wilkins; 2003
- 32- Raxmond A. serwax. physics saunders. G.SS.A. 1986
- 33- Statkie wicz sherer MA. Visconti PJ. Ritenour. ER. Radiation protection in medical radiography 4 thed Mosby; 2002
- 34- <http://www.hupaa.com/forum/viewtopic.php?t=18390>
- 35- Beiser, Arthur, The Mainstream of physics, Addison Wesley publishing company, Inc. 1963
- 36- Brinckerhoff, cross- & Lazarus, Exploring physics, Harcourt, Brace & World, Inc. 1959
- 37- Blackwood, Oswald & W. Kelly, General physics, John Wiley & Sone. 1962
- 38- Cheronis, Nicholas D. - Parsons- & Ronneberg, The Study of The physics World, Houghton Mifflin, Co. 1958

Medical Physics I



احمد طبي کتاب خانہ

آدرس: جوی شیر مرکز کتاب فروشان - کابل
شماره تماس: ۰۷۸۶۰۵۷۶۷۳