فزیک میخانیک ساده

معرفی علم فزیک: در معرفی علم فزیک باید گفت: فزیک علم زندگی و اصلاً علم حیات است. یا هر چیزی که در اطراف خویش می‌بینیم به فیزیک ربط پیدا می‌کند. همچنین پاسخ به بسیاری از سوالهایی را که همیشه ذهن بشر به آن مشغول بوده است به وسیله علم فیزیک می‌توان داد. مثل این که دنیا چگونه بوجود آمده است؟ از چه تشکیل شده و کوچکترین جزء آن چیست؟. در کل می‌توان گفت که جهان در بزرگترین مقیاس تا ریزه ترین مقیاس در ارتباط با علم فیزیک می‌باشد.

مفاهیم فزیکی:

ماده: هر آن چیزیکه دارای وزن، حجم بوده، یعنی در فضا یک موقعیت را اشغال نموده و بالای حواس ما تاثیر نماید، اجسام مادی نامیده میشود.

زمان: دو دیدگاه گوناگون در تعریف زمان وجود دارد. دیدگاه نخست بیان میکند که زمان قسمتی از ساختار های اساسی جهان است.

بعدی است که اتفاقات پشت سر هم در آن رخ می دهند. همیچنین این دیدگاه بیان میکند که زمان قابل اندازه گیری است. این یک نوع دید گاه واقع گرایانه است که اسحاق نیوتن بیان میکند و از این رو گاهی با نام زمان نیوتونی شناخته می شود. در مقابل دیدگاه دیگری چنین بیان می کند که زمان قسمتی از ساختار های ذهنی انسان است (همراه فضا و عدد) آن چنان که ما در ذهن خود رشته رویداد ها را دنبال می کنیم همچنین در ذهن خود برای طول ان اتفاقات کمیت هایی را از قبیل ثانیه و دقیقه تعریف می کنیم.

تعریف دوم: به هیچ هویت مستقلی برای زمان اشاره نمی کند که اتفاقات درون آن رخ دهد. این دیدگاه حاصل کار گات فراید لایب نتز و امانوئل کانت می باشد که زمان را قابل اندازه گیری نمی داند و می گوید تمام اندازه ها در سیستم ذهنی بشر رخ می دهد. به طور کلی در فیزیک زمان و فضا به عنوان کمیت های

بنیادی به شمار می ایند و امکان بیان تعریفی دقیق برای آن ها در غالب دیگر کمیت ها نیست به این خاطر که بقیه کمیت ها هم چون سرعت، نیرو، و انرژی همگی به وسیله این دو کمیت تعریف شده اند.

مکان: مکان یک جسم متحرک کمیتی در علم فزیک است. که از مقدار فاصله آن جسم نسبت به نقطه مبدا حرکت تعیین می‌شود. هرچقدر فاصله جسم متجرک نسبت به مبدا حرکت بیشتر باشد در مکان دورتری نسبت به مبدا حرکت قرار خواهد گرفت و مقدار مکان ثانویه بزرگتر خواهد بود.

ماده: تمام موادی را که جهان از آنها ترکیب یافته است، بر روی هم ماده می‌گوییم. ماده را می‌توان به‌صورت چیزی تعریف کرد که جرم دارد و فضا اشغال می‌کند. کتله ، پیمانه ای از کمیت ماده است. جسمی که تحت تاثیر نیروی خارجی نیست، مایل است که به حال سکون بماند و اگر در حال حرکت باشد، مایل است که به حرکت یکنواخت خود در همان جهتی که دارد، ادامه دهد. این خاصیت ، اینرسی نامیده می‌شود. جرم متناسب با اینرسی آن است.

1. شی که اجسام فزیکی از آن ساخته شده به سه شکل جامد، مایع، و گاز پیدا می شود.
2. امواج رادیوئی، نور، ساحه.....

جامدات: جامد سخترین حالت هر ماده است در این حالت اتم ها در مکان های مشخص قرار گرفته و فقط می توانند در حول نقطه تعادل خود در سبکه نوسان کنند. جامدات حجم و شکل ثابت دارد و ثابت است و خاصیت ارتجاعی و کشسانی بسیار کمی دارد. مانند سنگ، چوب، آهن

مواد جامد را از لحاظ خواص میتوان به شکل زیر طبقه بندی کرد.

فلزات و الیاژها جامدات الی (پلیمرها) سرامیک ها کامپوزیت ها

مایعات: مایع یکی از حالت است که ماده میتواند به آن شکل وجود داشته باشد. ذرات تشکیل دهنده مایع (اتوم/ مالیکول) میتوانند تغیر مکان بدهند اما نیروی های بین مولکولی کماکان انها را در کنار هم نگه میدارد. بنابر این مایعات

برخلاف جامدات شکل ثابتی ندارد. چون فاصله ذرات در حالت مایع قابل تغیر نیست بنابراین نمی توان آنها را فشرده کرد و مایع حجم ثابت دارد ولی شکل ثابت ندارد.

گازات: اجسامی را گویند که نه حجم معین دارند و نه شکل ثابت. مانند هوا، اوکسیجن، هایدروجن،کاربن دای اوکساید، متان و امثال ان.

شی و جسم: شی چیزیکه اجسام فزیکی از آن ساخته شده مثلاً چوب شی و چوکی چوبی جسم فزیکی است.

خواص و مشخصات اجسام

در اطراف و محیط خویش نظر اندازیم بسیار اشیای مختلف را خواهیم دید که هر کدام از خود خصوصیات جداگانه دارد که توسط آن می توانیم اشیا را از هم فرق کرد.

کتله: مقدار ذرات که یک جسم را ساخته است یا مقدار ماده موجود در یک جسم بنام کتله همان جسم یاد می گردد به هر اندازه مقدار ماده موجود در یک جسم زیاد باشد به همان اندازه کتله آن بیشتر است. کتله یک جسم کمیت اسکالری است و برای یک جسم همیشه در هر جای ثابت است.

وزن: تاثیر کشش قوه جاذبه زمین بالای یک جسم عبارت از وزن جسم است. قوه جاذبه زمین است که به سطح اتکاء جسم عمل می کند. وزن یک کمیت وکتوری است. وزن یکی از خواص ماده است به هر اندازه که مقدار ذرات در یک جسم زیاد باشد به همان اندازه وزن آن بیشتر است.

حجم: چیزهائیکه دارای سه بعد (طول، عرض، وضخامت) باشد حجم گفته میشود. معمولا همه اشیاء مادی در طبیعت دارای حجم هستند. اگر چه برخی از آنها ممکن است علاوه برطول و عرض دارای ضخامت بسیار کم باشد اما قاعدتا حجم های هستند که بخشی از فضاء را اشغال میکنند. . این حجم ها گاهی به طور طبیعی به صورت نسبتا منظمی دیده می شوند. مثل حجم برخی از درخت ها، میوه ها، و غیره. اما این را بدانید که بیشتر اوقات به شکل غیر منظم جلوه می

کنند، مثل حجم صخره ها، گیاهان، حیوانات، و بسیاری چیزهای دیگر همانطور که سه شکل دایره و مثلث به عنوان اشکال پایه برای سطح نام برده شدند دایره ، مکعب و هرم را نیز می توان به عنوان اجسام هندسی پایه نام برد .که این سه نوع حجم به طور منظم و به ندرت در طبیعت دیده می شوند . اما به طور کلی همه حجم های طبیعت از ترکیب یا تغییر شکل این سه حجم پایه و هندسی به و جود می آیند.

تخلخل: تخلخل عبارت است از تمامی فضاهای خالی موجود در یک جسم بوده که به دو صورت مطلق مفید یا موثر بیان میگردد.

خلاء ذروی اجسام مختلف با هم متفاوت است. مثلا خلاء ذروی بین ذرات تکه و ذرات سنگ از هم متفاوت است به هر اندازه که بین ذرات یک جسم خلاء زیاد باشد به همان اندازه حجم بیشتر را احتوا می کند.

تراکم: خورد شدن حجم جسم به اثر قوه خارجی بنام تراکم یاد می میشود. وقت در جسم تراکم محسوس می شود که فاصله بین ذرات جسم کمتر گردد. مثلا اسفنج را فشار دهیم حجم آن کم می گردد.

ارتجاعیت: خاصیت برگشتن حجم جسم به شکل اولی در صورت از بین رفتن قوه خارجی بنام ارتجاعیت یاد می شود. مثلا رابر، فنر وغیره.

تیوری ساختمان اجسام:

اجسام متشکل از ذرات بسیار کوچک بوده که به چشم دیده نمیشوند. تعدادی از اجسام از ذرات کوچکی ساخته شده اند که خاصیت همان جسم را دارا میباشند. و اگر تجزیه شوند بازهم خاصیت همان جسم را میداشته باشند. واین آخرین ذره که در صورت بازهم تجزیه شدن خاصیت جسم اولی را از دست دهد بنام مالیکول یاد میگردد. مثلا اگر قطره اب را به ذرات کوچک تقسیم نموده عملیه را تا زمانی ادامه دهیم که اگر جزء آخری تجزیه شود خاصیت اب از بین برود، گفته میشود که همین ذرهء اخری مالیکول اب میباشد.

مالیکول: هرگاه مالیکول تجزیه شود اتم ها بدست میایند. اتم ها خورد ترین ذره ء تعدادی از موادی هستند که آن اجسام را عناصر مینامند. مثلا اگر عناصر مثل مس، اهن، نقره، سیماب، طلا، نایتروجن، کارین، وامثال آنرا خورد ساخته برویم تا ذره ای میرسیم که اگر آن ذره باز هم شکستانده شود خاصیت عنصر از بین میرود، که همین ذره کوچک را اتم میگویند. بناء اتوم چنین تعریف شده است: کوچکترین ذره عنصر که خاصیت عنصر را داشته باشد، اتم نامیده میشود.

اندازه گیری و اهمیت آن:

علومیکه بر اساس تجربه استوار باشد، ساینس نامیده میشود وعلم فزیک نیز یک بخش از ساینس (علوم مثبته) بوده که براساس تجربه، اندازه گیری و محاسبه استوار میباشد. پس لازم است که سیستم های اندازه گیری را بدانیم. معنی اندازه گیری یک کمیت فزیکی عبارت از مقایسه آن کمیت با کمیت هم جنس آن که به حیث واحد قبول شده است، می باشد. مثلا گفته میشود که طول یک صنف درسی 8 متر است ، اولا باید اندازه متر که واحد طول است بدانیم، باید واحد اساسی وقت را که ثانیه است بدانیم.

$1.\ 114m = ?\ cm$
$1m = 10^2 cm \Rightarrow 114.100 = 11400 \Rightarrow 1{,}44.10^4 cm$

$2.\ 750cm = ?\ m$
$1cm = 10^{-2} \Rightarrow 75.10.10^{-2} \Rightarrow 75.10^{-1} = 7.5$

$3.\ 240km = ?\ dm$
$1km = 10^4 dm \Rightarrow 24.10.10^4 \Rightarrow 24.10^5 dm \Rightarrow 2.4.10^6 dm$

$4.\ 1300Dm = ?\ cm$
$1Dm = 10^3 cm \Rightarrow 13.10^2.10^3 \Rightarrow 13.10^5 \Rightarrow 1{,}5.10^6 cm$

$5.\ 1000Dm = ?\, m$
$1Dm = 10m \Rightarrow 10^3 . 10 = 10^4 m$

$6.\ 1Hm = ?\, mm$
$1Hm = 10^2 m = 10^2 . 10^3 \Rightarrow 10^5 mm$

$7.\ 1240km = ?\, cm$
$1km = 10^5 cm \Rightarrow 1240 . 10^5 \Rightarrow 1.24 . 10^8 cm$

$8.\ 9 . 10^5 m = ?\, mm$
$1m = 1000mm \Rightarrow 9 . 10^5 . 10^3 \Rightarrow 9 . 10^8 mm$

$9.\ 1Fm = ?\, Mm$
$1Fm = 10^{-15} m \Rightarrow 10^{-15} . 10^{-6} \Rightarrow 10^{-21} Mm$

واحد کتله (کیلوگرام): کیلوگرام واحد کتله میباشد . استاندارد بین المللی آن عبارت ازاستواءه است که از پلاتین و ایریدیوم ساخته شده و در اداره‌ء بین المللی اوزان و مقیاس ها در پاریس نگهداری میگردد . مطابق به آن استاندارد های ثانوی به کشور ها ارسال گردیده تا طبق آن درتعین استاندارد ها استفاده صورت گیرد .

$1kg = 1liter$
$1kg = 10^3 cm^3$
$1kg = 10^3 cc$
$1kg = 10^3 gr$
$1kg = 10^3 mli\ liter$
$1gr = 1cm^3 = 1cc = 1mliter$

واحدات کتله:

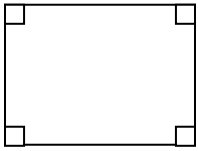
$1kg = 10^3 gr$
$1gr = 10^{-3} kg$
$1gr = 10^3 mgr$
$1mgr = 10^{-3} gr$
$1kg = 10Hgr$
$1Hgr = 10^{-1} kg$

واحدات وقت (ثانیه): هر پدیدهء تکرار شونده را میتوان به عنوان معیار زمان بکار برد . آونگ (پاندول) در حال نوسان ، یکدستگاه 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 ساینتفک و علمی مورد استعمال دارد ، اما در معا ملات روزمره گردش زمین بدور خورشید را مورد استفاده قرار میدهند که به زمان جهانی معروف است . در این معیار یک ثانیه عبارت از 1 / 86400 حصهء شبانه روز میباشد .

یک شبانه روز $24\ Hours$ (ساعت)
یک ساعت $60\ Minutes$ (دقیقه)
یک دقیقه $60\ Seconds$ (ثانیه)
یک شبانه روز $86400\ Seconds$ (ثانیه)
یک ساعت $3600\ Seconds$ (ثانیه)
یک سال $31557600\ Seconds$(ثانیه)
سال نوری $9{,}467{,}280{,}000{,}000,\ km$

یک ثانیه عبارت از $\frac{1}{86400}$ حصه شبانه روز.

واحدات سطح: قسمت خارجی یک جسم فزیکی یا سرحد بین جسم فزیکی وفضاء عبارت از سطح است. چون در سطح از دو بعد طول و عرض استفاده میشود. پس مساحت یک سطح مساوی است به.



$$A = a^2$$

$(M.K.S) = m.m = m^2$
$(c.g.s) = cm.cm = cm^2$
$(M.T.S) = m.m = m^2$
$(F.P.S) = foot.foot = foot^2$
یک جریب $= 2000m^2 = 20$ بسوه

یک بسوه $= 100m^2$

واحدات حجم: واحد حجم مکعب را قبول کردند که تمام اضلاع آن مساوی باشد و مکعب عبارت از منشوری است که تمام وجوه آن مربعات انطباق پذیر باشد.

حجم = طول × عرض × ارتفاع

$(M.K.S) = m.m.m = m^3$
$(c.g.s) = cm.cm.cm = cm^3$
$(M.T.S) = m.m.m = m^3$
$(F.P.S) = ft.ft.ft = ft^3$

واحدات سرعت: تغیر فاصله فی واحد زمان را سرعت مینامند. یعنی: $v = \frac{s}{t}$

$$(M.K.S) = \frac{m}{sec}$$

$$(c.g.s) = \frac{cm}{sec}$$

$$(M.T.S) = \frac{m}{sec}$$

واحدات تعجیل: هرگاه سرعت یک جسم در هرلحظه زمان تغیر کند زیاد شود یا کم شود گفته میشود جسم دارای تعجیل (شتاب) میباشد. یعنی

$$a = \frac{v}{t}$$

$$(M.K.S) = \frac{m}{sec^2}$$

$$(c.g.s) = \frac{cm}{sec^2}$$

$$(M.T.S) = \frac{m}{sec^2}$$

1. $1m^3 = ?\, cm^3$

$1m = 10^2 cm \Rightarrow (1m)^3 = (10^2 cm)^3 \Rightarrow 1m^3 = 10^6 cm^3$

2. $565cm^3 = ?\, m^3$

$1cm^3 = 10^{-6} m^3 \Rightarrow 565.10^{-6}$

3. $10^2 m^2 = ?\, cm^2$

$1m = 10^2 \Rightarrow (1m)^2 = (10^2)^2 \Rightarrow 1m^2 = 10^4 cm^2 \Longrightarrow$
$10^2.10^4 \Rightarrow 10^2 m^2 = 10^6 cm^2$

4. $20hour = ?\, min$

$1hour = 60min \Rightarrow 20.60 = 1800min$

5. $230min = ?\, sec$

$1min = 60sec \Rightarrow 230.60 \Rightarrow 13800sec$

6. $1month = ?\, sec$

$1day = 86400sec \Rightarrow 30(86400) = 2592000sec$

7. $2week = ?\, hour$

$14(24) = 336hour$

$8.\ 12\frac{m}{sec} = ?\frac{cm}{sec}$

$1m = 100cm \Rightarrow 12.100\frac{cm}{sec} \Rightarrow 1200\frac{cm}{sec}$

$9.\ 4500\frac{m}{min^2} = ?\frac{cm}{sec^2}$

$4500\frac{100cm}{(60)^2} \Rightarrow \frac{450000cm}{3600sec^2} \Rightarrow 145\frac{cm}{sec^2}$

فصل دوم

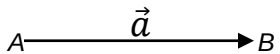
سکالر و وکتور

کمیت: چیزیکه قابل اندازه گیری و پیمایش باشد بنام کمیت یاد میگردد. کمیت ها دو نوع اند.

1: **کمیت سکالری:** کیمت را می گویند که برای شناخت و اندازه گیری آن صرف مقدار عددی آن ضرورت باشد نه جهت یا سمت مانند: وقت، حجم، کتله، درجه حرات، طول.

2: **کمیت وکتوری:** کیمت است که برای شناخت آن علاوه از مقدار، جهت آن نیز ضرورت باشد. مانند: قوه، تعجیل، مومنتم، سرعت.

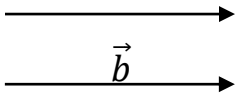
وکتور: مستقیم که دارای مبدا، انجام، طول، و جهت باشد. برای نمایش وکتور از حروف کوچک الفبای انگلیسی ویا دو حرف مبدا و انجام ان استفاده می شود.



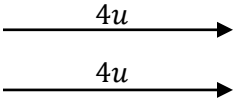
طوریکه مبدا آن A ، انجام B ، از A الی B طول یا مقدار وکتور، از A به طرف B جهت وکتور است.

وکتور های موازی: وکتورهایکه نه خود شان و نه امتداد یافته شان هیچ نقطه مشترک نداشته باشند، وکتور های موازی نامیده میشوند، که میتوانند هم جهت یا مختلف الجهت باشند، مانند:

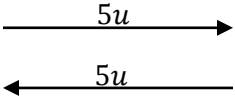
$\vec{a}$



وکتور های مساوی: دو وکتور مساوی گفته میشوند که موازی، هم جهت ودارای طول (مقدار) مساوی باشند، مانند:



وکتور های متقابل: دو وکتوریکه موازی،طول آن مساوی ولی مختلف الجهت باشند، وکتور های متقابل نامیده میشوند، مانند:

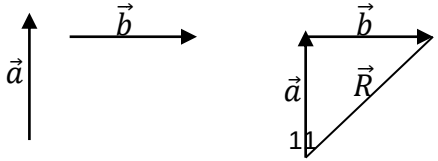


مجموعه یا محصله وکتور ها:

حاصل جمع دو یا چندین دکتور بازهم یک وکتور است ولی از نگاه مقدار مساوی به حاصل جمع وکتور ها نمی باشد وکتور ها را به دو طریقه ذیل جمع نموده می توانیم.

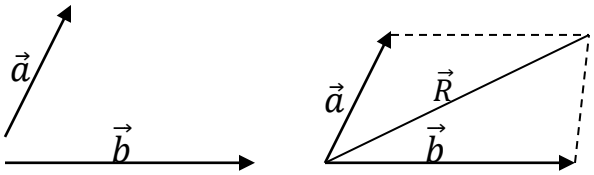
1) طریقه هندسی (مثلثی):

در این طریقه مبدا وکتور دوم را به انجام وکتور اول، مبداوکتور سوم را به انجام وکتور دوم الی اخیر بدون تغیر جهت وکتور ها را باهم وصل نموده و مبدا وکتور اول را به انجام وکتور اخیر وصل می نمائیم وکتور ها جمع می شوند.



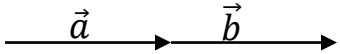
2) طریقه متوازی الاضلاع:

برای دریافت مجموع یا محصله دو وکتور $\vec{a}$ و $\vec{b}$ به طریقه متوازی الاضلاع در طورتیکه $\vec{a}$ و $\vec{b}$ دارای مبداء مشترک نباشند وکتور $\vec{b}$ را موازیا از جایش طوری انتقال میدهیم، که مبدا آن به مبدا وکتور $\vec{a}$ منطبق شود، از انجام وکتور $\vec{a}$ یک وکتور موازی به وکتور $\vec{b}$ و از انجام وکتور $\vec{b}$ یک وکتور موازی به وکتور $\vec{a}$ رسم میکنیم و نقطه تقاطع شان A را به مبدا مشترک یعنی به O وصل کنیم. پس وکتور $\overline{OA}$ یعنی وتر متوازی الاضلاع محصلهٔ دو وکتور $\vec{a}$ و $\vec{b}$ میباشد.



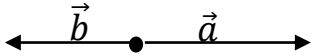
به همین ترتیب میتوان مقدار محصله الجبری دو وکتور را در حالات ذیل دریافت نمود.

1) محصله دو وکتور هم جهت:



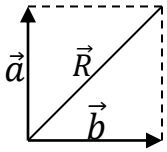
$$\left|\vec{R}\right| = |\vec{a}| + \left|\vec{b}\right|$$

2) محصله دو وکتور مختلف الجهت:



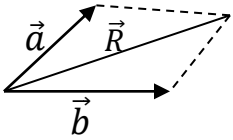
$$\left|\vec{R}\right| = |\vec{a}| - \left|\vec{b}\right|$$

3) محصله دو وکتور با هم عمود:



$$|\vec{R}| = \sqrt{|\vec{a}|^2 + |\vec{b}|^2}$$

4) محصله دو وکتوری که باهم زاویه θ را میسازند:



$$|\vec{R}| = \sqrt{|\vec{a}|^2 + |\vec{b}|^2 + 2|\vec{a}||\vec{b}|.cos\theta}$$

مثالها:

1) هرگاه دو وکتور با مقدار $|\vec{a}| = 5u$ و $|\vec{b}| = 10u$ بطور همجهت عمل نماید. مقدار محصله وکتور های مذکور را دریابید؟

$$\left.\begin{matrix} |\vec{a}| = 5u \\ |\vec{b}| = 10u \\ |\vec{R}| = ? \end{matrix}\right\} \; |\vec{R}| = |\vec{a}| + |\vec{b}| \Rightarrow 5u + 10u \Rightarrow |\vec{R}| = 15u$$

2) هرگاه دو وکتور با مقدار $|\vec{a}| = 2\sqrt{2}$ و $|\vec{b}| = \sqrt{2}$ بطور مختلف الجهت عمل نماید. مقدار محصله وکتور های مذکور را دریابید؟

$$\left.\begin{matrix} |\vec{a}| = \sqrt{2} \\ |\vec{b}| = 2\sqrt{2} \\ |\vec{R}| = ? \end{matrix}\right\} |\vec{R}| = |\vec{a}| - |\vec{b}| \Rightarrow |\vec{R}| = 2\sqrt{2} - \sqrt{2} \Rightarrow |\vec{R}| = \sqrt{2}$$

3) طیاره که $50Km$ به طرف شمال و بعدا $10000m$ به طرف جنوب حرکت کرده، طیاره مذکور چقدر تغیر مکان کرده است؟

$$\left.\begin{array}{l}|\vec{a}| = 50km = 50000m \\ |\vec{b}| = 10000m \\ |\vec{R}| = ?\end{array}\right\} |\vec{R}| = |\vec{a}| - |\vec{b}| \Rightarrow |\vec{R}| = 40km$$

4) هرگاه دو وکتور $|\vec{a}| = \frac{1}{2}cm$ و $|\vec{b}| = 1cm$ بطور عمود عمل نماید مقدار محصله وکتور های مذکور را دریابید؟

$$\left.\begin{array}{l}|\vec{a}| = \frac{1}{2}cm \\ |\vec{b}| = 1cm \\ |\vec{R}| = ?\end{array}\right\} |\vec{R}| = \sqrt{|\vec{a}|^2 + |\vec{b}|^2} \Rightarrow |\vec{R}| = \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^2 + (1)^2}$$

$$\Rightarrow |\vec{R}| = \sqrt{\frac{1}{4} + 1} \Rightarrow |\vec{R}| = \frac{\sqrt{5}}{2}$$

5) محصله دو وکتور را دریابید که $|\vec{a}| = 2m$ و $|\vec{b}| = 4m$ تحت زاویه $\theta = 60^\circ$ بالای هم عمل نموده باشند.

$$\left.\begin{array}{l}|\vec{a}| = 2m \\ |\vec{b}| = 4m \\ \theta = 60^\circ \\ |\vec{R}| = ?\end{array}\right\} |\vec{R}| = \sqrt{|\vec{a}|^2 + |\vec{b}|^2 + 2|\vec{a}||\vec{b}|cos\theta} \Rightarrow$$

$$|\vec{R}| = \sqrt{(2cm)^2 + (4m)^2 + 2(2m)(4m).cos60^\circ} \Rightarrow$$

$$|\vec{R}| = \sqrt{4m^2 + 16m^2 + 16m^2.\frac{1}{2}} \Rightarrow |\vec{R}| =$$

$$\sqrt{20m^2 + 8m^2} \Rightarrow |\vec{R}| = \sqrt{28m^2} \Rightarrow |\vec{R}| = \sqrt{28m^2} \Rightarrow$$

$$|\vec{R}| = 5.3m$$

فصل سوم

قوه

قوه عبارت از عاملی است که جسم متحرک را ساکن و ساکن را متحرک سازد و یا سبب تغیر حرکت شود. قوه انواع و اقسام زیاد دارد مانند: قوه برقی، قوه جاذبوی قوه اصحکاک، قوه ارتجاعی وغیره. که از جمله دو نوع آن که قوه برقی و قوه جاذبه جهانی زیاد تر مهم است. قوه یک کمیت وکتوری بوده که برعلاوه مقدار جهت آن نیز در نظر گرفته میشود. قوه چیزی است که ما نمتوانیم آن را ببینیم بلکه میتوانیم آنرا احساس کنیم و دربعضی اوقات عمل آنرا مشاهده کنیم خاصیت دیگر قوه این است که تحت تاثیر آن اجسام تغیر شکل میکنند. بناء برای تشخیص قوه سه کمیت لازم است.

1) نقطه تاثیر قوه: قوه که در کدام نقطه اثر یا عمل کرده.
2) جهت قوه : قوه به کدام جهت یا طرف عمل کرده. جهت وکتور ، جهت قوه را نشان میدهد.
3) مقدار قوه : طول وکتور مقدار قوه را نشان میدهد.

توسط پای خود به توپ فوتبال ضربه وارد می نمائیم. به نقطه که ضربه وارد کردیم نقطه تاثیر قوه، به سمت که توپ حرکت می کند جهت قوه و مسیر یا طول راه، را که توپ طی می کند مقدار قوه است.

همچنان سرعتی را که توپ توسط ضربه پای دریافت مینماید، از جانبی تغیرات سرعت در فی واحد زمان باعث تعجیل (شتاب) در کتله توپ می گردد ، باهم مستقیما متناسب بوده یعنی :

$$F \sim V \sim a \Rightarrow F = m \times a$$

ویا به عباره دیگر نسبت قوه وارده در فی واحد کتله یک جسم عبارت از تعجیل میباشد یعنی:

$$a = \frac{F}{a}$$

در روابط فوق m کتله، a شتاب (تعجیل) و F قوه را ارائه مینماید.

قوه جاذبه جهانی : در سال 1667م اسحاق نیوتن دریافت نمود که بین اجسام قوه های جاذبه متقابل تاثیر وارد می کند که این قوه ها را قوه جاذبه جهانی می نامند. مثلا : مهتاب و زمین در جاذبه همدیگر قرار دارند، جاذبه مهتاب در اب های اوقیانوس مدو جذر را بوجود می اورد. تمام سیارات به شمول زمین به دور افتاب در یک قوه جاذبه قرار دارند .

دو جسمی که درای کتله m_1, m_2 است که با قوه F جذب می گردد که این قوه مستقیما متناسب ه حاصل ضرب کتله های اجسام و معکوسا متناسب به مربع فاصله بین آنها است یعنی:

$$F = G.\frac{m_1.m_2}{r^2}$$

در فورمول G عبارت از ضریب ثابت جاذبه عمومی جهان بوده که مقدار آن :

$$G = 6.67.10^{-11}\frac{N.m^2}{kg^2}$$

$$G = 6.67.10^{-8}\frac{dyne.cm^2}{gr^2}$$

قوه برقی: دو چارچ برقی بین هم به یک قوه عمل می نماید که این قوه عبارت است از :

$$F = K.\frac{q_1.q_2}{d^2}$$

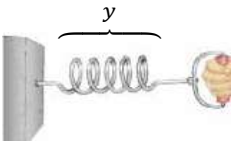
$$K = 9.10^9\frac{N.m^2}{colmb^2}$$

$$K = 1.\frac{dyne.cm^2}{st - colmb^2}$$

رابطه فوق را بنام قانون کولمب یاد می گردد.

قوه ارتجاعی یا قوه کشش: قوه ایکه در یک گلوله آویزان به یک تار (فنر) که به مقابل قوه ثقل تاثیر نموده و از افتادن گلوله جلوگیری مینماید بنام قوه

ارتجاعی یاد می گردد که جهت قوه ارتجاعی همیشه مخالف الجهت قوه ثقل میباشد. یا قوه که مقابل قوه عامل (قوه ثقل) در یک فنر به وجود می اید بنام قوه ارتجاعی یاد می شود.



$$F = -K.x$$

قوه اصطحکاک: قوه ایکه از حرکت نسبی اجسام که باهم در تماس هستند جلوگیری می کند یا قوه مانع لغزیدن اجسام بروی سطح می گردد.

$$F_f = \mu.F_n$$
$$F_f = \mu.m.g$$
$$F_f = \mu.m.g.cos \propto$$

در فورمول F_f قوه اصطحکاک، μ ضریب اصطحکاک و F_n قوه عمودی میباشد.

واحدات علمی قوه : نیوتن مقدار قوه است که به کتله یک کیلوگرام جسم عمل نموده وبه آن تعجیل $^{1m}/_{sec^2}$ را بدهد.

$M.K.S$ $\quad N = {}^{1kg.1m}/_{sec^2}$

$c.g.s$ $\quad dyne = {}^{1gr.1cm}/_{sec^2}$

$M.T.S$ $\quad st = {}^{1ton.1m}/_{sec^2}$

$F.P.S$ $\quad Lb = {}^{1slug.1foot}/_{sec^2}$

واحدات عملی قوه : کیلوگرام وزن قوه است که به کتله یک کیلوگرام یک شی در سطح بحر عمل نموده و آنرا عمودا به تعجیل $g = {}^{9.81m}/_{sec^2}$ به طرف زمین کش می نماید.

$M.K.S$ $\quad kg^* = {}^{1kg.9.81m}/_{sec^2}$

$c.g.s$ $\quad gr^* = {}^{1gr.981cm}/_{sec^2}$

$M.T.S =$ $\quad ton^* = {}^{1Ton.9.81m}/_{sec^2}$

تبدیل واحدات :

1) $1N = ?\, dyne$

$1N = {}^{1kg.m}/_{sec^2} = {}^{10^3 gr \times 10^2 cm}/_{sec^2} = {}^{10^5 gr.cm}/_{sec^2} =$

$\Rightarrow 1N = 10^5 dyne \qquad \Leftrightarrow 1dyne = 10^{-5} N$

2) $1st = ?\, N$

$1st = {}^{1ton.m}/_{sec^2} = {}^{10^3 kg.m}/_{sec^2} \Rightarrow 1st = 10^3 N \quad \Leftrightarrow \; 1N = 10^{-3} st$

3) $1st = ?\, dyne$

$1st = {}^{1ton.m}/_{sec^2} = {}^{10^5 gr.10^3 cm}/_{sec^2} \Rightarrow 1st = 10^8 dyne$

$1dyne = 10^{-8} st$

4) $1kg^* = ?\; gr^*$

$1kg^* = 10^3 gr^* \Leftrightarrow 1gr^* = 10^{-3} kg^*$

5) $1ton^* = ?\; kg^*$

$1ton^* = 10^3 kg^* \quad \Leftrightarrow 1kg^* = 10^{-3} ton^*$

6) $1ton^* = ?\; gr^*$

$1ton^* = 10^3 kg^* \times 10^3 gr^3 \Rightarrow 1ton^* = 10^6 gr^* \Leftrightarrow 1gr^* = 10^{-6} ton^*$

1) $4N = ?\, dyne$

$1N = 10^5 dyne = 4.10^5 dyne$

2) $10^{-12} dyne = ?\, N$

$1dyne = 10^{-5} N \Rightarrow 10^{-12} \times 10^{-5} \Rightarrow 10^{-17} N$

3) قوه $100N$ بالای یک جسم عمل نموده، قوه مذکور را در سیستم $c.g.s$ دریابید؟

$100N = ?\, dyne$

$1N = 10^5 dyne \Rightarrow 10^2 \times 10^5 = 10^7 dyne$

4) قوه $2.10^{40} dyne$ یک جسم را در حرکت اورده، قوه مذکور را در سیستم $M.T.S$ و $M.K.S$ دریابید؟

$2.10^{40} = ?\, st\, , N$
$2.10^{40} \times 10^{-8} = 2.10^{32} st \qquad \Rightarrow 2.10^{40}.10^{-5} = 2.10^{35} N$

5) $15^{12} dyne = ?\, st$
$1 dyne = 10^{-8} st \Rightarrow 1{,}5.10^{13} \times 10^{-8} = 1{,}5.10^{5} st$

6) $10^{45} kg^{*} = ?\, dyne$
$10^{45} \Rightarrow 10^{45}(9.81N) = 9.81 \times 10^{45}(10^{5} dyne) = 9.81.10^{50} dyne$

7) $200 kg^{*} = ?\, N$
$2.10^{2}(9.81N) = 1{,}962.10^{3} N$

8) $1 ton^{*} = ?\, st$
$1(9{,}81 st) = 9{,}81 st$

9) $70 ton^{*} = ?\, dyne$
$70 ton^{*} \Rightarrow 70(9{,}81 st) = 686{,}7 st \Rightarrow 686{,}7(10^{3}) = 686700 N$
$686700 N \Rightarrow 686700 \times 10^{5} \Rightarrow 6{,}8687.10^{10} dyne$

9) جسمی به کتله $10kg$ دارای شتاب $4m/_{sec^2}$ توسط یک ضربه تولید مینماید، قوه وارده بالای جسم مذکور عبارت است از :

$$\left.\begin{matrix} m = 10kg \\ a = 4m/_{sec^2} \\ F = ? \end{matrix}\right\} F = m \times a \Rightarrow F = 10kg \times 4m/_{sec^2} \Rightarrow F = 40N$$

10) جسمی به کتله $1kg$ دارای شتاب $1m/_{sec^2}$ توسط یک ضربه تولید مینماید، قوه مذکور بالای جسم مذکور از جنس $dyne$ دریابید؟

$$\left.\begin{matrix} m = 1kg \\ a = 1m/_{sec^2} \\ F = ? \end{matrix}\right\} F = m \times a \Rightarrow F = 1kg \times 1m/_{sec^2} \Rightarrow F = 1N$$

11) بالای کتله $20kg$، قوه $10N$ کدام شتاب را بوجود می اورد؟

$$\left.\begin{matrix} m = 20kg \\ F = 10N \\ a =? \end{matrix}\right\} F = m \times a \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{10kg.{}^{m}/_{sec^2}}{20kg} \Rightarrow a = 0{,}5\,{}^{m}/_{sec^2}$$

12) جسمی با کتله $10kg$ بروی سطح با ضریب اصطحکاک 0.4 عمودا در حرکت است اگر تعجیل زمین $g = {}^{10m}/_{sec^2}$ فرض گردد قوه اصطحکاک سطح را از جنس $dyne$ دریابید؟

$$\left.\begin{matrix} m = 10kg \\ \mu = 0.4 \\ g = {}^{10m}/_{sec^2} \\ F_f =? \end{matrix}\right\} \begin{matrix} F_f = m.g.\mu \Rightarrow F_f = 0{,}4.10kg.{}^{10m}/_{sec^2} \\ \Rightarrow F_f = 400N = 4.10^2.10^5 \Rightarrow F_f = 4.10^7 dyne \end{matrix}$$

13) $50kg$ کتله روی سطح توسط قوه $10N$ شروع به حرکت میکند، ضریب اصطحکاک سطوح را دریافت نمائید؟

$$\left.\begin{matrix} m = 50kg \\ F_f = 10N \\ \mu =? \\ g = {}^{10m}/_{sec^2} \end{matrix}\right\} F_f = \mu.F_n \Rightarrow \mu = \frac{F_f}{m.g} = \frac{10N}{500N} \Rightarrow F_f = 0.02$$

14) جسمی با فنر به ضریب ارتجاعیت ${}^{0.4N}/_{m}$ آویزان گردیده، اگر فنر مذکور به اندازه $1m$ از موقعیت اصلی خویش بیجا گردد، قوه ارتجاعی فنر مذکور را دریابید؟

$$\left.\begin{matrix} K = {}^{0.4N}/_{m} \\ x = 1m \\ F =? \end{matrix}\right\} \begin{matrix} F = -K.x \Rightarrow F = -{}^{0.4N}/_{m}.1m \\ F = -0.4N \end{matrix}$$

15) جسمی با کتله $5kg$ به فنر به ضریب ارتجاعیت ${}^{0.1dyne}/_{cm}$ آویزان گردیده، اگر فنر مذکور به اندازه $3cm$ از موقعیت اصلی خویش بیجا گردد، شتاب جسم را محاسبه کنید؟

$$\left.\begin{array}{l} m = 5kg \\ K = {}^{0.1dyne}/_{cm} \\ x = 3cm \\ a = ? \end{array}\right\} \quad \begin{array}{c} F = -K.x \Rightarrow m.a = -K.x \\ a = \dfrac{-K.x}{m} \Rightarrow a = \dfrac{-\dfrac{0.1dyne}{cm}.3cm}{500gr} \\ a = 6.10^{-4}\, {}^{cm}/_{sec^2} \end{array}$$

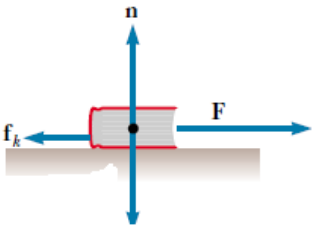
تمرین:

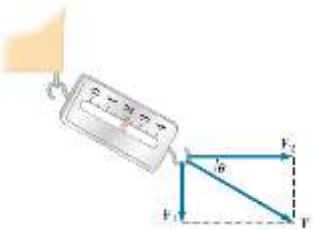
1) جسمی با کتله $10gr$ به فنر به ضریب ارتجاعیت ${}^{2N}/_{m}$ آویزان گردیده اگر فنر مذکور به اندازه $5cm$ از موقعیت اصلی خویش بیجا گردد، شتاب جسم را محاسبه کنید؟

2) جسمی با کتله $500gr$ بروی سطح با ضریب اصحکاک 0.5 عمودا در حرکت است اگر تعجیل زمین $g = {}^{9.81m}/_{sec^2}$ فرض گردد قوه اصطحکاک سطح را از جنس $Newton$ دریابید؟

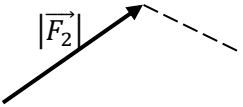
محصله قوه ها

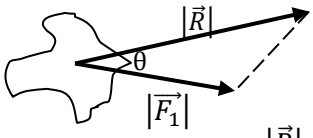
قوه متلاقی: اگر چندین قوه بالای یک جسم وارد شده و به یک نقطه مشترک نموده باشد، قوای مذکور را قوای متلاقی می نامند.





محصله قوای متلاقی : حاصل جمع چندین قوه متلاقی F_1, F_2 و .. ... F_n بالای یک جسم بنام محصله قوای متلاقی یاد می شود وبه به R نشان داده میشود.





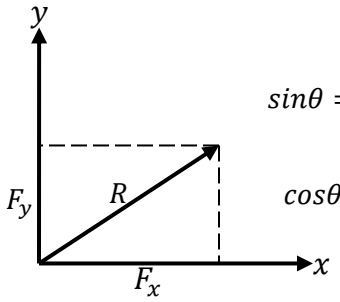
$$|\vec{R}| = \sqrt{|\vec{F_1}|^2 + |\vec{F_2}|^2 + 2|\vec{F_1}||\vec{F_2}|.cos\theta}$$

مناقشه : مقدار محصله ارتباط به اندازه زاویه θ دارد.

1) $\theta = 0^\circ \Longrightarrow R = F_1 + F_2$
2) $\theta = 90^\circ \Longrightarrow R = \sqrt{{F_1}^2 + {F_2}^2}$
3) $\theta = 180^\circ \Longrightarrow R = F_1 - F_2$
4) $\theta = 60^\circ \Longrightarrow R = \sqrt{{F_1}^2 + F_1.F_2 + {F_2}^2}$
5) $\theta = 120^\circ \Longrightarrow R = \sqrt{{F_1}^2 - F_1.F_2 + {F_2}^2}$

تجزیه محصله یک قوه به مرکبه های افقی و عمودی آن:

هرگاه محصله قوه ها معلوم باشد میتوان محصله قوه های مذکور را به مرکبه های افقی و عمودی آن مطابق به شکل ذیل چنین تجزیه نمود:



$sin\theta = \frac{F_y}{R} \Longrightarrow F_y = R.sin\theta$ مرکبه عمودی

$cos\theta = \frac{F_x}{R} \Longrightarrow F_x = R.cos\theta$ مرکبه افقی

مثالها:

1) محصله بین قوه $3N$ و $2N$ که زاویه بین آنها 0° است عبارت است از:

$$\left.\begin{matrix} F_1 = 3N \\ F_2 = 2N \\ \theta = 0^\circ \\ R = ? \end{matrix}\right\} R = F_1 + F_2 \Rightarrow R = 3N + 4N \Rightarrow R = 9N$$

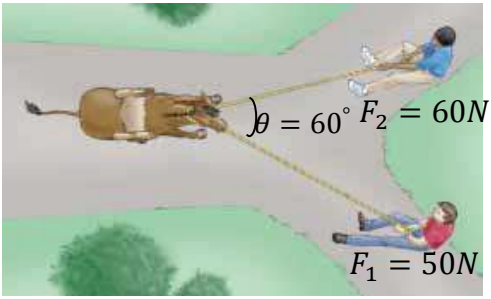
2) دو قوه هر یک به اندازه $100N$ و $20N$ تحت زاویه 180° بالای یک جسم عمل نموده اند، مقدار محصله قوه های مذکور عبارت است از :

$$\left.\begin{matrix} F_1 = 100N \\ F_2 = 20N \\ \theta = 180^\circ \\ R = ? \end{matrix}\right\} R = F_1 - F_2 \Rightarrow R = 100N - 20N \Rightarrow R = 80N$$

3) محصله بین دو قوه $4N$ و $5N$ که به یک نقطه قایم عمل می کند عبارت است از :

$$\left.\begin{matrix} F_1 = 4N \\ F_2 = 5N \\ \theta = 90^\circ \\ R = ? \end{matrix}\right\} R = \sqrt{{F_1}^2 + {F_2}^2} \Rightarrow R = \sqrt{16 + 25} \Rightarrow R = \sqrt{41}N$$
$$R = 6.41N$$

4) دو قوه هر یک به اندازه $50N$ و $60N$ تحت زاویه 60° بالای یک جسم عمل نموده اند، مقدار محصله قوه های مذکور را دریابید :



$$\left.\begin{matrix} F_1 = 50N \\ F_2 = 60N \\ \theta = 60 \\ R = ? \end{matrix}\right\} \quad R = \sqrt{(50)^2 + (60)^2 . 2(50)(60).cos60}$$

$$R = \sqrt{2500 + 3600.6000.\frac{1}{2}} \Rightarrow R = 3286.71$$

5) وزن یک کنده چوب $250N$ روی سطح افقی توسط قوه $100N$ شروع به حرکت میکند ضریب اصطحکاک را دریابید؟

$$\left.\begin{matrix} F_f = 250N \\ F_n = 100N \\ \mu = ? \end{matrix}\right\} F_f = \mu . F_n \Rightarrow \mu = \frac{F_f}{F_N} \Rightarrow \mu = \frac{250}{100} = 2.5$$

6) جسمی به فنر ضریب ارتجاعیت $0.002N/m$ آویزان گردیده اگر فنر مذکور به اندازه $0.01m$ از موقعیت اصلی خویش بیجا گردد. قوه ارتجاعی فنر مذکور را از جنس داین دریابید .

$$\left.\begin{array}{l} K = 0.001 N/m \\ x = 0.01m \\ F = ? \end{array}\right\} \begin{array}{c} F = -K.x \Rightarrow F = -10^{-3}\frac{N}{m}.10^{-2}m \\ F = 10^{-5}N \Rightarrow 10^{-5}.10^{5} \Rightarrow F = 1dyne \end{array}$$

7)جسمی با کتله $4000gr$ به فنر ضریب ارتجاعیت $0.2\,N/m$ آویزان گردیده. اگر فنر مذکور به اندازه $10cm$ از موقعیت اصلی خویش بیجا گردد، شتاب جسم را محاسبه نمائید.

$$\left.\begin{array}{l} m = 4000gr = 4kg \\ K = 0.2\,N/m \\ x = 10cm = 0.1m \\ a = ? \end{array}\right\} \begin{array}{c} F = -K.x \Rightarrow m.a = -K.x \Rightarrow \\ a = \dfrac{-K.x}{m} \Rightarrow a = \dfrac{-0.2\,N/m.0.1m}{4kg} \\ a = -0.005\,m/sec^2 \end{array}$$

مومنت قوه :

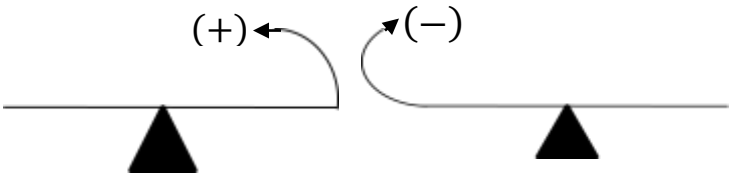
اگر دستگیر دروازه را کش کنیم، در اثر استعمال قوه دروازه بدور چپراس خود می چرخد. ویا یک میله AB را در نظر گرفته طوریکه به نقطه C اتکا نموده به یکی از انجام های میله یک قوه را وارد نموده میله برحول نقطه اتکا C دوران می نماید.

عامل موثر در چرخش یک جسم دور یک محور (اتکا) بنام مومنت قوه یاد می شود. قوه ضرب فاصله عمودی از محور دوران (قوه ضرب بازوی قوه) مومنت قوه مربوط به دوعامل است:

الف) مقدار قوه وارده ب) فاصله قوه از نقطه تاثیر یا محور دوران

$M = F.d \Leftrightarrow$ مومنت قوه $=$ قوه $\times$ فاصله

در نظر داشته باشید که اگر قوه یک سبب دوران جسم همجهت عقرب ساعت شود، مومنت آن منفی و اگر برخلاف عقرب ساعت شود مومنت آن مثبت قبول گردیده است.



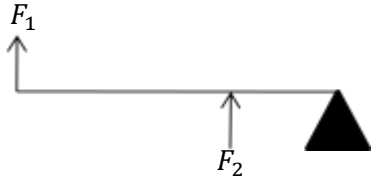
واحدات مومنت قوه:

	علمی	عملی
$M.K.S \rightarrow$	$N.m \rightarrow$	kg^*m
$c.g.s \rightarrow$	$dyne.cm \rightarrow$	gr^*cm
$M.T.S \rightarrow$	$St.m \rightarrow$	Ton^*m

نظر به قانون مومنت قوه در صورت هم جهت بودن قوه ها محصله آن $R = F_1 + F_2$ و در صورت مخالف الجهت قوه ها محله آن $R =$ $F_2 - F_1$ یا $\mathrm{R} = F_1 - F_2$ میباشد.

مومنت قوه هم جهت:

مومنت قوه مخالف الجهت:



مثالها:

1) اگر قوه به اندازه $400dyne$ بالای یک جسم اثر کند و به آن حرکت دورانی بدهد، طوری که طول فاصلهٔ عمودی آن از محور دوران $40cm$ باشد مومنت قوه مساوی میشود به :

$$\left.\begin{matrix} F = 400dyne \\ d = 40cm \\ M = ? \end{matrix}\right\} M = F.d \Rightarrow M = 400dyne.40cm \Rightarrow F = 1.6.10^4 dyne.com$$

2) قوه $100N$ بالای یک جسم عمل نموده آنرا به محور دوران می چرخاند، اگر فاصله عمودی قوه عامل از محور دوران $300cm$ باشد. مومنت قوه مذکور را دریابید:

$$\left.\begin{matrix} F = 100N \\ d = 300cm = 3m \\ M = ? \end{matrix}\right\} M = F.d \Rightarrow M = 100N.3m \Rightarrow M = 300N.m$$

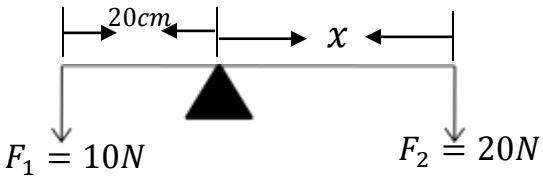
3) قوه $50kg^*$ بالای یک جسم اثر نموده و به آن حرکت دورانی میدهد، اگر طول بازوی محور $10cm$ باشد مومنت قوه مذکور را دریابید:

$$\left.\begin{matrix} F = 50kg^* \\ d = 10cm \\ M = ? \end{matrix}\right\} M = F.d \Rightarrow M = 50kg^*.10cm \Longrightarrow M = 500kg^*cm$$

4) قوه $0.12N$ بالای یک جسم عمل اثر نموده و به آن حرکت دورانی میدهد، اگر طول بازوی محور $1.23m$ باشد مومنت قوه عبارت است از :

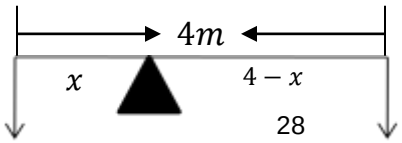
$$\left.\begin{matrix} F = 0.12N \\ d = 1.23m \\ M = ? \end{matrix}\right\} M = F.d \Rightarrow M = 0.12N.1.23m \Rightarrow M = 0.1476N.m$$

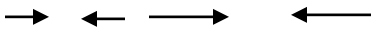
5) دو قوه موازی و هم جهت به دو انجام یک میله عمل کرده که مقدار هر کدام آن $F_1 = 10N$ و $F_2 = 20N$ میباشد و میله در حال تعادل قرار دارد. اگر طول بازوی کوچک $20cm$ باشد طول بازوی بزرگ را دریابید :



$$\left.\begin{matrix} F_1 = 10N \\ F_2 = 20N \\ d_1 = 20cm \\ d_2 = ? \end{matrix}\right\} \begin{matrix} F_1.d_1 = F_2.d_2 \Rightarrow d_2 = \dfrac{F_1.d_1}{F_2} \\ d_2 = \dfrac{10N.20cm}{20N} \Rightarrow d_2 = 10cm \end{matrix}$$

6) دو قوه در دو انجام میله که طول آن4 متر است، موازی و هم جهت عمل میکند نقطه اتکا را دریابید:





$F_1 = 10N$ $F_2 = 20N$

$$F_1.d_1 = F_2.d_2 \Rightarrow 10x = 20(4-x) \Rightarrow 10x = 80 - 20x$$

$$10x + 20x = 80 \Rightarrow 30x = 80 \Rightarrow x = \frac{8}{3} \Rightarrow d_1 = \frac{8}{3}$$

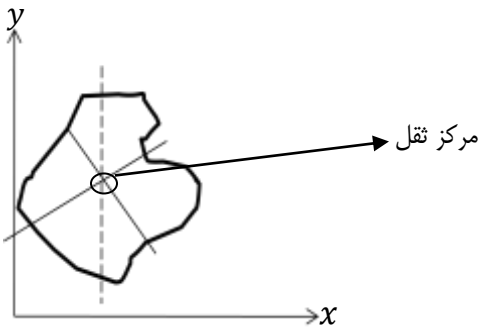
$$d_2 = (4-x) \Rightarrow d_2 = 4 - \frac{8}{3} \Rightarrow d_2 = \frac{4}{3}$$

مرکز ثقل:

مرکز ثقل یک جسم عبارت از آن نقطهٔ میباشد که تصور میشود تمام وزن جسم در آن نقطه جمع و متراکم گردیده باشد. یا مرکز ثقل یک جسم عبارت از نقطه تاثیر محصلهٔ اوزان تمام ذرات آن جسم میباشد.

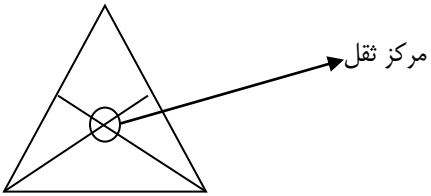
دریافت مرکز تقل اجسام غیر هندسی:

شکل غیر منظم از چندین کار می آویزیم و به امتداد تار اویزش روی سطح جسم خطوط رسم می کنیم نقطه تقاطع خطوط مرکز ثقل جسم است.



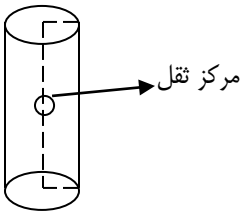
دریافت مرکز ثقل اجسام هندسی :

مرکز ثقل جسم مثلثی:



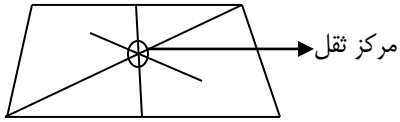
مرکز ثقل استوانه:

مرکز ثقل استوانه در نقطه تنصیف خط موصول مراکز دوایر قاعده تین با نقطه تنصیف ارتفاع استوانه :

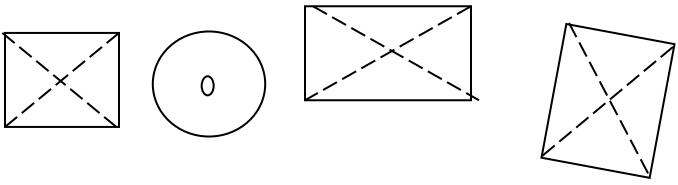


مرکز ثقل ذوذنقه:

مرکز ثقل ذوذنقه یا شبه منحرف در نقطه تقاطع خط موصول مراکز ثقل مثلث ها و خط موصول تقاطع تنصیف دو ضلع موازی آن :



مرکز ثقل مربع ، مستطیل، لوزی، متوازی الاضلاع در نقطه تقاطع قطر ها از دایره و کره در مرکز آن است.



تعادل:

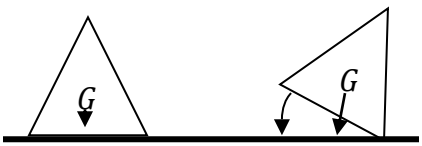
هرجسمی که ساکن و بی حرکت بماند آن جسم در حال تعادل میباشد.
هرگاه محصله قوای وارده بر یک جسم مساوی به صفر باشد میگوییم که در حالت تعادل است.

اقسام تعادل :

تعادل اجسام به سه قسم است. پایدار، ناپایدار و بی تفاوت.

تعادل پایدار :

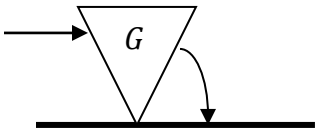
وقتی، یک جسم به حالت تعادل پایدار است که اگر از وضع تعادل ش بیجا شود دوباره به حالت اولی خود بر میگردد. این تعادل موقعی ایجاد میشود که مرکز ثقل نزدیک به سطح اتکا باشد. در این صورت تعادل جسم پایدار تر است.



تعادل پایدار

تعادل ناپایدار :

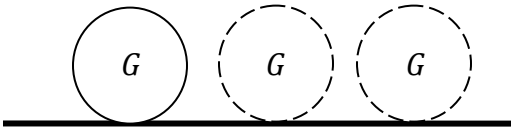
اگر یک جسم با اندک حرکت از تعادل خارج گردد دوباره به حالت اولی خود برنگردد. این تعادل وقتی ایجاد میشود که سطح اتکاء جسم کوچکتر و مرکز ثقل از سطح اتکاء دورتر شده برود.



تعادل ناپایدار

تعادل بی تفاوت :

اگر جسمی در هر وضع به حال تعادل قرار داشته باشد جسم مذکور دارای تعادل بی تفاوت است . واین تعادل موقعی ایجاد میگردد که فاصله مرکز ثقل از نقطهٔ اتکاء فاصله یکسان داشته باشد.



تمرینات بخش قوه :

1) دو قوه به اندازه $50dyne$ و $100N$ به طور هم جهت بالای یک جسم عمل نموده اند مقدار محصله قوه های ذیل را دریابید.

2) محصله دو قوه مساوی و مخالف الجهت مساوی است به :

3) عمل که جسم متحرک را ساکن و ساکن را متحرک سازد عبارت است از :

4) بالای کتله $2000gr$، قوه $200.00N$ کدام شتاب را بوجود میاورد:

5) بالای کتله $100kg$ ، قوه 10^6dyne کدام شتاب را بوجود میاورد؟

7) دو قوه $F_1 = 10.00N$ و $F_2 = 0.0004N$ عمودا بالای یک جسم عمل نموده است، مقدار محصله قوه های مذکور را دریابید؟

8) دو قوه در دو انجام میله که طول آن 2 متر است ، موازی و هم جهت عمل میکند نقطه اتکاء را دریابید؟

9) جسمی به فنر به ضریب ارتجاعیت $0.01\,{}^{N}/_{m}$ آویزان گردیده، اگر فنر مذکور به اندازه 1 متر از موقعیت اصلی خویش بیجا گردد. قوه ارتجاعی فنر مذکور را دریابید؟

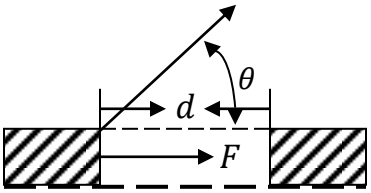
فصل چهارم

کار (work)

1) اجراء نمودن هر عمل کار است.

2) در صورتیکه یک قوه موءثر نقطه تاثیر خود را به یک فاصله تغیر مکان بدهد از نظر علم فزیک گفته میشود که قوه مذکور کاری را اجراء نموده است.

بناء کار میخانیکی به دو عامل اساسی یعنی مقدار قوه و اندازه تغیر مکان ارتباط مستقیم دارد، یعنی:



$$W = F.d \Rightarrow W = F.d.cos\theta \Rightarrow W = P.h$$

1) اگر $0^\circ \leq \theta < 90^\circ$ باشد کار اجرا شده مثبت است. زیرا قیمت $cos\theta$ در حجره اول مثبت میباشد.

$$W = F.d.cos\theta \Longrightarrow W > 0$$

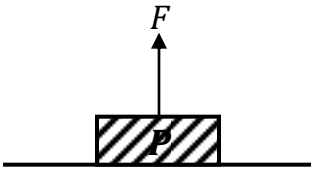
2) اگر $\theta = 90$ باشد کار اجرا شده در سطح افقی صفر است .

$$cos90^\circ = 0$$
$$W = F.d.0$$
$$W = 0$$

3) اگر $180^\circ \geq \theta > 90^\circ$ باشد کار اجرا شده منفی است. قیمت $cos\theta$ در حجره دوم منفی است.

$$W = F.d.cos\theta \Rightarrow W < 0$$

4) برای محاسبه کار عمودی از رابطه ذیل استفاده می نمائیم:



$W = P.h \Rightarrow W = m.g.h$

5) فورمول کار قوه اصطحکاک طوری ذیل است.

$W_f = \mu.m.g.d$

واحدات علمی کار:

$M.K.S = joule = N.m$

$c.g.s = erg = dyne.cm$

$M.T.S = Kj = st.m$

واحدات عملی کار :

$M.K.S = kg^*m$

$c.g.s = gr^*cm$

$M.T.S = ton^*m$

تبدیل واحدات :

$1joul = ?\, erg$

$1joul = 1N.1m \Rightarrow 10^5 erg.10^2 cm \Rightarrow 10^7 erg$

$1joul = 10^7 erg \rightarrow 1erg = 10^{-7} joul$

2) $1Kjoul = ?\, joul$
$1Kj = 10^3 joul$

3) $1Kjoul = ?\, erg$
$1Kjoul = st.m = 10^8 dyne.10^2 cm = 10^{10} dyne.cm$
$1Kjoul = 10^{10} erg$

4) $225joul = ?\, erg$
$225joul = 225joul.10^7 erg \Rightarrow 225.10^7 = 2.2510^9 erg$

5) $100kj = ?\, joul$
$1kj = 10^3 j \Rightarrow 10^2.10^3 = 10^5 \Rightarrow 100kj = 10^5 j$

6) $1.23erg = ?\, joul$
$1erg = 10^{-10} joul \Rightarrow 1.23.10^{-10} \Rightarrow 1.23.10^{-10} j$

7) $100kg^*.m = ?\, joul$
$1kg^*.m = 9.81joul \Rightarrow 100(9.81)joul \Rightarrow 981joul$

8) $500kg^*.m = ?\, erg$
$1kg^*.m = 9.81j \Rightarrow 500(9.81)j = 4905j$
$4905(10^7)erg \Rightarrow 4.905.10^{10} erg$

9) قوه $10N$ جسمی را به فاصله $1m$ تغیر مکان میدهد کار اجرا شده را دریابید؟

$$\left.\begin{matrix} F = 10N \\ d = 1m \\ W = ? \end{matrix}\right\} W = F.d \Rightarrow W = 10N.1m = 10joul$$

10) قوه $1000dyne$ جسمی را به اندازه $100cm$ در امتداد خودش بیجا میسازد، کار اجرا شده را از جنس $joul$ دریابید؟

$$\left.\begin{matrix} F = 1000dyne \\ d = 100cm = 1m \\ W = ? \end{matrix}\right\} \begin{matrix} W = F.d \Rightarrow W = 10^3 dyne.10^2 cm \\ W = 10^5 erg \Rightarrow 10^5.10^{-10} = 10^{-5} \\ W = 10^{-5} joul \end{matrix}$$

11) قوه $3.52.10^5$ بالای جسم عمل نموده، وکار اجرا شده $10joul$ است وفاصله تغیر مکان جسم را طوریکه به جهت خودش تغیر نموده دریابید؟

$$\left.\begin{matrix} F = 3.52.10^5 N \\ W = 10joul \\ d = ? \end{matrix}\right\} \begin{matrix} W = F.d \Rightarrow d = \dfrac{W}{F} \\ d = \dfrac{10j}{3.52.10^5 N} \Rightarrow d = 2.840m \end{matrix}$$

12) قوه $300N$ تحت زاویه 30° عمل نموده، جسمی را به اندازه $30m$ تغیر مکان میدهد کار اجرا شده را دریابید؟

$$\left.\begin{matrix} F = 300N \\ \theta = 30^\circ \\ d = 30m \\ W = ? \end{matrix}\right\} \begin{matrix} W = F.d.cos\theta \Rightarrow W = 300.30.\frac{3}{2} \\ W = 45\sqrt{3}.10^2 joul \end{matrix}$$

13) جسمی را به منزل چهارم یک تعمیر بلند می نمائیم کتله آن $2000gr$ و ارتفاع هر طبقه $4m$ باشد. کار اجرا شده از جنس $joul$ دریابید؟

$$\left.\begin{matrix} h = 16m \\ g = 10m/_{sec} \\ m = 2000gr = 2kg \end{matrix}\right\} W = F.d = m.g.h \Rightarrow 2.10.16$$
$$W = 320joul$$

14) تحت اثر یک قوه ثابت جسمی به اندازه $12m$ به امتداد قوه بیجا می گردد و کاری به اندازه $300joul$ اجرا میگردد قوه مذکور را از جنس $dyne$ دریابید؟

$$\left.\begin{matrix} F = ? \\ d = 12m \\ W = 300joul \end{matrix}\right\} W = F.d \Rightarrow F = \frac{W}{d} = \frac{300joul}{12m}$$
$$F = \frac{300N.m}{12m} = F = 12N.10^5 dyne$$
$$F = 1.2.10^6 dyne$$

15) قوه $3\sqrt{2}N$ تحت زاویه 60° عمل نموده جسمی را به اندازه $2m$ تغیر مکان میدهد کار اجرا شده را دریابید؟

$$\left.\begin{matrix} F = 3\sqrt{2}N \\ \theta = 60^\circ \\ d = 2m \\ W = ? \end{matrix}\right\} W = F.d.cos\theta \Rightarrow W = 3\sqrt{2}.2.\frac{1}{2}$$
$$W = 3\sqrt{2}joul$$

توان $(Power)$

اجرا کار در واحد زمان عبارت از توان است. به هراندازه کاربیشتر به وقت کمتر اجرا گردد، بهمان اندازه توان بیشتر خواهد بود. که توان توسط روابط ذیل ارائه میگردد :

$$1)\ P = \frac{w}{t} \qquad 2)\ P = \frac{F.d}{t}$$

$$3)\ P = F.v \qquad 4)\ P = \frac{F.d.cos\theta}{t}$$

$$5)\ P = \frac{p.h}{t} \qquad 6) P = \frac{m.g.h}{t}$$

واحدات توان :

	واحدات علمی توان	واحدات عملی توان
$M.K.$	$watt = \frac{joul}{sec}$	$\frac{kg^*.m}{sec}$
$c.g.s$	$\frac{erg}{sec}$	$\frac{gr^*.cm}{sec}$
$M.T.S$	$Kwatt = \frac{Kj}{sec}$	$\frac{Ton^*.m}{sec}$
$F.P.S$	$(H.P)$	$\frac{Foot.lb}{sec}$

همچنان در عمل برای محاسبه توان از واحد بنام قوه اسپ $(Horse\ power)$ نیز استفاده میشود. ویک $H.P$ توان یک اسپ متوسط که وزن $75kg^*$ را در ظرف یک ثانیه به اندازه یک متر بلند نماید است.

فرانسوی $1Hp = 736watt$

انگلیسی $1HP = 550\frac{Ft.lb}{sec}$

تبدیل واحدات عملی به علمی و عکس آن :

1) $1watt = ?\ ^{erg}/_{sec}$

$$1watt = {}^{joul}/_{sec} = 10^7\ {}^{erg}/_{sec} = 1watt = 10^7\ {}^{erg}/_{sec}$$

$$1\ {}^{erg}/_{sec} = 10^{-7}watt$$

2) $1Kwatt = ?\ watt$

$$1Kwatt = {}^{Kjoul}/_{sec} = {}^{10^3 joul}/_{sec} = 10^3 watt$$
$$1Kwatt = 10^3 watt \Rightarrow 1watt = 10^{-3} Kwatt$$

3) $1Kwatt = ?\,{}^{erg}/_{sec}$
$$1Kwatt = {}^{Kjoul}/_{sec} = {}^{10^{10} erg}/_{sec}$$
$${}^{1erg}/_{sec} = 10^{-10} Kwatt$$
4) $1HP = 75.9.81N.\frac{m}{sec} = \frac{735.75joul}{sec} \Rightarrow 1HP = 736watt$

مثالها:

1) $400watt = ?\,{}^{erg}/_{sec}$
$$400watt = 400(10^7)\,{}^{erg}/_{sex} \Rightarrow 4.10^9 erg/sec$$

2) ${}^{1200erg}/_{sec} = ? watt$
$${}^{1200erg}/_{sec} = 1.2 \times 10^3 \times 10^{-10} watt = 1.2 \times 10^{-7} watt$$
3) طاقت یک ماشین $500HP$ است، آنرا از جنس $watt$ دریابید؟
$$500HP = ? watt$$
$$500(736) watt = 3.68 \times 10^5 watt$$

4) طاقت یک ماشین $1000watt$ است، آنرا از جنس HP دریابید؟
$$1000watt = ? HP$$
$$10^3 \left(\frac{1}{736}\right) HP \Rightarrow 1.3586HP$$

5) توان $50HP$ را از جنس ${}^{Kg^*.m}/_{sec}$ دریابید؟
$$50HP = ?\,{}^{Kg^*.m}/_{sec}$$
$$50(75)\,{}^{Kg^*.m}/_{sec} \Rightarrow 3.75 \times 10^3\,{}^{Kg^*.m}/_{sec}$$

6) قدرت یک دستگاه $1000\,{}^{Kg^*.m}/_{sec}$ است، آنرا از جنس $watt$ دریابید؟

$$1000\,{}^{Kg^*.m}/_{sec} = ?\,watt$$

$$1000\left(\frac{1}{75}\right)HP = 13.33HP \Rightarrow 13.33(736)watt \approx 9813.3watt$$

7) طاقت یک ماشین $10watt$ است کاری را درظرف $40sec$ اجرا می کند، کار اجرا شده را از جنس erg دریابید؟

$$\left.\begin{matrix} P = 10watt \\ t = 40\,\text{sec} \\ W = ? \end{matrix}\right\} P = \frac{W}{t} \Rightarrow W = P \times t \Rightarrow W = 10watt \times 40sec$$

$$W = 400joul \Rightarrow W = 400(10^7)erg \Rightarrow W = 4 \times 10^9 erg$$

8) طاقت یک دستگاه $1000watt$ است، کاری را در ظرف $1h, 10min$ انجام میدهد کار اجرا شده را دریابید؟

$$\left.\begin{matrix} P = 1000watt \\ t = 70min = 4200sec \\ W = ? \end{matrix}\right\} P = \frac{W}{t} \Rightarrow W = P \times t$$

$$W = 10^3 watt \times 4.2 \times 10^3 sec \Rightarrow W = 4.2 \times 10^6 joul$$

9) یک نفر یک کتلهٔ آن $60Kg$ است در بام منزل چهارم یک تعمیر که ارتفاع آن از سطح زمین $20m$ است در مدت $40sec$ بالا میشود. توان نفر را دریابید؟

$$\left.\begin{matrix} m = 60Kg \\ h = 20m \\ g = 10m/sec^2 \\ t = 40\,\text{sec} \\ P = ? \end{matrix}\right\} \begin{matrix} W = F \times d = m \times g \times h \\ W = 60Kg \times 10m/sec^2 \times 20m \\ W = 1.2 \times 10^4 joul \\ P = \frac{W}{t} = \frac{1.2 \times 10^4 joul}{40sec} \Rightarrow P = 300watt \end{matrix}$$

10) جسمی با کتله $1000gr$ عمودا بالا برده میشود، کار $100joul$ اجرا میگردد جسم به کدام ارتفاع بلند برده شده؟

$$\left.\begin{matrix} m = 10gr \\ W = 100joul \\ g = 10m/sec^2 \\ h = ? \end{matrix}\right\} W = m \times g \times h \Rightarrow h = \frac{W}{m \times g} = 10m$$

انررژی $(Energy)$

استعداد اجرای کار را انرژی می گویند یا قابلیت کار کردن انرژی است. انرژی انواع مختلف دارد، مانند انرژی میخانیکی ، انرژی حرارتی، انرژی کیمیاوی، انرژی برقی، انرژی نوری، انرژی اتومی، انرژی هستوی وغیره. ازجمله دو نوع آن، انرژی حرکی، وانرژی پوتانشیلی مهم میباشد.

1) انرژی حرکی $(Kinetic\ Energy)$

انرژی که یک جسم در حال حرکت دارا میباشد بنام انرژی حرکی یاد می شود. به عبارت دیگر هر جسم متحرک دارای انرژی حرکی است، مثلا موتر، بایسکل، و گلوله فلزی در حال حرکت دارای انرژی حرکی هستند وبه همین علت در حالت تصادم میتوانند یک کاری را انجام دهند که درحال سکون به انجام آن قادر نیستند. اگر یک ذره به کتله m به سرعت v در حرکت باشد دارای انرژی حرکی است و فورمول آن بطور ذیل بدست میاید:

$$F_k = F = \frac{mv^2}{2}$$

$$\left.\begin{matrix} F = m \times a \\ d = \frac{v^2}{2a} \end{matrix}\right\} W = F.d \Rightarrow W = m \times a \times \frac{v^2}{2a}$$

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$\sum W = \left(\sum F\right) d = (ma)d \qquad d = \frac{1}{2}(v_i + v_f)t$$

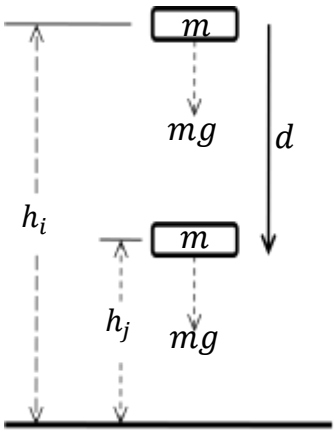
$$a = \frac{v_f - v_i}{t}$$

$$\sum W = m\left(\frac{v_f - v_i}{t}\right)\frac{1}{2}(v_i + v_f)t \Rightarrow \sum W = \frac{1}{2}mvf^2 - \frac{1}{2}mvi^2$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

انرژی پوتانشیل $(Potential\ Energy)$

انرژی ذخیره شده که یک جسم در حالت خاص نسبت به جسم دیگر داشته باشد قابلیت نهفته انجام کار در یک جسم را انرژی پوتانشیل می گویند. اگر یک جسم دارای کتله m از سطح زمین به یک ارتفاع h برده شود جسم مذکور دارای انرژی پوتانشیل است.



$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$v^2 = 2gh$$

$$E_p = \frac{m \times g \times h}{2}$$

$$E_p = m \times g \times h$$

انرژی پوتانشیلی مساوی به کار عمودی است و انرژی پوتانشیل یک جسم در سطح افق صفر است زیرا ارتفاع مساوی به صفر است.

انرژی میخانیکی $(Mechanical\ Energy)$

به انرژی گفته میشود که راسا به کار میخانیکی تبدیل گردد. یا حاصل جمع انرژی حرکی و پوتانشیلی عبارت از انرژی میخانیکی است

$$E_M = E_K + E_P \Rightarrow E_M = m\left(\frac{v^2}{2} + gh\right)$$

واحدات انرژی:

چون توانائی انجام دادن یک کار انرژی است، بنا واحدات کار ، همانا واحدات انرژی را تشکیل میدهد.

مثالها:

1) انرژی حرکی موتری را که کتله اش $2000kg$ وسرعت آن $10m/sec$ باشد دریافت کنید؟

$$\left.\begin{matrix} m = 2000kg \\ v = 600m/sec \\ E_K = ? \end{matrix}\right\} E_K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow E_K = \frac{1}{2}2 \times 10^3 kg \times (10m/sec)^2$$

$$E_K = 1000kg \times 100m^2/sec^2 \Rightarrow E_K = 10^5 joul$$

4) انرژی پوتانشیلی جسمی به ارتفاع $200m$ از سطح زمین $1000joul$ است، وزن جسم مذکور را دریابید؟

$$\left.\begin{matrix} h = 200m \\ 1000joul \\ P = ? \end{matrix}\right\} \begin{matrix} E_P = P \times h \Rightarrow P = \frac{E_P}{h} \Rightarrow P = \frac{1000joul}{200m} \\ P = 5N \Rightarrow P = 5 \times \frac{1}{10}kg^* \Rightarrow P = 0.5kg^* \end{matrix}$$

5) دربلند کردن یک جسم که کتله آن $100kg$ و $5000joul$ کار اجرا شده است، معلوم کنید که جسم به کدام ارتفاع بلند شده است؟

6) برای بلند کردن $20Kg$ کتله به ارتفاع $10m$ چه مقدار کار لازم است و انرژی پوتانشیل آن را دریابید؟

$$\left.\begin{matrix} m = 20Kg \\ h = 10m \\ g = 10m/sec^2 \\ E_P = ? \end{matrix}\right\} E_P = m \times g \times h \Rightarrow E_P = 20 \times 10 \times 10$$
$$E_P = 2000joul$$

7) جسمی که کتله آن $40Kg$ است و انرژی حرکی آن $20joul$ است جسم مذکور به کدام سرعت در حرکت خواهد بود؟

$$\left.\begin{matrix} m = 40Kg \\ E_k = 20joul \\ v = ? \end{matrix}\right\} E_K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v^2 = \frac{2E_K}{m} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_K}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 20}{40}} \Rightarrow v = 1m/sec$$

8) سنگی به وزن $30Kg^*$ به یک ارتفاع از سطح زمین بلند برده میشود، اگر انرژی پوتانشیلی جسم مذکور $1200joul$ باشد، ارتفاع مذکور را دریابید؟

$$\left.\begin{matrix} P = 30Kg^* = 300N \\ E_P = 1200joul \\ h = ? \end{matrix}\right\} E_P = m \times g \times h \Rightarrow h = \frac{E_P}{m \times g}$$

$$h = \frac{E_P}{P} \Rightarrow h = \frac{1200joul}{300N} \Rightarrow h = 4m$$

9) جسمی به کتله $100Kg$ با یک ارتفاع روی سطح مایل به زاویه 30° بلند برده میشود اگر طول سطح مایل 10 متر باشد و جسم مذکور به سرعت $5m/sec$ در حرکت باشد و تعجیل زمین $9.81m/sec$ فرض گردد، انرژی میخانیکی جسم مذکور را دریابید؟

فصل پنجم

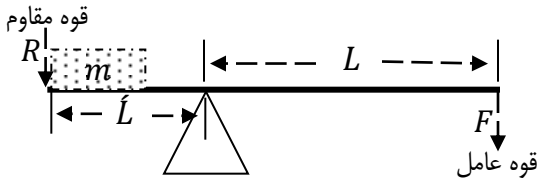
ماشین های ساده $(simple\ Machines)$

انسان در اجرای بعضی از کارها بدون استعمال وسایل عاجز و ناتوان است و نمیتواند آنرا با قوۀ بازو اجرا کند. مثلا بیجا نمودن یک سنگ بزرگ قوه بازو(دست) امکان نیست. اما میتوان به کمک یک چوب سخت یا رافعه آنرا تغیر موقعیت داد. به کمک رافعه با مصرف قوۀ کم موانع بزرگ را میتوان دور نمود. وسایل که کار را آسان ساخته و جهت قوه را تغیر بدهد بنام ماشین یاد میشود. ماشین های مغلق و پیچیده ماشین های را می نامند که از ترکیب چندین ماشین ساده تشکیل شده باشد مانند، بایسکل، موتر، طیاره.....

انواع ماشین های ساده:

رافعه (جبل) :

رافعه عبارت از میله فلزی و یا چوبی سخت و غیر قابل انحنا میباشد که به حول یک نقطه ثابت حرکت کرده بتواند.



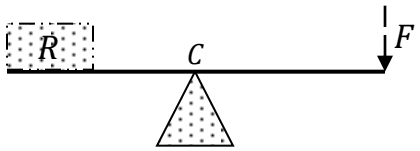
فایده میخانیکی $(Mechanical\ Advantage)$ عبارت است از مقدار قوه مقاوم بر قوه عامل :

$$M.A = \frac{R}{F}$$

$$M.A = \frac{L}{\acute{L}}$$

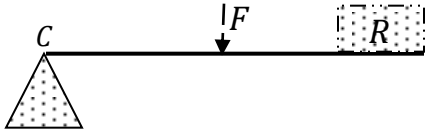
انواع رافعه ها : رافعه ها نظر به موقعیت نقطه اتکاء از نقطه تاثیر قوه مقاوم و نقطه تاثیر قوه عامل به سه دسته تقسیم میشود :

1- رافعه نوع اول : در این نوع رافعه نقطه اتکاء بین قوه عامل وقوه مقاوم قرار دارد ، مانند : جبل ، قیچی ، پلاس وغیره، در این رافعه ها فایده میخانیکی $M.A > 1$ میباشد.



2- رافعه نوع دوم: در این نوع رافعه ها قوه مقاوم بین قوه عامل و نقطه اتکاء قرار دارد، مانند : دروازه، بادام شکن، کراچی دستی وغیره. در این رافعه ها فایده میخانیکی $M.A > 1$ میباشد.

3- رافعه نوع سوم: در این نوع رافعه ها، قوه عامل بین قوه مقاوم و نقطه اتکاء قرار دارد، مانند: پنس، اتش گیر، قندگیر، وغیره. که در این رافعه ها فایده میخانیکی $M.A < 1$ میباشد.



مثالها:

1) جبل که طول آن $100cm$ است، وزن $200Kg^*$ را بلند میکنیم اگر نقطه به فاصله $50cm$ از قوه مقاوم فاصله داشته باشد مقدار قوه موثر را دریابید؟

$$\left.\begin{array}{l} AB = 100cm \\ \acute{L} = 50cm \\ R = 200Kg^* \\ L = AB - \acute{L} = 100 - 50 = 50cm \\ F = ? \end{array}\right\} \begin{array}{l} F.L = R.\acute{L} \Rightarrow F = \dfrac{R.\acute{L}}{L} \\ F = \dfrac{200 \times 50}{50} = 200Kg^* \end{array}$$

2) توسط یک جبل که $200cm$ طول دارد میخواهیم $300Kg^*$ وزن را بلند کنیم، اگر نقطه اتکاء به فاصله $60cm$ قوه مقاوم قرار گیرد، مقدار قوه عامل را از جنس $Newton$ دریابید؟

$$\left.\begin{array}{l} AB = 200cm = 2m \\ R = 300Kg^* \\ \acute{L} = 60cm \\ L = 200 - 60 = 140cm \\ F = ? \end{array}\right\} \begin{array}{l} F.L = R.\acute{L} \Rightarrow F = \dfrac{R.\acute{L}}{L} \\ F = \dfrac{300 \times 60}{140} = 128.57\ N \end{array}$$

3) طول بازوی قوه عامل در یک رافعه $3m$ وطول بازوی قوه مقاوم $50cm$ است، فایده میخانیکی رافعه را دریابید؟

$$\left.\begin{array}{l} L = 3m = 300cm \\ \acute{L} = 50cm \\ M.A = ? \end{array}\right\} M.A = \frac{L}{\acute{L}} \Rightarrow M.A = \frac{300cm}{50cm} = 6$$

4) اگر فایده میخانیکی یک رافعه 6 باشد طول بازوی قوه عامل $300cm$ باشد و وزن که توسط رافعه بیجا می شود $500N$ باشد دریابید قوه عامل را؟

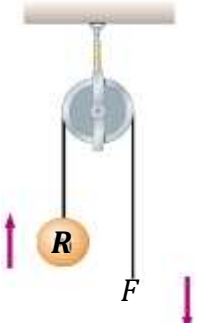
چرخ (پولی) $(Pulley)$

نوع دیگری از ماشین های ساده است. قرص فلزی یا چوبی که دورا دور آن جری بوده و به حول یک میله (اکسل) ازادانه دوران نموده بتواند و به دو نوع است.

1) چرخ ثابت :

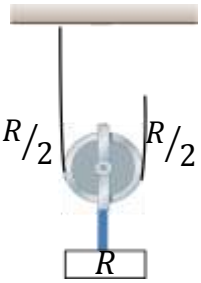
پولی ثابت یک ماشین بسیار ساده است که زیاد مورد استفاده قرار میگیرد ساده ترین آن از یک قرص که دارای جری است ساخته شده که میتواند حول محور ثابتی در یک مستوی عمودی بچرخد. مانند شکل ذیل :

$$M.A = \frac{R}{F}$$
$$R = F$$
$$M.A = 1$$



2) چرخ متحرک :

چرخ که از یکجا به جای دیگر یکجا با وزن انتقال نماید فایده میخانیکی در چرخ متحرک 2 است زیرا قوه مقاوم دو چند قوه عامل است.



$$R = 2F \Rightarrow M.A = \frac{R}{F} = \frac{2F}{F} = 2$$

ثمره ماشین $(Efficiency)$

نسبت کار گرفته شده از یک ماشین به کار داده شده به ماشین را ثمره آن میگویند. ثمره ماشین نشان دهندۀ کار واقعی آن ماشین است.

$$\text{ثمره ماشین} = \frac{\text{کار انجام شده توسط ماشین}}{\text{کار داده شده}}$$

$$E = \frac{R.L}{F.L}$$

- ثمره یک ماشین همیشه از یک کوچکتر است به خاطری که یک اندازه کار توسط اصطحکاک چرخ های ماشین ظایع میشود وهر قدر به یک نزدیک باشد ماشین بهتر است.

مثال: کار قوه عامل $1000joul$ و کار قوه مقاوم $100joul$ باشد ثمره کار

$$E = \frac{100}{1000} = \frac{1}{10} = 10\%$$

نسبت سرعت :

نسبت مسافت طی شده توسط قوه عامل و مسافت طی شده توسط قوه مقاوم:

$$\text{نسبت سرعت} = \frac{L}{\acute{L}}$$

نسبت سرعت از واحد بزرگتر است :

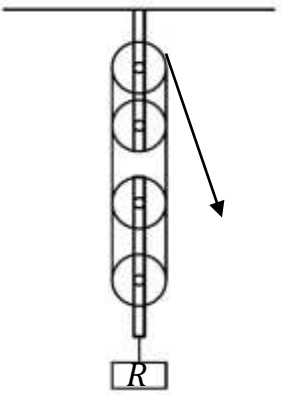
$$E = \frac{R.\acute{L}}{F.L} = \frac{M.A}{\text{نسبت سرعت}}$$

سیستم چرخ های مرکب :

این نوع چرخ ها از ترکیب چرخ های ثابت و متحرک تشکیل شده است که دو نوع آن را تحت مطالعه قرار میدهیم.

- سیستم چرخ های مرکب با ریسمان واحد :

در این نوع ترکیب یک تعداد چرخهای ثابت به یک تعداد چرخ های آزاد به وسیله یک ریسمان استفاده گردیده است، فایده میخانیکی آن مساوی به تعداد چرخ ها است مانند شکل ذیل:



$$M.A = n$$
$$R = n \times F$$
$$M.A = \frac{R}{F} = \frac{n \times F}{F}$$
$$M.A = n$$

- سیستم چرخ های مرکب با ریسمان متعدد:

سیستم که در آن یک چرخ ثابت و چندین چرخ متحرک بوده باشد و از چندین ریسمان در آن استفاده شده می باشد. فایده میخانیکی $(M.A = 2^n)$ و (n) مقدار چرخ های متحرک است قوه مقاوم آن:

$$R = 2^n \times F \Rightarrow M.A = \frac{R}{F} = \frac{2^n \times F}{F} = 2^n$$

مثالها:

1) توسط یک چرخ ثابت و یک چرخ متحرک وزن $100N$ را بلند می نمائیم دریابید قوه عامل و فایده میخانیکی را؟

$$\left.\begin{matrix} M.A = 2 \\ 2 = \dfrac{R}{F} \\ M.A = \dfrac{R}{F} \end{matrix}\right\} M.A = \frac{R}{F} \Rightarrow 2 = \frac{100}{F} \Rightarrow F = 50N$$

2) یک سیستم چرخ های مرکب دارای ریسمان بوه و مشتمل بر هفت چرخ ثابت و ازاد میباشد اگر $1000Kg$ به ارتفاع $4m$ بلند شود،

الف) مقدار قوه عامل چقدر است؟

ب) انجام آزاد ریسمان چه اندازه کش میشود؟

ج) فایده میخانیکی این دستگاه چقدر است؟

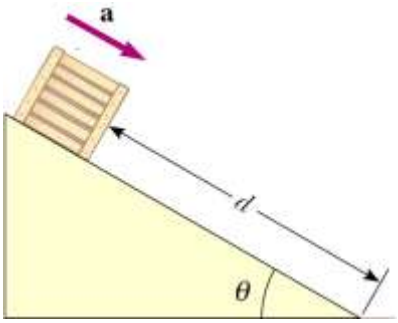
$$\left.\begin{matrix} R = 1000Kg \\ \acute{L} = 4m \\ n = 7 \end{matrix}\right\} F = \frac{R}{n} \Rightarrow F = \frac{1000Kg}{7} \Rightarrow F = 142.85Kg$$

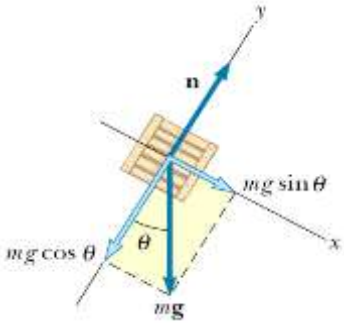
$$\frac{L}{\acute{L}} = n \Rightarrow L = n \times \acute{L} \Rightarrow L = 7 \times 3 \Rightarrow L = 21$$

$$M.A = \frac{R}{F} \Rightarrow M.A = \frac{1000}{142.85} \Rightarrow 7$$

سطح مایل

نوع دیگر از ماشین های ساده است، و سطح است که با سطح افق زاویه بزرگتر از صفر و کوچک از 90° را ساخت باشد جسمیکه در سطح مایل گذاشته شده بالای آن دو قوه n و F عمل میکند، قوه F توسط عکس العمل سطح خنثی می شود و تنها قوه n که بالای جسم اثر می کند.

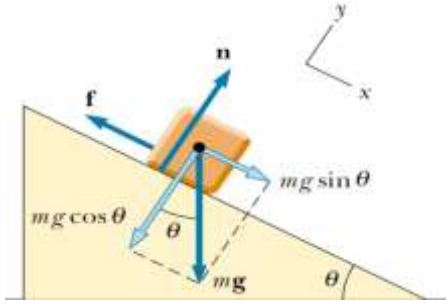




$$sin\theta = \frac{F}{P}$$

$$F = P \times sin\theta \Rightarrow F = m \times g \times sin\theta$$

$$M.A = \frac{d}{h}$$



مثالها:

1) سطح مایل که طول آن $5m$ است، شخصی باری را به وزن $50Kg^*$ به ارتفاع $2m$ بلند می نماید دریابید قوه عامل و فایده میخانیکی را ؟

$$M.A = \frac{R}{F} = \frac{d}{h} \Rightarrow M.A = \frac{50}{5} \Rightarrow M.A = 10$$

$$F = P \times sin\theta \Rightarrow F = 50Kg^* \times \frac{h}{L} \Rightarrow F = 50Kg^* \times \frac{2}{5}$$

$$F = 20Kg^*$$

2) شخصی جسمی را که $300Kg^*$ وزن دارد، بروی سطح مایل که $4m$ طول و $3m$ ارتفاع دارد بلند می نماید، قوه عامل و فایده میخانیکی را دریابید؟

$$\left.\begin{array}{l} P = 300Kg^* \\ L = 4m \\ h = 3m \\ F = ? \\ M.A = ? \end{array}\right\} \begin{array}{l} F \times d = R \times h \Rightarrow F = \dfrac{P \times h}{L} \\ F = \dfrac{300 \times 3}{4} \Rightarrow F = 225Kg^* \\ M.A = \dfrac{R}{F} \Rightarrow M.A = \dfrac{4}{3} = 1{,}3 \end{array}$$

4) طول سطح مایل 40 متر و ارتفاع آن 2 متر است چه مقدار قوه ضرورت است که $500Kg^*$ را توسط کراچی $100Kg^*$ وزنی، بطرف بالا کش می نمائیم در صورت که ثمره 90% باشد دریابید فایده میخانیکی ، قوه عامل و نسبت سرعت را ؟

فصل ششم

کثافت $(Density)$

کثافت یک جسم عبارت از کتله فی واحد حجم همان جسم میباشد. کثافت نه وزن است ونه کتله، نسبت بین کتله و حجم جسم عبارت از کثافت است.

کثافت دو نوع است.

- کثافت کتلوی $= \frac{\text{کتله}}{\text{حجم}}$ $D_m = \frac{m}{v}$
- کثافت وزنی $= \frac{\text{وزن}}{\text{حجم}}$ $D_w = \frac{w}{v} = \frac{m \times g}{v}$
- رابطه بین کثافت وزنی و کتلوی عبارت است از : $D_w = D_m \times g$

واحدات کثافت :

	علمی	عمل
$M.K.S$	$\frac{Kg}{m^3}$	$\frac{Kg^*}{m^3}$
$c.g.s$	$\frac{gr}{cm^3}$	$\frac{gr^*}{cm^3}$
$M.T.S$	$\frac{Ton}{m^3}$	$\frac{Ton^*}{m^3}$
$F.P.S$	$\frac{slug}{ft^3}$	

درنظر داشته باشید که کثافت اجسام با تفاوت درجه حرارت قابل تغیر است زیرا حجم جسم تغیر می نماید. کثافت جامدات و مایعات را نظر به کثافت اب می سنجند و کثافت گازات نظر به کثافت هایدروجن و اکسجن سنجیده میشود.

کثافت یک جسم در حالت جامد، مایع، و گاز متفاوت می باشد.

- کثافت اب در $4^\circ C$ مساویست به : $\frac{1gr}{cm^3}$
- کثافت یخ در $0^\circ C$ مساویست به : $\frac{0{,}92gr}{cm^3}$
- کثافت بخار مساویست به : $\frac{0.59gr}{cm^3}$

وزن مخصوصه یا کثافت نسبی:

وزن مخصوصه عبارت از وزن یک جسم بر وزن اب بی جا شده هم حجم آن میباشد وزن مخصوصه واحد ندارد و یک عدد مجرد میباشد.

$$\text{وزن مخصوصه} \int = \frac{\text{کثافت جسم}}{\text{کثافت آب}} = \frac{\text{کتله جسم}}{\text{کتله اب هم حجم}}$$

مثالها:

1) وزن یک جسم $80Kg^*$ و کثافت آن $^{4gr}/_{cm^3}$ میباشد حجم انرا دریابید؟

$$\left.\begin{array}{l} P = 80Kg^* = 8\times10^4 gr^* \\ D_P = {}^{4gr}/_{cm^3} \\ V = ? \end{array}\right\} \begin{array}{l} D_P = \frac{P}{V} \Rightarrow V = \frac{P}{D_P} \\ V = \frac{8\times10^4 gr}{{}^{4gr}/_{cm^3}} \end{array}$$

$$V = 2\times10^4 cm^3$$

2) کثافت کتلوی قطعی مکعب شکل را دریابید، درصورتیکه کتله آن $200gr$ و طول یک ضلع آن $3cm$ باشد.

$$m = 200gr \quad a = 3cm \quad \int m = ?$$

$$a = a^3 \Rightarrow a = (3)^3 \Rightarrow a = 27cm^3$$

$$\int m = \frac{m}{v} \Rightarrow \int m = \frac{200gr}{27cm^3} \Rightarrow \int m = {}^{28.57gr}/_{cm^3}$$

3) کثافت مس $^{8,9gr}/_{cm^3}$ است، کنده مس که اضلاع آن $4cm, 3cmc2cm$ باشد، چقدر وزن خواهد داشت؟

$$\left.\begin{matrix} a=4cm \\ b=3cm \\ c=2cm \\ \int P=^{8,9gr}/_{cm^3} \\ P=? \end{matrix}\right\} \begin{matrix} A=a\times b\times c\Rightarrow A=(4\times 3\times 2)_{cm} \\ A=24cm^3 \end{matrix} \int P=\frac{P}{V}\Rightarrow P=\int P\times V\Rightarrow P=213.6gr$$

4) اگر $10m^3$ یک جسم $1000gr$ کتله داشته باشد کثافت آن چند است؟

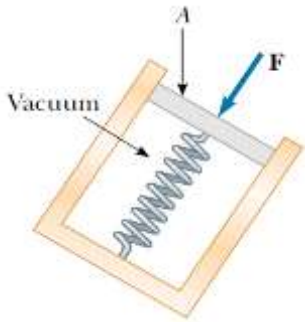
$$\left.\begin{matrix} V=10m^3 \\ m=1000gr \\ \int m=? \end{matrix}\right\} \int m=\frac{m}{v}\Rightarrow \int m=\frac{1Kg}{10m^3}\Rightarrow {}^{0.1Kg}/_{m^3}$$

5) گلوله آهنی را در داخل اب می نمائیم و وزن گلوله مذکور $50gr^*$ بوده اگر وزن آب بی جا شده هم حجمش $8gr^*$ باشد وزن گلوله بیرون آب چقدر بوده و وزن مخصوصه آنرا نیز دریابید؟

فشار $(pressure)$

تاثیر عمودی قوه عامل بالای واحد سطح عبارت از فشار است. یا کمیت که از نگاه عددی مساوی به قوه عمود موثر بر واحد مساحت است فشار نامیده میشود.

$$\text{فشار}=\frac{\text{قوه}}{\text{سطح}}=P_r=\frac{F}{A}=\frac{P}{A}=\frac{m\times g}{A}=\frac{dF}{dA}$$



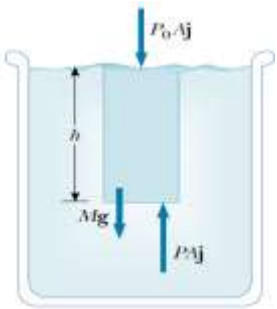
واحدات فشار:

واحد فشار در سیستم $M.K.S$ پاسکال است و یک پاسکال مقدار فشاری است که قوه یک نیوتن بالای سطح یک متر مربع وارد می کند. $1Pa = \frac{1N}{m^2}$

	علمی	عملی
$M.K.S$	$\frac{N}{m^2} = Pascal$	$\frac{Kg^*}{m^2}$
$c.g.s$	$\frac{dyne}{cm^2} = Bary$	$\frac{gr^*}{cm^2}$
$M.T.S$	$\frac{St}{m^2} = pizz$	$\frac{Ton^*}{m^2}$

فشار مایعات :

در مایعات به تمام جوانب فشار صورت میگیرد، مایعات دارای فشار قاعده وی، جانبی، صعودی، و داخلی میباشد فشار در مایعات مربوط است.



فشار در مایعات مربوط است به ارتفاع مایع h کثافت مایع ($\int$) ولی مربوط به شکل ضرف نمی باشد. فشار مایعات از رابطه ذیل محاسبه میشود.

ارتفاع × مساحت قاعده = حجم مایع

$$\text{حجم مایع } V = A \times h$$

$$\text{کثافت مایع } \int = \frac{m}{v}$$

$$m = \int \times V \Rightarrow m = \int \times A \times h$$

$$W = F = m \times g \Rightarrow F = \int \times A \times h \times g$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{\int \times A \times h \times g}{A} \Rightarrow P = \int \times g \times h$$

فشار جامدات:

جامدات همیشه به سطح اتکاء خود فشار وارد میکند، یعنی تنها دارای فشار قاعدوی است، به هر اندازه که سطح اتکاء زیاد باشد فشار کمتر است، و به هر اندازه که سطح اتکاء زیاد تر باشد فشار کمتر خواهد بود. میتوانیم توسط رابطه ذیل آنرا محاسبه نمائیم.

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow P = \frac{100Kg^*}{1m^2} \Rightarrow P = \frac{100Kg^* \times 10N}{1m^2} = 1000Pas$$

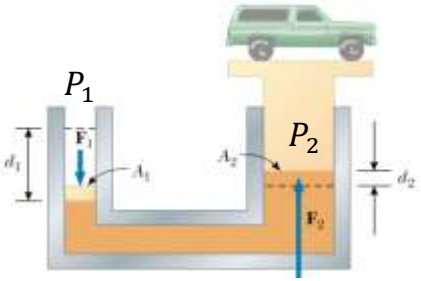
$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow P = \frac{200Kg^*}{4m^2} \Rightarrow P = \frac{200Kg^* \times 10N}{4m^2} = 500Pas$$

$$P = \frac{F}{S} \Rightarrow P = \frac{200Kg^*}{20m^2} \Rightarrow P = 100Pas$$

قاونون پاسکال :

پاسکال دانشمند فرانسوی، قوانین مربوط به تعادل مایعات را چنین بیان کرد:

فشاریکه بر یک مایع وارد میشود بر هر نقطه مایع بدون تغییر مقدار ان فشار انتقال میکند.

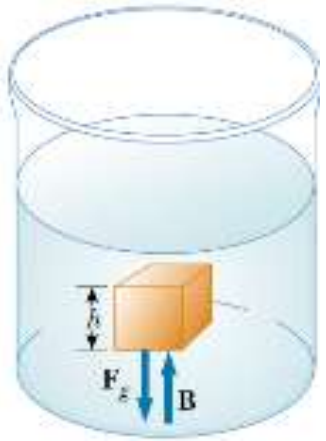


$$P_1 = \frac{F_1}{A_1} \quad P_2 = \frac{F_2}{A_2}$$
$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

هرگاه به یکی از نقاط مایع، فشار وارد گردد. این فشار به همان اندازه و در تمام جهات به سایر نقاط مایع انتقال پیدا میکند .

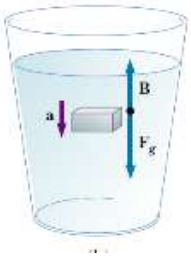
قانون ارشمیدس:

ارشمیدس دانشمند و ریاضیدان یونان، روزی در اب شنا میکرد ودید که وزنش در بین اب کم می شود و علت آن فشار وارده صعودی آب به سطح جسم وی بود. وی دریافت نمود جسمیکه در بین مایع داخل گردد به اندازه حجم جسم آب بیجا میگردد و به اندازه آب بیجا شده وزنش در بین مایع کم میگردد و علت آن فشار فوقانی بر سطح جسم است.



از قانون ارشمیدس سه نیجه استخراج میگردد :

1) اگر وزن جسم از وزن مایع هم حجمش بیشتر باشد، در این صورت به اثر این وزن جسم در مایع کاملا غرق می گردد.



2) اگر وزن جسم با وزن مایع هم حجمش مساوی باشد در این صورت، اگر جسم مذکور به هر قسمت مایع گذاشته شود، در حالت تعلیق قرار میگرد.

3) اگر وزن جسم و وزن مایع هم حجم اش کم باشد. جسم در اب شنا میکند.

وزن جسم در بین مایع نظر به قانون ارشیمدس از رابطه ذیل به دست میاید.

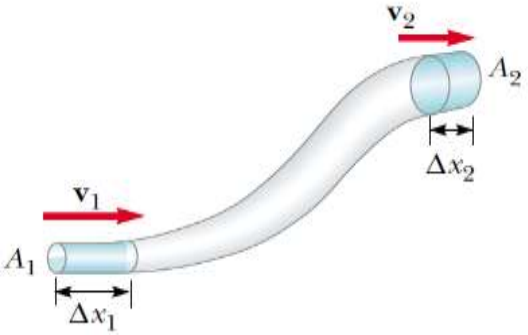
$$\acute{P} = P - V \times d \Rightarrow \acute{P} = P\left(1 - \frac{d}{D}\right)$$

قانون ارشمیدس از رابطه ذیل بدست می آید.

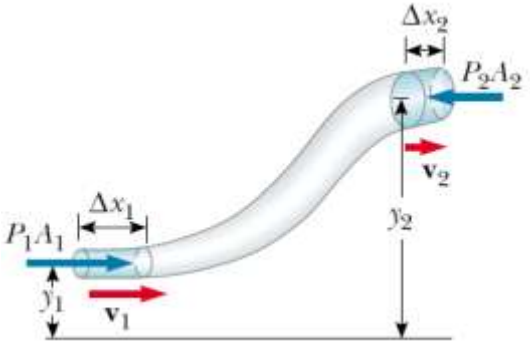
$$A_f = \int \times V \times g = \text{کثافت مایع} \times \text{حجم جسم} \times \text{جاذبه زمین}$$

قانون برنولی:

هرگاه دو نل به مساحت های مقطعی مساوی به A_1 و A_2 کاملا افقی قرار داشته باشد، نسبت مساحات مقطع های آن معکوسا متناسب به سرعت مایع است. که از آن فوران می نماید.



$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{V_1}{V_2}$$



$$\Delta P_r = \frac{D_m}{2}\left({V_2}^2 - {V_1}^2\right)$$

مثالها:

1) خشت که طول آن $(0.22)m$، عرض آن $(0.11)m$، و ضخامت آن $(0.5)m$ میباشد، دارای کتله $2Kg$ میباشد، فشار وارده را بالای سطح دریابید؟

مساحت خشت $= A = (0.22)_{cm} \times (0.11)_{cm} \Rightarrow A = 0.0242m^2$

$$F = m \times g \Rightarrow F = 2Kg \times {}^{10m}/_{sec^2} \Rightarrow F = 20N$$

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow P = \frac{20N}{0.0242} \Rightarrow P = 826.45Pas$$

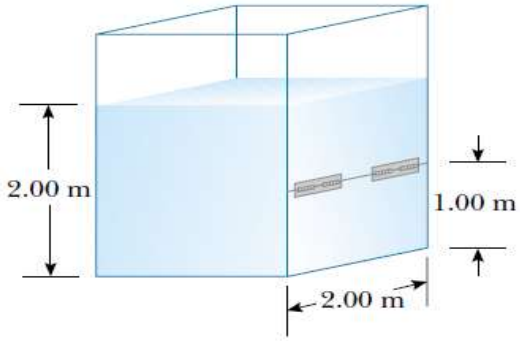
2) هرگاه $30Kg^*$ وزن بالای سطح $3m^2$ عمل میکند. فشار وارده بالای جسم مذکور را دریابید؟

$$\left.\begin{array}{l} P = 30Kg^* \\ A = 3m^2 \\ P_r = ? \end{array}\right\} \begin{array}{l} P_r = \frac{P}{A} \Rightarrow P_r = \frac{30Kg^*}{3m^2} \Rightarrow P_r = {}^{10Kg^*}/_{m^2} \\ P_r = \frac{10Kg^* \times 10N}{m^2} \Rightarrow P_r = 100Pas \end{array}$$

3) ارتفاع مایع در یک ظرف $100cm$ است، فشار وارده را بالای قاعده ظرف دریافت کنید؟

$$\left.\begin{array}{l} h = 100cm \\ g = {}^{10m}/_{sec^2} \\ \int_{H_20} = {}^{1000Kg}/_{m^3} \\ P_r = ? \end{array}\right\} P_r = \int \times h \times g \Rightarrow P_r = 10^5 Pas$$

4) مکعب مستطیل که دارای وزن $500Kg$ میباشد. هرگاه شتاب $10m/_{sec^2}$ فرض گردد، فشار وارده مکعب مستطیل را در سطح زمین دریابید؟



$$\left.\begin{array}{l} P = 500Kg \\ g = 10m/_{sec^2} \\ h = 1.00m \\ P_r = ? \end{array}\right\} \quad \begin{array}{c} A = 2.00m \times 1.00m = 2m^2 \\ F = m \times g \Rightarrow F = 500Kg \times 10m/_{sec^2} \\ F = 5 \times 10^3 N \\ P_r = \frac{F}{A} \Rightarrow P_r = \frac{5000N}{2m^2} \Rightarrow P_r = 2.5 \times 10^4 Pa \end{array}$$

5) قوه یک موتر $5 \times 10^3 N$ میباشد، مساحت سطح اتکاء هر کدام از تاثیر های آن بالای سطح زمین $5m^2$ است، در صورتیکه موتر مذکور 4 تایر داشته باشد، فشار که به سطح وارد میشود، محاسبه نمائید؟

6) شخصی در 2 متری عمق آب شنا میکند، اگر سطح بدن آبباز $1m^2$ باشد چه مقدار قوه بالای بدنش ، از طرف آب عمل میکند؟

7) ارتفاع مایع در یک ظرف 1.00 متر است. فشار وارد بالای قاعده ظرف را محاسبه نمائید؟