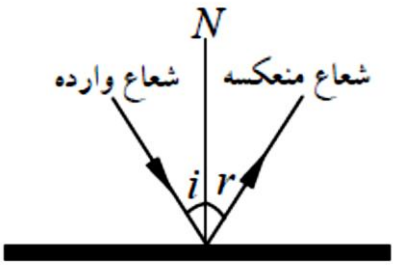
تهیه و ترتیب: استاد حجت محمدی مدرس فیزیک در مراکز آموزشی موعود و دانایی

تمام فرمول های مورد نیاز فزیک نور و برق کتاب فزیک 10 مکتب و کانکور



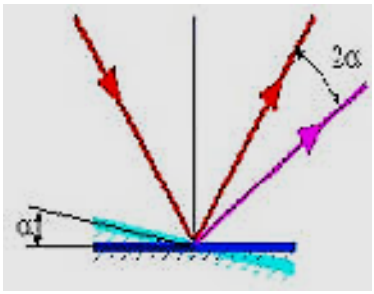
قوانین انعکاس:

1) شعاع وارده، شعاع منعکسه و خط نارمل هر سه در یک مستوی قرار دارند

2) در انعکاس منظم و نامنظم همیشه زاویه وارده برابر با زاویه منعکسه می باشد.

$$i = r$$

دوران آینه مستوی:

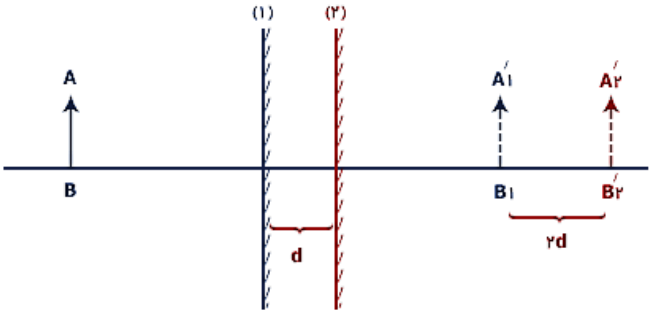


هرگاه آینه مستوی دوران کند در صورت ثابت ماندن جهت شعاع نور وارده شعاع منعکسه به اندازه 2α دوران می کند.

$$X = 2\alpha$$

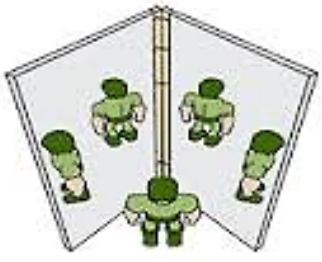
X زاویه دوران شعاع منعکسه و α زاویه دوران آینه

تغییر مکان آینه مستوی:



هرگاه آینه مستوی موازی با خودش به اندازه d از موقعیت اصلی خود جابجا شود تصویر جسم از موقعیت اصلی اش به اندازه 2d جابجا می شود.

d جابجایی آینه و 2d جابجایی تصویر



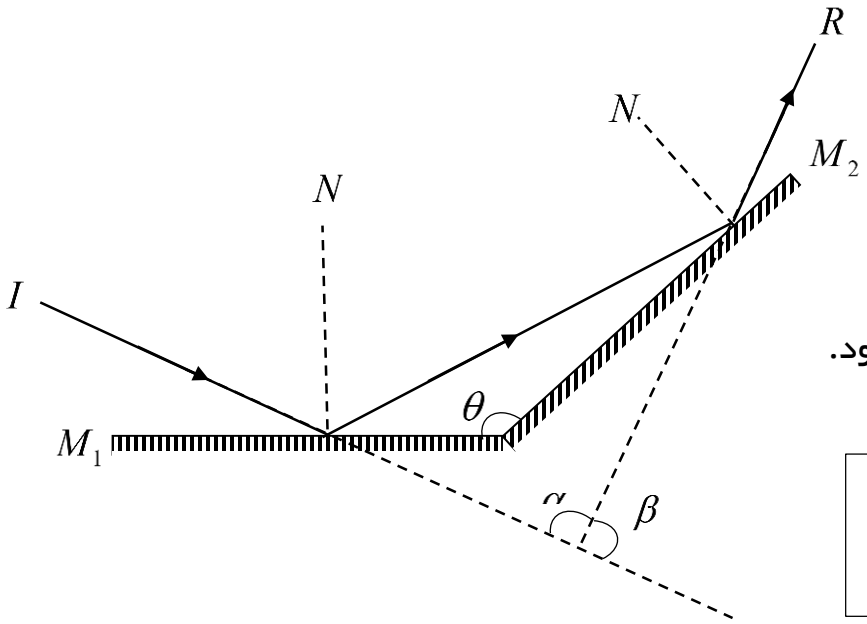
آینه های متلاقی: آینه های مستوی که بین خود یک زاویه داشته باشند.

$$N = \frac{360}{\alpha} - 1$$

N تعداد تصاویر و α زاویه بین دو آینه

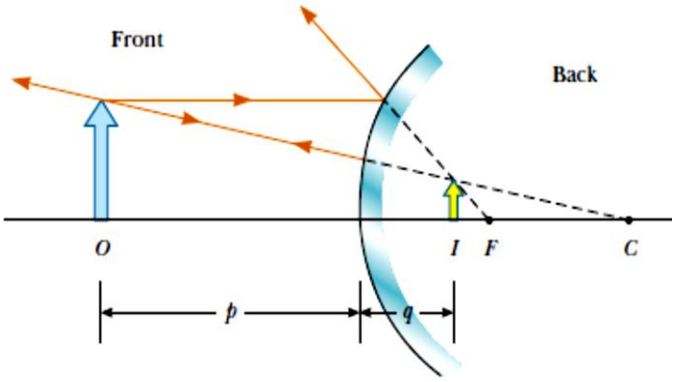
تغییر جهت اشعه نور از آینه های متلاقی:

آینه ها سبب تغییر جهت شعاع های نوری می شوند که این تغییر جهت یا انحراف را می توان به دو روش دریافت نمود.



$$\begin{cases} \theta \geq 90^\circ \rightarrow \beta = 360 - 2\theta \\ \theta \leq 90^\circ \rightarrow \beta = 2\theta \end{cases}$$

زاویه بین دو θ زاویه انحراف و β



فرمول عمومی آینه ها کروی:

P فاصله جسم تا آینه، q فاصله تصویر تا آینه و f فاصله محراقی

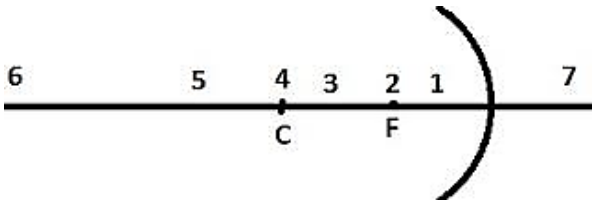
$$\frac{1}{p}+\frac{1}{q}=\frac{1}{f}$$

نکته: علامه کمیت های مجازی منفی است.

شعاع انحنا: دو برابر فاصله محراقی

$$f=\frac{R}{2}\rightarrow R=2f$$

روش کانکوری:



تمام خصوصیات تصویر فقط در یک تخنیک با توجه به شکل روبرو مجموع شماره های مکان جسم و تصویر

همیشه برابر 8 می گردد.

فرمول نیوتن: روشی دیگر برای دریافت فاصله محراقی

$$\begin{cases} p = x + f \\ q = x' + f \end{cases} \rightarrow f^2 = x.x'$$

x' فاصله تصویر تا آینه و X فاصله جسم تا آینه

بزرگنمایی: نسبت طول تصویر بر طول جسم

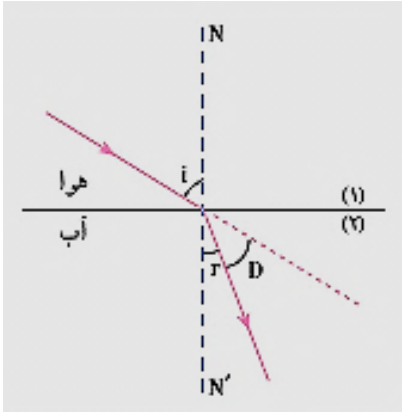
$$m = \frac{A'B'}{AB} = \frac{q}{p}$$

$A'B'$ طول تصویر، AB طول جسم

قانون دوم انکسار:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{C_1}{C_2}$$

برای دو محیط شفاف همیشه نسبت ساین زاویه وارده بر ساین زاویه مقدار ثابتی است که آن را ضریب انکسار گویند.



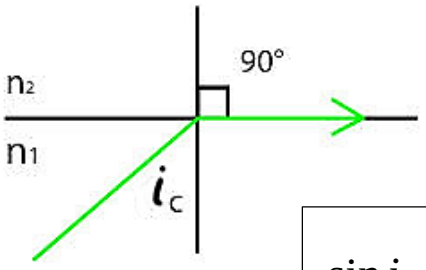
n_2 ضریب انکسار محیط دوم، n_1 ضریب انکسار محیط اول،

C_1سرعت نور در محیط اول و C_2 سرعت نور در محیط دوم و

سرعت نور در هوا و خلاء تقریباً: $C = 3 \times 10^8 \frac{m}{s} = 3 \times$

$10^5 \frac{km}{s}$ است.

زاویه بحرانی:

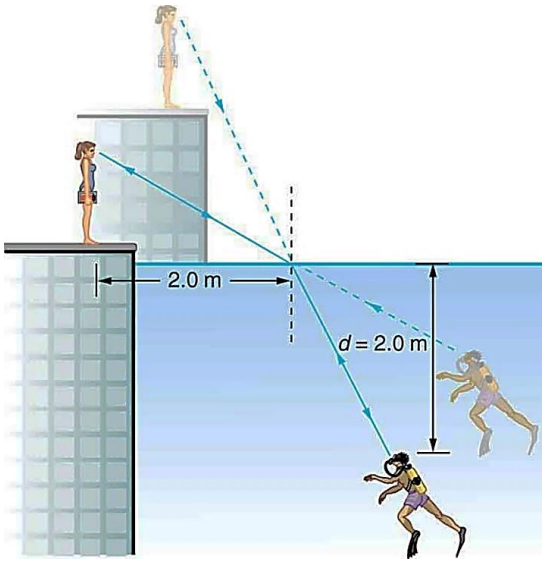


هرگاه شعاع نوری طور مایل از محیط غلیظ وارد محیط رقیق گردد و زاویه منکسره 90 درجه شود زاویه وارده را به نام زاویه بحرانی یاد می کنند.

$$\sin i_c = \frac{n_2}{n_1}$$

نکته: اگر محیط رقیق هوا باشد آنگاه: $\sin i_c = \frac{1}{n}$

عمق حقیقی و عمق ظاهری (دیوپتر):



هرگاه جسمی از یک طرف دیوپتر مشاهده شود جابجایی بین جسم و تصویر به جود می آید.

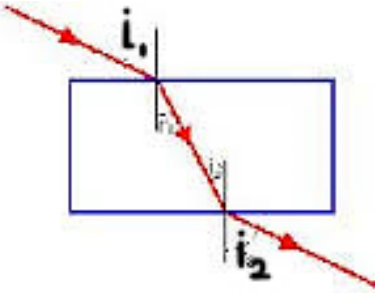
1- جسم در محیط غلیظ $\begin{cases} n = \frac{a}{b} \\ d = a - b \end{cases}$

2- جسم در محیط رقیق $\begin{cases} n = \frac{b}{a} \\ d = b - a \end{cases}$

a عمق حقیقی، b عمق ظاهری و n ضریب انکسار و d فاصله بین جسم و تصویر مجازی اش

نکته: قوانین فوق در صورتی صدق می کند که اولاً محیط رقیق هوا باشد و ثانیاً شعاع نوری به جهت تقریباً عمودی بتابد.

تیغه متوازی السطوح:



جسم شفافی که از دو سطح موازی تشکیل شده است مانند تیغه شیشه ای

$$i_1 = i_2$$

زاویه ورودی و خروجی

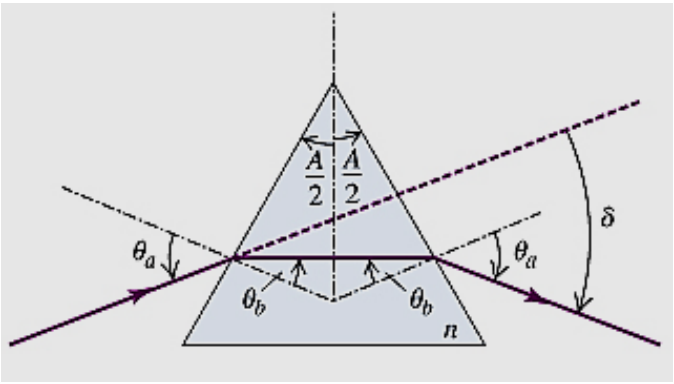
$$d = t(1-\frac{1}{n})$$

فاصله بین جسم و تصویر

لغزش شعاع در تیغه: فاصله بین امتداد یافته شعاع ورودی و شعاع خروجی

$$L = t\frac{\sin(i-r)}{\cos r}$$

منشور:



$\sin i_1 = n.\sin r_1$ زاویه ورودی

$\sin i_2 = n.\sin r_2$ زاویه خروجی

$A = r_1 + r_2$ زاویه راس

$D = i_1 + i_2 - A$ زاویه انحراف

حالات خصوصی منشور:

1) $i_1, A \le 6° \Rightarrow D_m = A(n-1)$ زاویه انحراف اصغری

2) $i_1 = i_2 \Rightarrow r_1 = r_2 \Rightarrow D_m = 2i + A$, $n = \dfrac{\sin(\frac{D_m + A}{2})}{\sin\frac{A}{2}}$

عدسیه ها:

$$\frac{1}{p}+\frac{1}{q}=\frac{1}{f}$$

فرمول عمومی عدسیه ها

$$\begin{cases} p = x + f \\ q = x' + f \end{cases} \rightarrow f^2 = x.x'$$

فرمول نیوتن

$$m=\frac{A'B'}{AB}=\frac{q}{p}=\frac{f}{x}=\frac{x'}{f}$$

بزرگنمایی

تقارب یا توان عدسیه ها:

$$D_{(diop)}=\frac{1}{f_{(m)}}$$

قدرت یا توان عدسیه در نزدیک ساختن شعاع های نوری

ترکیب: عدسیه ای که متشکل از چندین عدسیه نازک باشد.

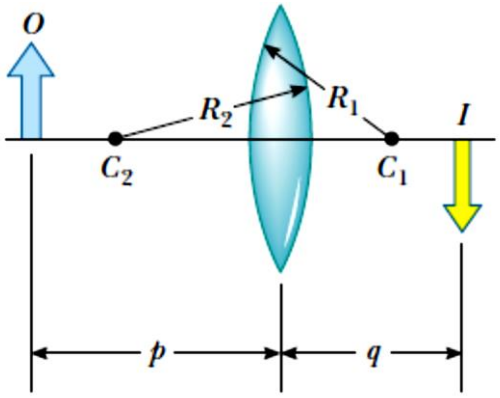
$$D=D_1+D_2+\ldots \quad , \quad \frac{1}{f}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}+\ldots$$

توان و فاصله محراقی ترکیب

فرمول عدسیه سازان:

هرگاه شعاع انحنای سطوح دو طرف عدسیه با هم دیگر برابر نباشد $(R_1 \neq R_2)$ در این حالت فاصله محراقی عدسیه ها قرار ذیل دریافت می شوند:

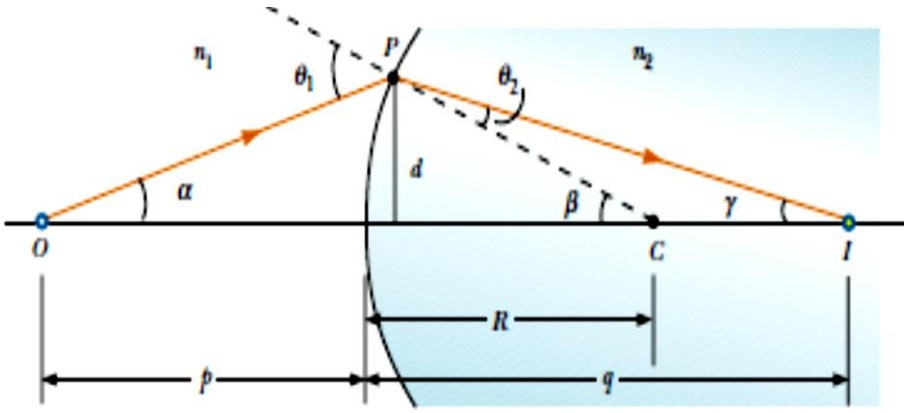
$$\frac{1}{f}=(n-1)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$$



R_1 شعاع انحنای سطح اول، R_2 شعاع انحنای سطح دوم، n ضریب انکسار عدسیه و f فاصله محراقی

مقعر المستوی	$\frac{1}{f}=(n-1)(-\frac{1}{R})$	فرمول عدسیه محدب الطرفین	$\frac{1}{f}=(n-1)(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2})$
عدسیه مقعر الطرفین	$\frac{1}{f}=(n-1)(-\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2})$	عدسیه محدب المستو ی	$\frac{1}{f}=(n-1)(\frac{1}{R})$

سطح انکسار کننده کروی:



هرگاه یک جسم روشن در مقابل یک سطح کروی شفاف قرار گیرد آنگاه:

$$\frac{n_1}{P}+\frac{n_2}{q}=\frac{n_2-n_1}{R}$$

n_1 ضریب انکسار محیط اول،

n_2 ضریب انکسار محیط دوم، p فاصله جسم تا سطح کروی، q فاصله تصویر تا سطح کروی و R شعاع انحنای سطح کروی

آلات اوپتیکی:

بزرگنمایی ذره بین :

$$m=\frac{25cm}{f}+1$$

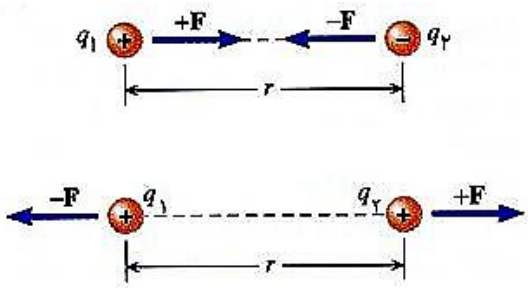
بزرگنمایی میکروسکوپ:

$$m = m_{obj} \times m_{ocu}$$

بزرگنمایی تلسکوپ:

$$m = \frac{f_{obj}}{f_{ocu}}$$

قوه های برقی و قانون کولمب:



قوه های دافعه و جاذبه بین چارج های برقی را قوه های برقی گویند که نخستین بار عوامل مؤثر بالای آن ها توسط چارلس کولمب دانشمند فرانسوی دریافت شد.

$$F_e = k.\frac{q_1.q_2}{r^2}$$

K ثابت کولمب ($k=9 .10^9\ N.m^2/C^2$)

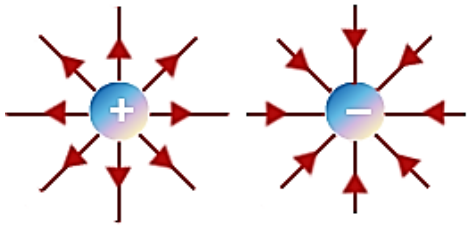
q_1 و q_2 چارج ذرات (C) و r فاصله بین چارج ها (m)

شدت ساحه برقی: خاصیتی که به اطراف هر چارج برقی موجود می باشد.

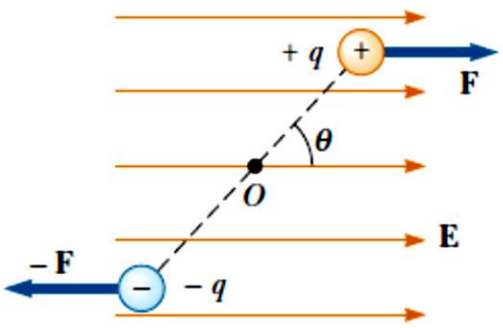
$$\begin{cases} E = \frac{F}{q} \\ E = k.\frac{q}{r^2} \end{cases}$$

E شدت ساحه برقی

(N/C = V/m)



قوه و شتاب حرکت ذره چارج دار در یک ساحه برقی منظم: هرگاه ذره چارج دار در ساحه برقی رها شود در صورتی که چارج ذره مثبت باشد قوه و ساحه برقی هم جهت و اگر چارج منفی باشد قوه و ساحه مخالف الجهت می باشند.



$$\begin{cases} F = qE \\ a = \dfrac{q.E}{m} \end{cases}$$

انرژی پوتانشیل و کار در ساحه برقی برقی:

$$U = W = F.d = E.q.d$$

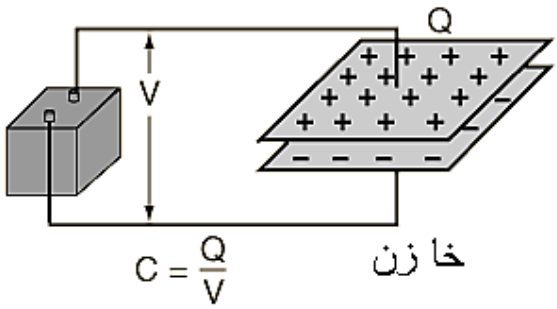
پوتانشیل برقی و تفاوت پوتانشیل برقی:

عاملی اصلی جریان برق تفاوت پوتانشیل می باشد.

$$\Delta V = \frac{W}{q} = E.d = k\frac{q}{d}$$

W کار یا انرژی (J) ، q چارج برقی (C) و ΔV تفاوت پوتانشیل (V)

ظرفیت خازن:



$$\begin{cases} c = \dfrac{q}{v} \\ c = k.\varepsilon_0.\dfrac{A}{d} \end{cases}$$

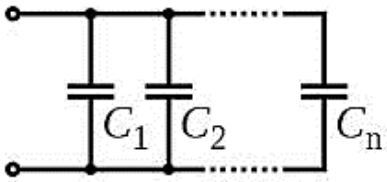
ثابت دای الکتریک (بدون واحد)، ε_0 ضریب عبور دهی برقی خلاء $\varepsilon_0 = 8,85\times10^{-12}\ \dfrac{c^2}{N.m^2}$ (،

A, مساحت لوحه (m^2) و d فاصله بین لوحه ها (m)

نکته: دای الکتریک ها مواد عایقی مانند کاغذ، شیشه، هایدروجن و .... می باشد که سبب افزایش ظرفیت خازن می شود.

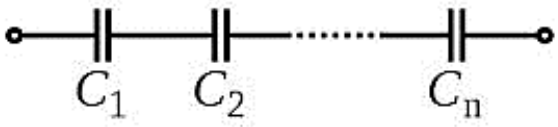
الف) ترکیبب موازی خازن ها:

$$\begin{cases} q_T = q_1 + q_2 + ... + q_n \\ \Delta V = \Delta V_1 = \Delta V_2 = ... = \Delta V_n \end{cases}$$
$$C_T = C_1 + C_2 + ... + C_n$$



ب) ترکیب مسلسل خازن ها:

$$\begin{cases} q = q_1 = q_2 = ... = q_n \\ \Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 + ... + \Delta V_n \end{cases}$$
$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + ... + \frac{1}{C_n}$$

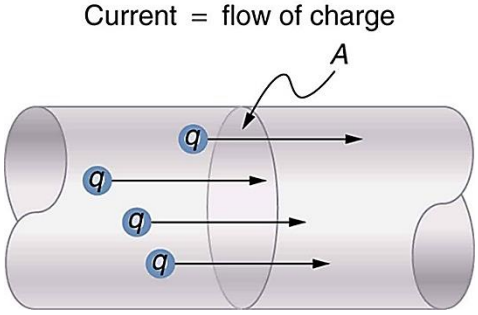


انرژی در خازن:

$$U = q.\overline{\Delta V} = \frac{1}{2} q.\Delta V = \frac{q^2}{2C} = \frac{C.\Delta V^2}{2}$$

انرژیی که مولد برای چارج کردن خازن مصرف می کند به صورت انرژی پوتانشیل در خازن ذخیره می شود.

شدت جریان برق: مقدار چارج عبوری در واحد زمان از سطح مقطع هادی



$$I = \frac{q}{t} = \frac{ne}{t}$$

q مقدار چارج (C)، t زمان (s)،

n تعداد الکترون (بدون واحد)،

(e) چارج الکترون (C) و I شدت جریان برق (A)

قانون اوم : نسبت تفاوت پوتانشیل دو سر یک هادی بر شدت جریان عبوری از هادی مقدار ثابتی است که نخستین بار توسط دانشمند آلمانی گیورگ زیمون اوم دریافت شد.

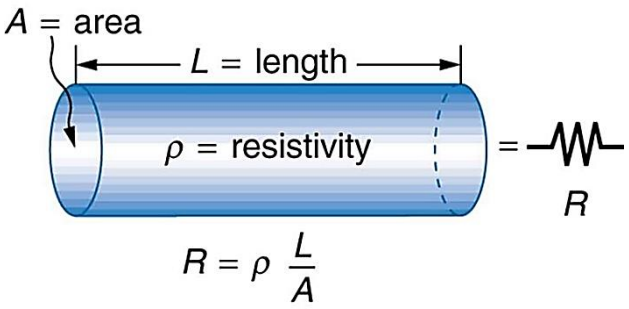
$$\begin{cases} R = \dfrac{\Delta V}{I} \\ \Delta V = IR \\ I = \dfrac{\Delta V}{R} \end{cases}$$

عوامل مؤثر بر مقاومت برقی فلزات:

$$R = \rho . \frac{L}{A}$$

($\sigma = 1/\rho$ هدایت مخصوصه)

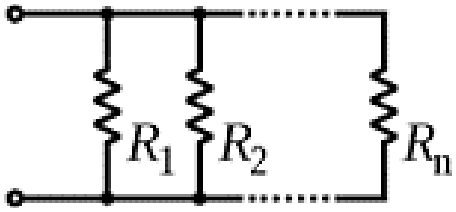
ρ مقاومت مخصوصه (Ω.m)، L طول هادی (m)، A مساحت مقطع (m^2) و R مقاومت برقی (Ω)



۱) ترکیب موازی مقاومت ها:

$$\begin{cases} \Delta V = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \ldots = \Delta V_n \\ I = I_1 + I_2 + \ldots + I_n \end{cases}$$

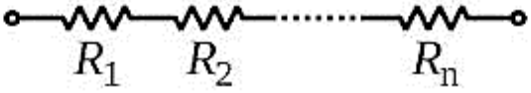
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots + \frac{1}{R_n}$$



2) ترکیب مسلسل مقاومت ها:

$$\begin{cases} \Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \ldots + \Delta V_n \\ I = I_1 = I_2 = \ldots = I_n \end{cases}$$

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \ldots + R_n$$



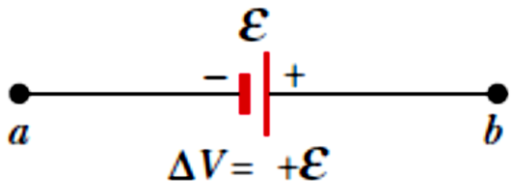
انرژی برقی: انرژی برق پاک و ارزان است و بسیار ساده به انرژی های دیگر تبدیل میشود.

$$W = q.\Delta V = \Delta V.I.t = I^2.R.t = \frac{\Delta V^2}{R}.t$$

توان برقی: انرژی برقی مصرف شده یا تولید شده در واحد زمان

$$P = \frac{W}{t} = \frac{q.\Delta V}{t} = \Delta V.I = I^2.R = \frac{\Delta V^2}{R}$$

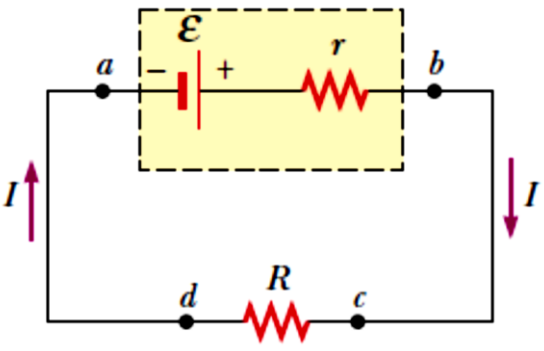
قوه محرکه برقی:



انرژیی که مولد به واحد چارج برقی (1C) می دهد تا از قطب منفی به قطب مثبت انتقال کند.

$$(\varepsilon = \frac{U}{q})$$

معادله سرکت برقی: چارج هنگام حرکت از قطب مثبت به طرف قطب منفی پوتانشیل خود را در برخورد با مقاومت ها از دست می دهد.



$$\begin{cases} \varepsilon = \Delta V + Ir \rightarrow \varepsilon = IR + Ir = I(R+r) \\ I = \dfrac{\varepsilon}{R+r} \end{cases}$$

توان خروجی مولد:

$$P = \varepsilon I - rI^2$$

قانون شدت جریان های کرشهوف:

$$\sum I_i = 0 \rightarrow \sum I_{input} = \sum I_{output}$$

مجموع الجبری شدت جریان ها در نقطه انشعاب صفر است.

قانون تفاوت پوتانشیل های کرشهوف:

$$\sum \Delta V_i = \sum IR_i = 0$$

مجموع تفاوت پوتانشیل ها یا قوه محرکه ها در یک دوره برقی

شدت ساحه مقناطیسی اطراف سیم مستقیم حامل جریان:

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} . \frac{I}{r}$$

شدت ساحه مقناطیسی در مرکز حلقه :

$$B = \frac{\mu_0}{2} . \frac{I}{R}$$ حلقه

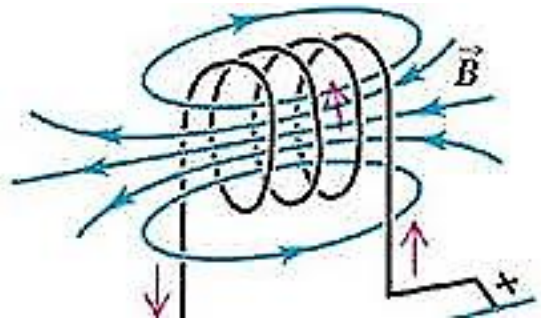
شدت ساحه مقناطیسی در مرکز کوایل :

$$B = \frac{\mu_0}{2} . \frac{N.I}{R}$$ کوایل

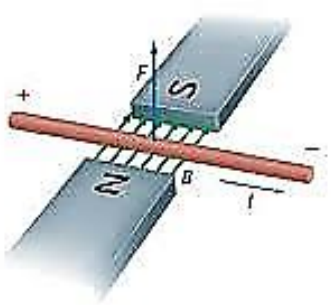
شدت ساحه مقناطیسی در مرکز سولونوییید (مارپیچ):

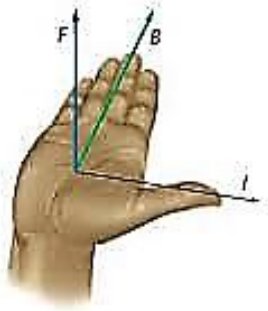
$$B = \mu_0 . n . I \rightarrow n = \frac{N}{L}$$

سولونوییید همانند یک فنر است و زمانی که جریان برق از آن عبور کند به اطراف آن ساحه مقناطیسی تولید می شود.



قوه الکترومقناطیسی:





زمانی که یک سیم حامل جریان برق در ساحه مقناطیسی قرار گیرد قوه ای بالای آن عمل می نماید که این قوه همیشه بالای سیم و خطوط ساحه مقناطیسی عمود می باشد.

$$F = BIL.\sin\alpha$$

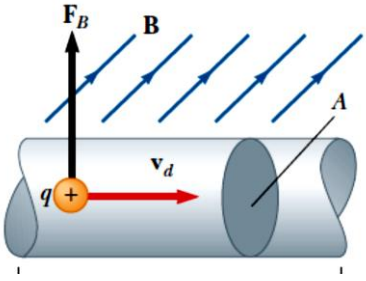
$$\begin{cases} F = B.I.L.\sin\theta \rightarrow B = \dfrac{F}{I.L.\sin\theta} \\ F_{Max} = B.I.\mathrm{L} \end{cases}$$

B شدت ساحه مقناطیسی (T)، I شدت جریان (A)،

L طول سیم در ساحه مقناطیسی (m)

و α زاویه بین سیم و خطوط ساحه مقناطیسی

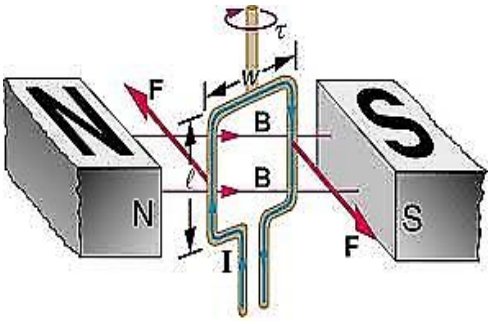
قوه وارده بالای ذره چارج دار متحرک در ساحه مقناطیسی:



$$F = q.V.B.\sin\alpha$$

نکته: sinα زاویه بین سرعت و خطوط ساحه مقناطیسی است.

مومنت اعظمی بالای کوایل حامل جریان:

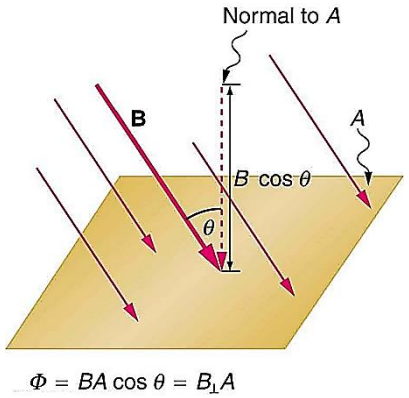


هرگاه کوایل حامل جریان در ساحه مقناطیسی قرار گیرد قوه های الکترومقناطیسی سبب چرخش کوایل می شود.

$$\tau_{\max} = N.B.I.A.$$

I شدت جریان (A)، A مساحت حلقه (m^2)، B شدت ساحه مقناطیسی (T) و τ تورک یا مومنت دوران (N.m)

فلکس مقناطیسی: تعداد خطوط ساحه مقناطیسی که از مساحت یک حلقه یا کوایل عبور میکند.

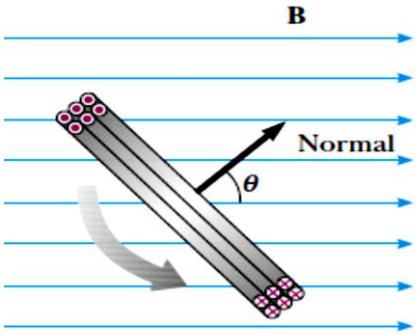


$$\varphi = B.A.cos\alpha$$

واحد فلکس مقناطیسی در **SI** وبَر **(Web)** و واحد کوچک تر آن ماکسویل **(Max)** است.

$$\begin{cases} 1Web = 10^{8}\,Max \\ 1Max = 10^{-8}\,Web \end{cases}$$

تغییر فلکس مقناطیسی: تغییر فلکس مقناطیسی به سه فکتور بستگی دارد که عبارتند از مساحت حلقه یا کوایل، شدت ساحه مقناطیسی و زاویه α

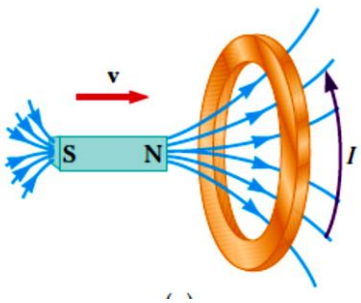


$$\Delta\varphi = \Delta B.A.cos\alpha$$

$$\Delta\varphi = B.\Delta A.cos\alpha$$

$$\Delta\boldsymbol{\varphi} = \boldsymbol{B.A.(cos\alpha_2 - cos\alpha_1)}$$

قوه محرکه القایی: هرگاه فلکس مقناطیسی نظر به زمان در داخل کوایل تغییر کند قوه محرکه ای القاء می شود که قرار ذیل محاسبه می شود.



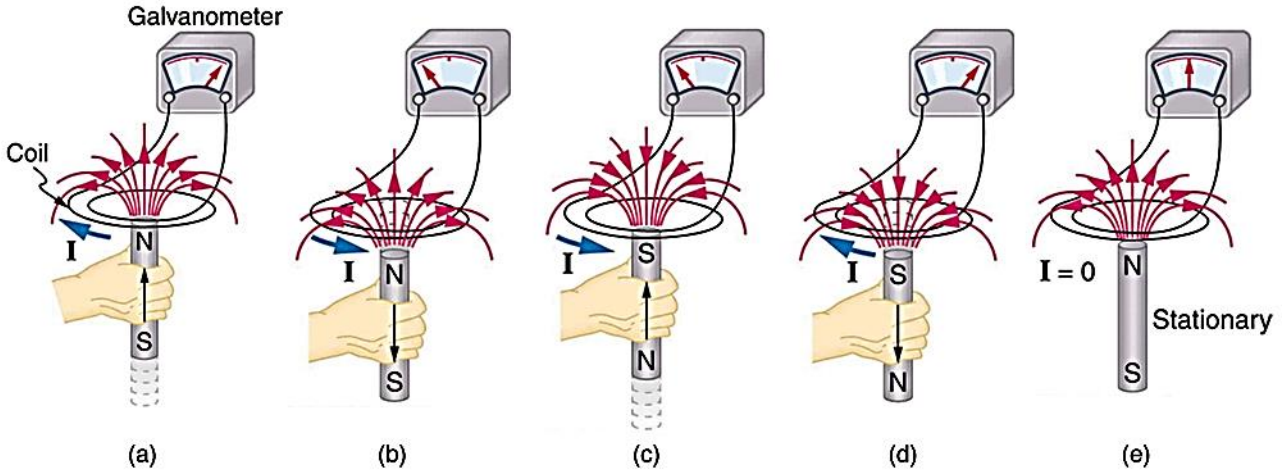
$$\overline{\varepsilon} = \left| -N\frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \right| \rightarrow \varphi = A.B.\cos\theta$$

$$\begin{cases} \overline{\varepsilon} = -N.B.\cos\alpha\dfrac{\Delta A}{\Delta t} \\ \overline{\varepsilon} = -N.A.\cos\alpha\dfrac{\Delta B}{\Delta t} \\ \overline{\varepsilon} = -N.B.A\dfrac{\Delta\cos\alpha}{\Delta t} \end{cases}$$

محاسبه شدت جریان القایی:

$$\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = \left| -\frac{N.\Delta\varphi}{R.\Delta t} \right|$$

قانون لنز: نظر به این قانون سمت جریان القایی در کوایل طوری است که آثار به وجود آمده توسط آن با عامل به وجود آورنده آن یعنی تغییر فلکس مقناطیسی مخالفت می کند.

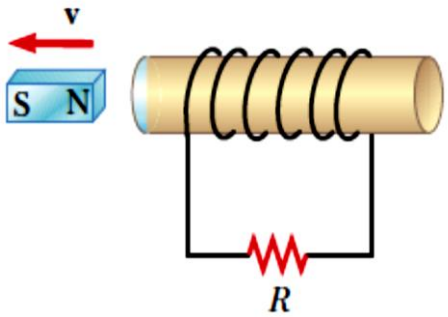


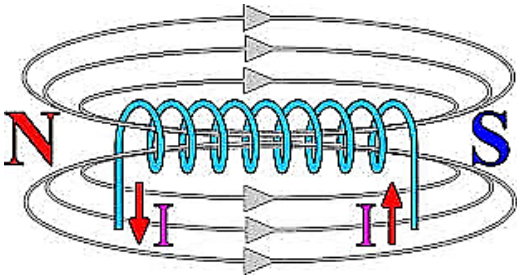
خود القایی: هرگاه جریانی که از یک کوایل می گذرد تغییر کند در آن قوه محرکه ای به وجود می آید که با عامل تغییر جریان مخالفت می کند و به آن قوه محرکه ی خود القایی گفته می شود. این حادثه را خود القایی می نامند.

نکته: L یا M ضریب خود القایی است که مربوط به جنس، تعداد حلقه ها، طول و مساحت کوایل می شود و واحد آن هنری (H) است.

$$\bar{\varepsilon}_L = \left| -M \frac{\Delta I}{\Delta t} \right|$$

$$L = K \mu_0 \frac{N^2}{l} A$$





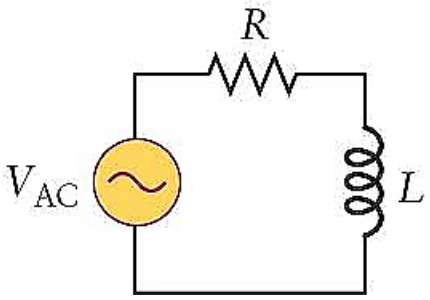
انرژی ذخیره شده در کوایل:

زمانی که جریان از کوایل عبور کند در اطراف آن ساحه مقناطیسی ایجاد می شود که در همین ساحه مقداری انرژی به شکل پوتانشیل ذخیره می شود.

$$U = \frac{1}{2} L.I^2$$

L ضریب اندکتیویتی ($H = \frac{V.s}{A}$)

سرکت RL: این سرکت متشکل از یک کوایل و مقاومت می باشد که طور مسلسل به یک مولد جریان متناوب وصل می باشند.



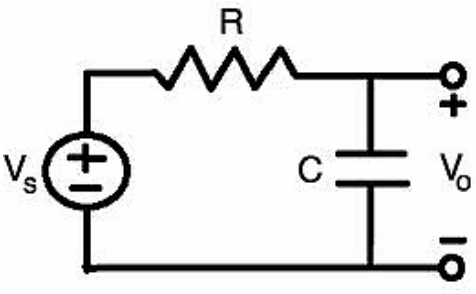
$$V_{max} = \sqrt{(I_{max} R)^2 + (I_{max}.X_L)^2} = I_{max}\sqrt{R^2 + X_L^2}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} \quad \cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X_L^2}}$$ و

$$X_L = \omega.L = 2\pi f.L$$

Z امپدانس (Ω)، X_L ریکتنس کوایل (Ω)، ω فریکوینسی زاویوی (rad/s)، f فریکوینسی (S^{-1}=Hz) و L ضریب اندکتیویتی ($H = \frac{V.s}{A}$)

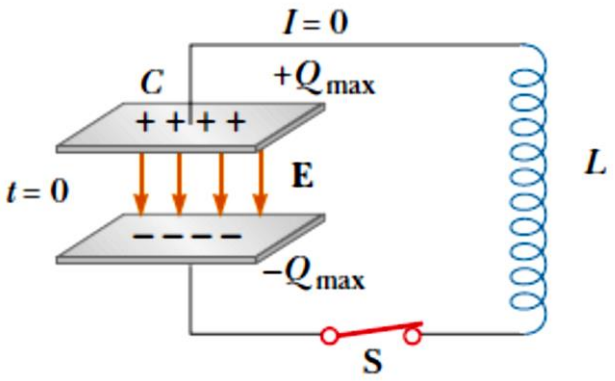
سرکت RC: این سرکت متشکل از یک مقاومت و خازن است که طور مسلسل به یک مولد ac وصل هستند.



$$V_{max} = \sqrt{(I_{max} R)^2 + (I_{max}.X_l)^2} = I_{max}\sqrt{R^2 + X_c^2}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_c^2} \quad X_c = \frac{1}{\omega.c} = \frac{1}{2\pi f.C}$$ و

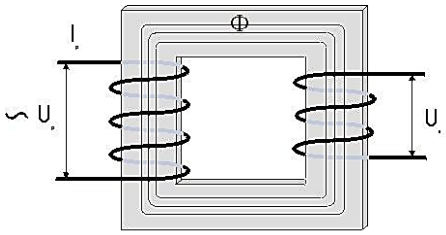
سرکت LC: این سرکت متشکل از یک خازن و کوایل است که جریان در آن همانند یک فنر نوسان می کند.



$$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

ω فریکوینسی زاویوی جریان(rad/s)

L ضریب اندکتیویتی ($H = \frac{V.s}{A}$) و C ظرفیت خازن (F)

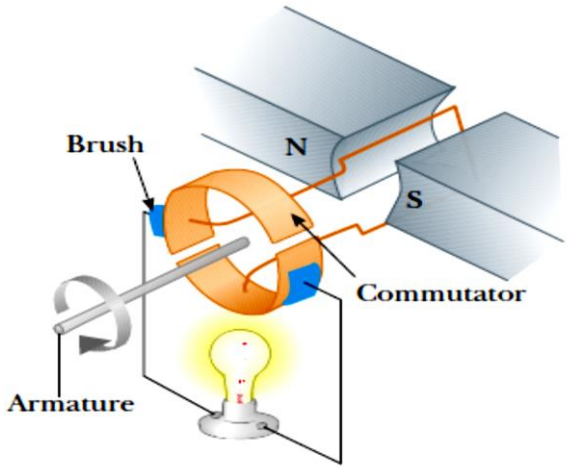


ترانسفارمر: آله ای برای تبدیل ولتاژ یا قوه محرکه برقی

فرمول درست ترانسفارمر

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{\Delta V_1}{\Delta V_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

جنراتور: جنراتور یک مولد جریان متناوب (ac) است که انرژی مخانیکی را به انرژی برقی تبدیل می کند.



$$\begin{cases} \varepsilon = -N\frac{d\varphi}{dt} = -N.\frac{d}{dt}(B.A.\cos\omega t) \\ \varepsilon = -N.A.B.\omega.(-\sin\omega t) = N.A.B.\omega.\sin\omega t \end{cases}$$

قوه محرکه اعظمی $\varepsilon_{max} = N.A.B.\omega$

در روابط فوق ε قوه محرکه (V)، N تعداد حلقه ها، $\frac{d\varphi}{dt}$ تغییر فلکس مقناطیسی نظر به زمان ($\frac{Web}{s} = V$)، B شدت ساحه مقناطیسی (T)، A مساحت مقطع کوایل (m^2) و ω فریکوینسی زاویوی (rad/s) است.

قوه (Force)

قوه عبارت از نتیجه ی تأثیر متقابل دو جسم بر همدیگر می باشد. تأثیر دو جسم بر همدیگر می تواند به صورت تماس مستقیم یا دو جسم از راه دور باشد. هم چنین قوه عامل حرکت و سکون، تغییر سرعت، تغییر شکل و تغییر جهت نیز می باشد. قوه یک کمیت وکتوری است و از تمام خواص وکتورها پیروی می کند.

قوه های متلاقی و جمع قوه ها

هرگاه دو یا چندین قوه طور هم زمان بالای یک نقطه ی جسمی عمل نمایند به آن ها قوه های متلاقی گفته می شود. محصله ی این قوه ها به دو طریقه دریافت می شوند یکی طریقه ی هندسی و دیگری طریقه ی الجبری

محصله دو قوه به طریقه ی الجبری $R = \sqrt{F_1^2 + 2F_1.F_2.\cos\alpha + F_2^2}$

نکته: قیمت اعظمی دو قوه زمانی است که زاویه بین آنها صفر درجه باشد . $\boxed{R = F_1 + F_2}$ و قیمت اصغری دو قوه زمانی است که زاویه بین آن ها 180 درجه باشد. $\boxed{R = F_1 - F_2}$

هرگاه زاویه بین دو وکتور قوه 90 درجه باشد $R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$

هرگاه مقدار یا اندازه ی دو قوه با همدیگر برابر باشد $F_1 = F_2 = F \quad \rightarrow \quad \boxed{R = 2.F.\cos\frac{\alpha}{2}}$

تجزیه ی وکتور قوه: مرکبه عمودی $F_y = F.\sin\alpha$, مرکبه افقی $F_x = F.\cos\alpha$

دریافت محصله ی چندین قوه: در این روش سه مرحله داریم

1) ابتدا تمام قوه ها را به مرکبه های افقی و عمودی آن تجزیه می نماییم

2) سپس مجموع قوه ها روی محور x ها و y ها را دریافت می نماییم. $\left(\sum F_y \ , \ \sum F_x\right)$

3) در این مرحله محصله نهایی از قضیه فیثاغورث دریافت می شود یعنی: $F_T = \sqrt{\left(\sum F_x\right)^2 + \left(\sum F_x\right)^2}$

مومنت قوه: عامل چرخش یک جسم را حول یک نقطه (محور) مومنت قوه گویند و یک کمیت وکتوری

$$\boxed{\vec{M} = \vec{F}.d.\sin\alpha}$$

است که واحد آن در SI عبارت از N.m است. واحدات مومنت قوه $= N.m \quad (MKS)$

$= dyne.cm \quad (cgs)$

نکته 1: هرگاه مومنت دوران موافق عقربه ساعت باشد منفی (M-) و اگر مومنت مخالف عقربه ساعت باشد مثبت (M+) می باشد.

نکته 2: هرگاه محصله ی مومنت ها بالای جسم برابر با صفر باشد $(\sum M = 0)$. جسم در حال تعادل قرار می گیرد.

زوج قوه: دو قوه هم مقدار، موازی و مخالف الجهت که سبب حرکت دورانی جسم می شوند به نام زوج قوه یاد میشود. $\boxed{F_1 = F_2 = F \rightarrow M_{1,2} = F.L}$ در این رابطه L فاصله بین دو قوه (m) و F قوه (N) است.

- **انواع تعادل:** یک جسم که در حالت سکون است و یا این که در حالت سکون باقی می ماند گفته می شود که در حالت تعادل اِستاتیکی قرار دارد اما جسمی که با یک سرعت ثابت در حالت حرکت است و یا در حالت دوران باشد در حالت تعادل دینامیکی قرار دارد.

  نکته 1: برای این که جسم در حالت تعادل باشد دو شرط ذیل باید صدق کند:

  1) قوه محصله (جمع وکتوری) همه ی قوه های عامل بر آن باید مساوی به صفر باشد $(\sum F = 0)$

  2) مومنت محصله (جمع مومنت ها که بر جسم تأثیر دارند) باید مساوی به صفر باشد $(\sum M = 0)$

نکته2: در تعادل اِستاتیکی سه حالت وجود دارد که عبارتند از:

1) تعادل پایدار 2) تعادل ناپایدار 3) تعادل بی تفاوت

- **<u>مرکز ثقل و کتله ای:</u>** نقطه ای که تصور می شود تمام وزن جسم در آن جا متمرکز شده است عبارت از مرکز ثقل گویند و نقطه ای که تصور می شود تمام کتله ی جسم در آن جا متمرکز شده است عبارت از مرکز کتله ای می باشد.

<u>نکته:</u> در جایی که ساحه جاذبه یکسان است مرکز ثقل و کتله ای عین نقطه است.

- مختصات مرکز ثقل و مرکز کتله ای یک جسم در سیستم کمیات وضعیه قایم از معادلات ذیل به دست می آید:

$$X_{CG} = \frac{\sum(mx)g}{\sum mg} \quad , \quad Y_{CG} = \frac{\sum(my)g}{\sum mg}$$

<u>حرکت شناسی (سینماتیک)</u>

- **وکتور موقعیت:** عبارت از وکتوری است که موقعیت جسم را در هر لحظه مشخص می کند طوری که ابتدای این وکتور در مبدأ کمیات وضعیه و انجام آن موقعیت جسم است و معمولاً به سمبول $\vec{r}$ نشان داده می شود.
- **وکتور تغییرموقعیت:** عبارت از وکتوری است که نقطه ی شروع حرکت را به نقطه ی پایانی آن وصل می کند و معمولاً به سمبول $\Delta\vec{r}$ نشان داده می شود.
- **نکته:** واحد اندازه گیری موقعیت و تغییرموقعیت در سیستم SI عبارت از m می باشد.
- **سرعت متوسط:** عبارت از تغییرموقعیت بر زمان است. $$\overline{v}_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$
- **نکته:** در گراف $(x-t)$ میل خط بین دو نقطه عبارت از سرعت متوسط می باشد.
- **سرعت لحظه ای:** عبارت از سرعت در یک لحظه از زمان می باشد که همان لیمیت سرعت متوسط می باشد زمانی که Δt به طرف صفر تقرب کند. $$v_x = \lim_{t\to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

- **نکته 1:** در گراف $(x-t)$ سرعت لحظه ای در زمان t عبارت از میل قطعه خط در زمان t است.
- **نکته2:** سرعت لحظه ای می تواند مثبت، منفی یا صفر باشد.
- **نکته 3:** سرعت یک کمیت فرعی و وکتوری است و واحد آن در SI عبارت از m/s می باشد.
- **شتاب متوسط:** عبارت از تغییرات سرعت در واحد زمان است $\boxed{\overline{a}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{v_2-v_1}{t_2-t_1}}$
- **نکته1:** شتاب متوسط مثبت است اگر $\boxed{v_2>v_1}$ باشد و اگر $\boxed{v_2<v_1}$ باشد شتاب متوسط منفی است و زمانی که $\boxed{v_2=v_1}$ باشد شتاب متوسط صفر است.
- **نکته2:** هرگاه وکتور شتاب هم جهت با وکتور سرعت باشد حرکت تیز شونده و علامه شتاب مثبت $(+a)$ و زمانی که وکتور شتاب مخالف جهت وکتور سرعت باشد حرکت کُند شونده و علامه ی آن منفی $(-a)$ است.
- **شتاب لحظه ای:** شتاب در یک لحظه از زمان به نام شتاب لحظه ای یاد می شود که همان لیمیت شتاب متوسط است زمانی که Δt به طرف صفر تقرب کند.

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

- **توجه!** $\frac{dv}{dt}$ خوانده می شود مشتق سرعت نظر به زمان.
- **نکته 1:** شتاب لحظه ای می تواند مثبت، منفی یا صفر باشد.
- **نکته 2:** شتاب یک کمیت فرعی و وکتوری است که واحد آن در SI عبارت از m/s^2 است.
- **نکته3:** در گراف $(v-t)$ شتاب لحظه ای عبارت از میل قطعه در زمان مشخص t است.

- **نکته 4:** هرگاه در یک حرکت شتاب ثابت باشد آنگاه شتاب لحظه ای برابر با شتاب متوسط میشود.
- **انواع حرکت از نگاه سرعت و شتاب (یکنواخت و غیر یکنواخت):**
- **حرکت یکنواخت:** در این حرکت سرعت در تمام طول مسیر حرکت ثابت است و متحرک در اوقات مساوی، فاصله های مساوی را طی می کند.
- **نکته1:** در حرکت یکنواخت سرعت متوسط و لحظه ای با همدیگر برابر است..
- **نکته2:** در حرکت یکنواخت شتاب حرکت صفر $(a=0)$ است.
- **نکته 3:** گراف مکان - زمان $(x-t)$ در حرکت یکنواخت همیشه یک خط مستقیم است.
- **نکته 4:** میل خط در گراف مکان – زمان عبارت از سرعت می باشد.
- **نکته5:** معادله حرکت یکنواخت مشابه به معادله خط مستقیم است. $\boxed{x=vt+x_0}$
- **حرکت غیریکنواخت:** در این حرکت سرعت متحرک متغیر است یعنی متحرک در اوقات مساوی فاصله های مساوی را طی نمی کند.
- **نکته 1:** در حرکت غیر یکنواخت شتاب حرکت خلاف صفر $(a>0 \quad or \quad a<0)$ است.
- **نکته2:** گراف مکان – زمان $(x-t)$ در حرکت غیر یکنواخت یک خط منحنی است و معادله آن به عنوان تابعی از زمان عبارت از $\boxed{x=\frac{1}{2}at^2+v_0t+x_0}$ است.
- **نکته 3:** در صورتی که شتاب ثابت باشد گراف سرعت – زمان در حرکت غیر یکنواخت یک خط مستقیم است و معادله سرعت به عنوان تابعی از زمان عبارت از $\boxed{v=at+v_0}$ است و سرعت متوسط عبارت از $\boxed{\overline{v}=\frac{v_0+at}{2}}$ است.

- **نکته4:** معادله سرعت مستقل از زمان (سرعت به عنوان تابعی از موقعیت) عبارت از $\boxed{v=\sqrt{2a\Delta x+{v_0}^2}}$ می باشد.
- **توجه! :** در معادلات فوق شتاب حرکت مثبت است یعنی حرکت تیز شونده است و اگر شتاب منفی شود حرکت کُنده شونده می شود.
- **زمان توقف و تغییر مکان توقف:** از لحظه شروع حرکت کُند شونده تا لحظه ی توقف مدت زمان سپری می شود که آن زمان توقف گویند $\boxed{t=\frac{v_0}{a}}$ و فاصله ی طی شده در این مدت زمان به نام تغییرمکان توقف یاد می شود $\boxed{\Delta x=\frac{{v_0}^2}{2a}}$
- **سقوط آزاد:** یک حرکت تیز شونده است که جسم هم جهت شتاب جاذبه زمین حرکت می کند و تنها در معادلات به جای شتاب a از g استفاده می شود.
- **نکته :** شتاب سقوط آزاد برای تمام اجسام یکسان و مستقل از کتله و وزن آن ها می باشد.
- **پرتاب عمودی در جهت بالا:** این پرتاب مخالف سقوط آزاد می باشد و جسم با سرعت اولیه v_0 خلاف جاذبه زمین عموداً به طرف بالا پرتاب می شود بنابراین علامه آن منفی $(-g)$ است.
- **زمان اوج و ارتفاع اوج:** در نقطه ی اوج سرعت جسم صفر می شود و زمان رسیدن جسم از لحظه ی پرتاب تا به این نقطه به نام زمان اوج یاد می شود. $\boxed{t=\frac{v_0}{g}}$ هم چنین ارتفاع طی شده در این مدت زمان به نام ارتفاع اوج یاد می شود. $\boxed{H=\frac{{v_0}^2}{2g}}$

حرکت های دو بُعدی

- **وکتور موقعیت:** موقعیت جسم در حرکت دو بُعدی با وکتور $\vec{r}$ نشان داده می شود که می توان آن را به صورت $\vec{r} = f(t)\vec{i} + g(t)\vec{j}$ نشان داد. از این رابطه دیده می شود که وکتور موقعیت تابعی از زمان است.

- **معادله مسیر حرکت:** مکان هندسی نقطه هایی از فضا که متحرک در اثنای حرکت از آن ها عبور می کند را مسیر حرکت گویند. برای دریافت معادله ی مسیر حرکت تنها باید زمان را در دو معادله ی $x = f_{(t)}$ و $y = g_{(t)}$ حذف شود تا معادله ی مسیر حرکت $y = f_{(x)}$ دریافت شود.

- **سرعت متوسط:** هرگاه مکان متحرک در لحظه ی t_1 برابر با x_1 و در لحظه ی t_2 سرعت برابر با x_2 آنگاه از مفهوم سرعت متوسط استفاده می شود که در حرکت دو بُعدی عبارت است از:

وکتور سرعت متوسط $\boxed{\vec{\overline{v}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}\vec{i} + \frac{\Delta y}{\Delta t}\vec{j} = \overline{v}_x\vec{i} + \overline{v}_y\vec{j}}$

مقدار سرعت متوسط $\boxed{\overline{v} = \sqrt{\overline{v}_x^2 + \overline{v}_y^2}}$

- **سرعت لحظه ای :** سرعت در یک لحظه از زمان عبارت از سرعت لحظه ای است که در حرکت دو بُعدی عبارت است از:

وکتور سرعت لحظه ای $\boxed{\vec{v} = \lim_{\Delta t \to 0}\overline{v} = \lim_{\Delta t \to 0}\frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} \qquad or \qquad \vec{v} = v_x\vec{i} + v_y\vec{j}}$

مقدار سرعت لحظه ای $\boxed{v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}}$

- **شتاب متوسط:** هرگاه سرعت در لحظه ی t_1 برابر با v_1 و در لحظه ی t_2 سرعت برابر با v_2 آنگاه از مفهوم سرعت متوسط استفاده می شود که در حرکت دو بُعدی عبارت است از:

$$\vec{\bar{a}} = \frac{\Delta v}{\Delta t}\vec{i} + \frac{\Delta v}{\Delta t}\vec{j} = \bar{a}_x\vec{i} + \bar{a}_y\vec{j}$$ **وکتور شتاب متوسط**

- **شتاب لحظه ای:** شتاب در یک لحظه از زمان عبارت از شتاب لحظه ای می باشد که از لیمیت شتاب متوسط دریافت می شود زمانی که Δt به طرف صفر تقرب کند یعنی:

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{dv_x}{dt}\vec{i} + \frac{dv_y}{dt}\vec{j} = a_{x\vec{i}} + a_{y\vec{j}}$$

- **پرتاب مایل:** پرتاب تحت زاویه α بالای افق عبارت از پرتاب مایل است طوری که زاویه پرتاب بزرگتر از $0°$ و کوچکتر از $90°$ می باشد.

- **نکته1:** در پرتاب مایل مرکبه های شتاب عبارت است از: $\left(a_x = 0\ ,\ a_y = -g\right)$

- **نکته2:** مسیر حرکت جسم در فضا پارابول است.

معادلات افقی
$$\begin{cases} x = v_0.\cos\alpha.t \\ v_x = v_0.\cos\alpha \\ a_x = 0 \end{cases}$$

معادلات عمودی
$$\begin{cases} y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0.\sin\alpha.t \\ v_y = -gt + v_{oy} = -gt + v_0\sin\alpha \\ |a_y| = -g \end{cases}$$

- **سرعت جسم در فضا عبارت است از:** $v_{total} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{\left(V_0\cos\alpha\right)^2 + \left(V_0\sin\alpha - gt\right)^2}$

- **معادله مسیر حرکت:**
$$y = -\frac{gx^2}{2V_0^2.\cos^2\alpha} + x.\tan\alpha$$

- **زمان اوج:** $t = \frac{v_{0y}}{g} = \frac{v_0\sin\alpha}{g}$ **ارتفاع اوج:** $H = \frac{{v_{0y}}^2}{2g} = \frac{{v^2}_0\sin^2\alpha}{2g}$

- **نکته:** هرگاه جسم تحت زاویه 90 درجه پرتاب شود زمان و ارتفاع اوج اعظمی می شود.
- **رنج یا بُرد:** دورترین فاصله از نقطه ی پرتاب روی محور افقی به نام رنج یاد می شود.

$$R = \frac{v_0^2 .2.\sin\alpha.\cos\alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

- **نکته 1:** هرگاه زاویه پرتاب 45 درجه شود تیررس اعظمی می گردد.
- **پرتاب افقی از ارتفاع h: در این پرتاب زاویه پرتاب صفر است.**
- مرکبه های عمودی

$$V_y = -gt + v_0 \sin\alpha = -gt$$
$$y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin\alpha.t = -\frac{1}{2}gt^2$$
$$a_y = |-g|$$

مرکبه های افقی پرتاب

$$X = v_0.\cos 0°t = v_0.t$$
$$V_X = v_0 \cos 0° = v_0$$
$$a_x = 0$$

- **سرعت جسم پرتاب شده:** $v_{total} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{V_0^{\,2} + (gt)^2}$
- **معادله مسیر حرکت:** $y = -\frac{g}{2v_0^{\,2}}x^2$ مشابه معادله پارابول

حرکت های دایره ای

- **فریکوینسی:** تعداد دورها در واحد زمان را فریکوینسی گویند.
- واحد فریکوینسی در SI عبارت از Hz یا s^{-1} است $\nu \text{ or } f = \frac{n}{t} = \frac{1}{T}$
- **پریود (زمان تناوب):** مدت زمان یک دور کامل را پریود گویند.
- واحد زمان تناوب در (SI) ثانیه است $T = \frac{1}{\nu} = \frac{t}{n}$
- **سرعت زاویه ای متوسط:** هرگاه متحرک در لحظه ی t_1 در مکان θ_1 و در لحظه ی t_2 در مکان θ_2 باشد. در این حالت سرعت زاویوی متوسط قرار ذیل محاسبه می شود: $\bar{\omega} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{\theta_2 - \theta_1}{t_2 - t_1}$

- **سرعت زاویه ای لحظه ای:** سرعت زاویوی را در یک لحظه به نام سرعت زاویوی لحظه ای گویند که از لیمت سرعت زاویوی متوسط زمانی که Δt به طرف صفر تقرب کند دریافت میشود.

$$\boxed{\omega = \lim_{t\to 0} \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \lim_{t\to 0} \frac{\theta_2 - \theta_1}{t_2 - t_1} = \frac{d\theta}{dt}}$$

- **رابطه ی سرعت زاویوی با پریود و فریکوینسی:** $\boxed{\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f}$
- **معادله مکان زاویوی – زمان (θ-t) حرکت دایروی یکنواخت:** $\boxed{\theta = \omega t + \theta_0}$
- **سرعت خطی در حرکت دایره ای یکنواخت:** طول قوس پیموده شده را در واحد زمان سرعت خطی گویند. $\boxed{v = r\omega}$
- **شتاب در حرکت دایره ای یکنواخت :** در حرکت دایروی یکنواخت شتاب نه به خاطر تغییر مقدار سرعت بلکه به خاطر تغییر جهت سرعت می باشد و همیشه بر وکتور سرعت عمود است. چون جهت این شتاب به طرف مرکز دایره می باشد به نام شتاب مرکزی یاد می شود.

$$\boxed{a = v\omega} \ , \ \boxed{a = \frac{v^2}{r}} \ , \ \boxed{a = r\omega^2}$$

دینامیک (مطالعه ی حرکت با قوه)

- **قوه:** نتیجه اثر متقابل دو جسم بالای همدیگر عبارت از قوه است.
- **قوانین حرکت نیوتن مهمترین قوانین حرکت شناسی در فزیک کلاسیک است.**
- **قانون اول نیوتن (قانون عطالت یا انرشیا یا حفظ حالت اولیه):** یک جسم حالت سکون و یا حرکت یکنواخت روی خط مستقیم خود را حفظ می کند مگر آن که تحت تأثیر قوه ای مجبور به تغییر حالت آن شود.

- **نکته:** قمرهای مصنوعی که توسط بشر به فضا پرتاب می شوند از قانون اول نیوتن استفاده میکنند.

- **قانون دوم نیوتن:** طبق این قانون اگر به یک جسم قوه ای وارد شود جسم در جهت این قوه شتاب گرفته طوری که مقدار این شتاب با مستقیماً متناسب با قوه و معکوساً متناسب با کتله جسم است.

$$\boxed{\sum \vec{F} = m\vec{a} \quad or \quad \vec{a} = \frac{\sum \vec{F}}{m}} \quad , \quad 1N = 10^5 dyne$$

- **قانون سوم نیوتن (قانون عمل و عکس العمل):** طبق این قانون هرگاه یک جسم به جسم دیگر قوه وارد کند جسم دوم عین مقدار قوه را در خلاف جهت بر جسم اول وارد می کند یعنی:

$\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1}$ از نگاه وکتوری $F_{1,2} = F_{2,1}$ از نگاه اِسکالری

- **قوه ی عمودی تکیه گاه:** عبارت از قوه ی عکس العمل سطحی است که جسم به آن تکیه کرده است و دارای حالات مختلفی است.

- **قوه ی اصطکاک:** این قوه در بین سطوح تماس دو جسم به وجود می آید و به دو نوع است یکی قوه اصطکاک اِستاتیکی یا ساکن و دیگری قوه ی اصطکاک دینامیکی یا حرکی.

- **قوه ی اصطکاک اِستاتیکی یا ساکن:** در این حالت جسم نسبت به سطحی که بر روی آن قرار دارد کشیده می شود ولی ساکن باقی می ماند و از رابطه ی $\boxed{F_{S\max} = \mu_s.N}$ محاسبه می شود.

- **قوه ی اصطکاک دینامیکی یا حرکی:** در این حالت جسم نسبت به سطحی که بر روی آن قرار دارد در حرکت است و مقدار آن از رابطه ی $\boxed{F_k = \mu_k.N}$ محاسبه می شود.

- **نکته:** ضریب اصطکاک (μ) واحد ندارد.

- **قوه جاذبه جهانی (جاذبه نیوتن):** طبق این قانون هرگاه دو جسم کروی به کتله های m_1 و m_2 در فاصله r از همدیگر قرار داشته باشند قوه ی جاذبه ای بین آن ها عمل می نماید که مقدار آن

مستقیماً متناسب با کتله های جسم و معکوساً متناسب با مربع فاصله بین آن ها می باشد.

$$\boxed{F_g = \frac{G.m_1.m_2}{r^2}} \quad , \quad G = 6,67\times10^{-11}\,\frac{N.m^2}{kg^2}$$

- **قوه ی وزن:** عبارت از قوه ی جاذبه ای است که زمین بر جسم وارد می کند. مقدار قوه ی جاذبه زمین که بر جسم وارد می شود عبارت است از: $\boxed{w = \frac{G.M_e.m}{R_e^{\,2}}}$
- **شتاب جاذبه در روی سطح زمین:** $\boxed{g_s = \frac{G.M_e}{R_e^{\,2}} = 9,8\,m/s^2}$
- **شتاب جاذبه در ارتفاع h از سطح زمین:** $\boxed{g_h = \frac{G.M_e}{(R_e + h)^2}}$
- **لفت:** هرگاه شخصی داخل لفت قرار داشته باشد در صورتی که سرعت لفت ثابت باشد آنگاه $\boxed{N = w}$ ، اگر لفت با شتاب ثابت به طرف بالا حرکت کند آنگاه $\boxed{N > w}$ و اگر لفت با شتاب ثابت به طرف پایین حرکت کند در نتیجه $\boxed{N < w}$ می باشد.
- **پراشوت (parachute):** در مقابل تمام اجسام در حال سقوط قوه مقاومت هوا وجود دارد و مقدار این قوه با مربع سرعت جسم افزایش می یابد یعنی: $\boxed{F_d = bv^2}$
- **سرعت حدی (V_t):** هرگاه قوه مقاومت هوا برابر با قوه وزن شود شتاب حرکت برابر با صفر شده و سرعت حرکت به نام سرعت حدی یاد می شود.

$$\boxed{F_d = w \;\rightarrow\; \sum F = 0 \;\Rightarrow\; a = 0 \;\rightarrow\; v_t = const}$$

- **نکته 1:** هرگاه قوه مقاومت کوچکتر از قوه وزن باشد در این حالت سرعت جسم کمتر از سرعت حدی می باشد و مقدار این قوه قرار ذیل محاسبه می شود:

$$\boxed{F_d < w \qquad \rightarrow \qquad v < v_t} \Rightarrow \qquad \boxed{F_d = mg.\frac{v^2}{v_t^2}}$$

- **نکته** 2**:** هرگاه سرعت جسم بزرگتر از سرعت حدی باشد آنگاه قوه ی مقاومت هوا بزرگتر از قوه ی وزن می باشد.

$$F_d > w \qquad \rightarrow \qquad v > v_t$$

- **نکته**3**:** هرگاه سرعت جسم برابر با سرعت حدی باشد در این حالت شتاب حرکت صفر است.

$$F_d = w = mg \qquad \rightarrow \qquad v = v_t$$

- جدول برخی از سرعت های حدی

جسم	سرعت حدی (m/s)
پر مرغ	0.5
دانهٔ برف	1
قطرهٔ باران	7
هواباز (با پراشوت باز)	5 – 9
عقاب پرنده	50 – 60
هواباز (با پراشوت پرنده)	80
مرمی	100

کار، انرژی و توان

- **کار:** حاصل ضرب قوه در فاصله ی تغییرمکان عبارت از کار قوه ی عامل بالای جسم متحرک میباشد یعنی: $w = F.d.\cos\theta$
- واحد اندازه گیری کار در سیستم SI عبارت از ژول (J) است. $1J = 1N.m$ و واحد کوچکتر کار عبارت از اِرگ (erg) می باشد. $1erg = 1dyne.cm$ و $1J = 10^7 erg$ است.
- **نکته:** کار انجام شده توسط قوه ی F منفی خواهد بود اگر $\theta > 90$ باشد.
- اگر بیش از یک قوه بالای جسم عمل نماید کار مجموعی عبارت از حاصل جمع هر یک از کارها به صورت جداگانه می باشد یعنی: $w_{total} = w_1 + w_2 + w_3 + \ldots$ و یا کار مجموعی را می توان به صورت $w_{total} = (F_{total}.\cos\theta)d = F_{total}.d.\cos\theta$ نوشت.
- **کار در جهت عمود با قوه ثابت:** $w = m.g.h$
- **کار قوه ی اصطکاک:** کار قوه ی اصطکاک همیشه منفی است زیرا جهت قوه اصطکاک مخالف حرکت می باشد و مستقیماً به حرارت تبدیل شده و از بین می رود. $W_f = -\mu_k.N.d$
- **کار توسط گاز با فشار ثابت در پیستون:** $w = p.\Delta V$

- **کار توسط قوه ی فنر:** $\boxed{w=\frac{1}{2}k\Delta x^2}$
- **نکته:** کاری که توسط قوه های متغیر انجام می شود عبارت از مساحت بین منحنی قوه و تغییرمکان بر روی محور x است.
- **کار قوه های تحفظی:** هرگاه کار انجام شده توسط قوه ی F به مسیر حرکت بستگی نداشته باشد قوه ی F تحفظی می باشد مانند قوه ی جاذبه زمین.
- **کار قوه های غیر تحفظی:** هرگاه کار انجام شده توسط قوه ی F به مسیر حرکت بستگی داشته باشد قوه ی F غیر تحفظی می باشد مانند قوه ی اصطکاک. $W_{NC}=\Delta k+\Delta u$
- **انرژی حرکی:** انرژیی را که جسم فقط در حرکت دارا می باشد به نام انرژی حرکی گویند.

$$\boxed{K_E=\frac{1}{2}m.v^2 \quad , \quad v=0 \Rightarrow k=0}$$

- **رابطه ی کار و انرژی حرکی:** هرگاه مجموع قوه های وارده بر جسمی به کتله m ثابت باشد در این حالت کار را می توان از تفاضل انرژی حرکی دریافت نمود. $\boxed{w=\Delta k=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2}$
- **نکته:** انرژی حرکی همیشه مثبت یا منفی است.
- **انرژی پوتانشیل:** انرژی نهفته یا ذخیره شده در جسم عبارت از انرژی پوتانشیل است. انرژی پوتانشیل اقسام مختلف دارد مانند انرژی پوتانشیل جاذبه ای، ارتجاعی ، پوتانشیل برقی و کیمیاوی، هسته ای و ...
- **انرژی پوتانشیل جاذبه ای:** انرژیی که جسم فقط به خاطر داشتن ارتفاع از یک سطح دارا میباشد به نام انرژی پوتانشیل جاذبوی یاد می شود. $\boxed{u=mgh}$
- **رابطه ی کار و انرژی پوتانشیل جاذبوی:** $w=\Delta u=mg\Delta h=mg(h_2-h_1)$
- **انرژی پوتانشیل فنر:** هرگاه فنری به اندازه ی x از حال تعادل کشیده یا فشرده شود انرژی پوتانشیل که برابر با کار فنر است قرار ذیل دریافت می شود. $\boxed{u=w=\frac{1}{2}kx^2}$

- **انرژی مخانیکی:** مجموع انرژی های حرکی و پوتانشیل به نام انرژی مخانیکی یاد می شود.

$$\boxed{\begin{aligned} E_m &= U + K = const \\ E_m &= mgh + \frac{1}{2}mV^2 = const \end{aligned}}$$

- **قانون تحفظ انرژی مخانیکی:** طبق این قانون انرژی از بین نمی رود بلکه از یک جسم به جسم دیگر منتقل می شود یا از یک حالت به حالت دیگر تبدیل می شود یعنی مقدار کل آن همیشه ثابت است.

- **توان (Power):** سرعت انجام کار یا سرعت مصرف انرژی را توان گویند و یک کمیت اسکالری است.

$$P = \frac{w}{t} \quad , \quad \begin{cases} J/s = w \ \ (M.K.S) \\ erg/s \quad (c.g.s) \\ (ft-lb)/s \ \ (F.P.S) \end{cases} \quad , \quad \boxed{1\text{hp} = 746\ \text{w} = 550\ \frac{ft-Lb}{s}}$$

- روابط دیگر در توان: $\boxed{P = F.V}$, $P = \frac{\Delta E}{t}$, $P = \frac{m.g.h}{t}$, $P = \frac{F.d.\cos\alpha}{t}$

در رابطه $P = F.V$ قوه ثابت است و v عبارت از سرعت جسم است.

- **ثمره:** هرگاه مقداری کار یا انرژی توسط اصطکاک به حرارت تبدیل شود در این حالت ثمره ماشین سنجیده می شود یعنی نسبت کار یا توان خروجی را بر کار یا توان ورودی به نام ثمره یاد می شود.
- **نکته:** ثمره یک ماشین همیشه از یک کوچک تر می باشد و معمولاً به درصد اندازه گیری میشود.

مومنتم خطی و امپلس

- **مومنتم خطی:** حاصل ضرب کتله در سرعت جسم عبارت از مومنتم است. $\boxed{\vec{P} = m\vec{v}}$

- **نکته:** مومنتم یک کمیت وکتوری است که همیشه هم جهت با سرعت جسم می باشد.

- **مومنتم در دو بُعد:** $\begin{cases} \boxed{p_x = p.\cos\alpha} \\ \boxed{p_y = p.\sin\alpha} \end{cases} \Rightarrow p = \sqrt{{p_x}^2 + {p_y}^2}$

- **نکته:** در سیستمی متشکل از چندین جسم، مومنتم خطی کل سیستم عبارت از مجموع مومنتم های هر یک از اجسام به صورت جدا می باشد یعنی: $\boxed{\sum_{i=1}^{n} P_i = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{P}_3 + ...}$

- **امپلس (Impulse):** حاصل ضرب قوه را در مدت زمان اثر قوه امپلس یا ضربه گویند و یک کمیت وکتوری است طوری که همیشه در جهت قوه می باشد. $\boxed{\vec{I} = \vec{F}.\Delta t}$

- **مومنتم و قانون دوم نیوتن:** $\boxed{\sum \vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}}$

- **قانون تحفظ مومنتم خطی:** هرگاه محصله قوه های خارجی وارد بر سیستم برابر صفر باشد مومنتم سیستم ثابت می ماند. $\boxed{\sum F = 0 \;\rightarrow\; 0 = \frac{dp}{dt} \;\rightarrow\; p = const}$

- یا به بیان دیگر: حاصل جمع مومنتم های قبل از تصادم مساوی به حاصل جمع مومنتم های بعد از تصادم می باشد. $\boxed{m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'}$

- **تصادم ارتجاعی :** تصادمی که در آن قانون تحفظ مومنتم و قانون تحفظ انرژی مخانیکی هر دو صدق کند به نام تصادم ارتجاعی یاد می شود.

- **نکته:** در تصادم ارتجاعی سرعت نسبی دو جسم تصادم کننده قبل و بعد از تصادم به یک اندازه ولی در خلاف جهت یکدیگر هستند.

- **تصادم غیر ارتجاعی:** تصادمی که در آن قانون تحفظ مومنتم صدق کند و قانون تحفظ انرژی مخانیکی صدق نکند به نام تصادم غیر ارتجاعی یاد می شود. یعنی در این تصادم انرژی مخانیکی قسماً به انرژی حرارتی، صوتی، کار و تغییر شکل به مصرف می رسد.

سیالات

- **سیال:** عبارت از ماده ای است که جاری می شود بناً شکل معین ندارد مانند مایعات و گازات.
- **فشار (Pressure):** نسبت قوه عمودی را بر واحد سطح فشار گویند. فشار یک کمیت وکتوری است و واحد آن در SI عبارت از پاسکال (pa) و واحد کوچکتر آن باری (**Barry**) است.

$$\left.\begin{array}{l} p=\dfrac{F}{A} \rightarrow \dfrac{N}{m^2}=Pa \quad (MKS) \\ \dfrac{dyne}{cm^2}=Barry \quad (cgs) \end{array}\right\} \rightarrow \boxed{1Pa=10Barry \ , \ 1Barry=10^{-1}Pa}$$

فشار مایعات: فشار کلی مایع با نظر داشت فشار هوا عبارت است از: $\boxed{p=\rho.g.h+p_0}$

$P_0=10^5$ Pa فشار هوا

- **نکته:** فشار مایع با ازدیاد عمق تزاید می نماید.
- **فشار هوا یا اتموسفیر:** وزن اتموسفیر سبب به وجود آمدن فشار می گردد. فشار در پایین ترین سطح زمین یک اتموسفیر است. $\boxed{1atm=1,013\times10^5\,pa}$
- **واحدات فشار هوا:** $\boxed{\begin{array}{l} P_0=P_{atm}=10^5\,Pa=1atm=1bar \\ =760mmHg=76cmHg=760Torr \end{array}}$
- **نکته:** سیال ها از ساحه فشار بلند به ساحه ی فشار کم جریان می کنند.

- **مونومتر:** آله ی اندازه گیری فشار را مونومتر گویند و به دو نوع می باشد یکی مونومتر دهن باز و دیگری مونومتر بوردن.

- **قانون پاسکال (ماشین هایدرولیک):** فشار تطبیق شده در یک سیال محصور در هر نقطه سیال و جدارهای ظرف مساویانه انتقال می کند.

$$\boxed{\frac{F_1}{F_2}=\frac{S_1}{S_2}=(\frac{\pi r_1}{\pi r_2})^2=\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2}$$

- **قانون ارشمیدس:** طبق این قانون قوه ی صعودی بالای یک جسم مساوی با وزن سیال بیجا شده توسط همان جسم است.

- **چند نکته ی مهم راجع به قانون ارشیمدس**

1- هرگاه جسمی در مایع رها شود به اندازه ی حجم فرو رفته ی خود در مایع می تواند مایع را بیجا کند.

2- وزن باخته شده ی جسم در مایع برابر با وزن آب بیجا شده یا قوه ی صعودی می باشد.

(سیستم در تعادل) $\boxed{F_b=\rho.V.g}$ قوه صعودی

3- در حالت شناوری و غوطه وری وزن جسم در مایع صفر است.

4- علت شناوری، غوطه وری و ته نشینی جسم در مایع مربوط به کثافت جسم و مایع می شود.

- **نتایج به دست آمده از قانون ارشیمدس**

1) شناوری: هرگاه کثافت جسم بیشتر از کثافت مایع باشد ($\rho_{\text{مایع}} < \rho_{\text{جسم}}$) جسم روی آب شناور می باشد.

2) غوطه وری: هرگاه کثافت جسم برابر با کثافت مایع باشد ($\rho_{\text{مایع}} = \rho_{\text{جسم}}$) جسم در آب غوطه وری می باشد.

3) ته نشینی: هرگاه کثافت جسم بیشتر از کثافت مایع باشد ($\rho_{جسم} > \rho_{مایع}$) جسم در آب غرق میشود.

- **قانون متمادیت (پیوستگی):** طبق این قانون هرگاه یک مایع غیر قابل تراکم و بدون اصطکاک از نلی که سطوح مقاطع آن مختلف است عبور کند سرعت جریان مایع در نقاط مختلف آن متفاوت می باشد.

$$A.v = cons \rightarrow \quad A_1.v_1 = A_2.v_2 \quad \rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{A_2}{A_1} = \frac{\pi r_2^2}{\pi r_1^2} = (\frac{r_2}{r_1})^2$$

- **نکته1:** با توجه به رابطه ی فوق نتیجه می شود که سرعت جریان مایع با سطح مقطع نل رابطه ی غیر مستقیم دارد یعنی در جایی که سطح مقطع نل بزرگ شود سرعت جریان مایع کم می شود و برعکس.
- **نکته2:** یک سیال را وقتی خیالی می توان گفت که قابلیت تراکم نداشته و فاقد اصطکاک باشد.
- **قانون برنولی:** دنیل برنولی دانشمند دنمارکی بر اساس قانون تحفظ انرژی و قانون متمادیت دریافت که فشار مایع با سرعت جریان آن رابطه ی غیر مستقیم دارد.

$$v \sim \frac{1}{p} \quad , \quad P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g h = const$$

- **قانون برنولی برای نل افقی:** $h_1 = h_2 \rightarrow \quad P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^{\,2} = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^{\,2}$
- **فشار در قاعده بند آب:** در جریان های افقی در سراسر یک رشته جریان مجموعه فشار P ثابت است.

$$v_2 = 0 \rightarrow P_s = p_2 - p_1 = \frac{1}{2}\rho v_1^2$$

- **تیوب وینتوری:** آله ی اندازه گیری سرعت جریان عبارت از تیوب وینتوری می باشد.

$V_1 = \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(q^2 - 1)}}$ در این رابطه P_1 فشار اولی (Pa)، P_2 فشار دومی (Pa)، ρ کثافت مایع (kg/m^3)، q نسبت سطوح $\left(\frac{A_1}{A_2} = q\right)$ و بدون واحد می باشد.

- **نکته:** در بال های طیاره یک قوه ی بلند کننده وجود دارد که سبب می شود طیاره در هوا پرواز کند.
- **لزوجیت (چسبندگی):** اصطکاک داخلی مایعات را لزوجیت گویند. $\boxed{R_i = \eta.A.\frac{v}{d}}$

در رابطه ی فوق η ضریب لزوجیت ($\frac{kg}{m.s}$)، A مساحت (m^2)، V سرعت لایه های مایع (m/s) و d ارتفاع یا فاصله (m) می باشد.

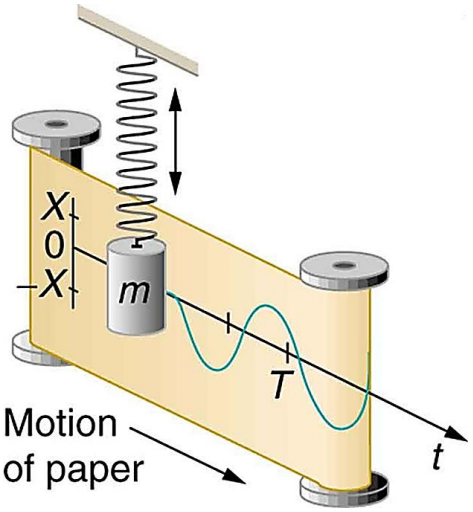
- **نکته:** لزوجیت مایعات با افزایش حرارت کاهش می یابد و لزوجیت گازات با افزایش حرارت افزایش مییابد.
- **قانون اِستوکس:** استوکس دریافت هرگاه یک جسم کروی به شعاع r داخل یک مایع سقوط کند قوه ی اصطکاک داخلی مایع در مقابل آن قرار ذیل محاسبه می شود.

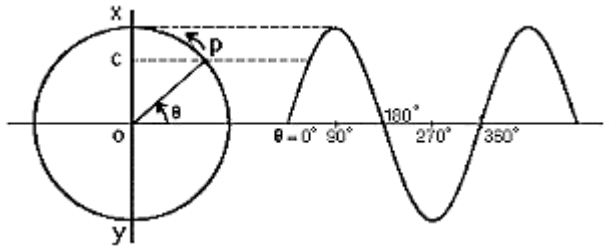
$$\boxed{R_i = 6\pi.r.\eta.v = 6\pi.r.\eta.\frac{h}{t}}$$

- در رابطه فوق r شعاع کره، η ضریب لزوجیت و v سرعت جسم است.
- **انواع جریان مایع:** 1) جریان لامینار یا آرام 2) جریان توربولینت یا طوفانی
- **نکته:** در جریان لامینار سرعت کم و اصطکاک کم است و در جریان توربولینت سرعت زیاد و اصطکاک زیاد است.
- **ویسکوزی متر:** آله ی اندازه گیری ضریب لزوجیت مایعات را ویسکوزی متر گویند.

حرکت هارمونیکی ساده (SHM)

حرکت هارمونیکی ساده (SHM): حرکتی تناوبی که به صورت رفت و برگشت روی خط مستقیم انجام شود.





مشخصات حرکت هارمونیکی ساده:

پریود (زمان تناوب): زمان یک اهتزاز یا نوسان

$$T = \frac{1}{f} = \frac{t}{n}$$ (واحد زمان تناوب ثانیه (s) است)

فریکوینسی: تعداد اهتزازات در واحد زمان

$$f = \frac{n}{t} = \frac{1}{T}$$ (فریکوینسی هرتز ($Hz=s^{-1}$) است)

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$ فریکوینسی یا سرعت زاویوی

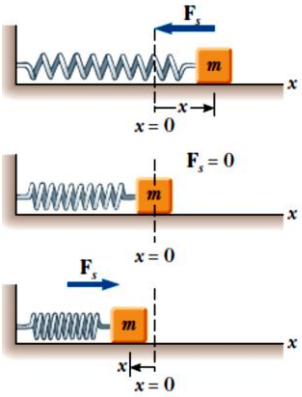
$$\begin{cases} x = A\cos(\omega t + \varphi_0) \\ y = A\sin(\omega t + \varphi_0) \end{cases}$$ معادله حرکت با فاز اولیه

$$V = A\omega\cos(\omega t + \varphi_0)$$ معادله سرعت

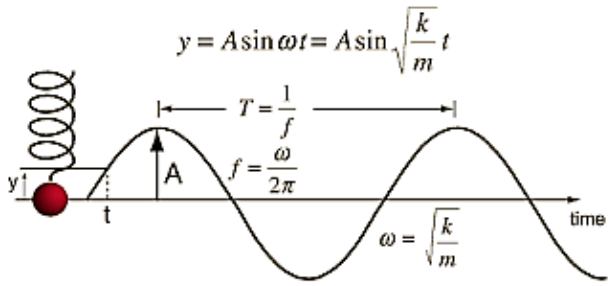
$$a = -A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi_0)$$ معادله شتاب

در روابط فوق T زمان تناوب(s)، f فریکوینسی ($Hz=s^{-1}$)، ω فریکوینسی زاویوی (rad/s)، A دامنه اهتزاز (m)، φ_0 فاز اولیه ، $(\omega t+\varphi_0)$ فاز حرکت (rad) و x و y بُعد حرکت است.

سیستم کتله – فنر: هرگاه فنری به اندازه x از موقعیت تعادل کشیده یا فشرده شود و سپس رها گردد اهتزاز می کند در این حالت:

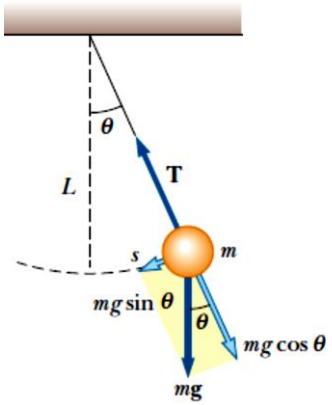


$$\begin{cases} \omega = \sqrt{\dfrac{k}{m}} \\ T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}} \\ f = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{k}{m}} \end{cases}$$



K ثابت فنر(N/m) و m کتله فنر (kg)

رقاصه ساده: حرکت رقاصه ساده هارمونیکی ساده است در صورتی که زاویه α کوچک تر از 6 درجه باشد.



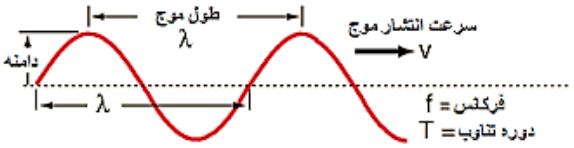
$$\begin{cases} \omega = \sqrt{\dfrac{g}{L}} \\ T = 2\pi\sqrt{\dfrac{L}{g}} \\ f = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{g}{L}} \end{cases}$$

L طول تار رقاصه (m) و شتاب جاذبه ($g=9,8m/s^2$)

امواج: از انتشار اهتزاز در محیط امواج به وجود می آید که از نظر ماهیت دو نوع هستند یکی امواج مکانیکی و دیگری امواج الکترومقناطیسی

امواج مکانیکی می توانند طولی، عرضی و ساکن باشند.

سرعت موج: فاصله طی شده توسط موج تقسیم مدت زمان انتشار موج



$$\begin{cases} V = \lambda f = \dfrac{\lambda}{T} = \dfrac{\lambda\omega}{2\pi} \\ V = \dfrac{d}{t} \end{cases}$$

طول موج(λ): فاصله بین دو نقطه پی در پی که هم فاز باشند.

انعکاس امواج مکانیکی: امواج مکانیکی همانند امواج نوری انعکاس می کنند مانند صـــوت که انعکاس می کند.

انکســـار امواج مکانیکی: در انکســـار امواج مکانیکی ســـرعت و طول موج تغییر می کند اما فریکوینسی ثابت است. $\dfrac{V_1}{V_2} = \dfrac{\lambda_1}{\lambda_2}$

تابع انتشار موج: توسط این تابع وضعیت نوسانی هر ذره از محیط انتشار موج که به فاصله x از منبع قرار دارد، مشخص می شود.

موج عرضی $\begin{cases} U_x = A\sin(\omega t \pm ky) \\ U_y = A\sin(\omega t \pm kx) \end{cases}$

$$\text{موج طولی} \begin{cases} U_x = A\sin(\omega t \pm kx) \\ U_y = A\sin(\omega t \pm ky) \end{cases}$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\omega}{V}$$

K عدد موج می باشد که برای تمام ذرات روی موج یک قیمت دارد و واحد آن (rad/m) است.

نقاط هم فاز: نقاطی روی موج که فاصله بین آنها مضربی تامی از طول موج یا تفاوت فاز آنها مضرب جفتی از عدد π باشد هم فاز هستند.

$$\begin{cases} \Delta\varphi = 2n\pi, (\mathrm{n} = 0,1,2,.....) \\ \Delta x = m\lambda, (m = 0,1,2,.....) \end{cases}$$

نقاط مخالف الفاز: نقاطی روی موج که فاصله بین آنها مضربی طاقی از نصف طول موج یا تفاوت فاز آنها مضرب طاقی از عدد π باشد مخالف الفاز هستند.

$$\begin{cases} \Delta\varphi = (2n+1)\pi, (\mathrm{n} = 0,1,2,...) \\ \Delta x = (2m+1)\frac{\lambda}{2}, (m = 0,1,2,...) \end{cases}$$

Δϕ تفاوت فاز (rad) و Δx تفاوت راه (m)

صوت: یک موج مکانیکی طولی است که از اهتزاز سریع اشیاء و ذرات به وجود می آید.

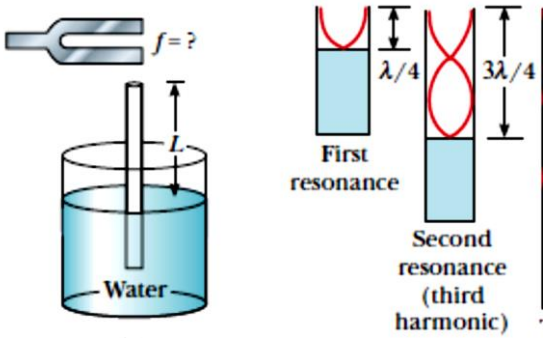
سرعت صوت در گازات: سرعت صوت در گازات به خواص ترمودینامیکی آن ها بستگی دارد.

$$V = \sqrt{\gamma\frac{P}{\rho}} = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

V سرعت صوت (m/s)، $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ نسبت حرارت مخصوصه گاز با فشار ثابت بر حرارت مخصوصه گاز با حجم ثابت (بدون واحد)، P فشار گاز (Pa)، ρ کثافت گاز (kg/m^3)، R ثابت جهانی گازات $(8,314\ J/mol.k)$، Tدرجه حرارت مطلقه (K) و M کتله مولی (kg/mol)

توجه: سرعت صوت در جامدات بیشتر از مایعات و در مایعات بیشتر از گازات می باشد.

سرعت صوت در نل های صوتی در عملیه ریزونانس:



$$V = 2f(L_2 - L_1)$$

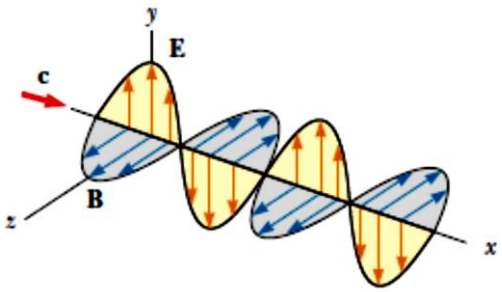
ریزونانس:

هرگاه فریکوینسی قوه محرک خارجی برابر یا بسیار نزدیک به فریکوینسی طبیعی جسم مهتزز شود دامنه ی اهتزاز افزایش می یابد.

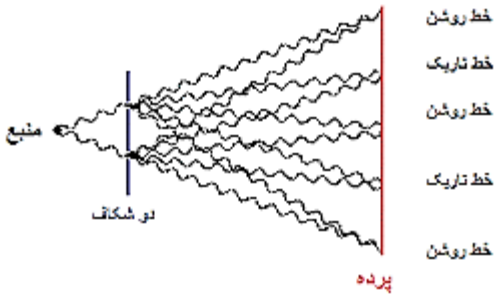
امواج الکترومقناطیسی:

عامل اصلی ایجاد امواج الکترومقناطیسی، ذرات چارجدار شتاب دار می باشند. امواج الکترومقناطیسی از نوسان های ساحه برقی و مقناطیسی در هر نقطه از فضا ایجاد می شوند، لذا

برای انتشار خود به محیط مادی ضرورت ندارند و در خلاء نیز منتشر می شوند. سرعت انتشار این امواج برای تمام فریکوینسی ها در خلاء مقداری ثابت و برابر با $C=\frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}}=3\times10^8\frac{m}{s}$ می باشد.



تداخل امواج نوری: هرگاه دو موج نوری مونوکروماتیک و هم فریکوینسی با هم دیگر برخورد کنند در صورتی که هم فاز باشند نقاط روشن و در صورتی که مخالف الفاز باشند نقاط تاریک را تشکیل می دهند.



تفاوت راه و فاز $\begin{cases}\delta=\frac{xd}{D}\\ \Delta\varphi=k\delta\end{cases}$

نقاط هم فاز $\begin{cases}m\lambda=\frac{xd}{D},\Delta\varphi=2m\pi\\ x=\frac{m\lambda D}{d}\end{cases}$

$m=0,1,2,3,...$

نقاط مخالف الفاز $\begin{cases}(2m+1)\frac{\lambda}{2}=\frac{xd}{D},\Delta\varphi=(2m+1)\pi\\ x=\frac{(2m+1)\lambda D}{2d}\end{cases}$

$m=0,1,2,3,...$

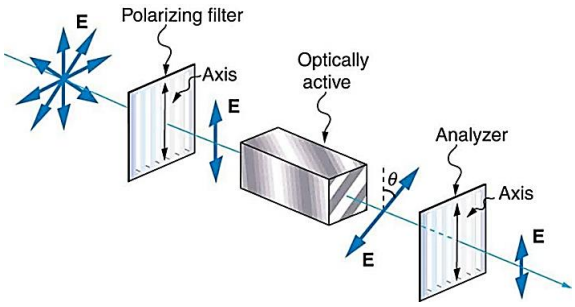
در روابط فوق λ طول موج (m)، x فاصله نوار روشن یا تاریک تا نوار روشن مرکزی (m)، dفاصله دو درز از همدیگر (m)، D فاصله افقی درز تا پرده (m) و m شماره نوارهای روشن و تاریک است.

نکته: در روابط فوق شماره نوارهای تاریک همیشه یک واحد کمتر می باشد.

تفرق: خم شدن شعاع نوری در لبه های نوک تیز جسم که منجر به حادثه تداخل می شود.

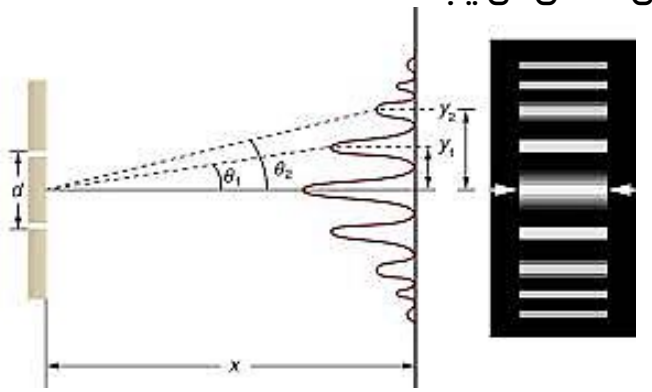
نکته: حادثه تداخل و تفرق خاصیت موجی بودن نور را اثبات می کند.

استقطاب: حادثه ی قطبی شدن نور را استقطاب گویند. که عرضی بودن نور را اثبات کرد و در لابراتوار توسط کریستال **تورمالین** بهتر درک می شود.



شدت نور:

همیشه در حادثه تداخل و تفرق نوار یا نقطه مرکزی روشن تر از سایر نوارهاست و با دور شدن از نوار مرکزی به تدریج شدت نور نوارهای روشن کاهش می یابد.



$$I = 4I_0.\cos^2\frac{\varphi}{2}$$

a دامنه موج نوری و I شدت نور

فزیک اتومی

در آغاز قرن بیستم با کشف الکترون فزیک کوانتمی جانشین فزیک کلاسیک شد یعنی فزیک کلاسیک در دو ناحیه با مشکل مواجه شد یکی در بخش نسبیتی مکانیک کلاسیک در سرعت های بسیار بالا (نزدیک به نور) حرفی برای گفتن نداشت و دیگری در بخش میکروسکوپی مکانیک کلاسیک نتوانست تشعشع جسم سیاه، اثر فوتوالکتریک، پایداری اتوم و طیف سنجی اتومی را توضیح دهد.

تشعشع حرارتی (ما تحت سرخ):

تمام اجسام در درجه حرارت بالاتر از صفر مطلق امواج الکترومقناطیسی از خود پخش می کنند که به آن تشعشع حرارتی گویند.

قانون تشعشع:

مجموع انرژی جذب شده و منتشر شده برابر با انرژی وارده می باشد.

$$E_{in} = E_a + E_r$$

E_{in} انرژی وارده، E_a انرژی جذب و E_r انرژی منتشره

ضریب جذب:

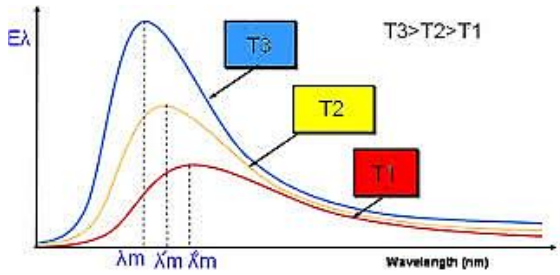
نسبت انرژی تشعشعی جذب شده بر انرژی تشعشعی وارده را ضریب جذب گویند که به رنگ، ناهمواری ، درجه حرارت سطح جسم و طول موج نور وارده بستگی دارد.

$$a_\lambda = \frac{E_a}{E_i} \leq 1$$

نکته: ضریب جذب و نشر جسم سیاه مطلق (جاذب ایده آل) برابر با یک است.

قانون جابجایی وین:

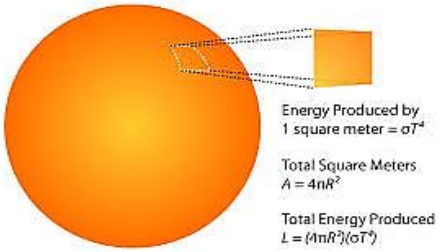
شدت نور تشعشع شده از سطح جسم سیاه در تمام طول موج ها یکسان نیست این تفاوت را می توان از قانون جابجایی وین دریافت کرد.



$$\lambda_{\max}.T = 2,9\times10^{-3} m.k$$

T درجه حرارت مطلقه (K) و λ طول موج در شدت اعظمی(m)

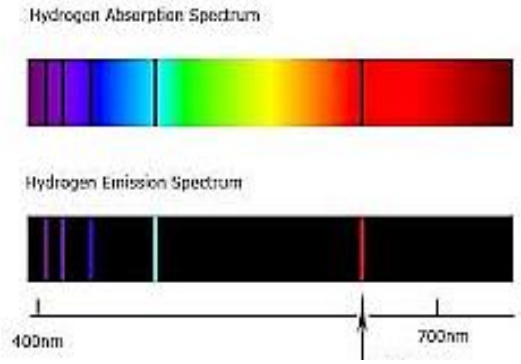
قانون استیفان– بولتزمن: مقدار کل انرژی تشعشی از سطح جسم مستقیماً با توان چهارم درجه حرات آن می باشد.



$$R = \varepsilon.A.\sigma.T^4$$

ε ضـــریب جذب (بدون واحد)، A مســـاحت (m^2)، σ ثابت اســـتفان – بولتزمن $5,67 .10^{-8}$=σ) (W/m^2k^4) و T درجه حرارت مطلقه (K^o)

طیف: به مجموعه طول موج های نشـــری یا جذب شـــده یک جســـم که به صـــورت خطوط یا نواری مشاهده می شوند طیف گفته می شود و به دو دسته ی عمده تقسیم می شوند یکی طیف پیوسته و دیگری طیف گسسته که این طیف ها خود به دو دسته ی نشری و جذبی تقسیم می شوند.



طیف نشری گسسته:

طیف نور پخش شده از بخار هر عنصر که به صورت گسسته و شامل خط های رنگی از هم جدا می باشند.

طیف جذبی گسسته:

طیف نور سفیدی که بعضی از خط ها یا طول موج های آن جذب شده باشد.

نکته: طیف اتومی هیچ دو عنصری یکسان نیست.

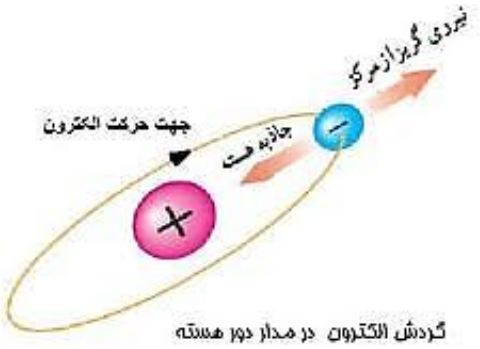
مودل اتومی بور: نیلزبور در جســتجوی یک مودل اتومی منظومه شـمســی پایداری بود که بتواند **طیف گسسته اتومی** را توجیه کند او برای رسیدن به اهداف خویش از مودل اتومی رادرفورد و دیدگاه کوانتمی انشتین بهره گرفت و با رد برخی فرضیه های کلاسیکی مودل معتبری برای اتوم هایدروجن بنا کرد. وی تیوری خویش را در چندین اصل ارایه کرد:

1. الکترون ها در حالت عادی روی مدار پایه یا ثابت می چرخند.

$$K_E = k\frac{e^2}{2r}$$ انرژی حرکی الکترون

$$U_E = -k\frac{e^2}{r}$$ انرژی پوتانشیل الکترون

$$E = k\frac{e^2}{2r} - k\frac{e^2}{r} = -k\frac{e^2}{2r}$$ انرژی کل الکترون



در روابط فوق K ثابت کولمب، e چارج الکترون و r شعاع مدار می باشد.

2. شعاع مدارهای اتوم کوانتمی یا گسسته است.

شعاع بور:

$$a_0 = \frac{h^2}{4\pi^2.m.k.e^2} \rightarrow a_0 = 0,53A^\circ$$

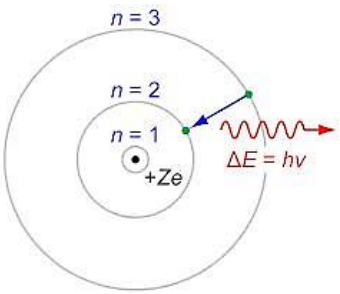
$$r_n = a_0 n^2 \rightarrow$$

h ثابت پلانک ($h=6,626 .10^{-34}J.s=4,14 .10^{-15}eV.s$)، m کتله الکترون ($9,101 . 10^{-31}kg$)، k ثابت کولمب ($k=9 .10^9 Nm^2/C^2$) و e چارج الکترون ($e=1,602 .10^{-19}C$) و a_0 شعاع بور($a_0=0,53 A^\circ$)

3. الکترون ها زمانی که در مدار ثابت یا پایه قرار داشته باشند امواج الکترومقناطیسی تشعشع نمی کنند.

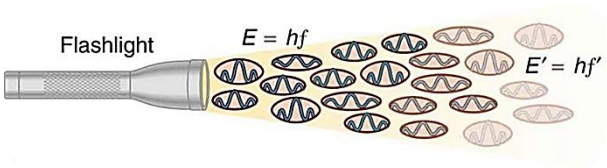
4. الکترون فقط زمانی که از یک مدار بالاتر به مدار پایین تر برگردد انرژی یا فوتون تشعشع می کند.

نکته: طبق نظریه کوانتم انرژی کمیتی گسسته است بر خلاف نظریه کلاسیک که انرژی را کمیتی پیوسته می دانست.

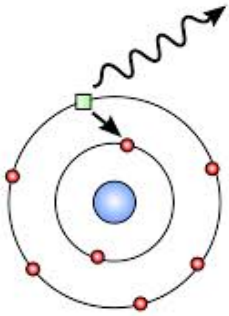


$$\Delta E = E_2 - E_1 = nhf$$

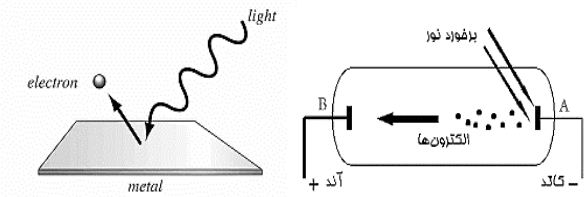
فوتون: بسته های انرژی دار منفصل که دارای انرژی E=hf می باشند. که f فریکوینسی فوتون و h ثابت پلانک است.



اشعه X : امواج الکترومقناطیسی با فریکوینسی زیاد که معمولاً هنگام تحریک الکترون های داخلی ترین مدارهای اتوم منتشر می شوند. فوتون های اشعه X انرژی زیادی دارند و می توانند قبل از جذب در لایه های زیادی از اتوم ها نفوذ کنند.



اثر فوتو الکتریک: جدا سازی الکترون از سطح فلز توسط شعاع نور

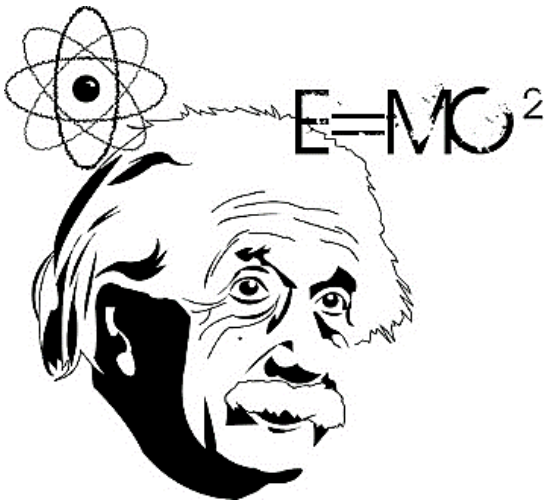


جریان اشباع: جریانی که افزایش ولتاژ سبب افزایش آن نشود.

ولتاژ قطع: ولتاژ معکوسی که سبب قطع جریان شود.

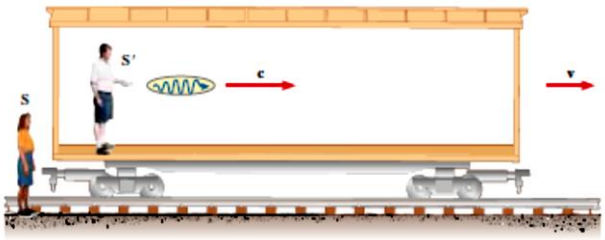
فریکوینسی قطع: هرگاه فریکوینسی نور وارده کمتر از فریکوینسی قطع باشد جریان در دوره قطع می باشد.

یاددا شت: آلبرت انشتین به خاطر تو ضیح نظری این حادثه مهم در سال 1921 برنده جایزه نوبل شد.



تیوری نسبیت خاص انشتین:

انشتین نشان داد که نتیجه اتصال یا پیوند فضا و زمان، پیوند بین کتله و انرژی است که با معادله مشهور $E=mc^2$ بیان می شود.



1. هیچ جسم یا انرژی را نمی توان در خلاء با سرعت برابر یا بیشتر از نور به حرکت در آورد.

2. افزایش کتله در نتیجه افزایش سرعت $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

m_0 کتله حالت سکون، V سرعت جسم، C سرعت نور

3. اتساع زمان (کند شدن زمان در نتیجه افزایش سرعت): $t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

4. انقباض طول (کوتاه شدن طول در نتیجه سرعت در جهت حرکت ناظر):

$$L = L_0 \sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2}}$$

طبیعت دوگانه نور و ذرات: حادثه تداخل و تفرق خاصـــیت موجی نور و حادثه فوتوالکتریک خاصیت ذروی نور را اثبات کردند بنابراین نور خاصیت دو گانه (موج–ذره) دارد.

$$p = m.v \Leftrightarrow m = \frac{E}{c^2} \rightarrow p = \frac{E.v}{c^2}$$

$$v = c \rightarrow p = \frac{E.c}{c^2} \Rightarrow P = \frac{E}{c}$$

P مومنتم، E انرژی، m کتله، V سرعت ذره و C سرعت نور

طول موج دیبروگلی: تمام اجســام دارای خاصــیت دوگانه موجی و ذروی اســت یعنی در حرکت دارای طول موج می باشند که این طول موج مربوط به مومنتم آن ها می شود.

$$p = \frac{hf}{c} = \frac{h}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m.v} \Leftrightarrow v = \frac{h}{m.\lambda}$$

اصل عدم قطعیت هایزنبرگ:

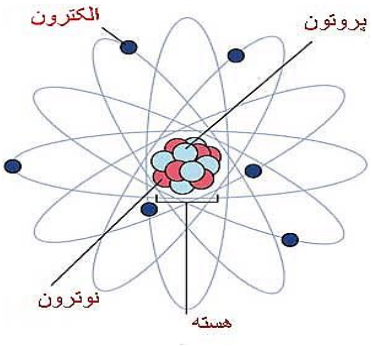
عدم قطعیت کوانتمی ناشی از طبیعت موجی ماده است زیرا امواج با طبیعت خود بخشی از فضا را اشغال می کنند و مدتی دوام می آورند و نمی توان آن را در نقطه ای از فضا متراکم ساخت یا به

لحظه ای از زمان محدود کرد. این ابهام ذاتی موج در سطح کوانتمی نوعی ابهام در اندازه گیری به وجود می آورد.

$$\Delta x.\Delta P \geq \frac{h}{2\pi}$$

Δx عدم قطعیت در مکان و Δp عدم قطعیت در مومنتم و h ثابت پلانک

فزیک هسته



قطر هسته در حدود $10^{-15}m$ یا 1 fm است. به اجزای تشکیل دهنده هسته نوکلیون گفته می شود کتله ه نوکلیون ها تقریبا 1840 برابر کتله الکترون است. عدد اتومی عناصر طبیعی $1 \le Z \le 92$ و عدد نیوترونی آنها $0 \le N \le 146$ می باشد. در ابتدای جدول تناوبی تقریبا N=Z می باشد و در نهایت نسبت N/Z >1 می شود. سنگین ترین هسته پایدار $^{227}_{83}Bi$ می باشد و متباقی عناصر ناپایدار (رادیو اکتیو)می باشند.

ایزوتوپ: اتوم هایی با تعداد پروتون مساوی و نیوترون های نامساوی مانند: $^{1}_{1}H,\ ^{2}_{1}H\ ,\ ^{3}_{1}H$ ایزوتوپ می باشند.

واحد کتله اتومی (amu): 1/12 کتله کاربن 12 ($^{12}_{6}C$) را واحد کتله اتومی گویند.

$$(1U = \ ^{12}_{6}C/12 \ = 1{,}66 \times 10^{-27} kg)$$

$$\begin{cases} m_e = 9{,}109 \times 10^{-31} kg = 0{,}000549u \\ m_p = 1{,}673 \times 10^{-27} kg = 1{,}007276u \\ m_N = 1{,}675 \times 10^{-27} kg = 1{,}008685u \end{cases}$$

انرژی بستگی: کتله هسته اندکی کمتر از مجموع کتله پروتون و کتله نیوترون است زیرا زمانی که نوکلیون های جمع می شوند تا ساختمان هسته را تشکیل دهند مقدار زیادی انرژی از خود

آزاد می کنند انرژی آزاد شـده به صـورت انرژی پوتانشـیل جاذبوی درآمده و قوه ی هسـته ای لازم برای انسجام هسته را به وجود می آورد.

$$\begin{cases} m_x < m_p + m_N \\ \Delta m = m_p + m_N - m_x \end{cases} \rightarrow B = \Delta m.C^2$$

m_x کتله هسته، m_p کتله پروتون، m_N کتله نیوترون، Δm تفاوت کتله و B انرژی بستگی هسته می باشد.

نیمه عمر:

مدت زمانی که طول می کشد تا نیمی از هسته ی عنصر ماده ی رادیو اکتیو متلاشی شود. نیمه عمر ذرات ما تحت اتومی حدود 10^{-23} ثانیه، یعنی مدتی که نور می تواند قطر هسته را طی کند و برخی مواد مانند یورانیم نیمه عمری تقریباً برابر با عمر زمین دارند. $N = \frac{N_0}{\frac{t}{2^T}}$ و $m = \frac{m_0}{\frac{t}{2^T}}$

N_0 تعداد هسته های اولیه، t زمان تشعشع، T نیمه عمر

رادیواکتیویتی (تبدیل عناصر):

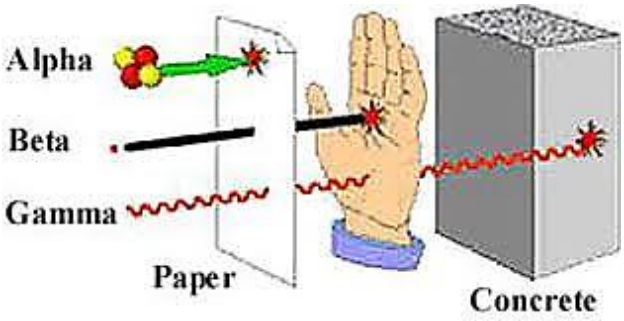
وقتی هسته ی عنصر رادیواکتیو ذره ی الفا یا بتا تشعشع کند. این تغییر عنصر به عنصر دیگر را تبدیل گویند و به دو نوع طبیعی و مصنوعی انجام می شود.

رادیواکتیویتی طبیعی:

یورانیم 238 ($^{238}_{92}U$) را در نظر بگیرید که هسـته آن دارای 92 پروتون و 146 نیوترون اسـت. وقتی یک ذره الفا ($^{4}_{2}\alpha = {}^{4}_{2}H$) از آن تشعشع شود، هسته ای با دو پروتون و دو نیوترون کمتر به وجود می آید و عنصـر اولیه دو خانه عقب تر در جدول تناوبی برمی گردد. یا وقتی عنصـری

ذره بتا ($\beta^{\mp}$) از هسته خود تشعشع می کند، کتله آن عملاً تغییر نمی کند یعنی عدد کتلوی آن تغییر نمی کند، اما عدد اتومی آن یک واحد تغییر می کند و این تغییر بستگی به جنس ذره بتا دارد در این حالت اتوم حاصل متعلق به عنصرِ یک خانه جلوتر یا عقب تر در جدول تناوبی است.

تشعشع گاما (γ) نه عدد کتلوی را تغییر می دهد و نه عدد اتومی را.



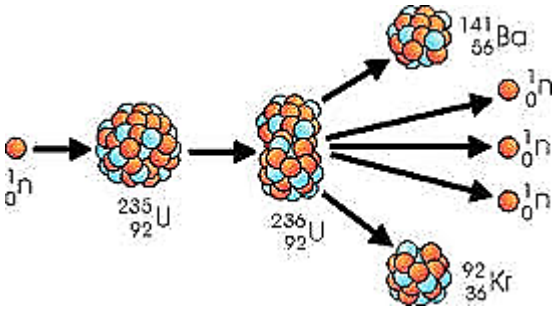
رادیواکتیویتی مصنوعی:

کیمیادانان قدیمی بیش از 2000 سال بیهوده کوشیده اند عنصری را به عنصر دیگر تبدیل کنند. کوشش های فراوان و روش های پیچیده ای در جهت تبدیل سرب به طلا صورت گرفت اما این کارها هرگز موفقیت آمیز نبودند. در واقع، می توان سرب را به طلا تبدیل کرد، اما این کار به روش کیمیاوی امکان پذیر نیست. تعاملات کیمیاوی فقط خارجی ترین لایه ی غبارهای الکترونی اتوم ها و مالیکوهای دخیل در تعامل را تغییر می دهند. برای تبدیل عنصری به عنصر دیگر، باید با عبور از غبارهای الکترونی به اعماق اتوم و هسته ی مرکزی نفوذ کرد که از شدیدترین تعاملات کیمیاوی هم در امان است. برای تبدیل سرب به طلا باید سه چارج مثبت از هسته خارج کرد. اگر کیمیادانان از ذرات پر انرژی تشعشع شده از سنگ معدن های رادیواکتیو به عنوان گلوله استفاده می کردند، می توانستند بعضی از اتوم های ماده را تبدیل کنند. اما اتوم هایی که به این طریقه تبدیل شده بودند به احتمال زیاد توجه آن ها را به خود جلب نمی کرند. ارنست رادرفورد شاگرد

تامسـون اولین کسـی بود که موفق شـد در سـال 1919 آگاهانه یک عنصـر کیمیاوی را تبدیل کند. او با بمباران هسته های نایتروجن با ذرات الفا توانست نایتروجن را به آکسیجن تبدیل کند.

انشقاق هسته ای (Fission):

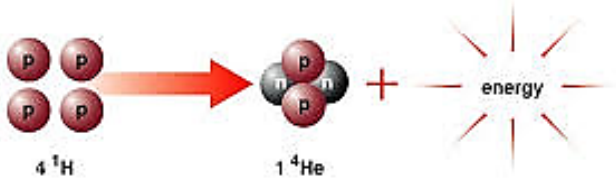
تعاملی که در آن یک هسته ی سنگین به دو هسته ی سبک تبدیل می شود.



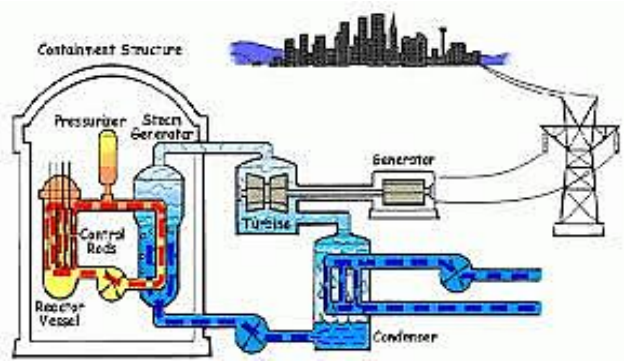
هم جوشی (Fusion):

تعاملی که در آن از ترکیب چندین هسته ی سبک یک هسته

سـنگین به وجود می آید. مثلاً در درجه های زیاد آفتاب، در هر ثانیه 657 میلیون تن هایدروجن بر اثر همجوشی به 653 میلیون تن هلیم تبدیل می شود. 4 میلیون تن کتله " گمشده " به انرژی تبدیل می شود.



ریکتور هسته ای: در مراکز هسته ای به منظور استفاده از انرژی حاصل از انشقاق هسته ای از ریکتورها استفاده می شود که شامل چهار بخش اساسی است:



1. عناصر سوخت ($^{235}_{92}U$ و $^{239}_{94}Pu$)

2. بطی کننده ها

3. میله های کنترول و 4. سرد کننده ها

غنی سازی یورانیم: بالا بردن درجه خلوص $^{235}_{92}U$ را غنی سازی یورانیم گویند.

کتله بحرانی: کمترین کتله لازم برای ایجاد یک تعامل زنجیره ای

بم اتوم: هرگاه که کتله ماده ی انشقاق پذیر فوق کتله بحرانی باشد در این حالت، تعداد انشقاق ها در هر مرحله از تعامل زنجیره ای به صـــورت تصـــاعدی افزایش می یابد و انرژی آن قابل کنترول نمی باشد که به آن بم هسته ای یا اتومی می گویند.

آثار ناشی از انفجار بم اتوم در جنگ جهانی دوم