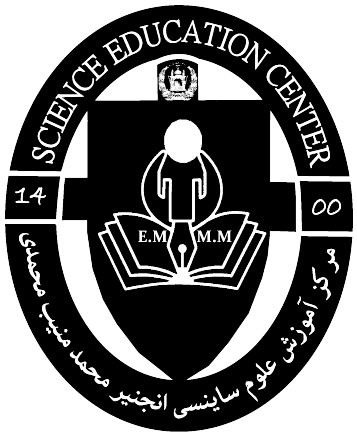
حرکت: حرکت یک پدیده نسبی است. انواع مهم حرکت ها قرار ذیل اند:

1- حرکت مستقیم الخط

2- حرکت دورانی

3- حرکت اهتزازی



گرداورنده: انجنیر محمد منیب محمدی

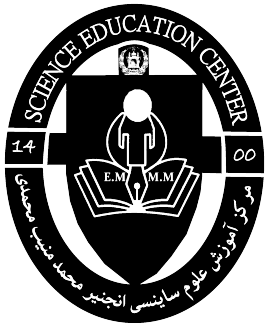
حرکت مستقیم الخط متشابه یا یکنواخت:

دراین نوع حرکت که یک بُعدی است سرعت متحرک ثابت است و مقدار آن از رابطهٔ $v = \frac{x}{t}$ دریافت میشود.

بطورمثـــال: نـــور بـــا ســـرعت یکنواخـــت

$3 \cdot 10^5 \frac{km}{\sec}$ **ویا** $3 \cdot 10^8 \frac{m}{\sec}$ **حرکت میکند.**

برای دریافت فاصله و زمان از روابط ذیل استفاده میشود.



سرعت متوسط

$$\bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

سرعت متوسط از رابطهٔ

دریافت میشود.

رابطهٔ فوق را میتوانیم به شکل ذیل نیز بنویسیم.

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

اگر $x_2 > x_1$ باشد، سرعت متوسط مثبت،

اگر $x_2 < x_1$ باشد، سرعت متوسط منفی

و اگر $x_2 = x_1$ باشد، سرعت متوسط

مساوی به صفر است.

همچنان سرعت متوسط را میتوانیم از تقسیم مجموع سرعت ها بر تعداد آنها نیز دریابیم.

مثـال: متحرکـی در زمـان $2sec$ از مبـدأ حرکـت $12m$ و در زمـــــان $4sec$ از مبـــــدأ حرکـــــت $34m$ فاصـــــله دارد. ســـــرعت متوسط متحرک را دریابید؟

مثال: معادلهٔ حرکت متحرکی در سیستم SI به صورت $x=2t+3$ میباشد. سرعت متوسط آنرا در انتروال زمانهای 1sec و 4sec دریابید؟

مثال: معادلهٔ حرکت یک متحرک در سیستم SI $x = 2t^2 + 1$ است. سرعت متوسط آنرا در انتروال $(1،2)$ ثانیه دریابید؟

مثال: معادلهٔ حرکت یک متحرک در سیستم SI

$x = 2t^2 + 1$ است. تغییر مکان آنرا در

انتروال $(2،5)$ ثانیه دریابید؟

مثال: دریوری فاصله بین دو شهر را به ترتیب ذیل می پیماید: یک ساعت با سرعت 15 متر بر ثانیه، 10 دقیقه توقف، 30 دقیقه به سرعت 20 متر بر ثانیه و 15 دقیقه به سرعت 12 متر بر ثانیه. سرعت متوسط را در دو حالت ذیل دریابید؟

الف: در تمام مسیر حرکت

ب: در طول مدت دریوری

سرعت لحظه یی: اگر از سرعت متوسط لمت گرفته شود طوریکه $\Delta t \to 0$ کند بنام سرعت لحظه یی یاد میشود. یعنی:

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

ویا سرعت لحظه یی مشتق فاصله نظر به زمان است.

دریافت معادلهٔ سرعت از معادلهٔ حرکت: اگر از معادلهٔ حرکت مشتق گرفته شود، معادلهٔ سرعت متحرک دریافت میشود، یعنی $v = x'$ ویا $v = \frac{dx}{dt}$ میباشد.

مثـــال: معادلـــهٔ حرکـــت یـــک متحـــرک

$x = t^2 + 6t$ اسـت. معادلـهٔ سـرعت آنـرا

دریابید؟

مثـــال: معادلـــهٔ حرکـــت یـــک متحـــرک

$x = t^2 + 6t$ است. سرعت آنـرا در زمـان

t=2sec دریابید؟

مثـال: در کـدام حالـت سـرعت هـای متوسـط و لحظه یی باهم مساوی اند؟

جـــواب: زمانیکـــه حرکـــت مســـتقیم الخـــط یکنواخت باشد ویا سرعت ثابت باشد.

مثال: واحد سرعت لحظه یی را در سیستم SI بنویسید؟

تعجیل یا شتاب (a): تغییرات سرعت در واحد زمان بنام تعجیل یاد میشود.

در حرکت مستقیم الخط یکنواخت تعجیل صفر میباشد ویا تعجیل وجود ندارد.

تعجیل متوسط از رابطهٔ $a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$ دریافت میشود. همچنان اگر از معادلهٔ حرکت دوبار مشتق گرفته شود، تعجیل دریافت میشود، یعنی $a = x''$ ویا $a = \frac{d^2x}{dt^2}$ میباشد

اگـر معادلـهٔ سـرعت داده شـده باشـد تعجيـل

از مشـــتق اول دريافـــت ميشـــود، يعنـــی

$a = v'$ ويا $a = \frac{dv}{dt}$ ميباشد.

مثال: در کدام حالت تعجیل متوسط مثبت است؟

جواب: اگر $v_2 > v_1$ باشد.

مثال: در کدام حالت تعجیل متوسط منفی است؟

جواب: اگر $v_2 < v_1$ باشد.

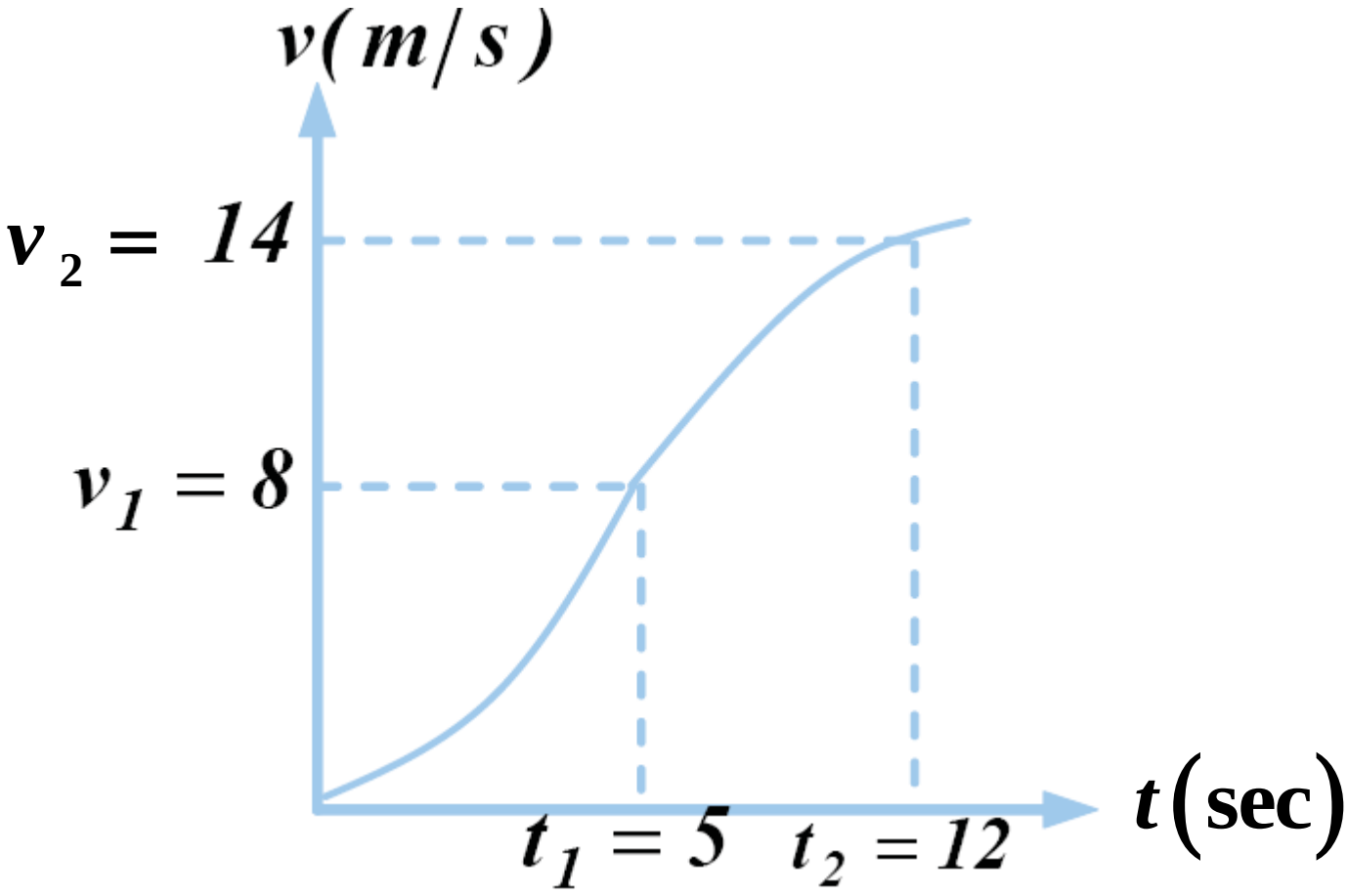
مثال: در کدام حالت تعجیل متوسط صفر است؟

جواب: اگر $v_2 = v_1$ باشد.

مثـال: سـرعت یـک متحـرک در **ثانیـهٔ هفـتم** حرکـت $20\frac{m}{sec}$ و در **ثانیـهٔ دهـم** حرکـت $32\frac{m}{sec}$ است. تعجیل متوسط متحرک را دریابید؟

مثال: سرعت یک موتر در مدت 20 ثانیه از $10\frac{m}{sec}$ به $18\frac{m}{sec}$ میرسد. تعجیل متوسط آنرا محاسبه کنید؟

مثال: قرار شکل



گراف سرعت نظر به زمان داده شده است.

تعجیـــل متوســـط متحـــرک را در انتـــروال

(t_1, t_2) دریابید؟

یادداشت: اگر تعجیل متوسط در انتروال $(0, t)$ خواسته شود، برای دریافت آن از رابطهٔ $a = \frac{v}{t}$ استفاده میشود.

مثال: قرار شکل مثال قبلی:

تعجیـــل متوســـط متحـــرک را در انتـــروال $(0, t_1)$ دریابید؟

مثال: قرار شکل مثال قبلی:

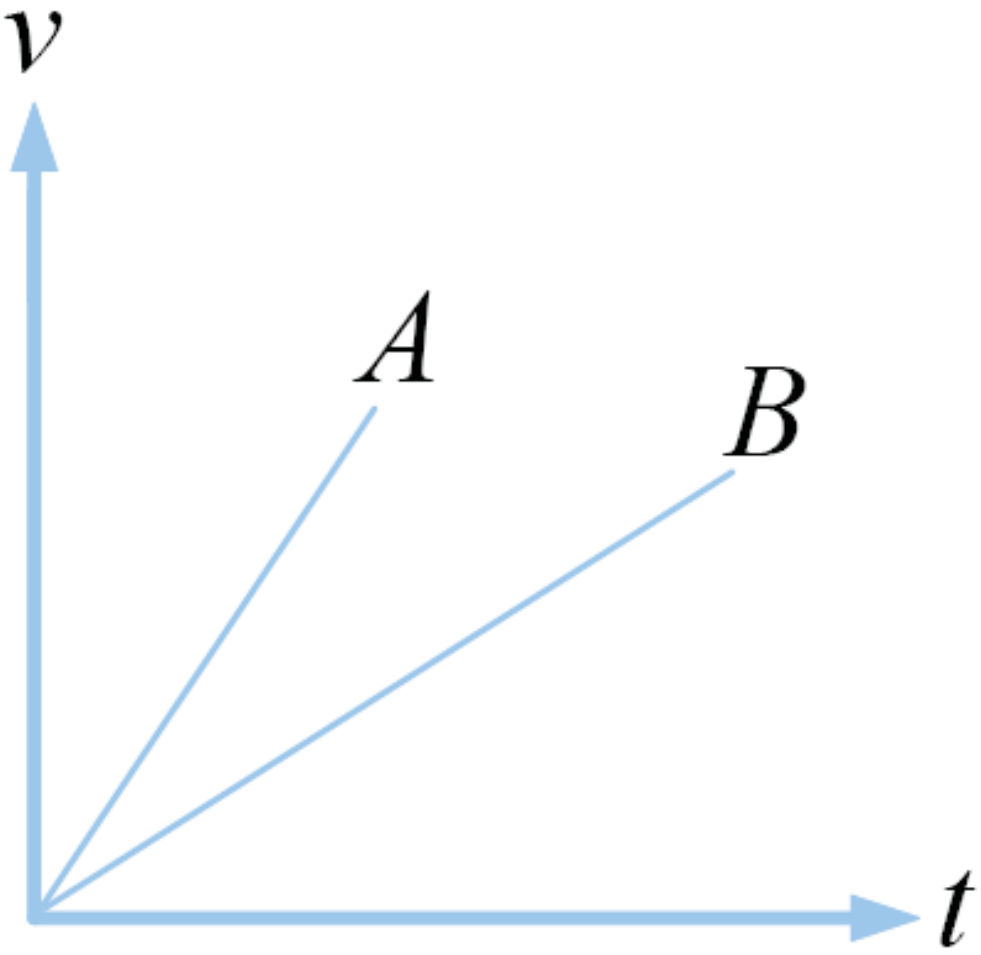
تعجیـــل متوســـط متحـــرک را در انتـــروال $(0, t_2)$ دریابید؟

مثال: سرعت یک سفینهٔ فضایی در مدت 30 ثانیه پس از شروع حرکت به 1200 کیلومتر بر ساعت میرسد. شتاب متوسط آنرا دریابید؟

مثـال: در سیسـتم SI معادلـهٔ حرکـت یـک متحـرک $x = t + t^2$ میباشـد. تعجیـل آنرا دریابید؟

مثـال: در سیسـتم SI معادلـهٔ سـرعت یـک متحـرک $v = t + 4$ میباشـد. تعجیـل آنرا دریابید؟

مثال: قرار شکل



گراف سرعت نظر به زمان داده شده است.

کدام جواب ذیل درست است؟

1) $a_A = a_B$

2) $a_A < a_B$

3) $a_A > a_B$

4) $a_A \leq a_B$

تعجیل لحظه یی: اگر از تعجیل متوسط لمت گرفته شود طوریکه $\Delta t \to 0$ کند، بنام تعجیل لحظه یی یاد میشود. یعنی:

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

مثال: واحد تعجیل لحظه یی را در سیستم SI بنویسید؟

مثـال: در کـدام حالـت تعجیـل متوسـط و لحظـه یی بـاهم مسـاوی میبـاشند.

جواب: زمانیکه تعجیل ثابت باشد.

حرکت مستقیم الخط متغیر متشابه تند شونده:

دریـــن نـــوع حرکـــت ســـرعت متغیـــر و

تعجیـــل متشـــابه و یـــا ثابـــت اســـت.

اگـــر متحـــرک از حالـــت ســـکون حرکـــت تند شونده را آغاز کرده باشد، دارای معادلات ذیل میباشد.

decelation test.swf

1) $x = \frac{1}{2}at^2$ (معادلهٔ حرکت)

$$2)\quad v = at$$ (معادلهٔ سرعت)

3) $v^2 = 2ax$ (رابطهٔ مستقل از زمان)

اگـر متحـرک سـرعت اولیـهٔ v_0 داشـته باشد، ازمعادلات ذیل استفاده میشود.

1) $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ (معادلهٔ حرکت)

2) $v = v_0 + at$ (معادلهٔ سرعت)

3) $v^2 - v_0^{\,2} = 2ax$ (رابطهٔ مستقل از زمان)

اگر در سوال فاصلهٔ اولیهٔ x_0 نیز داده شده باشد، از روابط ذیل استفاده میشود.

$$1) \quad x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

(معادلهٔ حرکت)

2) $v = v_0 + at$ (معادلهٔ سرعت)

$$3)\quad v^2 - v_0^{\,2} = 2a\left(x - x_0\right)$$

(رابطهٔ مستقل از زمان)

مثال: یک متحرک از حالت سکون با تعجیل $10\frac{m}{sec^2}$ به حرکت شروع میکند. فاصلهٔ طی شده و سرعت آنرا بعد از مدت **1 دقیقه** دریابید؟

مثال: سرعت یک متحرک در مدت 10 ثانیه از 10 متر بر ثانیه به 60 متر بر ثانیه میرسد. تعجیل آنرا دریابید؟

مثال: سرعت یک متحرک بعد از طی فاصلهٔ $20m$ از $5\frac{m}{sec}$ به $15\frac{m}{sec}$ میرسد.

تعجیل آنرا محاسبه کنید؟

مثال: یک متحرک از حالت سکون به حرکت تعجیلی شروع میکند. بعد از 20 ثانیه سرعت آن به $20\frac{m}{sec}$ میرسد. فاصلهٔ طی شده را محاسبه کنید؟

مثال: یک موتر با سرعت $10\frac{m}{\sec}$ در حرکت است و حرکت تعجیلی با تعجیل $3\frac{m}{\sec^2}$ را آغاز میکند. در مدت 4 ثانیه چند متر فاصله را طی میکند؟

مثـال: متحرکـی از حالـت سـکون بـه تعجیـل $10\frac{m}{sec^2}$ به حرکت آغاز کرده و سرعت آن به $50\frac{m}{sec}$ رسیده است. فاصلهٔ طی شده را دریابید؟

مثال: متحرکی با شتاب $\frac{1}{2}\frac{m}{\sec^2}$ به حرکت شروع میکند. سرعت آنرا بعد از طی فاصلهٔ 25 متر دریابید؟

سقوط آزاد

free fall1 mute.swf

معادلات سقوط آزاد قرار ذیل اند.

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

$$v = gt$$

$$v = \sqrt{2gh}$$

اگـر تمـام زمـان حرکـت داده شـده باشـد، از روابـط فـوق سـرعت در وقـت برخـورد بـا زمین و تمام ارتفاع طی شده دریافت میشود.

اگر یک شی به طرف پایین پرتاب شده باشد دارای سرعت اولیه میباشد و معادلات شکل ذیل را اختیار میکند

$$h = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$v = v_0 + gt$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$$

مثـال: جسـمی در نتیجـهٔ سـقوط آزاد در مـدت $5\,\text{sec}$ بــه زمــین میرسـد. سـرعت آنـرا در وقت برخورد با زمین دریابید؟ $\left(g = 10\frac{m}{\text{sec}^2}\right)$

مثال: یک شی از ارتفاع $100m$ سقوط آزاد میکند. زمان رسیدن آنرا به زمین دریابید؟

$$\left(g = 10 \frac{m}{\sec^2} \right)$$

مثال: یک شی در نتیجهٔ سقوط آزاد در مدت 4 ثانیه از بالای یک تعمیر به زمین میرسد. ارتفاع تعمیر را محاسبه کنید؟ $\left(g = 10 \frac{m}{\sec^2} \right)$

مثـــال: یـــک شـــی از ارتفـــاع 4.9 متـــر رهـــا میشود. در چند ثانیه به زمین میرسد؟

$$\left(g = 9.8 \frac{m}{\sec^2} \right)$$

مثال: جسم A از ارتفاع 500m و جسم B از ارتفاع 320m همزمان رها میشوند. جسم A چند ثانیه بعد از جسم B به زمین میرسد؟

$$\left(g = 10 \frac{m}{\sec^2} \right)$$

مثال: جسمی با سرعت 2 متر بر ثانیه به جهت پایین پرتاب میشود و در 10 ثانیه به زمین میرسد. سرعت آنرا هنگام رسیدن به زمین دریابید؟

$$\left(g = 10 \frac{m}{\sec^2} \right)$$

حرکت های دو بُعدی

حرکت های که در دو بُعد انجام میشوند مانند پرتاب مایل، پرتاب افقی و حرکت دایره ای بنام حرکتهای دو بُعدی یاد میشوند.

دریافت سرعت متوسط در حرکتهای دو بُعدی

در ابتدا از روابط $v_x = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$ و $v_y = \frac{y_2 - y_1}{t_2 - t_1}$ قیمت های v_x و v_y را دریافته و بعداً از رابطهٔ ذیل استفاده میکنیم.

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

در روابط فوق v_x سرعت متوسط در جهت افقی، v_y سرعت متوسط در جهت عمودی و v سرعت متوسط حرکت میباشد.

مثـال: تغییرمکـان یـک متحـرک در زمانـهـای $t_1 = 5\,\text{sec}$ و $t_2 = 25\,\text{sec}$ بـه ترتیـب $r_1 = 2i + 14j$ و $r_2 = 8i + 6j$ میباشند. سرعت متوسط متحرک را دریابید؟

یادداشت: مرکبهٔ افقی سرعت تابع زمان نیست و مقدار ثابت دارد اما مرکبهٔ عمودی سرعت تابع زمان است.

پرتاب مایل: اگر یک شی با سرعت اولیهٔ V_0 تحت یک زاویهٔ مانند $\theta \neq 0$ با افق پرتاب شود، حرکت بنام پرتاب مایل یاد میشود.

oblique motion1.swf

$$1)\ h = \frac{V_0^{\,2}}{2g} \cdot \sin^2\theta$$

(ارتفاع اعظمی)

$$2)\ t = \frac{V_0}{g} \cdot \sin\theta$$

(زمان رسیدن به نقطهٔ اوج)

$$3)\ R = \frac{V_0^{\,2}}{g} \cdot \sin 2\theta$$

(فاصلهٔ اعظمی، رنج پرواز ویا نقطهٔ تیررس)

فاصلهٔ اعظمی برای زاویه های که به یک اندازه از 45 درجه بیشتر ویا کمتر اند، مساوی میباشد.
این قاعده را گالیله بیان کرده است.

$$4)\ t = \frac{2V_0}{g} \cdot \sin\theta$$

(زمان حرکت ویا زمان رسیدن به زمین)

$$y = -\frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2\theta} + x tg\theta$$

(معادلة مسير)

مثـال: یـک شـی تحـت زاویـهٔ 45^0 و بـا سـرعت $80\frac{m}{sec}$ پرتـاب میشـود. فاصـلهٔ اعظمی طی شده را دریابید؟ $\left(g = 10\frac{m}{sec^2}\right)$

مثـال: یـک شـی تحـت زاویـهٔ 30^0 وبـا

سـرعت $60\frac{m}{sec}$ پرتـاب میشـود.ارتفـاع

اعظمی طی شده را دریابید؟ $\left(g=10\frac{m}{sec^2}\right)$

مثـــال: یـــک شـــی تحـــت زاویـــهٔ 37^0 وبـــا سـرعت $10\frac{m}{sec}$ پرتـــاب میشـــود. زمـــان رسیدن به نقطهٔ اوج را دریابید؟

$$\left(g = 10\frac{m}{sec^2} \right) , \sin 37^0 = 0.6$$

مثـــال: یـــک شـــی تحـــت زاویـــهٔ 37^0 وبـــا سـرعت $10\frac{m}{sec}$ پرتـــاب میشـــود. زمـــان رسیدن آنرا به زمین دریابید؟

$$\left(g = 10\frac{m}{sec^2} \right) , \sin 37^0 = 0.6$$

پرتاب افقی: اگر یک شی از یک ارتفاع با سطح زمین موازی ویا به زاویهٔ صفر درجه پرتاب شود حرکت بنام پرتاب افقی یاد میشود. معادلات پرتاب افقی قرار ذیل اند.

horizontal.swf

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

$$V = gt$$

$$x = V_0 t$$

$$y = cx^2$$

مثـال: در یـک پرتـاب افقـی یـک شـی در مـدت 5 ثانیه به زمین میرسد. سرعت آنرا در وقت برخــورد بــا زمــین و ارتفــاع طــی شــده را دریابید؟ $\left(g = 10 \frac{m}{\sec^2} \right)$

مثال: از روی یک پل به ارتفاع 20m جسمی به طور افقی با سرعت $30\frac{m}{sec}$ پرتاب میشود. چه مدت زمانی لازم است تا جسم به آب برخورد کند؟ $\left(g = 10\frac{m}{sec^2}\right)$

حرکت دایره ای

حرکت دایره ای نیز یک نوع حرکت دو بُعدی است. بطورمثال: حرکت زمین بدور آفتاب و حرکت الکترون حرکت های دایره ای هستند.

زمان تناوب یا پریود: عبارت از زمان طی کردن یک دور مکمل است و به حرف T نشان داده میشود. واحد زمان تناوب در سیستم بین المللی **sec** است.

تـــواتر یـــا فریکونســـی: عبـــارت از تعـــداد دورهـای یـک متحـرک در یـک ثانیـه اسـت. فریکونسی به حرف f ویا υ (نیو) نشان داده میشود.

رابطه بین پریود و فریکونسی $f = \frac{1}{T}$ میباشد. طبق این رابطه واحد فریکونسی $\frac{1}{\text{sec}}$ است که بنام هرتز (Hz) یاد میشود.بناءً $Hz = \frac{1}{\text{sec}} = \text{sec}^{-1}$ است.

مثـــال: زمـــان تنـــاوب یـــک متحـــرک در یـــک حرکت دورانی 5 ثانیه است. فریکونسی آنرا دریابید؟

سرعت زاویوی ویا فریکونسی زاویوی: سرعت

زاویـوی بـه ω (اومیگـا) نشـان داده میشـود.

سرعت زاویوی در زمان t از رابطهٔ ذیل دریافت میشود.

$$\omega = \frac{\theta}{t}$$

واحد سرعت زاویوی $\frac{rad}{sec}$ است.

سرعت زاویوی متوسط از رابطۀ ذیل دریافت میشود.

$$\bar{\omega} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

سـرعت زاویـوی لحظـوی: سـرعت زاویـوی لحظوی از رابطهٔ ذیل دریافت میشود.

$$\omega = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$$

درصورتیکه معادلهٔ حرکت داده شده باشد، برای دریافت سرعت لحظوی از معادلهٔ حرکت مشتق میگیریم که درنتیجه معادلهٔ سرعت دریافت میشود و برای دریافت سرعت لحظوی زمان داده شده را وضع میکنیم.

مثـال: موقعیـت یـک ذره روی مسـیر دایـروی $\theta = 2t^2 + 6t$ داده شـــده اســـت. ســـرعت زاویـوی آنـرا در انتـروال زمـانی 3 ثانیـه الـی 5 ثانیه دریابید؟

مثـال: موقعیـت یـک ذره روی مسـیر دایـروی

داده شـــده اســـت. ســـرعت $\theta = 2t^2 + 6t$

زاویوی آنرا در ثانیه سوم دریابید؟

دریافت سرعت زاویوی از جنس پریود و

فریکونسی: برای این منظور از روابط ذیل

استفاده میکنیم.

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$\omega = 2\pi f$$

یادداشت: در حل سوالات حرکتهای دورانی

1 مساوی به rad و rad مساوی به 1

میباشد.

مثـــال: یـــک متحـــرک بـــا فریکونســـی $5Hz$ حرکت دورانـی را انجـام میدهد

فریکونسی زاویوی آنرا دریابید؟

مثـــال: یـــک متحـــرک بـــا پریـــود

2sec حرکت دورانـی را انجـام میدهد

فریکونسی زاویوی آنرا دریابید؟

مثـــال: متحرکـــی روی مســـیر دایـــروی در 4 دقیقـه 600 دور میزنـد. سـرعت زاویـوی آنـرا دریابید؟

مثال: یک چرخ بازی اطفال در 10sec یک دور میزند و شعاع آن 5m است. سرعت زاویوی آنرا محاسبه کنید؟

مثال: سرعت زاویوی ثانیه شمار را محاسبه کنید؟

مثـــال: ســـرعت زاويـــوی يـــک متحـــرک

$2400\,\frac{rev}{\min}$ **اســـت. ســـرعت زاويـــوی**

آنرا به واحد راديان بر ثانيه دريابيد؟

سـرعت خطـی: سـرعت خطـی بنـام سـرعت مماسـی نیـز یـاد میشـود و همیشـه ممـاس بـا مسیر حرکت میباشد. بین سرعت خطی (v) و سرعت زاویوی رابطهٔ ذیل وجود دارد.

$$v = r \cdot \omega$$

مثال: جسمی روی محیط دایروی که

$1.5\,cm$ شعاع دارد، با سرعت

زاویوی $4\frac{Rad}{sec}$ در حرکت است.

سرعت خطی آنرا محاسبه کنید؟

معادلۀ عمومی حرکت دایروی: هر معادلۀ که شکل $\theta = f(t)$ را داشته باشد، معادلۀ حرکت دایروی نامیده میشود.

تعجیل جذب مرکز در حرکت دورانی منظم:

برای این منظور از روابط ذیل استفاده میکنیم.

$$1)\ a = \frac{v^2}{r}$$

$$2)\ a = r \cdot \omega^2$$

مثـــال: گلولـــهٔ بـــر مســـیر دایـــروی بـــا شـــعاع $5\,cm$ و بـا سـرعت زاویـوی $2\frac{rad}{sec}$ در حرکت است. تعجیل آنرا محاسبه کنید؟

مثال: موتری روی مسیر دایروی با شعاع 200m با سرعت ثابت 20 متر بر ثانیه در حرکت است. شتاب دورانی آنرا دریابید؟

قوة جذب المركز

قـوهٔ جـذب المركـز از روابـط ذيـل دريافـت ميشود.

$$F = m\frac{v^2}{r}$$

$$F = mr\omega^2$$

قوهٔ کشش در تار، قوهٔ اصطکاک بین تایر موتر و سرک زمانیکه موتر دور میخورد و قوهٔ جاذبه بین زمین و مهتاب مثالهای از قوه های جذب المرکز هستند.

مثـال: کتلـهٔ یـک متحـرک $2kg$ اسـت و یـک مسیر دایروی با شعاع $6m$ را با سرعت $12\frac{m}{sec}$ دور میزنـد. قـوهٔ جـذب المرکـز را دریابید؟

مثـــال: متحرکـــی بـــا ســـرعت زاویـــوی $6\frac{rad}{sec}$ یـــک مســـیر دایـــروی را طـــی میکنـد. اگـر کتلـۀ آن $0.02kg$ و شـعاع دوران $1\ m$ باشد، قوۀ جذب المرکز را دریابید؟

مثال: یک گلوله به تار بسته شده است و با سرعت $6\frac{rad}{sec}$ حرکت دورانی را انجام میدهد. اگر کتلهٔ آن $0.02kg$ و شعاع دوران $1\,m$ باشد، قوهٔ کشش در تار را دریابید؟

دینامیک

بخشـــی از علـــم میخانیـــک کـــه از حرکـــت و سکون با درنظرداشت قوه یا علت آن بحث میکند بنـــام دینامیـــک یـــاد میشـــود.اســـاس دینامیـــک را قوانین نیوتن تشکیل میدهد.

قوانين نيوتن

قـــانون اول ویـــا قـــانون انرشـــیا یـــا عطالـــت:

مقاومـت یـک جسـم در مقابـل تغییـر حالـت بنـام عطالـت یـاد میشـود و بـا کتلـۀ یـک جسـم رابطـۀ مستقیم دارد.

طبق قانون اول نیوتن هر شی تمایل دارد که حالت سکون ویا حرکت مستقیم الخط یکنواخت خودش را حفظ کند تا زمانیکه قوۀ غیرمتوازن بالای آن عمل نکند.

از قانون اول نیوتن برای فرستادن ماهواره ها و سفینه ها به فضا استفاده میشود.

قـانون دوم نیـوتن ویـا قـانون تناسـب قـوه وتعجیل: هرگاه بالای یک جسم قوه عمل کند، جسم تعجیل میگیرد طوریکه تعجیل با قوه رابطۀ مستقیم و با کتلۀ رابطۀ معکوس دارد. قانون دوم نیوتن طور ذیل بیان میشود.

$$a = \frac{F}{m} \rightarrow F = m \cdot a$$

درصورتیکه بالای یک شی چندین قوه عمل کرده باشد، قانون دوم نیوتن طور ذیل بیان میشود.

$$a = \frac{\sum F}{m} \rightarrow \sum F = m \cdot a$$

در رابطـهٔ فـوق $\sum F$ محصـلهٔ قـوه هـا میباشد.

مثـــال: جســـمی بـــا کتلـــهٔ 20kg بـــا تعجیـــل

$1.5\frac{m}{sec^2}$ **در حرکـــــت اســـــت. محصـــــلهٔ**

قوه های وارد بالای آنرا دریابید؟

مثـــال: بـــالای کتلـــهٔ 30kg دو قـــوهٔ همجهـــت 20N و 50N عمـــل میکننـــد. تعجیـــل آنـــرا دریابید؟

مثـــال: بـــالای وزن 100N دو قـــوۀ مخـــالف الجهـت 20N و 50N عمـل میکننـد. تعجیـل آنرا دریابید؟

قـــانون ســـوم نیـــوتن ویـــا قـــانون عمـــل و عکـس العمـل: زمـانی کـه دو جسـم بـاهم تـاثیر متقابـل داشـته باشـند، هـر کـدام بـالای یگـدیگر قوه های مساوی و مخالف الجهت را وارد میکنند که بنام قوه های عمل و عکس العمل یاد میشوند.

قانون اول نیوتن وضعیت جسم را در عدم موجودیت قوه و قانون دوم وضعیت جسم را تحت تاثیر قوه بیان میکند. قانون سوم نیوتن بیان میکند که قوه از کجا به جسم وارد میشود. از قانون سوم نیوتن برای پرتاب سفینه های فضایی به فضا استفاده میشود.

inertia.swf

third law1.swf

قانون عمومی جاذبه

قانون عمومی جاذبه توسط نیوتن طور ذیل بیان شد: (قوهٔ جاذبه بین دو کتله به حاصل ضرب کتله ها رابطهٔ مستقیم و به مربع فاصله بین کتله ها رابطهٔ معکوس دارد.)

اگر کتله های دو شی را به m_1 و m_2 و فاصله بین آنها را به r نشان دهیم، درصورتیکه قوۀ جاذبه بین آنها F باشد قوۀ جاذبه از رابطۀ ذیل دریافت میشود.

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

قیمت ثابت عمومی جاذبه قرار ذیل میباشد.

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^2}$$

برای قوهٔ جاذبهٔ زمین رابطه شکل ذیل را اختیار میکند.

$$w = G\frac{mM_e}{R_e^2}$$

در رابطۀ فوق Me کتلۀ زمین و Re شعاع زمین میباشد.

مثـــال: کتلـــه هـــای دو گلولـــه $100kg$ و $1000kg$ میباشـد. اگـر فاصـله بـین مراکـز ثقل آنـها $10m$ باشد، قوۀ جاذبـه بین آنـها را دریابید؟

ثابت جاذبهٔ زمین (g): قیمت ثابت جاذبهٔ زمین در سیستم SI مساوی به 9.81 ویا تقریباً مساوی به 10 است. با افزایش ارتفاع از سطح زمین قیمت g کاهش می یابد. قیمت g در ارتفاع h از سطح زمین از رابطهٔ ذیل دریافت میشود.

$$g = G \frac{M_e}{\left(R_e + h\right)^2}$$

قیمت ثابت جاذبه در سطح زمین از رابطهٔ ذیل دریافت میشود.

$$g = G \frac{M_e}{R_e^2}$$

پاراشوت: در سقوط با پاراشوت مقدار قوهٔ مقاومت (F_d) با افزایش سرعت زیاد میشود. مقدار قوهٔ مقاومت از رابطهٔ ذیل دریافت میشود.

$$F_d = bv_1^{\,2}$$

بادرنظرداشت رابطهٔ فوق مقدار قوهٔ مقاومت با مربع سرعت متناسب میباشد. در رابطهٔ فوق b ثابت رابطه بوده و مقدار آن به اندازه و شکل جسم مربوط میباشد.

سرعتی که در آن قوهٔ مقاومت با وزن جسم یا قوهٔ جاذبه مساوی شود بنام سرعت حدی یاد میشود. زمانیکه جسم به سرعت حدی نزدیک میشود تعجیل آن کوچک میشود و زمانیکه به سرعت حدی برسد تعجیل آن صفر میشود و تعادل برقرار میشود.

در حالت تعادل رابطهٔ ذیل وجود دارد.

$$F_d = mg$$

مثـال: یـک پیلـوت از ارتفـاع **2000** متـر از سطح زمین خود را بـا پاراشوت رها میکنـد. اگر کتلهٔ مجموعی پیلوت و پاراشوت **122kg** باشد، قوهٔ مقاومت را دریابید زمانیکه پیلوت به سرعت حدی میرسد؟ $\left(g = 10 \frac{m}{\sec^2} \right)$

لفت: اگر لفت با شتاب a به طرف بالا حرکت کند، قوهٔ عمودی که بالای شخص وارد میشود از رابطهٔ ذیل دریافت میشود.

$$N = m(g + a)$$

درینحالت $N > w$ میباشد.

اگر لفت با شتاب a به طرف پایین حرکت کند، قوهٔ عمودی که بالای یک شخص وارد میشود از رابطهٔ ذیل دریافت میشود.

$$N = m(g - a)$$

درینحالت $N < w$ میباشد.

زمانیکه لفت ساکن باشد ویا با سرعت ثابت حرکت کند قوۀ عمودی که بالای شخص وارد میشود از رابطۀ ذیل دریافت میشود.

$$N = mg$$

درینحالت $N = w$ میباشد.

مثـال: کتلـهٔ شخصـی 70kg اسـت و در داخـل لفـت ایسـتاده اسـت. قـوهٔ عمـودی را در حالـت سکون محاسبه کنید؟ $\left(g = 10 \frac{m}{\sec^2} \right)$

مثـال: کتلـهٔ شخصـی 70kg اسـت و در داخـل لفـت ایسـتاده اسـت. قـوهٔ عمـودی را محاسـبه کنیـد اگـر لفـت بـا سـرعت ثابـت بـه طـرف بـالا حرکت کند؟ $\left(g = 10 \frac{m}{\sec^2} \right)$

مثـال: کتلـهٔ شـخص 50kg اسـت و در داخـل لفـت قـرار دارد. تـرازوی فنـری کـدام عـدد را نشـــان خواهـــد داد اگـــر لفـــت بـــا تعجیـــل $2\frac{m}{sec^2}$ به طرف بالا حرکت کند؟ $\left(g=10\frac{m}{sec^2}\right)$

قمر مصنوعی: در داخل قمر مصنوعی در حال حرکت وزن یک شخص صفر میشود بخاطریکه وزن یا قوهٔ جاذبه با قوهٔ فرار از مرکز از نظر مقدار مساوی و مخالف الجهت بوده بناءً محصلهٔ آنها صفر میشود. بالای قمر مصنوعی دو قوه عمل میکند که عبارتند از قوهٔ جاذبه و قوهٔ فرار از مرکز

مومنت عطالت یا عطالت دورانی: در یک حرکت دورانی مقاومت یک شی در مقابل تعجیل زاویوی بنام مومنت عطالت یاد میشود

واحدات آن $kg \cdot m^2$ و $gr \cdot cm^2$ میباشند.

لول دادن یک قرص و یک حلقه روی سطح مایل: اگر یک حلقه و یک قرص از عین ارتفاع روی سطح مایل رها شوند قرص نسبت به حلقه سریعتر به قاعدهٔ سطح مایل میرسد.

بنـــاءً گفتـــه میتـــوانیم کـــه ســـرعت قـــرص روی ســـطح مایـــل نســـبت بـــه ســـرعت حلقـــه زیـــادتر میباشـــد. ســـرعت قـــرص روی ســـطح مایـــل از

رابطـــــهٔ $V = \sqrt{\frac{4}{3}gh}$ و ســـــرعت حلقـــــه از

رابطهٔ $V = \sqrt{gh}$ دریافت میشود.

امپلز ویا ضربهٔ قوه

امپلز عبارت از حاصل ضرب قوه در زمان است و یک کمیت وکتوری است. امپلز به حرف I نشان داده میشود و از رابطهٔ ذیل محاسبه میشود.

$$I = F \cdot t$$

امپلز با زمان و قوه رابطهٔ مستقیم دارد.
امپلز طور ذیل نیز تعریف میشود:
امپلز عبارت از مساحت تحت منحنی گراف قوه- زمان میباشد.

درصورتیکه قوه در یک انتروال زمانی عمل کرده باشد امپلز آن از رابطهٔ ذیل دریافت میشود.

$$I = F \cdot \Delta t = F\left(t_2 - t_1\right)$$

واحدات امپلز یا امپولس

دایمنشن یا بُعد امپلز

مثال: یک قوهٔ ثابت 3.7N در فاصلهٔ زمانی 100sec عمل میکند. امپولس آنرا محاسبه کنید؟

مومنتم یا مقدار حرکت

مـومنتم عبـارت از حاصـل ضـرب کتلـه و سـرعت متحـرک میباشـد. اگـر کتلـه را بـه m، سـرعت را بـه v و مـومنتم را بـه M ویـا P نشـان دهـیم، مـومنتم از رابطـۀ ذیـل دریافـت میشود.

$$M = mv$$

ويا

$$P = mv$$

مومنتم کمیت وکتوری است وبا سرعت و کتله رابطهٔ مستقیم دارد. مجموع مومنتم یک سیستم عبارت از حاصل جمع وکتوری هریک از مومنتم ها میباشد.

اگــر متحــرک دارای ســرعت اولیــه باشــد، مومنتم آن از رابطهٔ ذیل دریافت میشود.

$$P = m\Delta v = m\left(v_2 - v_1\right) = m\left(v_f - v_i\right) = m\left(v - v_0\right)$$

واحدات مومنتم

مثـــال: کتلـــهٔ یـــک متحـــرک $3kg$ و سـرعت آن $31\frac{m}{sec}$ اسـت. مـومنتم آنـرا دریابید؟

مثـــال: وزن یـــک شـــی 100N و ســـرعت آن 20 متر بر ثانیـه است. مـومنتم آنـرا دریـابیـد؟

$$\left(g = 10 \frac{m}{\sec^2} \right)$$

مثال: یک طفل با کتلهٔ 20kg با یک بایسکل با کتلهٔ 5kg به سرعت 4 متر بر ثانیه در حرکت است. مومنتم مجموعی را دریابید؟

دریافت مرکبات افقی و عمودی مومنتم

اگر تیتا زاویه با جهت مثبت محور x باشد،

مرکبات مومنتم از روابط ذیل دریافت میشود.

$$P_x = P\cos\theta$$

$$P_y = P\sin\theta$$

بادرنظرداشت قیمت P روابط ذیل نیز حاصل میشوند.

$$P_x = mv\cos\theta$$

$$P_y = mv\sin\theta$$

مثال: یک لاری که کتلهٔ آن 3000kg است با سرعت 20 متر بر ثانیه به سمت شمال شرق به زاویهٔ 30 درجه در حرکت است و یک واگن را که 1000kg کتله دارد با خود کش میکند. مرکبهٔ عمودی مومنتم آنرا دریابید. محور x را طرف شرق و محور y را طرف شمال فرض کنید؟

دریافت مومنتم از جنس مرکبات آن

$$P = \sqrt{P_x^{\,2} + P_y^{\,2}}$$

مثـال: مرکبـات افقـی و عمـودی مـومنتم در سیستم SI بـه ترتیب 4 و 2 میباشند. مومنتم را محاسبه کنید؟

قـــانون امپلـــز-مـــومنتم: امپلـــز مســـاوی بـــه تغییـرات مـومنتم ویـا مسـاوی بـه منتجـه در مومنتم میباشد. این قـانون بنـام قـانون امپلـز-مومنتم یاد میشود و طور ذیل بیان میشود.

$$I = \Delta P$$

رابطهٔ فوق را میتوانیم طور ذیل نیز بنویسیم.

$$I = \Delta P \rightarrow F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$$

مثـال: جسـمی تحـت تـاثیر قـوهٔ 5N از حالـت سـکون بـا تعجیـل 1.5 متـر بـر مربـع ثانیـه بـه حرکت میآید. پس از 6 ثانیـه تغییـرات مـومنتم آنرا دریابید؟

مثال: یـک امپلـز 300Nsec بـالای کتلـهٔ 2kg وارد میشود. تغییرات سرعت آنرا دریابید؟

مثال: ماشین کنترول کنندۀ یک سفینه فضایی که 15000kg کتله دارد برای پرتاب سفینه به جلو 300000N قوه تولید میکند.

برای چند ثانیه باید ماشین فعالیت کند تا سرعت 40000 متر بر ثانیه را تولید کند؟

قانون تحفظ مومنتم: مجموع مومنتم های دو جسم مانند A و B قبل از تصادم مساوی به مجموع مومنتم های آنها بعد از تصادم میباشد. این قانون طور ذیل بیان میشود.

$m_A v_A$ | مومنتم ها قبل از تصادم | $m_B v_B$

$m_A v_A'$ | مومنتم ها بعد از تصادم | $m_B v_B'$

$$m_A v_A + m_B v_B = m_A v'_A + m_B v_B'$$

در تصادم ارتجاعی، سرعت های بعد از برخورد مساوی نیستند اما در تصادم غیر ارتجاعی، سرعت های بعد از برخورد باهم مساوی اند.

در تصادم غیر ارتجاعی رابطهٔ فوق شکل ذیل را اختیار میکند.

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = \left(m_1 + m_2 \right) v$$

تصادم ارتجاعی: عبارت از تصادمی است که هر دو قانون تحفظ مومنتم و قانون تحفظ انرژی میخانیکی در آن صدق میکند.

درصورتیکه در تصادم ارتجاعی سرعت های قبل از برخورد را به v_A و v_B و سرعت های بعد از برخورد را به V'_A و V'_B نشان دهیم رابطهٔ ذیل وجود دارد.

$$v_A - v_B = -\left(v'_A - v'_B\right)$$

رابطهٔ فوق به این مفهوم است که تفاضل سرعت ها قبل از تصادم ارتجاعی با تفاضل سرعت ها بعد از تصادم باهم مساوی و مخالف الجهت میباشند.

تصـــادم غیرارتجـــاعی: عبـــارت از تصـــادمی است کـه قـانون تحفـظ مـومنتم در آن صـدق میکنـد امـا قـانون تحفـظ انـرژی میخـانیکی صدق نمیکند. زمانیکه مرمی به یک دیوار برخورد کند و همچنان رقاصهٔ بالستیک ویا پندولم بالستیک مثالهای از تصادم های غیر ارتجـاعی هسـتند. توسـط پنـدولم بالسـتیک سرعت مرمی تعیین میشود.

تعریف سیال غیرمتراکم: اگر مایعات و گازات با سرعت کمتر از سرعت صوت حرکت کنند بنام غیرمتراکم یاد میشوند.

تعریف سیال ایده آل ویا خیالی: مایعات و گازات زمانی ایده آل نامیده میشوند که قابلیت تراکم نداشته و فاقد اصطکاک باشند.

معادلۀ متمادیت ویا پیوستگی: سرعت مایع با مقطع پایپ رابطۀ معکوس دارد. رابطه بین سرعت مایع و مقطع پایپ طور ذیل بیان میشود.

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

طبق معادلهٔ در مقطع بزرگ سرعت کم و در مقطع کوچک سرعت زیاد است. همچنان زمانیکه سرعت زیاد است فشار کم و زمانیکه سرعت کم است فشار زیاد میباشد.

030303Bernoulli.swf

رابطـهٔ فـوق بـرای بیشـتر از دو مقطـع نیـز صدق میکند. بطورمثال:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 = A_3 v_3 = A_4 v_4$$

درنتیجه میتوان گفت که حاصل ضرب Av در تمام قسمت مقطع ها یکسان ویا ثابت است یعنی: Av=const

مثال: مساحت مقطع های یک پایپ به ترتیب $4cm^2$ و $12cm^2$ میباشد. اگر سرعت مـایع در مقطـع کوچـک $90\frac{cm}{sec}$ باشـد، سرعت مایع را در مقطع بزرگ دریابید؟

یادداشت: اگر کثافت نیز در دو مقطع متفاوت باشد، معادلهٔ متمادیت طور ذیل بیان میشود.

$$\rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2$$

معادلهٔ برنولی: این معادله رابطه بین فشار و سرعت مایع را در دو مقطع متفاوت یک پایپ بیان میکند. معادلهٔ برنولی قرار ذیل است.

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

طبـــق ایـــن معادلـــه حاصـــل جمـــع

$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g h$$

همیشه در هر مقطع ثابت است. بناءً معادلهٔ برنولی طور ذیل نیز بیان میشود.

$$\rho \frac{v^2}{2} + \rho g h + P = ct$$

ثابت

تیوب وینتوری: این آله برای اندازه گیری سرعت مایعات در داخل یک نل استفاده میشود. در تیوب وینتوری رابطهٔ ذیل صدق میکند.

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^{\,2} = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^{\,2}$$

همچنان در تیوب وینتوری برای دریافت سرعت مایع در داخل نل از رابطهٔ ذیل استفاده میشود.

$$v_1 = \sqrt{\frac{2\left(P_1 - P_2\right)}{\rho\left(g^2 - 1\right)}}$$

فشار در قاعدهٔ بند آب: درصورتیکه در مقابل آب که افقی جریان دارد یک بند انداخته شود، آب ایستاده بالای قاعدهٔ بند فشار وارد میکند که بنام فشار بند یاد میشود و به Ps نشان داده میشود. فشار بند از رابطهٔ ذیل دریافت میشود.

$$P_s = \frac{1}{2}\rho v_1^{\,2}$$

لزوجیت: همه سیال ها اعم از گازها ویا مایعات دارای اصطکاک هستند و هم تا حدی قابلیت تراکم را میداشته باشند. وقتیکه از اصطکاك در مایعات سخن زده میشود، منظور از اصطکاك داخلی آنها است.

این اصطکاك داخلی را به یک نام دیگر هم یاد میکنند، که عبارت از لزوجیت یا چسپندگی در مایع ویا گاز است. هر مایع و گاز حقیقی دارای یك اندازه لزوجیت داخلی میباشد و در حالتی تبارز میکند که در مایع و یا گاز حرکت ایجاد شود.

تفـاوت بـین اصـطکاک داخلـی و خـارجی:

اصطکاک خارجی با افزایش قوه عمودی ویا قـوه نورمـال زیـاد میشـود درحالیکـه قـوه عمـودی بـالای اصـطکاک داخلـی هـیچ تـاثیر ندارد.

اصطکاک داخلی با افزایش مساحت و سرعت زیاد میشود اما مساحت و سرعت بالای اصطکاک خارجی هیچ تاثیر ندارد.

اصطکاک داخلی از رابطهٔ $R_i = \frac{\eta A v}{d}$ و

اصطکاک خارجی از رابطهٔ

$R_0 = \mu F_N$ محاسبه میشود.

ضریب لزوجیت: برای اندازه گیری ضریب لزوجیت از آله ای بنام ویسکوزیمتر هویپل استفاده میشود. ضریب لزوجیت برای مایعاتی که به آسانی جریان پیدا میکنند مانند آب و ایتر دارای قیمت کوچک و برای مایعاتی که جریان آسان ندارند مانند گلیسیرین دارای قیمت بزرگ میباشد. لزوجیت با افزایش درجهٔ حرارت شدیداً تزاید می یابد.

ضـریب لزوجیـت بـه حـرف η نشـان داده میشود و از رابطهٔ ذیل محاسبه میشود.

$$\eta = \frac{R_i \cdot d}{A \cdot v}$$

واحدات آن $\frac{gr}{cm\,\sec}$ و $\frac{kg}{m\,\sec}$ میباشد.

حرکت اهتزازی: حرکتی که به شکل رفت و برگشت اجرا شود، بنام حرکت اهتزازی یاد میشود.

یــک دور ویــا یــک رفــت و برگشــت بنــام سایکل یا اهتزاز یاد میشود.

بیشترین فاصلهٔ که نوسانگر از مرکز نوسان اختیار میکند بنام امپلیتود یاد میشود و به A یا r نشان داده میشود.

تعداد اهتزازها بر زمان حرکت بنام فریکونسی یاد میشود.

زمان یک اهتزاز بنام پریود ویا زمان تناوب یاد میشود. از تقسیم تعداد دور بر زمان حرکت فریکونسی و از تقسیم زمان حرکت بر تعداد دور پریود یا زمان تناوب حاصل میشود.

pendulum (2).swf

مثال: یک نقطه روی پره ای یک بادپکه در یک دقیقه 3000 دور میخورد. پریود آنرا به واحد ثانیه دریابید؟

مثال: یک نقطه روی پره ای یک بادپکه در یک دقیقه 3000 دور میخورد. فریکونسی آنرا به واحد هرتز دریابید؟

دریافت زمان تناوب، فریکونسی و تعجیل سیستم کتله-فنر

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$a = -\frac{k}{m}x$$

دریافت سرعت زاویوی ویا فریکونسی زاویوی سیستم کتله- فنر: برای این منظور از رابطهٔ ذیل استفاده میشود.

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

دریافت قوهٔ برگرداننده در سیستم کتله- فنر:

برای این منظور از رابطهٔ ذیل استفاده میشود.

$$F_r = -kx$$

انـرژی پوتانشـیل دسـتگاه فنـر-وزنـه از رابطـهٔ

دریافـــــــت میشـــــــود. $E_P = \frac{1}{2}kx^2$

بـرای دریافـت انـرژی پوتنشـیل اعظمـی از رابطهٔ ذیل استفاده میشود.

$$E_P = \frac{1}{2} K x_0^{\,2}$$

دریافت زمان تناوب، فریکونسی و قوهٔ برگرداننده در یک رقاصهٔ بسیط

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

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{L}}$$

قوه تجدیدی در حرکت رقاصهٔ بسیط

قوهٔ تجدیدی در حرکت یک رقاصهٔ بسیط ویا آونگ ساده از رابطهٔ $F_r = -mg\sin\theta$ دریافت میشود. درین رابطه m کتلهٔ رقاصهٔ بسیط و θ عبارت از زاویهٔ انحراف میباشد.

درصورتیکه طول رقاصه بسیط (L) و قوس پیموده شده (S) داده شده باشد، قوه تجدیدی ویا برگرداننده از رابطهٔ ذیل دریافت میشود.

$$F_r = -mg\frac{S}{L}$$

دریافت سرعت زاویوی ویا فریکونسی زاویوی رقاصهٔ بسیط: برای این منظور از رابطهٔ ذیل استفاده میشود.

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$$

تعجیل در حرکت رقاصهٔ بسیط

$$a = g\sin\theta$$

مثال: طول یک رقاصهٔ بسیط 10 متر است.

پریود آنرا دریابید؟ $\left(g = 10 \frac{m}{\sec^2} \right)$

یادداشت: T با $\sqrt{L}$ متناسب میباشد یعنی:

$$T \propto \sqrt{L}$$

بادرنظرداشت رابطه فوق اگر طول 4 چند شود زمان تناوب دوچند میشود و اگر طول 100 چند شود زمان تناوب 10 چند میشود.

همچنان اگر L به $\frac{L}{4}$ تبدیل شود T به $\frac{T}{2}$ تبدیل میشود و اگر L به $\frac{L}{64}$ تبدیل شود T به $\frac{T}{8}$ تبدیل میشود.

معادلهٔ عمومی حرکت اهتزازی ساده

$$x = A\cos\left(\omega t + \varphi\right)$$

در رابطـهٔ فـوق $\omega t + \varphi$ بنـام فـاز حرکت یاد میشود و φ بنام فـاز اولیـه یـاد میشود.

اگـر $\varphi = 0$ باشـد، معادلـه شـکل ذیـل را

اختیار میکند. $x = A\cos\omega t$

اگر $\varphi = \frac{\pi}{2}$ باشد، معادله شکل ذیل را اختیار میکند.

مثال: در معادلهٔ $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ اگر $x=0$ و $t=0$ باشد، فاز اولیهٔ حرکت چند رادیان است؟

مثـــال: معادلـــهٔ یـــک حرکـــت نوســـانی

است. فـاز اولیـه $x = 0.02\cos\left(400t + \frac{\pi}{2}\right)$

امپلیتود، فریکونسی و پریود آنرا دریابید؟

دریافت سرعت اعظمی در حرکتهای اهتزازی ساده

زمانیکه متحرک به مرکز نوسان میرسد، دارای سرعت اعظمی میباشد. سرعت اعظمی از رابطهٔ $V_{max} = A \cdot \omega$ دریافت میشود.

دریافت تعجیل اعظمی در حرکتهای اهتزازی ساده

زمانیکه متحرک به انجام حرکتش میرسد، دارای تعجیل اعظمی میباشد. تعجیل اعظمی رابطهٔ $a_{max} = -A \cdot \omega^2$ دریافت میشود.

مثـال: در حرکتهـای اهتـزازی سـرعت وقتـی اعظمی میشود که:

1) X اعظمی شود
2) X اصغری شود
3) X صفر شود
4) 2 و 3 درست اند

رابطه بین طول و سرعت موج:

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

$$v = \lambda \cdot f$$

یك خصوصیت عمدهٔ رابطهٔ $v = \lambda \cdot f$ اینست که سرعت تنها به طول موج ارتباط دارد، و فریکونسی تغییر نمی کند.

مثـــال: یـــک ریســـمان را بـــه فریکونســـی $3.4Hz$ به نوسان میآوریم. موجی که تولید میشود دارای طول $2cm$ میباشد. سرعت انتشار آنرا دریابید؟

مثال: سرعت انتشار یک موج 2.4 متر بر ثانیه و پریود آن 2 ثانیه است. طول موج را محاسبه کنید؟

رابطهٔ سرعت با طول موج در دو محیط: سرعت با طول موج رابطهٔ مستقیم دارد. بین سرعت و طول موج در دو محیط رابطهٔ ذیل وجود دارد.

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

مثال: سرعت صوت در هوا $340\frac{m}{sec}$ و درآب $1360\frac{m}{sec}$ است. اگر طول موج صوت درهوا $2m$ باشد. طول موج آنرا در آب دریابید؟

فیزیک حرارت

درجه حرارت: درجه حرارت اندازه گرمي ويا سردي يك جسم است. براي اندازه گيري آن از آله بنام **ترمامتر** ويا **ميزان الحراره** استفاده ميشود.

رابطه بین ترمامترهای سانتی گراد و کالوین

$$T = t + 273.15 \quad \text{ويا} \quad T = t + 273$$

$$t = T - 273.15 \quad \text{ويا} \quad t = T - 273$$

در روابط فوق t درجهٔ سانتی گرید و T درجهٔ کالوین میباشد.

مثـــال: $27^{\circ}C$ **چنـــد کـــالوین میشـــود؟**

مثال: $300k$ **چند درجه سانتی گراد میشود؟**

رابطه بین ترمامتر هاي سانتی گرید و فارنهایت: بین این دو ترمامتر رابطه ذیل وجود دارد.

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

بادرنظرداشت تناسب فوق، روابط ذیل حاصل میشوند.

$$C = \frac{5}{9}\left(F - 32\right)$$

$$F = \frac{9}{5}C + 32$$

یادداشت: کالوین واحد درجهٔ حرارت در سیستم SI میباشد. در محاسبات روزمره از سانتی گرید و فارنهایت زیاد استفاده میشود اما در فیزیک از کالوین بیشتر استفاده میشود. با کالوین سمبول درجه نوشته نمیشود.

مثـــال: 5^0F **را از جـــنس ســـانتی گـــراد دریابید؟**

مثـــال: -2^0C **را از جـــنس فارنهایـــت**

دریابید؟

یادداشت: $-40^0 C = -40^0 F$ **میباشد.**

مثال: درجهٔ حرارت غلیان آب در سطح بحر

چند درجه است؟

در موقعیت های بالاتر از سطح بحر، درجهٔ غلیان آب کمتر از 100^0C میباشد.

مثال: درجهٔ حرارت **انجماد آب** در سطح بحر

چند درجه است؟

مثال: درجه بندی ترمامترهای سانتی گراد، فارنهایت و کالوین را بنویسید؟

مثال: درجهٔ حرارت فارنهایت را محاسبه کنید که عدد آن سه چند سانتی گراد باشد؟

صفر مطلق: Ok بنام صفر مطلق نیز یاد میشود و قیمت های معادل آن به واحدات سانتی گراد و فارنهایت قرار ذیل اند:

$$0K = -273^0 C$$

ويا

$$0K = -273.15^0 C$$

$$0K = -460^0 F$$

رابطه بین ترمامتر هاي کالوین و فارنهایت:

بین این دو ترمامتر رابطه ذیل وجود دارد.

$$\frac{k-273}{5}=\frac{F-32}{9}$$

مثال: $59^\circ F$ را به واحد کالوین دریابید؟

مثال: $293k$ **را به واحد فارنهایت دریابید؟**

یادداشت: درجه بندی ترمامتر طبی

از $35^0C - 43^0C$ ویا

از $95^0F - 110^0F$ میباشد.

انبساط جامدات: انبساط جامدات اکثراً برای فلزات مطالعه میشود و به سه نوع میباشد.

1- انبساط طولی فلزات: انبساط طولی بنام انبساط خطی نیز یاد میشود و از رابطهٔ ذیل دریافت میشود.

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta t$$

اگـر طـول میلــه دوچنــد شــود انبســاط آن نیــز دوچنــد میشــود یعنــی اگــر L_0 تبــدیل بــه $2L_0$ شود ΔL تبدیل به $2\Delta L$ میشود.

بـــرای دریافـــت طـــول بعـــدی از روابـــط ذیـــل استفاده میشود.

1) $L = L_0 + \Delta L$

2) $L = L_0\left(1 + \alpha\Delta t\right)$

L_0 → طول اولی

L → طول بعدی

ΔL → اندازهٔ انبساط

Δt → افزایش درجهٔ حرارت

α → ضریب انبساط طولی

واحـــــد ضـــــریب انبســـــاط طـــــولی

واحد. میباشد $\frac{1}{K} = K^{-1}$ ویا $\frac{1}{C^\circ} = C^{\circ -1}$

سیستم SI عبارت از $\frac{1}{K} = K^{-1}$ میباشد.

مثـال: طـول یـک سـیم آهنـی در 0^0C بـه اندازۀ $50cm$ میباشد. اگر سیم مذکور تا 200^0C حرارت داده شود، طول آن چقدر افـزایش مـی یابـد. ضـریب انبسـاط خطـی آن $11.10^{-6}/C^0$ میباشد؟

مثـال: طـول یـک سـیم آهنـی در 0^0C بـه اندازۀ $50cm$ میباشد. اگر سیم مذکور تا 200^0C حرارت داده شود، طول آن چقدر خواهـد شـد. ضـریب انبسـاط خطـی آن $11.10^{-6}/C^0$ میباشد؟

انبساط سطحی: درین نوع انبساط طول و عرض همزمان افزایش می یابند که برای دریافت آن از رابطهٔ ذیل استفاده میشود.

$$\Delta A = \beta A_0 \Delta t$$

برای دریافت مساحت بعدی از روابط ذیل استفاده میشود.

$$A = A_0 + \Delta A$$

$$A = A_0\left(1 + \beta\Delta t\right)$$ ويا

A_0 ⟶ مساحت اولی

A ⟶ مساحت بعدی

ΔA ⟶ اندازهٔ انبساط

Δt ⟶ افزایش درجهٔ حرارت

β ⟶ ضریب انبساط سطحی

$$\beta = 2\alpha$$

واحدات بیتا مانند واحدات الفا هستند.

انبساط حجمی: برای دریافت انبساط حجمی

از رابطهٔ ذیل استفاده میشود.

$$\Delta V = \gamma V_0 \Delta t$$

بـــرای دریافـــت حجـــم بعـــدی از روابـــط ذیـــل استفاده میشود.

$$V = V_0 + \Delta V$$

$$V = V_0\left(1 + \gamma\Delta t\right)$$ ويا

V_0 ⟶ حجم اولی

V ⟶ حجم بعدی

ΔV ⟶ اندازهٔ انبساط

Δt ⟶ افزایش درجهٔ حرارت

γ ⟶ ضریب انبساط حجمی

$$\gamma = 3\alpha$$

واحدات گاما مانند واحدات الفا هستند.

مقدار حرارت

مقدار حرارت همیشه از درجهٔ حرارت **بلند تر**

به درجهٔ حرارت **پایینتر** انتقال میکند تا

زمانیکه درجات حرارت با هم مساوی شوند.

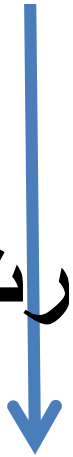
مقدار حرارت به حرف Q نشان داده میشود و توسط آلهٔ بنام کالوری متر اندازه گیری میشود.

مقدار حرارت از رابطهٔ ذیل محاسبه میشود.

$$Q = m\ c\ \Delta t$$

مقدار حرارت

کتله



حرارت مخصوصه

افزایش درجه حرارت

واحدات مقدار حرارت

1- حرارت یک نوع انرژی است، بناءً واحد آن در سیستم SI عبارت از ژول است.

2- واحدات معمولی مقدار حرارت کالوری و کیلوکالوری میباشد.

روابط بين واحدات مقدار حرارت

$$cal = 4.19J = 4.2J$$

$$J = 0.24cal$$

$$Kcal = 1000cal$$

$$Kcal = 4190J$$

تعریف کالوری (cal) :عبارت از مقدار حرارتی است که درجه حرارت یک گرام آب را از 14.5^0C به 15.5^0C برساند.

تعریف کیلو کالوری(kcal): عبارت از مقدار حرارتی است که درجه حرارت یک کیلو گرام آب را از 14.5^0C به 15.5^0Cبرساند.

تعریف حرارت مخصوصه: عبارت از مقدار حرارتی است که درجهٔ حرارت یک گرام یکماده را یک در جهٔ سانتی گراد بالا ببرد.

حـــرارت مخصوصـــهٔ آب $1\frac{cal}{grc^0}$ ویـــا

$1\frac{kcal}{kgc^0}$ ویا $4190\frac{J}{kgk}$ میباشد.

تعریف ظرفیت حرارتی: عبارت از مقدار حرارتی است که درجهٔ حرارت یک یکماده را یک در جهٔ سانتی گراد بالا ببرد.

مثال: $80gr$ سیماب 4^0C را چند کالوری حرارت دهیم تا به سیماب 90^0C تبدیل شود. اگر حرارت مخصوصهٔ سیماب $0.03\frac{cal}{grgrad}$ باشد؟

مثـال: در سـطح بحـر $500gr$ آب 20^0C را به **آب جوش** تبدیل میکنیم. بـرای ایـن منظـور به چند کالوری حرارت ضرورت است؟

مثال: درجه حرارت $50gr$ یک ماده را از $20^{\circ}C$ به $30^{\circ}C$ میرسانیم و برای این منظور $200cal$ حرارت اخذ کرده است.

حرارت مخصوصه آنرا دریابید؟

درجهٔ حرارت تعادل: حرارت همیشه از مادهٔ که درجهٔ حرارت آن زیاد است به مادهٔ که درجهٔ حرارت آن کم است، انتقال میکند تا زمانیکه درجات حرارت مساوی شود. درجهٔ حرارت مساوی بنام درجهٔ حرارت تعادل یاد میشود.

اگـر درجـهٔ حـرارت بلنـد را بـه t_2 درجـهٔ حـرارت پـایین را بـه t_1 و درجـهٔ حـرارت تعـــادل را بـــه θ نشـــان دهـــیم.

θ از رابطهٔ ذیل دریافت میشود.

uc_p5_l051_06_01a.swf

$$\theta = \frac{m_1 c_1 t_1 + m_2 c_2 t_2}{m_1 c_1 + m_2 c_2}$$

مثال: $300gr$ آب 40^0C را با $200gr$ آب

100^0C مخلـوط میکنـیم. درجـهٔ حـرارت

تعادل را دریابید؟

مثـــال: $58gr$ آب جـــوش را دریـــک ظـــرف المونیمی کـه کتلـهٔ آن $100gr$ و درجـهٔ حـرارت آن 20^0C اســت، میریـــزیم. اگـــر حـــرارت مخصوصـــهٔ المـــونیم $0,22\frac{cal}{grc^0}$ باشـــد، درجهٔ حرارت تعادل را دریابید؟

فورمـول کـالوری متـر: کـالوری متـر بـرای اندازه گیری مقدار حرارت استفاده میشود. برای کالوری متر رابطۀ ذیل وجود دارد.

$$Q = \left(mc + A \right) \Delta t$$

مثال: در یک کالوری متر $700gr$ آب موجود است درجهٔ حرارت آنرا از 20^0C به 40^0C میرسانیم اگر ظرفیت حرارتی کالوری متر $25\frac{cal}{c^0}$ باشد، مقدار حرارت آنرا محاسبه کنید؟

قوانین گازات: روابطی که بین فشار، درجهٔ حرارت و حجم گازات وجود دارند بنام قوانین گازات یاد میشوند. این قوانین قرار ذیل اند.

1- قانون بايل-ماريوت

اگر حجم و فشار اولی را به V_1 و P_1 و حجم و فشار دومی را به V_2 و P_2 نشان دهیم، قانون بایل ماریوت طور ذیل بیان میشود.

030303Boyles Law2.swf

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

(قانون بايل-ماريوت)

2- قانون چارلس

اگـر حجـم و درجـهٔ حـرارت مطلقـه در حالـت اول V_1 و T_1 و در حالـــــــت دوم V_2 و T_2 باشــد، قــانون چــارلس طور ذیل بیان میشود.

VT.swf

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

اگر درجهٔ حرارت به سانتی گراد داده شده باشد از رابطهٔ $T = t + 273$ استفاده کرده و درجهٔ مطلقه را دریافت میکنیم.

3- قانون گیلوساک

اگـر فشـار و درجـهٔ حـرارت مطلقـه در حالـت اول P_1 و T_1 و در حالـــــــــت دوم P_2 و T_2 باشـــد، قـــانون گیلوســـاک طور ذیل بیان میشود.

uc_c4_l008_an06_01.swf

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

فورمـول عمـومی گـازات : از ترکیـب سـه فورمول بایل- مـاریوت، چـارلس و گیلوسـاک فورمـول ذیـل حاصـل میشـود کـه بنـام فورمـول عمـومی گـازات یـاد میشـود.

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

مثـال: حجـم یـک گـاز در 27^0C بـه انـدازهٔ $100cm^3$ اســـــت. حجـــــم گـــــاز را در 127^0C دریابید اگر فشار ثابت باشد؟

مثـال: فشـار یـک گـاز در 27^0C بـه انـدازهٔ $1atm$ اســـــت. فشـــــار گـــــاز را در 177^0C دریابید اگر حجم ثابت باشد؟