حرکت (سینماتیک) :

مدل ذره ای :برای بررسی حرکت اجسامی که حرکت انتقالی دارند چون حرکت تمام ذرات جسم یکسان است از نظر سادگی حرکت ذره ای واقع در مرکز جرم جسم مورد بررسی قرار می دهند و هر جا که لازم باشد جرم آن را برابر با جرم جسم منظور می کنند . پس در این کتاب هر جا صحبت از جسم می شود منظور چنین ذره ای است .(هر جسمی که ابعاد آن در برابر فاصله های موجود در مسئله قابل چشم پوشی باشد ذره می نامیم)

جسم متحرک :

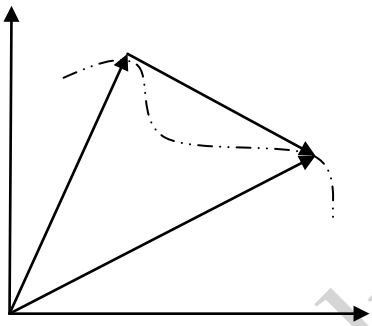
هر گاه مختصات جسمی در یک دستگاه مختصات با گذشت زمان تغییر کند آن جسم در آن دستگاه مختصات در حال حرکت خواهد بود پس حرکت ونیز سکون نسبی است .

حرکت نسبی است و نقطه ثابتی که همواره مکان متحرک را نسبت به آن می سنجند مبدا مختصات (مبدا مکان) است لحظه شروع به مطالعه هر حرکتی را مبدا زمان می گویند .

مکان هر ذره با برداری به نام بردار مکان که مبدا دستگاه مختصات را به مکان آن ذره متصل می کند توصیف می شود .

بزرگی بردار مکان هر نقطه برابر با فاصله آن نقطه تا مبدا مختصات است وجهت آن در جهت خطی است که مبدا مختصات را به این نقطه وصل می کند و (از به طرف آن نقطه)

بردار جابجایی را با $\overrightarrow{\Delta r}$ و بردار مکان رابا $\vec{r}$ نشان می دهند .



$$\overrightarrow{r_A} = x_A\vec{i} + y_A\vec{j}$$

$$\overrightarrow{r_B} = x_B\vec{i} + y_B\vec{j}$$

$$\overrightarrow{\Delta r} = \vec{r}_B - \vec{r}_A$$

$$\overrightarrow{\Delta r} = (X_B - X_A)\vec{i} + (Y_B - Y_A)\vec{j}$$

سکون وحرکت هر جسم نسبت به اجسام دیگر سنجیده می شود به عبارت دیگر حرکت وسکون مفاهیم نسبی اند اگر بردار مکان ذره ای در یک دستگاه مختصات معین با گذشت زمان تغییر نکند (مستقل از زمان) می گوییم ذره نسبت به آن دستگاه ساکن است ولی اگر بردار مکان ذره با گذشت زمان تغییر کند (تابع زمان باشد) می گوییم ذره نسبت به آن دستگاه در حال حرکت است .

مسیر حرکت ذره مکان هندسی نقطه انتهایی بردار مکان آن در لحظه های مختلف است .

هر جابجایی با یک عدد ویک جهت به طور کامل مشخص می شود .

یک ذره که در یک دستگاه مختصات ساکن است ممکن است نسبت به دستگاه مختصات دیگر در حرکت باشد.

بردار سرعت متوسط:

سرعت متوسط یک کمیت برداری است که با بردار جابجایی هم جهت است . $\vec{\bar{V}} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$

بردار سرعت متوسط ذره در یک بازه زمانی هیچ گونه اطلاعی درباره چگونگی حرکت ذره در آن بازه به ما نمی دهد

بردار سرعت لحظه ای:

بردار سرعت لحظه ای مشتق بردار مکان نسبت به زمان است . $V = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta r}{\Delta t} = \frac{dr}{dt}$

هر جا کلمه سرعت را به تنهایی به کار بردیم منظور بردار سرعت لحظه ای است .

www.alm.loxblog.com

بردار شتاب متوسط:

شتاب متوسط هم مانند سرعت کمیتی برداری است که بابردار ΔV هم جهت است . $\vec{\bar{a}} = \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$

بردار شتاب لحظه ای:

شتاب لحظه ای مشتق سرعت نسبت به زمان است وآهنگ تغییر سرعت را در هر لحظه نشان می دهد . $a = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{dV}{dt}$

حرکت مستقیم الخط :

اگر مسیر حرکت جسمی خط راست باشد حرکت را مستقیم الخط می نامند . حرکاتی که در دوره دبیرستان مورد بررسی واقع می شود اکثرا مستقیم الخط هستند .

در چنین مواردی مسیر حرکت متحرک را محور فاصله ها در نظر گرفته و یک نقطه روی محور (معمولا نقطه شروع حرکت) را بعنوان مبدا انتخاب می کنند . ممکن است جهت مثبت محور را جهت حرکت متحرک در شروع حرکت انتخاب کرد . با انتخاب جهت روی محور باید توجه داشت که از بردارهای شتاب و سرعت هرکدام که در جهت محور باشند مثبت وهر کدام که در خلاف جهت محور باشند منفی منظور میشوند .

توجه به این امر مهم است که علامت منفی یا مثبت برای فاصله سرعت و شتاب فقط تعیین کننده جای متحرک و یا جهت حرکت وجهت این بردارها می باشند و تند یا کند بودن حرکت طبق تعریفی که دنباله این مطالب خواهد آمد تعیین می شود.

در حرکت بر خط راست برای سادگی سمت گیری محورهای مختصات را به صورتی برمی گزینیم که در آن یکی از محورها بر مسیر حرکت منطبق باشد بردار مکان در هر لحظه با مسیر حرکت هم راستا خواهد بود به این ترتیب راستای بردار مکان ثابت مانده وتنها بزرگی و یا بزرگی وسوی آن با گذشت زمان تغییر می کند در حرکت جسم بر خط راست برای تعیین مکان جسم در هر لحظه به جای استفاده از بردار مکان جسم می توانیم از یک عدد جبری استفاده کنیم که فاصله جسم از مبدا را نشان می دهد .

اگر ذره حرکت نکند (همواره در یک نقطه باقی بماند) نمودار مکان زمان آن به صورت خط راست موازی با محور زمان است .

در حرکت بر خط راست همواره سرعت در راستای همان خط راست (مسیر حرکت) است بردار ΔV نیز در راستای همین محور خواهد بود پس شتاب متوسط وشتاب لحظه ای نیز در راستای همین محور خواهند بود .

معادله حرکت:

رابطه بردار مکان ذره با زمان را معادله حرکت ذره می نامند .که به یکی از حالات زیر است

معادله درجه1 که نشانگرحرکت یکنواخت است $X = At + B$

www.alm.loxblog.com

معادله درجه2 که نشانگرحرکت شتابدار با شتاب ثابت است $X = At^2 + Bt + C$

معادله درجه1 که نشانگرحرکت شتابدار با شتاب متغیراست $X = At^3 + Bt^2 + Ct + D$

با مشتق گرفتن از معادله حرکت نسبت به زمان رابطه سرعت ذره با زمان بدست می آید که آن را معادله سرعت می نامند .

حرکت یکنواخت $X' = V = A$

حرکت شتابدار با شتاب ثابت $X' = V = 2At + B$

حرکت شتابدار با شتاب متغیر $X' = V = 3At^2 + 2Bt + C$

هرگاه در معادله حرکت و یا سرعت شتاب و سرعت اولیه علامتهایی مخالف هم داشته باشند معادله مربوط به حرکتی است که تغییر جهت می دهد ابتدا کند شونده بعد در جهت عکس تند شونده است.اگر متحرک تغییر جهت ندهد حرکت آن تند شونده خواهد بود.

در لحظه تغییر جهت سرعت متحرک صفر می شود .

اگر در معادله حرکت به جای tمقدار قرار دهیم مکان جسم بدست می آید.

اگر دو مکان متوالی جسم را از هم کم کنیم جابه جایی محاسبه می شود.

برای محاسبه مسافت طی شده ،ابتدا باید دید متحرک تغییر جهت دارد یا نه، اگر متحرک تغییر جهت نداشته باشد جابه جایی با مسافت برابر است. اگرمتحرک تغییر جهت داشته باشد یک بار جابه جایی قبل از تغییر جهت و یک بار جابه جایی بعد از تغییر جهت را محاسبه و با هم جمع می نماییم.

برای محاسبه سرعت متوسط ،پس از محاسبه جابه جایی از فرمول سرعت متوسط استفاده می نماییم.

برای محاسبه شتاب می توان از معادله سرعت مشتق گرفت یعنی:

حرکت یکنواخت $X'' = V' = a = 0$

حرکت شتابدار با شتاب ثابت $X'' = V' = a = 2A$

حرکت شتابدار با شتاب متغیر $X'' = V' = a = 6At + 2B$

سرعت متوسط :

نسبت تغییر فاصله متحرک به زمان این تغییرات را سرعت متوسط می نامند .

$$V = \frac{\Delta X}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

واحد سرعت درSI متر بر ثانیه می باشد .

$$1\frac{km}{h} = \frac{1}{3/6}\frac{m}{s}, 1\frac{m}{s} = 100\frac{cm}{s}$$

حرکت یکنواخت مستقیم الخط :

www.alm1oxblog.com

حرکتی است که در آن بردار سرعت ثابت باشد . سرعت متوسط و سرعت لحظه ای در این حرکت با هم برابرند ومسافت طی شده در زمانهای مساوی با هم برابرند . معادله این حرکت بصورت زیرا است :

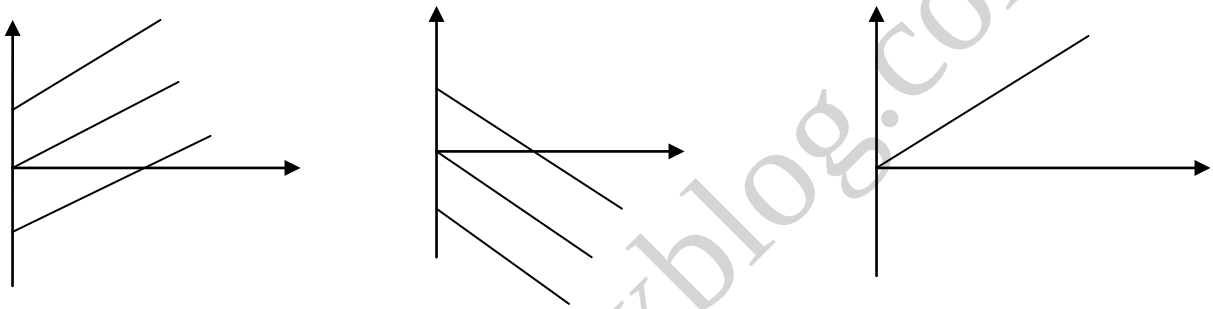
$$x = Vt + x_0$$

در این رابطه x_0 فاصله متحرک از مبدا محور است در شروع حرکت که به آن فاصله اولیه گفته می شود اگر جهت سرعت با محور یکی باشد سرعت مثبت و اگر در خلاف جهت آن باشد منفی است .

در حرکت ذره بر روی خط راست اگر اندازه سرعت ثابت باشد حرکت ذره را یکنواخت بر روی خط راست می گویند $(V = cte, a = 0)$

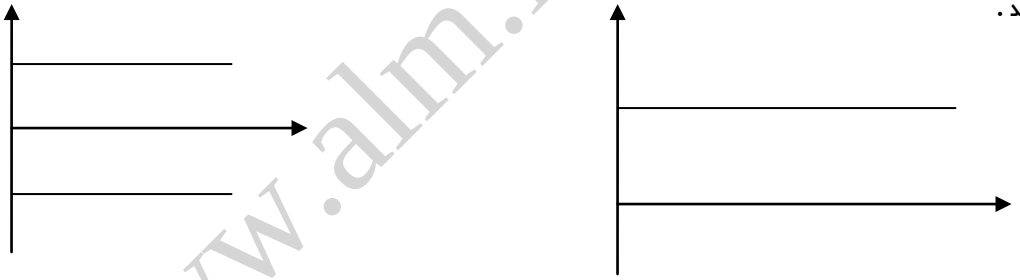
نمودار های حرکت یکنواخت:

نمودار فاصله – زمان این حرکت خطی است راست که شیب آن برابر سرعت متحرک است



$(\tan\alpha = V)$ حرکت درجهت منفی حرکت در جهت مثبت

ونمودار سرعت – زمان در این حرکت خط راستی است موازی محور زمان که اندازه سطح زیر نمودار با محورزمان برابر مسافت طی شده (Vt) می باشد .



حالت های مختلف برای محاسبه سرعت متوسط:

اگر متحرک فاصله های $x_1, x_2, \ldots$ را درزمانهای $t_1, t_2, \ldots$ طی کند سرعت متوسط او در کل این حرکت برابر است با :

$$V = \frac{x_1 + x_2 + \ldots}{t_1 + t_2 + \ldots} = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2 + \ldots}{t_1 + t_2 + \ldots}$$

چنانچه سرعت متحرک در این فاصله ها به ترتیب V_1 و V_2 و... بوده و $x_1 = x_2 = \ldots$ و تعداد این فاصله ها n باشد در این صورت خواهیم داشت :

www.alm.loxblog.com

$$V=\frac{n}{\frac{1}{V_1}+\frac{1}{V_2}+\dots}$$

و در صورتی که فاصله ها مساوی نبو ده اما زمان حرکتها برابر باشند یعنی $t_1=t_2=\dots$ باشد سرعت متوسط میانگین سرعتهای متحرک می باشد :

$$V=\frac{V_1+V_2+\dots}{n}$$

اگر متحرکی فاصله x_1 را با سرعت V_1 و بقیه مسافت رابا سرعت V_2 طی کند و $X_1=\frac{m}{n}x$ باشد (x کل مسافت طی شده است) در اینصورت سرعت متوسط از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$V=\frac{nV_1\cdot V_2}{(n-m)V_1+mV_2}$$ و یا $$V=\frac{V_1\cdot V_2}{\left(1-\frac{m}{n}\right)V_1+\frac{m}{n}V_2}$$

حرکت تند وکند شونده :

اگر مقدار سرعت متحرک (صرفنظر از علامت مثبت یا منفی آن) با گذشت زمان افزایش یابد حرکت تند شونده و اگر کاهش یابد حرکت کند شونده است. در اینصورت هرگاه بردارهای سرعت وشتاب هم جهت باشند حرکت تند شونده وهرگاه در خلاف جهت هم باشند حرکت کند شونده است . پس در هر لحظه که حاصلضرب سرعت در شتاب مثبت باشد $aV\succ 0$ حرکت تند شونده واگر منفی باشد $aV\prec 0$ حرکت کند شونده است .

حرکت مستقیم الخط با شتاب ثابت :

حرکتی است که مسیر حرکت متحرک خط راست و بردار شتاب ثابت باشد . در این حرکت فاصله های طی شده در زمانهای مساوی و متو الی t با هم تشکیل تصاعد عددی می دهند که قدر نسبت آن برابر $a\cdot t^2$ است در نتیجه تفاضل فاصله های طی شده در ثانیه های متوالی برابر شتاب حرکت است .

$$d=a\cdot t^2=x_2-x_1=x_3-x_2=x_4-x_3=\dots$$
$$t=1\rightarrow x_2-x_1=x_3-x_2=\dots=a$$

در حرکت متشابه التغییر مسافت های طی شده در زمانهای مساوی و متوالی جملات متوالی یک تصاعد حسابی هستند

اگر x_3 مسافت طی شده در ثانیه آخر x_1 مسافت طی شده در ثانیه اول و x_2 مسافت طی شده در ثانیه وسط است .

$$2x_2=x_1+x_3$$

اگر متحرک دارای سرعت اولیه باشد مسافت طی شده در ثانیه های اول ودوم وسوم به ترتیب $(0/5a+V_0)$, $(1/5a+V_0)$, $(2/5a+V_0)$, ... است .

www.alm.loxblog.com

معادلات حرکت شتابدار:

معادله حرکت

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

معادله سرعت

$$V = at + V_0$$

رابطه مستقل از شتاب

$$x = \frac{V + V_0}{2}$$

رابطه مستقل از زمان

$$V^2 - V_0^2 = 2ax$$

سرعت متوسط در صورتی که شتاب ثابت باشد

$$\overline{V} = \frac{1}{2}at + V_0$$

رابطه مستقل از سرعت اولیه

$$x = -\frac{1}{2}at^2 + Vt$$

مسافت طی شده در n ثانیه آخر حرکت

$$x_n = \frac{1}{2}an(2t - n) + V_0 n$$

مسافت طی شده در ثانیه nام یا مسافت طی شده در ثانیه آخر حرکت

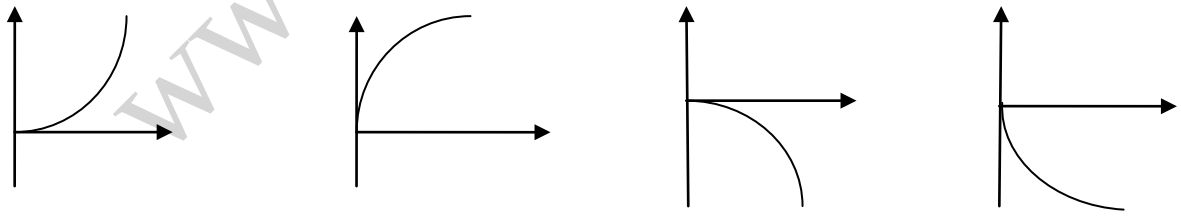
$$x_n = \frac{1}{2}a(2n - 1) + V_0$$

تذکر : در حرکت کندشونده وقتی سرعت صفر شد متحرک می ایستد . معمولا جهت سرعت مثبت انتخاب می شود . در اینصورت اگر شتاب مثبت باشد حرکت تند شونده واگر منفی باشد حرکت کند شونده خواهد بود (به شرط آنکه حرکت بصورت رفت وبرگشت نباشد).

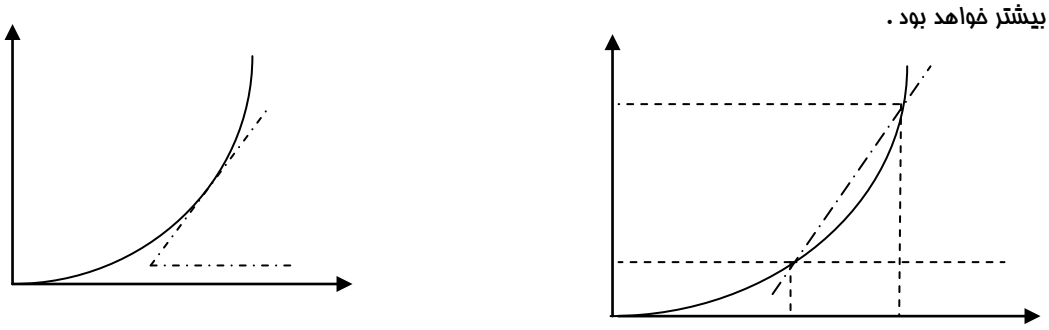
نمودارهای حرکت با شتاب ثابت :

نمودار مکان – زمان قسمتی از یک سهمی است:

در حرکت تند شونده جهت تغییر جهت تقعر نمودار به طرف محور x در حرکت کند شونده به سمت محور t است

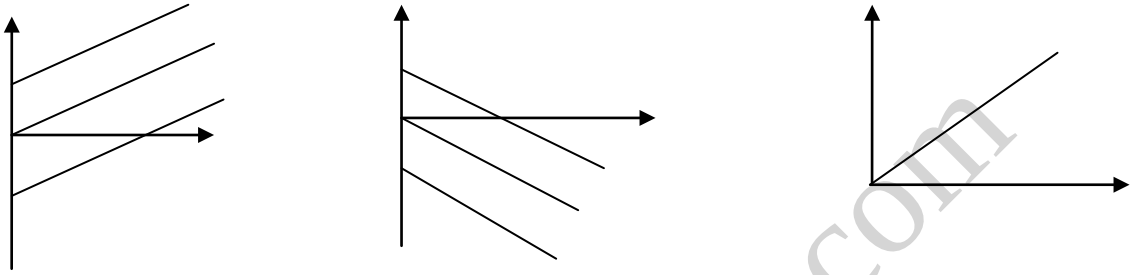


سرعت لحظه ای برابر شیب خط مماس بر منحنی نمودارمکان زمان(ضریب زاویه خط مماس برآن) است هرچه سرعت حرکت بیشتر باشد شیب نمودار بیشتر خواهد بود .

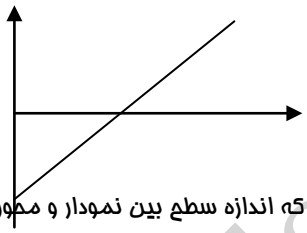


www.alm.loxblog.com

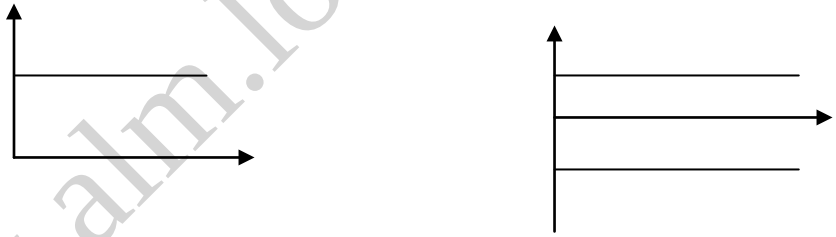
نمودار سرعت – زمان خط راستی است که اندازه شیب آن برابر شتاب حرکت و اندازه سطح زیر نمودار با محور زمان برابر فاصله است :



در حرکت شتابدار جمع جبری مساحتهای بین نمودار سرعت زمان با محور زمان برابر جابجایی از مبدا و مجموع قدر مطلق مساحتها برابر با مسافت طی شده است



نمودار شتاب – زمان این حرکت خط راستی موازی محور زمان است . که اندازه سطح بین نمودار و محور زمان برابر تغییر سرعت است :



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

حرکت نسبی:

حالت اول(دو متحرک مستقل):

اگر دو جسم با سرعتهای V_1 و V_2 در یک راستا به طرف هم و یا در خلاف جهت هم در حرکت باشند سرعت نسبی آن دو برابر است با :

$$V = V_1 + V_2$$

اگر دوجسم با سرعتهای v_1 و v_2 در یک راستا و در یک جهت به دنبال هم در حرکت باشند سرعت نسبی آن دو عبارت است از :

سرعت نسبی جسم اول نسبت به دوم $V = V_1 - V_2$

سرعت نسبی جسم دوم نسبت به اول $V = V_2 - V_1$

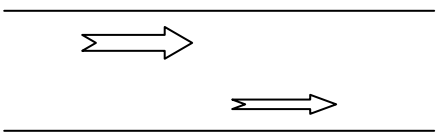
www.alm.loxblog.com

حالت دوم (دو متحرک وابسته):

اگر حرکت یک متحرک وابسته به متحرک دیگر باشدمانند حرکت قایق درون آب، در این حالت داریم:

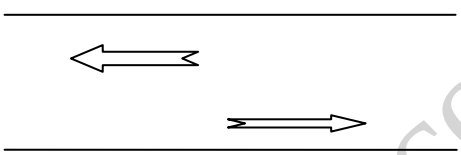
اگر قایق در جهت جریان آب حرکت کند:

$$V = V_1 + V_2$$

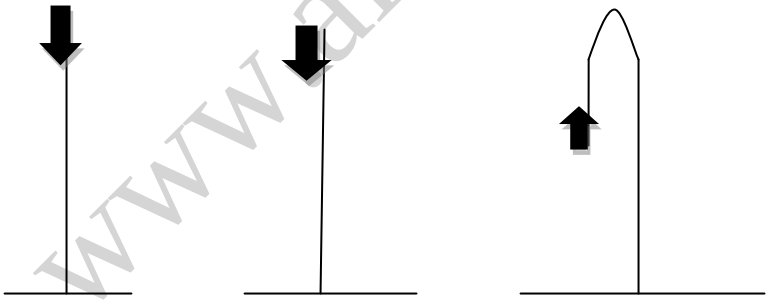


اگر قایق در خلاف جهت جریان آب حرکت کند :

$$V = V_2 - V_1$$



حرکت سقوط آزاد :



به حرکتی گفته می شود که در آن تنها نیروی وارد بر جسم نیروی وزن آن باشد . معمولا اگر جهت سرعت اولیه به طرف بالا باشد به آن پرتاب در راستای قائم (بطرف بالا) می گویند .

در هر حال حرکت مستقیم الخط با شتاب ثابت است که مسیر حرکت (محور فاصله) قائم است. مرسوم چنین است که در حرکت سقوط آزاد به جای x از y یا h استفاده می شود . اگر متحرک بالاتر از نقطه پرتاب باشد دارای مکان مثبت و اگر پایین تر از نقطه پرتاب باشد دارای مکان منفی است.پس در نقطه پرتاب $h = 0$ ودر سطح زمین $h = -h_0$ است.

در این حرکت چون شتاب همواره به سمت پایین است ، علامت آن را منفی در نظر می گیریم .در این صورت $a = -g$ می شود در حرکت سقوط آزاد یا پرتاب در راستای قائم سرعت مثبت یعنی جسم بالا می رود سرعت منفی یعنی جسم پایین می رود.

www.alm.loxblog.com

در این حرکت وقتی متحرک بالا می رود $a \prec 0, v \succ 0$ حرکت کند شونده و وقتی که پایین می آید$(a \prec 0, v \prec 0)$ حرکت تند شونده است .

در حرکت سقوط آزاد مثبت یا منفی بودن h یا v یا g فقط نشانگر جهت است وتند یا کند بودن حرکت را نشان نمی دهد .

معادلات این حرکت همان معادلات حرکت باشتاب ثابت بر مسیر مستقیم است .

معادلات این حرکت بصورت زیر است :

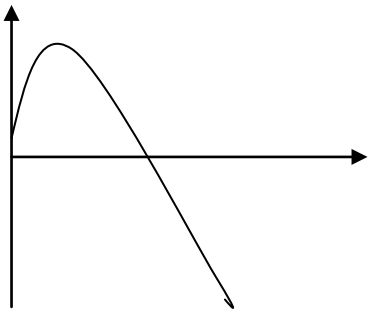
معادله حرکت $h = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 t$

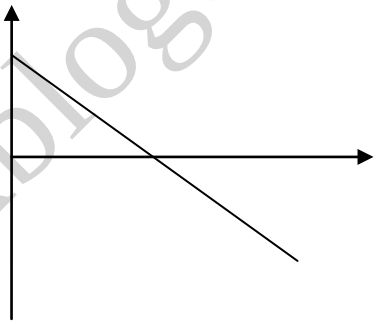
معادله سرعت $v = -gt + v_0$

رابطه مستقل از شتاب $x = \frac{v + v_0}{2}$

رابطه مستقل از زمان $v^2 - v_0^2 = -2gh$

اگر حرکت بصورت رفت وبرگشت باشد (مثل پرتاب در راستای قائم بطرف بالا) نمودار فاصله – زمان و سرعت – زمان بصورت زیر است :





تصاعد در حرکت سقوط آزاد:

در حرکت سقوط آزاد چون شتاب ثابت و برابر10 می باشد، با توجه به این که مسافت های طی شده در زمان های مساوی و متوالی در حرکت شتابدار تشکیل تصاعد حسابی می دهد می توان گفت در هر ثانیه از سقوط10 متر به مسافت طی شده در ثانیه قبل اضافه می شود و همچنین10متر بر ثانیه به سرعت اضافه خواهد شد پس

الف) اگر گلوله رها شود در ثانیه اول 5متر در ثانیه بعد 15متر در ثانیه بعد 25متر و..... در هر ثانیه 10 متر به مسافت اضافه می شود.

سرعت نیز چون ابتدا صفر بوده(گلوله رها شده) در پایان ثانیه اول10 متر بر ثانیه ، در پایان ثانیه دوم 20 متر بر ثانیه و..... در هر ثانیه 10 متر بر ثانیه به سرعت اضافه خواهد شد.

ب) اگر گلوله دارای سرعت اولیه.v باشد در ثانیه اول مسافت .v+5در ثانیه دوم .v+15 و.....وسرعت آن در پایان ثانیه اول .v+10در پایان ثانیه دوم .v+20و.....خواهد بود

نکات مهم در پرتاب یک گلوله:

www.alm.loxblog.com

1-زمان کل حرکت جواب قابل قبول معادل درجه دوم $-\frac{1}{2}gt^2+v_0t+h_0=0$ است که اگر جسم به نقطه پرتاب برگردد $h_0=0$

زمان کل حرکت $t=\frac{2v_0}{g}$ است که دو برابر زمان رسیدن به اوج است .

2-در این حرکت جسم از نقاط بالای نقطه پرتاب دو بار عبور می کند یکی پس از زمان t_1 در موقع بالا رفتن و دیگری پس از زمان t_2 در موقع پایین آمدن (توجه داشته باشید t_1 و t_2 هر دوزمان از لحظه شروع حرکت هستند) اگر فاصله نقطه مورد نظر تا مبدا h_1 باشد t_1 و t_2 جوابهای معادله درجه دوم $-\frac{1}{2}gt^2+v_0t-h_1=0$ می باشند چون t_1 و t_2 جوابهای معادله هستند پس $\left(c/a\right)$ و $\left(-b/a\right)$ را می نویسیم ،یعنی داریم:

$$h=\frac{1}{2}gt_1t_2 \qquad v_0=\frac{1}{2}g\left(t_1+t_2\right)$$

3- در حرکت سقوط آزاد وقتی سرعت جسم به $1/n$ سرعت اولیه می رسد مدت زمان

$$t=\left(\frac{n-1}{n}\right)t'$$

وارتفاع آن

$$h=\left(\frac{n^2-1}{n^2}\right)h'$$

است که در آن t' زمان رسیدن به اوج و h' ارتفاع اوج است .

4- هرگاه با سرعت اولیه v_0 جسمی را در شرایط خلا به طرف بالا پرتاب کنیم سرعت در نیمه راه نقطه اوج از رابطه

$v=v_0\frac{\sqrt{2}}{2}$ بدست می آید.

5- هرگاه جسمی با سرعت اولیه v_0 در امتداد قائم سقوط کند اگر سرعت بر خورد با زمین را V فرض کنیم سرعت در نیمه راه برابر است با :

$$V'^2=\frac{V^2+V_0^2}{2}$$

6- در حرکت سقوطی هنگامی که گلوله $1/n$ مسیر را طی نماید زمان حرکت آن برابر است با :

$t'=\frac{t}{\sqrt{n}}$ t زمان رسیدن به زمین

7- سرعت گلوله در $\frac{a}{b}$ ارتفاع اوج برابر است با

$$v=\pm v_0\sqrt{1-a/b}$$

www.alm.loxblog.com

نکات مهم در پرتاب دو گلوله:

1-اگر از یک مبدا دو گلوله با اختلاف زمانی Δt ثانیه در راستای قائم با سرعت اولیه v_0 به طرف بالا پرتاب شوند(یعنی گلوله دوم از همان ارتفاع با همان شرایط Δt ثانیه بعد به دنبال اولی پرتاب شود) داریم :

$$\Delta t = t_1 - t_2$$

$$t_1 + t_2 = \frac{2v_0}{g}$$

سرعت گلوله اول به هنگام رسیدن به دومی $V_1 = -\frac{1}{2} g\Delta t$

سرعت گلوله دوم به هنگام رسیدن به اولی $V_2 = \frac{1}{2} g\Delta t$

در این حالت بعد از مدت t ثانیه دو گلوله به همدیگر برخورد می کنندکه مقدارt از رابطه زیر محاسبه می شود :

$$t = \frac{v_0}{g} \pm \frac{\Delta t}{2}$$

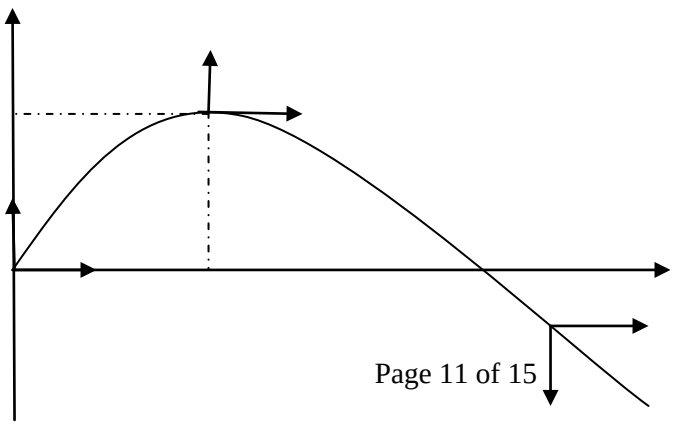
2- اگر دوجسم از ارتفاعh در خلاف جهت هم به طرف یکدیگر پرتاب شوند زمان رسیدن به هم برابر است با :

$$t = \frac{h}{v_{01} + v_{02}}$$

3- اگر هر دوجسم از ارتفاعh در یک جهت به طرف یکدیگر پرتاب شوند زمان رسیدن به هم برابر است با :

$$t' = \frac{h}{|v_{02} - v_{01}|}$$

پرتابه :



www.alm.loxblog.com

حرکت پرتابی یک نوع حرکت در صفحه می باشد دراین حرکت که شامل حرکت یکنواخت در راستای محورXو حرکت شتاب دار در راستای محورYاست در هر لحظه سرعت و شتاب دارای دو مؤلفه می باشند.اگر زاویه پرتاب θ وسرعت اولیه v_0 باشد داریم :

مولفه های شتاب

$$a_x = 0$$
$$a_y = -g$$

مولفه افقی سرعت اولیه

$$V_{0x} = V_0 \cos\theta$$

مولفه قائم سرعت اولیه

$$V_{0y} = V_0 \sin\theta$$

سرعت در راستای افقی تابع زمان نیست پس در این راستا سرعت دارای مقدار ثابت است بنابراین در این راستا حرکت یکنواخت است

مولفه های سرعت لحظه ای

$$\begin{cases} V_X = V_{0X} = V_0 \cos\theta \\ V_Y = -gt + V_0 \sin\theta \end{cases}$$

و اندازه سرعت متحرک در هرلحظه برابر است با

$$V = \sqrt{V_X^2 + V_Y^2} = \sqrt{V_0^2 \pm 2gy}$$

در پرتاب در راستای غیر افقی سرعت پرتابه در اوج برابر سرعت افقی آن است یعنی در اوج $v = v_x = v_0 \cos\theta$ وسرعت قائم آن صفر است $v_y = 0$

پس معادلا ت پارامتری این حرکت به صورت زیر می باشد

$$\begin{cases} x = V_0 t \cos\theta \\ y = -\frac{1}{2} g t^2 + V_0 t \sin\theta \end{cases}$$

در این حرکت نیز مانند حرکت سقوط آزاد مکان جسم اگر بالای نقطه پرتاب باشد مثبت و اگر پایین نقطه پرتاب باشد منفی است. سرعت نیز اگر رو به بالا باشد مثبت و اگر رو به پایین باشد منفی است.

زاویه برخورد به زمین برابر است

$$\tan\theta = \frac{V_Y}{V_X}$$

اگر پرتاب درراستای افق باشد $\theta = 0$ خواهد بود . چنانچه جسم کوچکی را در شرایط خلا در راستای افق پرتاب کنیم چون سرعت اولیه افقی است پس $v_{0x} = v_0$ و $v_{0y} = 0$ و در نتیجه $a_y = g$ و $a_x = 0$ پس حرکت در امتداد محور X ها یکنواخت مستقیم الخط با سرعت ثابت وحرکت در امتداد قائم سقوط آزاد می باشد

پس اگر مقاومت هوا نباشد جسم از هر ارتفاع و با هر سرعت اولیه ای به طور افقی پرتاب شود زمان رسیدن آن به سطح زمین برابر زمانی خواهد بود که یک جسم از همان ارتفاع با سقوط آزاد به زمین برسدیعنی از فرمول:

www.alm.loxblog.com

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

یعنی در پرتاب در راستای افق برای محاسبه زمان کل حرکت کافی است در معادله پارامتری حرکت در امتداد محورy ها مقدار y را برابر ارتفاع سقوط قرار دهیم پس داریم :

$$t = \sqrt{\frac{2h_0}{g}}$$

نکات مهم در حرکت پرتابی:

1- زمان رسیدن به اوج:در حرکت پرتابی زمان رسیدن به اوج برابر است با :

$$t_c = \frac{V_0 \sin\alpha}{g}$$

2- ارتفاع اوج:ارتفاع اوج برابر است با :

$$h = \frac{V_0^2 \sin^2\alpha}{2g} + y_0$$

راه دیگر بدست آوردن ارتفاع h این است که از معادله پارامتری $y = -\frac{1}{2} g t^2 + v_0 t \sin\theta$ برحسب زمان مشتق گرفته سپس آن را مساوی صفر قرار داده t را بدست آوریم(زمان اوج) و سپس زمان بدست آمده را در معادله پارامتری فوق قرار دهیم .

3- مختصات نقطه اوج: مختصات نقطه اوج به صورت زیر است:

مسافت افقی نقطه اوج

$$X_C = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{2g}$$

ارتفاع اوج

$$y_c = \frac{V_0^2 \sin^2\alpha}{2g} + y_0$$

4- کل زمان حرکت: زمانی که جسم از زمین پرتاب می شود چون حرکت پرتابی جسم رادر خلا بررسی می کنیم (تنها نیروی موثر بر پرتابه فقط وزن جسم است و از اثر مقاومت هوا بر حرکت آنها صرفنظر می کنیم) پس زمان رسیدن جسم به زمین (زمان رسیدن به نقطه برد) دوبرابر زمان رسیدن به نقطه اوج است .

یعنی :

$$t_R = 2t_c = \frac{2V_0 \sin\alpha}{g}$$

واگر از زمین پرتاب نشود در این حالت زمان کل برابر جواب معادله حرکت می باشد.

5-برد پرتابه: برد پرتابه برابر است با :

www.alm.loxblog.com

$$R = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

برد پرتابه موقعی ماکزیمم است که زاویه پرتاب 45 درجه باشد .

برد پرتابه برای زاویه های $(45+\alpha)$ و $(45-\alpha)$ یکی است .

اگر $Y_0 = 0$ یعنی جسم از زمین پرتاب شود در این صورت :

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

یعنی برد پرتابه دو برابرمختصه افقی پرتاب می باشد.

6- معادله مسیر (معادله مستقل از زمان) : در حرکت پرتابی معادله مسیر حرکت که در هر نقطه مختصات حرکت (xوy) را مشخص می کند به صورت زیر است

$$y = \frac{\pm g x^2}{2V_0^2 \cos^2\theta} + x\tan\theta$$

7- فاصله افقی پرتاب در پرتاب در راستای افق: برای محاسبه فاصله افقی پرتاب(پرتاب در راستای افق) در معادله حرکت در امتداد محور x ها زمان را برابر زمان کل حرکت(پرتاب در راستای افق) می گیریم :

$$R = v_0\sqrt{\frac{2h_0}{g}}$$

www.alm.loxblog.com

www.alm.loxblog.com