مبحث حرکت

حرکت شناسی ۱

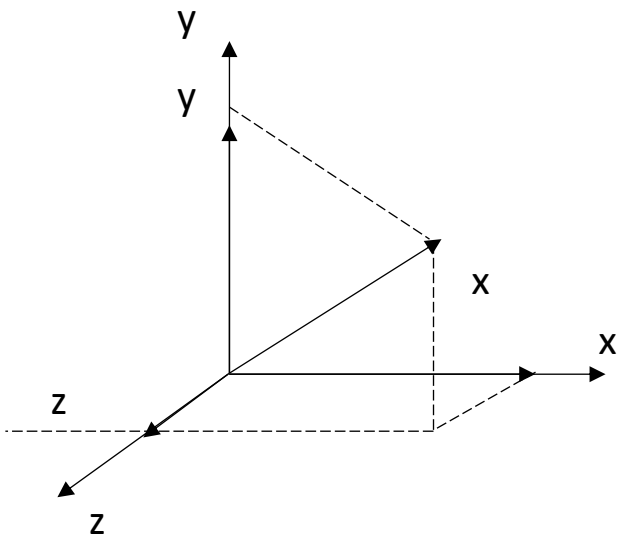
سینماتیک: شاخه ای از علم مکانیک است که به بررسی حرکات بدون توجه به علت آنها می پردازد.

حرکت: هر گاه مختصات جسمی ست به یک مبدا تغییر کند گوییم که جسم نسبت به آن مبدا حرکت کرده است. (حرکت نسبت به یک حرکت کیفیتی نسبتی است: یعنی یک متحرک می تواند در هر لحظه حرکات متفاوتی را نسبت به شیوه های مختلف داده باشد.

- **حرکت یک بُعدی:** دست هر گاه تنها یکی از مختصات جسم نسبت بهه مبدا تغییر کند مانند حرکت نستبا به مبدا بر خط راست افقی یا عمودی.
- **حرکت دو بُعدی:** دست هر گاه دو مختصه جسم نسبت به مبدا تغییر کند. مانند حرکت بر سیر منحنی
- **حرکت سه بُعدی:** دست هر گاه تمامی مختصات جسم ست به مبدا تغییر کند

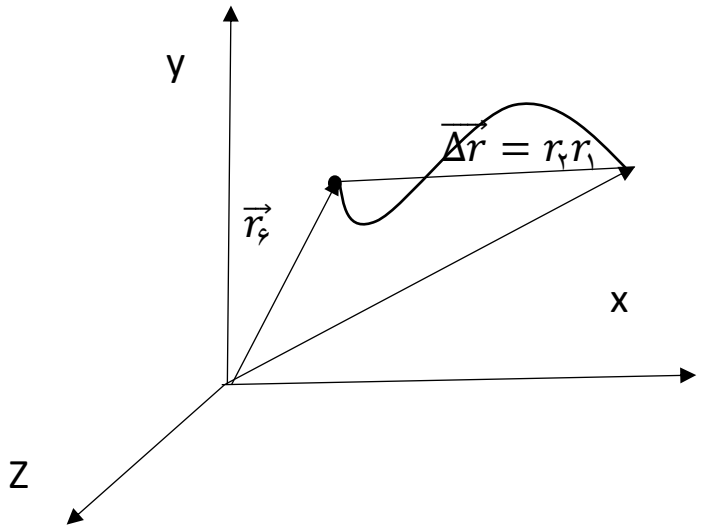
تذکر: تمامی حرکات بر سیر مستقیم، حرکت یک بعدی نیستند. خط محوری که تمامی حرکات بر سیر منحنی، دو بعدی نمی باشند چرا؟

بردار مکان «برداری است که از مبدا به مکان جسم وصل می شود.»



به مکان هندسی افقهای برد محورهای کمان متحرک در لحظات مختلف حرکت نبست به مبدا مسیر حرکت گفته می شود.

تغییر مکان یا جابجایی: بر روی دست که از مکان اولیه نهایی جسم رسم می شود. به عبارتی جابجایی تفاضل بردارهای همان مکان ابتدایی در انتهایی جسم است. بنابراین خواهیم داشت:



$$\vec{r_.} = x_.\vec{\imath} + y_.\vec{\jmath} + z_.\vec{k} \qquad ,\vec{r} = x\vec{\imath} + y\vec{\jmath} + z\vec{k}$$

$$\Longrightarrow \qquad \overrightarrow{\Delta r} = (x - x_.)\vec{\imath} + (y - y_.)\vec{\jmath} + (z - z_.)\vec{k}$$

مقدار جابجایی در سیرهای مختلف از روابط زیر محاسبه می شود:

(مقدار جابجایی در حرکت سه بعدی):

$$\Delta_r = \sqrt{(x - x_.)^۲ + (y - y_.)^۲ + (z - z_.)^۲}$$

(مقدار جابجایی در حرکت دو بعدی):

$$\Delta_r = \sqrt{(x - x_.)^۲ + (y - y_.)^۲}$$

(جابجایی در حرکت یک بعدی) :

مسافت: به کل سیر طی شده متحرک بدون در نظر گرفتن و راست و سوی آن، مسافت گرفته می شود.

موارد اختلاف بین جابجایی و مسافت:

۱- جابجایی کمیتی است برداری اما مسافت نرده ای است.

۲- جابجایی می تواند منفی باشد اما مسافت همواره مثبت است.

۳- جابجایی صرفا وابسته به نقاط ابتدایی و انتهایی حرکت بست و به شکل سیر بستگی ندارند.

اما مسافت صرفا وابسته به شکل سیر و ارتباطی به نقاط ابتدایی و انتهایی حرکت ندارد.

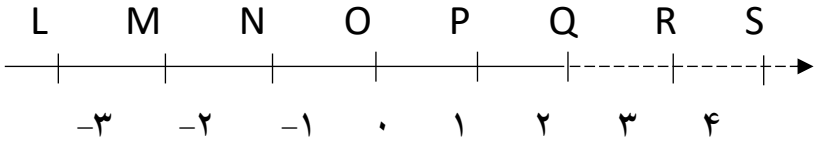
رابطه بین مسافت و جابجایی در حرکت بر خط راست و در جهت محور ۴X، جابجایی و مسافت برابرند ($\Delta x = ۴x$)حرکت بر خط راست و در خلاف جهت محور ۴X جابجایی و مسافت قرینه اند ($\Delta x = ۴$ (٤x=$|\Delta x|$) . در هر نوع حرکت دیگری مانند حرکت رفت و برگشت بر

خط راست یا حرکت بر سیر منحنی، مسافت بیشتر از اندازه های جابجایی است ($\text{٤x} > |\Delta x|$) .

بنابراین بین مسافت طی شده و جابجایی یک متحرک همواره رابطه زیر برقرار است:

$$\sum x \geq |\Delta x|$$

مثال (۱): جابجایی و مسافت طی شده متحرک را در هر یک از حالات زیر محاسبه کنید:



a) متحرک از m به جا می رود:

$$\Delta x = x_S - x_M = ۴ - (-۲) = ۶m$$

$$۴x = |x_S - x_M| = |۴ - (-۲)| = ۶m$$

b) متحرک از P به L می رود:

$$\Delta x = x_L - x_P = -۳ - ۱ = -۴m$$

$$۴x = |x_L - x_P| = |-۳ - ۱| = ۴m$$

C) متحرک ابتدا از N به R رفته و سپس به L بر می گردد:

$$\Delta x = x_L - x_N = -۳ - (-۱) = -۲m$$

$$\sum x = |x_R - x_N| + |x_L - x_R| = |۳ - (-۱)| + |-۳ - ۳| = ۱۰m$$

مثال (۲): متحرکی ۶۰m در راستای شمال به جنوب به سمت جنوب و ۸۰m در راستای مغرب – مشرق به سمت شرق رفته است جابجایی و مسافت طی شده متحرک را حساب کنید.

مثال ۳: متحرکی از مکان $\begin{vmatrix} ۶ \\ ۲ \end{vmatrix} = x$ به مکان $x \begin{vmatrix} ۱۸ \\ ۸ \end{vmatrix}$ رفته است. کل جابجایی آن چند متر است؟

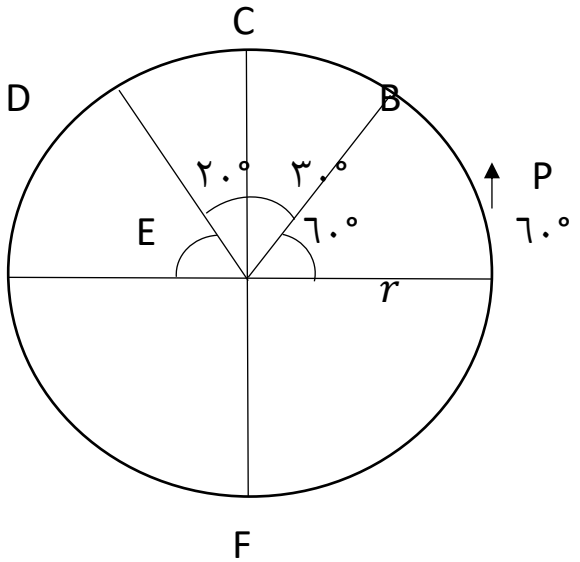
- اندازه ی جابجایی و مسافت طی شده متحرکی که بر سیر دایره حرکت می کند، از روابط زیر محاسبه می شود:

$$\left|\overrightarrow{\Delta x}\right| = ۲RSin\frac{x}{۲} \quad , \left|\overrightarrow{\Delta x}\right| = R\sqrt{۲(۱ - cosx)}$$

۴x=R.x

در روابط فوق :w زاویه مرکزی مقابل به قوس طی شده برحسب رادیان است.

مثال: متحرکی مسیر دایره را می پیماید. هر یک از جابجایی های زیر را برای آن محاسبه کنید.



$\Delta x_{AB} = r$

A $\Delta x_{BD} =$

$\Delta x_{AD} = r\sqrt{۳}$

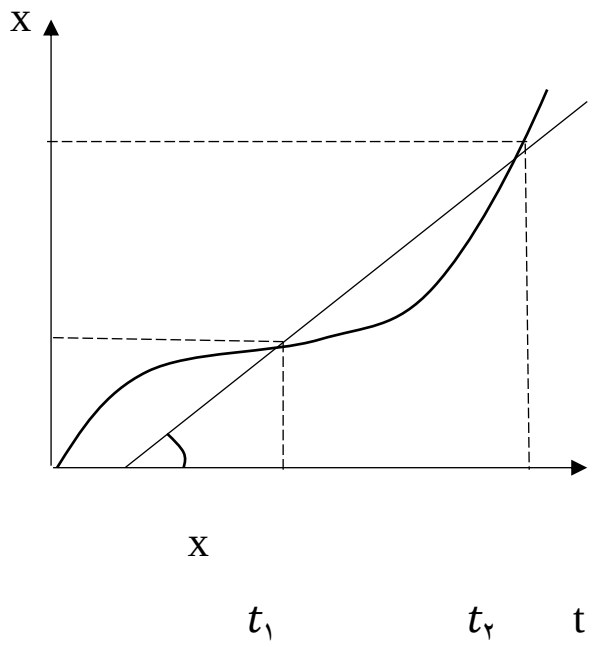
$\Delta x_{EF} = r\sqrt{۲}$

سرعت متوسط: نسبت جابجایی متحرک تا زمانی که در آن جابجایی صورت گرفته است دست را سرعت متوسط متحرک گویند. به عبارتی سرعت متوسط آهنگ تغییر مکان جسم است. کمیتی است برداری که بردار آن همواره در راستای و سوی بردار جابجایی است.

$$\vec{v} = \frac{\overrightarrow{\Delta x}}{\Delta t} = \frac{\vec{x} - \overrightarrow{x_{\circ}}}{\vec{t} - \overrightarrow{t_{\circ}}}$$

-سرعت متوسط برابر شیب خط واصل نمودار مکان-زمان متحرک در بازه زمانی مورد نظر می باشد:

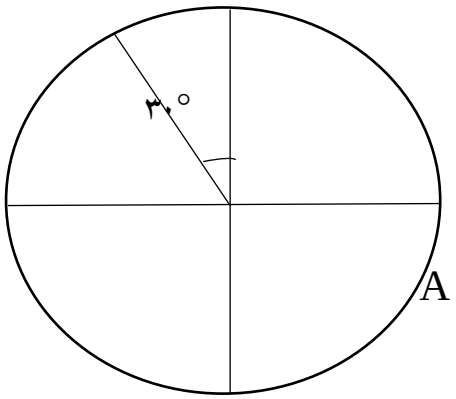
یک بعدی $\text{Tg}=\frac{x_۲-x_۱}{t_۲-t_۱}=\overrightarrow{v}$ $t_۲ - t_۱$



مثال ۴: متحرکی بر مسیر دایره ای به شعاع ۱۰۰m قوس مقابله به زاویه ۹۰ درجه را در مدت یک دقیقه و چهل ثانیه طی میکند مطلوبست محاسبه ۱) کل مسافت طی شده ۲) سرعت متوسط

مثال ۵۰: سرعت متوسط متحرکی که بردار کردن آن در لحظات$t_1 = ٤s$ و$t_2 = ٧s$به ترتیب$\vec{j}۴+$ – $\vec{r}_2 = v\vec{i} + ۱۶\vec{j}$ $۲\vec{i}$باشند: چند m/s است؟

مثال ۶۰: در شکل زیر متحرکی با اندازه سرعت ثابت بر مسیر دایره حرکت میکند. هر گاه پریود آن T باشد . اندازه سرعت متوسط واحد هر یک از جابجاییهای زیر محاسبه کنید.



$\overline{V_{AB}}$ =

$\overline{V_{AC}}$ =

$\overline{V_{AD}}$ =

$\overline{V_{AE}}$ =

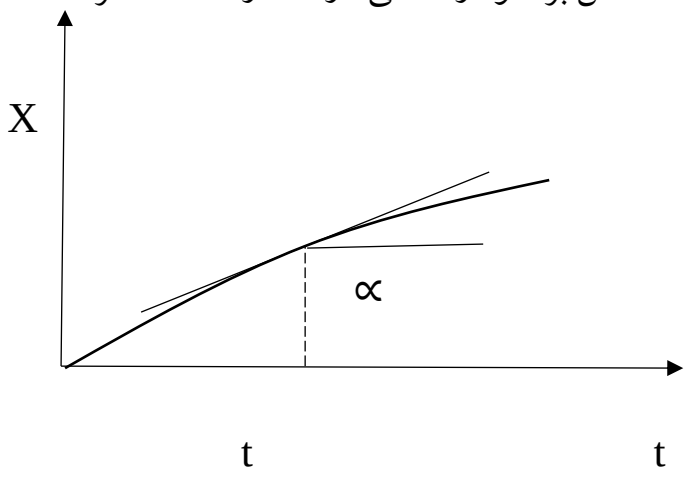
سرعت لحظه ای: سرعت در هر لحظه از حرکت به سرعت لحظه ای می گویند.

بیان ریاضی سرعت لحظه ای: سرعت لحظه ای حد سرعت متوسط هست، وقتیکه زمان به سمت صفر کند یا بعبارتی مشتق جابجایی بر حسب زمان می باشد. بردار سرعت لحظه ای همواره مماس بر مسیر حرکت است.

$$\vec{v} = Lim\frac{\overrightarrow{\Delta x}}{\Delta t} = Lim\,\vec{v} = \frac{d\vec{x}}{dt} = x(t)$$

$\Delta t \to ۰$ $\Delta t \to ۰$

-اندازه سرعت لحظه ای برابر نسبت خط مماس بر نمودار کمانی- زمان در نقطه مدنظر است.



VT=Tg∝

مثال ۷: معادله حرکت متحرکی در SI بصورت $x=t^{۳}-۲t+۸$ است، سرعت این متحرک در انتهای ثانیه دوم برابر چند متر بر ثانیه است؟

-عقربه کیلومتر شمار اتومبیل اندازه سرعت لحظه ای تقریبی اتومبیل را نشان می دهد.

- تمامی سرعتی چه متوسط ، چه لحظه ای در چه نسبی ، کمیتهای برداری اند.

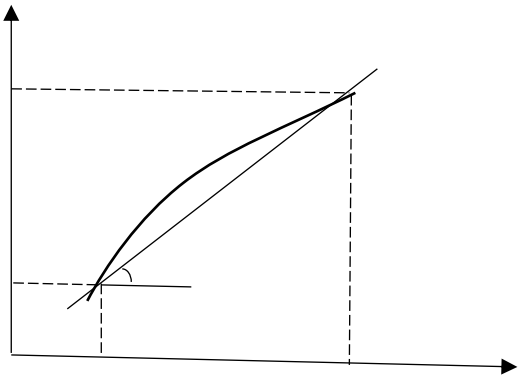
شتاب متوسط : نسبت تغییر سرعت متحرک به باره زمانی که در آن تغییر سرعت صورت گرفته بست را شتاب متوسط گویند.

بردار شتاب متوسط همواره در دست و سوی بردار تغییر سرعت است $\vec{a}=\frac{\overrightarrow{\Delta v}}{\Delta t} \Rightarrow$

$\overline{a}=\frac{v-v_{.}}{\Delta t}$

شتاب متوسط برابر شیب خط مماس در نمودار سرعت – زمان متحرک درباره زمانی خواسته شده

می باشد. $\text{Tg}\propto = \frac{v_1 - v_2}{t_1 - t_2} = \overline{a}\ t_1 - t_2$



نکته ۱- اندازه شتاب متوسط متحرکی که بر مسیر دایره با اندازه سرعت ثابتی حرکت می کند ۱-

رابطه زیر محاسبه می شود.

$\propto$زاویه مرکزی مقابل به قوس طی شده است.

$$|\vec{a}| = \frac{2|v|Sin\frac{\propto}{2}}{\Delta t} = \frac{|\overrightarrow{\Delta v}|}{\Delta t}$$

مثال ۸: اتومبیلی پیچ جاده ای به زاویه قوس $^\circ$ ۱۲۰ با اندازه سرعت $^m/_s$ ۲۰ طی می کند. اندازه

شتاب متوسط آن دراین پیمایش چند بست اگر کل زمان حرکت ۲۰۰ فرض است.

مثال (۹) نمودار حرکت متحرکی در SI : $X=T^4-26^2$ می باشد شتاب متوسط دو ثانیه اول

حرکت بین متحرک چند $^m/_{s^2}$ است؟

شتاب لحظه ای: شتاب متحرک در هر لحظه حرکت را شتاب لحظه ای گویند.

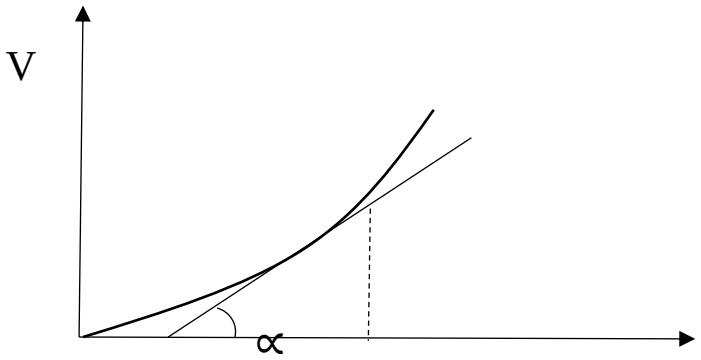
بیان ریاضی شتاب لحظه ای: شتاب لحظه ای حد شتاب متوسط است، وقتی که زمان به سمت صفر کند یا به عبارتی متشق سرعت بر حسب زمان یا مشتق دوم کمان بر حسب زمان است.

$$\vec{a} = Lim\frac{\overrightarrow{\Delta v}}{\Delta t} = Lim\,\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^{2}\vec{x}}{d^{t2}} = v_t x(t)$$

$\Delta t \to ۰$ $\Delta t \to ۰$

نکته ۱- اندازه شتاب لحظه ای برابر شیب خط مماس بر نمودار سرعت –زمان در لحظه مورد نظر است.

a_t=Tg∝



نکته ۲- تمامی شتابهای چه متوسط ، چه لحظه ای و چه مماسی برداری هستند .

حرکت یکنواخت، تعاریف مختلفی را برای حرکت یکنواخت می توان بیان نمود که عبارتند از:

۱- حرکتی است، سرعت ثابت

۲- حرکتی است با شتاب صفر

۳- هر گاه متحرکی با اندازه سرعت ثابت ، بر خط راست و در یک سو حرکت کند

٤- هر گاه متحرکی در هر بازه زمانی مساوی و متوالی ، جابجاییهای یک داشته باشد.

٥- هر گاه متحرکی در هر بازه زمانی مساوی و متوالی، مسافتهای یکسانی برابر خط راست و در یک سو طی کند Δt

$X=vt+x_0$

x_0: مکان اولیه

V: سرعت متحرک به سرعت لحظه ای و سرعت متوسط

x: مکان متحرک در لحظه t است. $X_1=0$ باشد بیانگر جابجایی نیز هست و اگر V هم مثبت باشد، بیانگر مسافت نیز می باشد.

مثال ۱۰: معادله حرکت متحرکی SI بصورت $x=3t\ \Delta t$ است. در این رابطه x معرف چیست؟

۱)کمان متحرک در لحظه t ۲) جابجایی متحرک به بازه Δt t

۳) مسافت متحرک در بازه t ۴) هر سه مورد صحیح است

نکته ۱- جابجایی و مسافت در حرکت یکنواخت در بازه های زمانی مساوی همواره هم اندازه بوده و از روابط زیر محاسبه می شوند.

$$\Delta x = x - x_0 = v\Delta t$$

$$=|v\Delta t| \sum x = |\Delta x| = |x - x_0|$$

در روابط فوق ، Δt بازه زمانی مورد فعل است.

مثال ۱۷: معادله حرکت متحرکی در SI بصورت $x=-vt+^{3}$ است سطر بست:

۰)سرعت متوسط ده ثانیه اول ۲) سرعت متوسط ۴ ثانیه پنجم

۳)سرعت متحرک در ثانیه ششم ۴) جابجایی ۴ ثانیه ششم

۵) مسافت طی شده ۵ ثانیه چهارم ۶) نسبت جابجایی سه ثانیه سوم به مسافت طی شده ۶ ثانیه دوم ۷) کمان متحرک در ثانیه دهم

مثال ۱۲: در حرکت یکنواخت $x=vt+x_{0}$ کدام گزینه زیر صحیح است؟

۱) x با t نسبت مستقیم دارد ۲) x با vt نسبت مستقیم دارد

۳) x با v نسبت مستقیم دارد ۴) هیچکدام

مثال ۱۳: دو متحرک ، همزمان به سمت متغییری در فاصله ۱۵۰ کیلومتری حرکت می کنند .هرگاه پس از گذشت یک ساعت متحرک اول خراب شود و در سرعت بابت تعمیر صبر کند، تعمیر مسیر را با چه سرعتی ادامه می دهد تا همزمان با متحرک دوم به مقصد برسد؟

مثال ۱۴: متحرکهای A و B با سرعتهای $۳۰ m/s$ و $۲۰ m/s$ همزمان به سمت مقصدی در فاصله ۱۵۰۰ متری حرکت می کنند

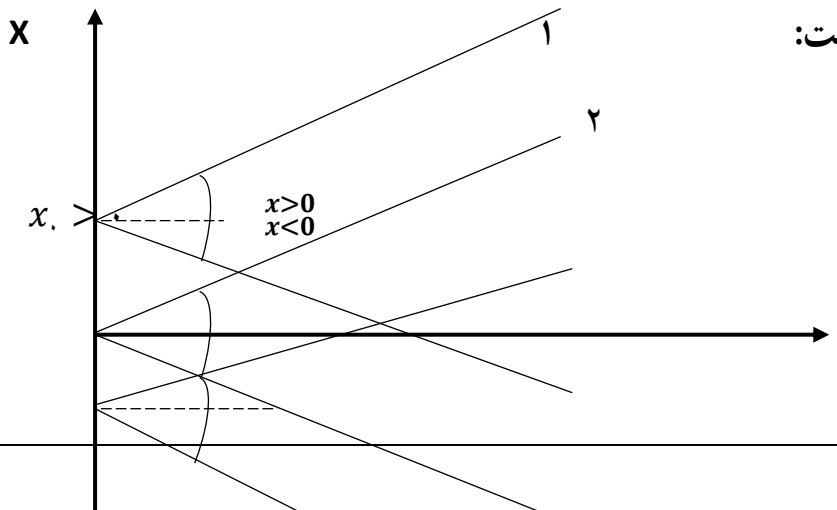
الف) هنگامی که متحرک سریعتر می دهد ، متحرک کند تر چند متر عقب مانده است؟

ب) متحرک اول چند ثانیه دیرتر حرکت می کرد، تا هردو همزمان به مقصد برسند؟

نمودارهای حرکت یکنواخت:

نمودار مکان زمان:

با حرکت یکنواخت



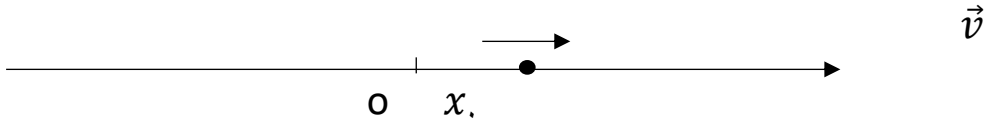
از آنجا که سرعت ثابت t ۳ $x_0 > 0$ $x>0$ $x<0$

است یا شیب نمودار ۴ $x_0 > 0$ $x>0$ $x<0$

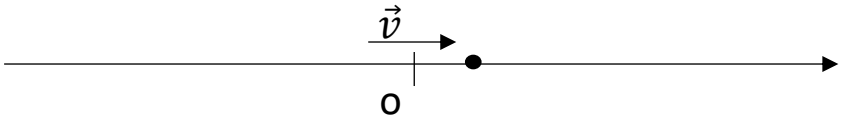
مکان زمان نیز باید مقداری ۵

ثابت باشد. ۶

۱)X = vt + x.

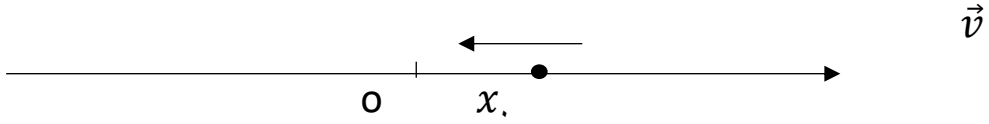


۲) X=vt

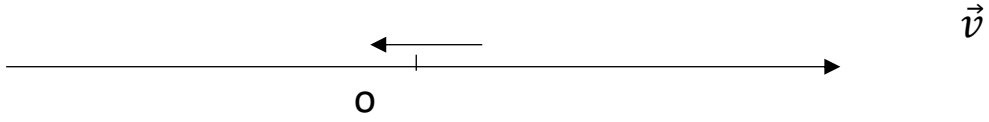


۳)x=vt-x.

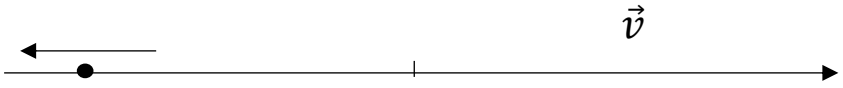
۴) x=-vt+x.



۵)x=-vt



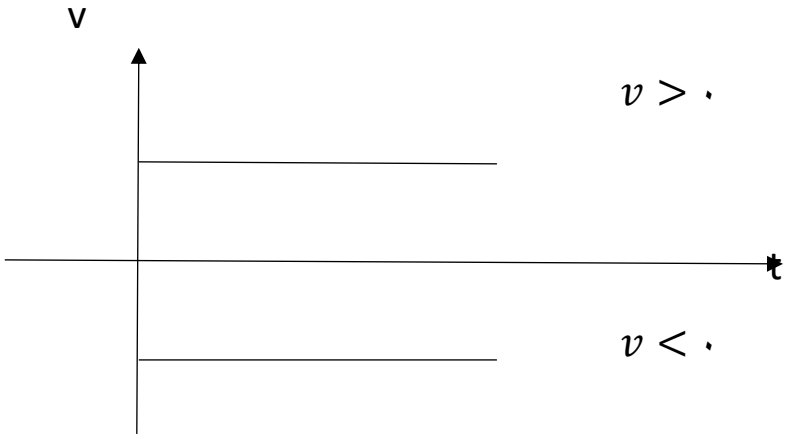
۶)x=-vt-x۰



x_0 o

مثال (۱۵): ذره ایی، سرعت ثابت روی محور x به حرکت درآمده، پس از دو ثانیه به بعد و دو ثانیه بعد به نقطه x=٦ می رسد. معادله حرکت آن در SI چیست؟

نمودار سرعت و زمان: چون در حرکت یکنواخت شتاب صفر هست، شیب نمودار صفر شده و در نتیجه نمودار به شکلی خطی افقی در خواهد آمد.



نوع حرکت= یک بعدی

نمودار سرعت زمان در هر حرکتی خواص زیر را داراست.

۱- شیب نمودار سرعت زمان در هر لحظه برابر شتاب متحرک در آن لحظه است.

۲- شیب خط و اصل آن در یک بازه زمانی برابر شتاب متوسط متحرک در آن بازه زمانی خاص است.

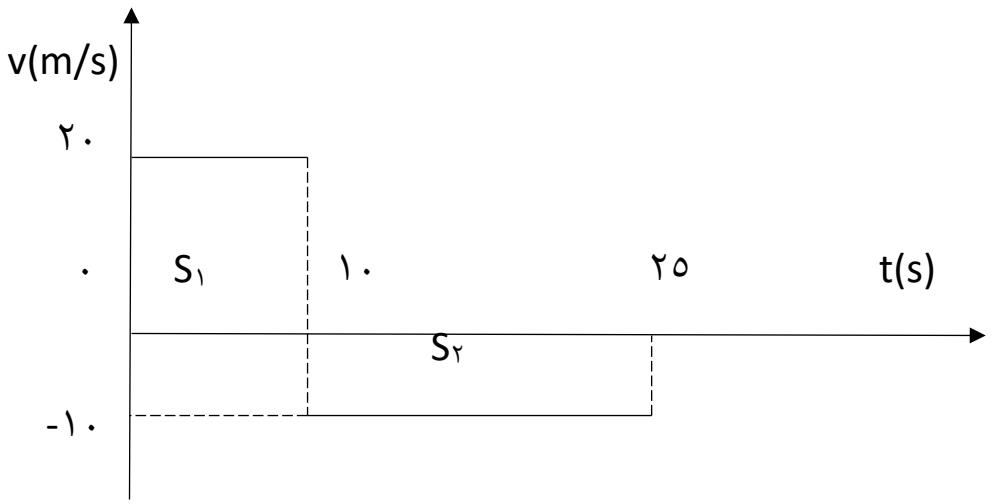
۳- سطح زیر نمودار سرعت – زمان در هر حرکتی معرف جابجایی است. اگر تمام سطوح را مثبت فرض کنیم معرف مسافت طی شده نیز می باشد و در صورتی که x۰=۰ باشد(یعنی حرکت از لبه آغاز شده باشد) معرف مکان متحرک نیز هست.

مثال (۱۶): شکل زیر نمودار سرعت زمان متحرکی را نشان می دهد مطلوبست محاسبه

الف) کل جابجایی متحرک

ب) کل مسافت طی شده متحرک

ج)سرعت متوسط کلی

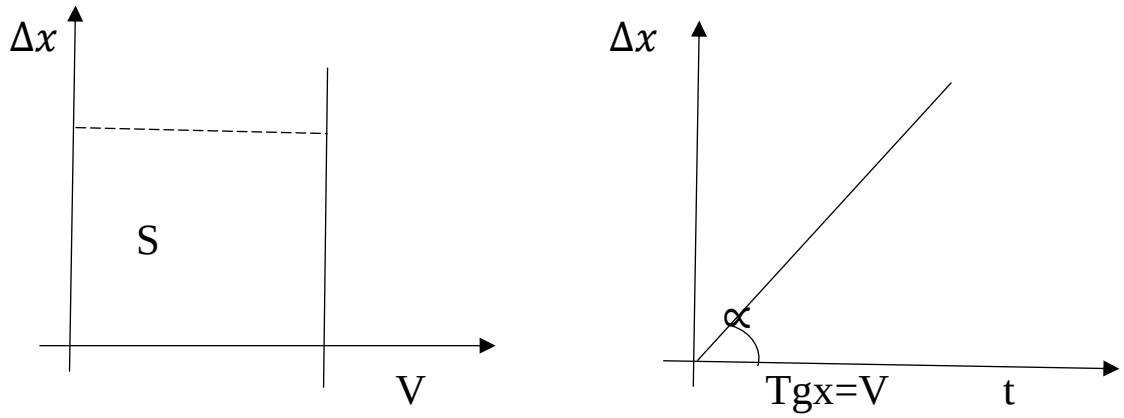


نکته (۱۱): هرگز نمی توان x۰ را به تنهایی از نمودار سرعت – زمان محاسبه کند. مگر آنکه اطلاعات دیگری نیز موجود باشد. نمودار شتاب زمان و نیرو زمان، حرکت یکنواخت حرکتی است «شتاب صفر» بنابراین خواهیم داشت:

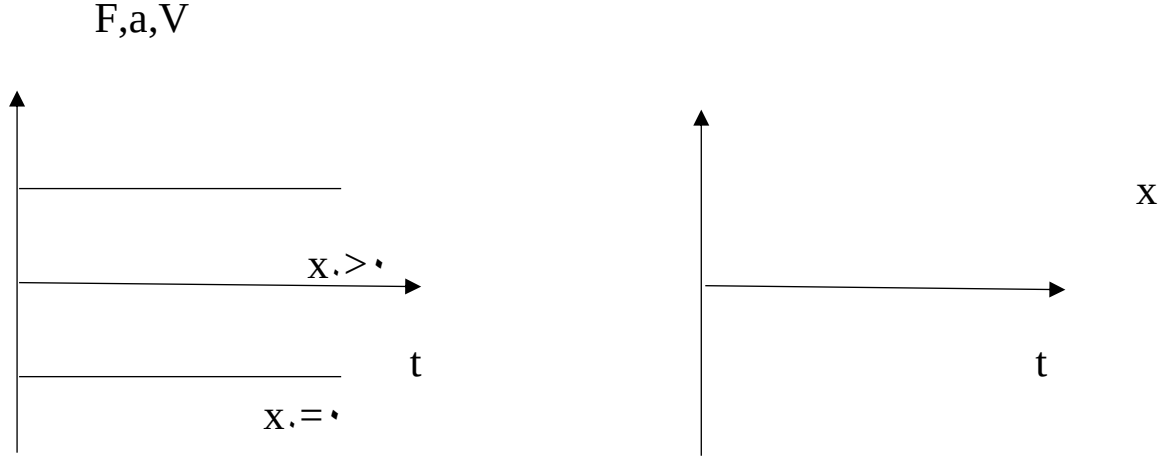
a یا f

نکته (۹) - در تمامی انواع حرکات، نمودار شتاب -زمان و نیرو- زمان از لحاظ شکلی، معادل یکدیگرند.

نکته ۲- نمودار های جابجایی - سرعت و جابجایی – زمان



نمودارهای جسم ساکن: جسم ساکن فقط می تواند x۰ داشته باشد و سرعت و شتاب و برآیند های وارد بر آن صفراند.



$x_{۰} < ۰$

محاسبه سرعت متوسط در حرکات چندگانه یکنواخت بر خط راست: هر گاه متحرکی مسیر $x_۱$ را با سرعت $v_۱$ در زمان $t_۱$ ، مسیر $x_۲$ را با سرعت در زمان $t_۲$ و ... طی کند خواهیم داشت:

$$۱-\bar{v} = \frac{\pm x_۱ \ \pm x_۲ \ \pm x_۳}{t_۱+t_۲+t_۳}$$

$$۲-\bar{v} = \frac{\pm v_۱ t_۱ \ \pm v_۲ t_۲ \ \pm v_۳ t_۳}{t_۱+t_۲+t_۳}$$

$$۳-\bar{v} = \frac{\pm x_۱ \ \pm x_۲ \ \pm x_۳}{\frac{x_۱}{v_۱}+\frac{x_۲}{v_۲}+\frac{x_۳}{v_۳}}$$

$$۴- \bar{v} = \frac{\pm x_۱ \ \pm v_۲ \ t_۲ \ \pm x_۳}{t_۱+t_۲+\frac{x_۳}{v_۳}}$$

نکته ۱- در فرمولهای فوق علامت های مثبت-منفی در صورت کسر مربوط به جهت حرکت می باشند.

نکته ۲- فرمول ۴ ترکیبی از سه فرمول دیگر است که آن را می توان بطور دلخواه بر حسب شرایط مسئله نوشت.

مثال ۱۷: متحرکی یک ساعت با سرعت $۳۰ m/s$ ۳:۲۰ ساعت با سرعت $۶ m/s$ ساعت با سرعت ر حرکت می کند. هر گاه سرعت متوسط کل $۴۰ m/s$باشد، v چند m/s چیست؟

مثال ۱۸: متحرکی مسیر ۶۰۰ متری را با سرعت m/s ۲۰ طی نموده و بلافاصله ۲۰ ثانیه با سرعت m/s ۷۰ در جهت حرکت می کند. سرعت متوسط آن چند m/s هست؟

در حرکات چندگانه یکنواخت به شرط آنکه متحرک تغییر جهت ندهد، فرمولهای دیگری را می توان از دو دیدگاه مختلف برای محاسبه سرعت متوسط مخارج کرد.

دیدگاه اول: تقسیمات مسیر: تحرک نباید تغییر جهت دهد

A : متحرک نسبت مسیرش را ، سرعت V_1 و بقیه را با سرعت v۲ طی کند:

$$\bar{v} = \frac{۲v_۱ + v_۲}{v_۱ + v_۲}$$

B: متحرک $\frac{۱}{۳}$ مسیرش را با v۱ و بقیه را با v۲ طی کند:

$$\bar{v} = \frac{nv_۱ + v_۲}{(n-۱)v_۱ + v_۲}$$

C: متحرک مسیرش را با v۲ و بقیه را با v۳ طی کند:

$$\bar{v} = \frac{nv_۱ + v_۲}{(n-m)v_۱ + mv_۲}$$

D : متحرک $\frac{۱}{۳}$ مسیرش را با v۱ و $\frac{۱}{۳}$ بعدی را با v۲ و $\frac{۱}{۳}$ را با v۳ طی کند:

$$\bar{v} = \frac{۳v_۱ + v_۲ + v_۳}{v_۱v_۳ + v_۱v_۳ + v_۲v_۳}$$

E : متحرک $\frac{۱}{n}$ مسیرش را با $v_۱$ بعدی را با $V_۲$ و ... $\frac{۱}{n}$را با v_n طی کند:

$$\bar{v} = \frac{۱}{v_۱} + \frac{۱}{v_۲} + \ldots + \frac{۱}{v_n}$$

F: متحرک $\frac{a}{n}$ قسمت از مسیر را با $V_۱$، $\frac{b}{n}$ مسیر راه، $V_۲$ و $\frac{c}{n}$ مسیر را با $V_۳$ طی می‌کند. هرگاه $a + b + c^{+\cdots} = n$باشد:

$$\frac{n}{\bar{V}} = \frac{a}{V_۱} + \frac{b}{V_۲} + \frac{c}{V_۳}$$

مثال (۱۹): در هریک از موارد زیر، سرعت متوسط چند m/sاست؟

۱-متحرکی $\frac{۳}{۵}$مسیرش را با سرعت $۲۰m/s$و بقیه را با سرعت $۳۰m/s$می پیماید.

۲ -متحرکی $\frac{۱}{۱۰}$ مسیر را با سرعت $۱۰m/s$ ، $\frac{۳}{۱۰}$مسیر را با سرعت $۲۰m/s$و باقیمانده را با سرعت $۱۲۰m/s$می پیماید؟

۳-متحرکی ۱۰۰ متر را با سرعت $۵m/s$ ، ۴۰۰ متر را با سرعت $۱۰m/s$و ۵۰۰ متر را با سرعت $۲۰m/s$در یک جهت می پیماید.

مثال (۲۰): متحرکی مسافت های x و $2x$ و $3x$ متوالی را به ترتیب، سرعت های V، $2V$ و $3V$ در یک جهت طی می کند. سرعت متوسط آن چند برابر V هست؟

دیدگاه دوم: تقسیمات زمان : محرک نباید تغییر سرعت دهد.

A : متحرک زمان حرکتش را با V_2 ، $\frac{1}{n}$ با V_2 و ... $\frac{1}{n}$ را v_n می پیماید:

$$\bar{v} = \frac{v_1 + v_2 + \cdots + v_n}{n}$$

B : متحرک $\frac{1}{n}$ زمان حرکت را با v_1 و بقیه را با v_3 طی کند

$$\bar{v} = \frac{v_1 + (n-1)v_2}{n}$$

C : متحرک $\frac{1}{n}$ زمان حرکت را با V_1 و بقیه را با v_2 طی کند

مثال (۲۱): متحرکی $\frac{2}{5}$ زمان حرکت را با سرعت $10\,m/s$ و بقیه را با سرعت $20\,m/s$ طی می کند. سرعت متوسط آن چند m/s است؟

مثال (۲۲): متحرکی نصف مسیرش را با سرعت $20\,m/s$ طی می کند. سپس نصف زمان باقیمانده را با سرعت $27\,m/s$ و قطعه آخر مسیر را با سرعت $33\,m/s$ طی پیماید. سرعت متوسط متحرک چند m/s است؟

مثال (۲۳): طول ۴۰۰ متری استخری را در ۴۰ ثانیه رفته و در ۵۰ ثاینه بازمی گردد. مطلوبست محاسبه:

الف) سرعت متوسط رفت

ب) سرعت متوسط برگشت

ج) سرعت متوسط کل

د) سرعت متوسط از ابتدای حرکت تا هنگامی که ۱۰۰ متر در برگشته است

جدول تبدیلات سرعت:

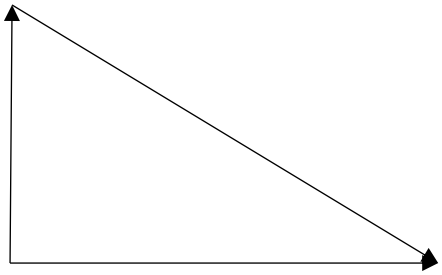
m/s	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۴۰
Km/n	۱۸	۳۶	۵۴	۷۲	۹۰	۱۰۸	۱۴۴

برای تبدیل m/s به km/n عدد مورد نظر دارد ۳/۶ حزب نموده و برای تبدیل km/h به m/s عدد مورد نظر را بر ۳/۶ تقسیم می کنیم.

سرعت نسبی: سرعت کمیتی نسبی است . بعنوان مثال یک اتومبیل در حال حرکت، نسبت به اتومبیل های دیگر عابرین پیاده و ساختمانها و ... داده های سرعتهای متفاوتی است. سرعتهای نسبی را در دو حالت بررسی می کنیم:

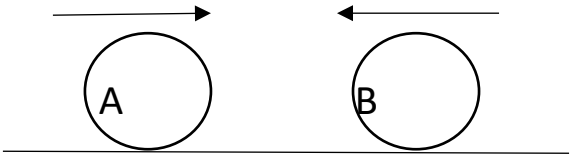
حالت A: سرعت نسبی متحرکهایی که در یک سیستم نیستند(یعنی حرکت آنها وابسته به یکدیگر نیست): سرعت نسبی در این حالت از روابط تفاضل برداری محاسبه می شود. هر گاه گفته شود : سرعت متحرک Aنسبت به متحرک B= سرعت متحرک A از متحرک B سرعت متحرک A را چقدر برآورده می کند، خواهیم داشت:

مثال (۲۴): متحرک A با سرعت ۳۰km/A در راستای شمال – جنوب به سمت شمال و متحرک B با سرعت ۴۰km/h در راستای مغرب–مشرق به سمت مشرق حرکت می کنند. الف) متحرک A سرعت متحرک B را چند کیلومتر و ساعت و در چه راستا و جهتی برآورد می کند؟ ب) چند ثانیه طول می کشد تا فاصله دو متحرک ۱۵۰km افزایش یابد؟



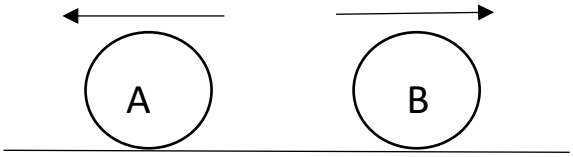
نکته ۱۰- اندازه سرعت نسبی در حالت ساده ای که دو متحرک در یک راستا حرکت می کنند: برابر مجموعه اندازه سرعتهاست.

هر گاه خلاف جهت حرکت کنند و برابر قد مطلق تفاضل سرعتهاست هر گاه هم جهت حرکت کنند.

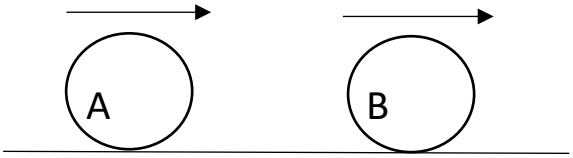


$$|\overrightarrow{V_n}| = |\overrightarrow{V_A}| + |\overrightarrow{V_B}|$$

در حرکت یک سوی



$$|\overrightarrow{V_n}| = |\overrightarrow{V_A}| + |\overrightarrow{V_B}|$$



$$|\overrightarrow{V_n}| = |\overrightarrow{V_A}| + |\overrightarrow{V_B}| \text{ یا } |\overrightarrow{V_n}| = |V_A - V_B|$$

مثال ۲۵۰: هر گاه دو متحرک به سمت هم حرکت کنند، در هر ۴ ثانیه ۷۲ متر به هم نزدیک می شوند و هر گاه در یک جهت حرکت کنند، در هر ۲۰ ثانیه ۴۰ متر از هم دور می شوند، اندازه سرعت هر یک را محاسبه کنید.

نکته ۱۰: هر گاه دو متحرک دارای مسر واحدی باشند، خواهیم داشت.

d_n: تغییر فاصله یا تغییر مکان دو متحرک است به یکدیگر : جابجایی نسبی

v_n: اندازه سرعت نسبی دو متحرک $\Delta t =$

$\frac{|\overrightarrow{d_n}|}{|\overrightarrow{v_n}|}$

مثال ۲۶۰: متحرکهای A و B، سرعت های $^{m}/_{s}$ ۲۰ و $^{m}/_{s}$ ۲۰از یک نقطه و همزمان به حرکت در می آیند.

الف) چند ثانیه طول می کشد تا در فاصله یک کیلومتری هم واقع شوند.

ب) هر یک تا این لحظه چه ساعتی رد پیموده اند؟

مثال ۲۷: متحرکهای A و B با سرعتهای های $^{km}/_{n}$ ۷۲ و $^{km}/_{n}$ ۵۴ از فاصله ۱۷۵۰ متری حرکت نموده و به سمت هم می آیند. الف) پس از چند ثانیه به هم می رسند. ب) پس از گذشت چه زمانی به فاصله ۳۵۰ متری یکدیگر می رسند؟ ج) پس از گذشت چه زمانی فاصله شان ۱۰۵۰ متر کاهش می یابد؟

مثال ۲۸: دو متحرک با سرعتهای $۳۰\ m/s$ و $۷۰\ m/s$ همزمان از A به سمت B به حرکت در می آیند که متحرک سریعتر به B می رسد،متحرک کندتر یک کیلومتر با B فاصله دارد.مطلوبست محاسبه:

الف) سرعت حرکت متحرکت سریعتر

ب)کل زمان حرکت متحرک کندتر