آموزشکده فنی و کشاورزی فسا

بسم الله الرحمن الرحيم

فیزیک عمومی

مدرس : آرش دهیار

با آرزوی سلامتی برای تمامی

دانشجویان گرامی

فصل دوم

حرکت شناسی

حرکت شناسی :

علم مطالعه ، حرکت اجسام را حرکت شناسی می گویند.

مکانیک دو شاخه دارد :

۱- سینماتیک :

حرکت اجسام را بدون در نظر گرفتن عامل حرکت (نیروها) بررسی می کند

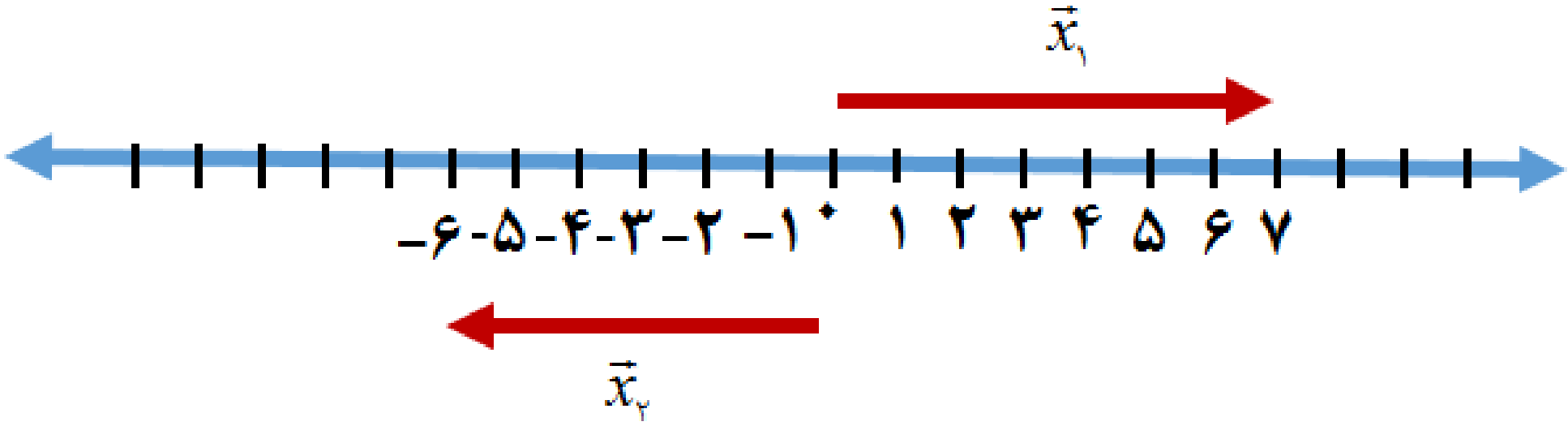
۲- دینامیک :

حرکت اجسام را با در نظر گرفتن عامل حرکت (نیرو ها) بررسی می کند

پارامترهایی که در حرکت شناسی مورد نیاز است:

بردار مکان :

برداری است که ابتدای آن روی مبدا مختصات و انتهای آن مکان ذره یا جسم را نشان می دهد.



حرکت بر روی خط راست

جابجایی(تغییر مکان):

برداری است که ابتدای آن مکان اولیه جسم(مکان جسم در لحظه t_1) و انتهای آن مکان ثانویه جسم است .

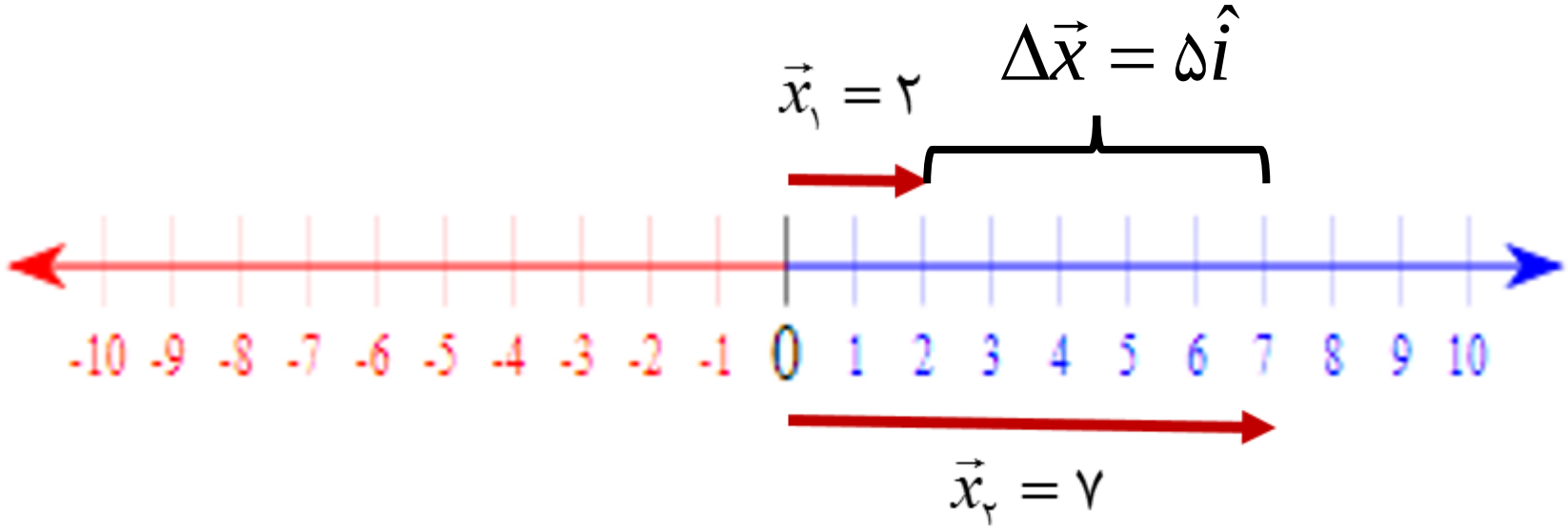
جابه جایی یک کمیت برداری است.

جا به جایی به نقطه انتها و ابتدا بستگی دارد.

جابه جایی در یک بعد از رابطه زیر محاسبه می گردد:

$$\overrightarrow{\Delta x} = \overrightarrow{x_2} - \overrightarrow{x_1}$$

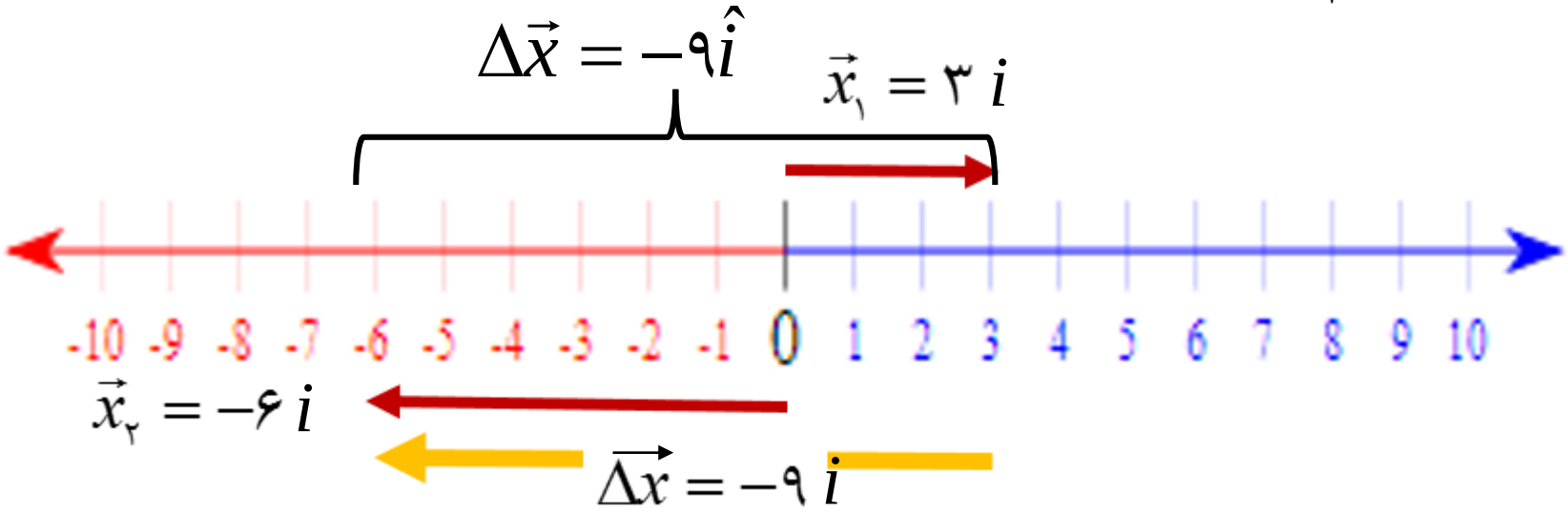
اگر ذره ای از نقطه $x_1 = ۲$ به نقطه $x_2 = ۷$ حرکت کند. جابه جایی این ذره را به دست اورید؟



بردار $x_1 = ۲$ ، بردار مکان اول و بردار$x_2 = ۷$ بردار مکان دوم است.بنابراین جابه جایی این ذره برابر است با:

$$\Delta\vec{x} = \vec{x}_2 - \vec{x}_1 \rightarrow \Delta\vec{x} = ۷\hat{i} - ۲\hat{i} \rightarrow \Delta\vec{x} = ۵\hat{i}$$

اگر ذره ای از نقطه $x_1 = ۳$ به نقطه $x_2 = -۶$ حرکت کند. جابه جایی این ذره را به دست اورید؟



بردار $x_1 = ۳$ ، بردار مکان اول و بردار $x_2 = -۶$ بردار مکان دوم است.بنابراین جابه جایی این ذره برابر است با:

$$\Delta\vec{x} = \vec{x}_2 - \vec{x}_1 \rightarrow \Delta\vec{x} = -۶\hat{i} - ۳\hat{i} \rightarrow \Delta\vec{x} = -۹\hat{i}$$

این بدین معناست که اگر ذره از نقطه ۳ به نقطه ۶- برود، در کل ۹ واحد به سمت چپ حرکت نموده است و علامت منفی بدین علت است.

نکته مهم:

اگر چندین جا به جایی داشته باشیم، آنگاه جابه جایی کل برابر است با جمع برداری تمام جابه جایی ها.

یعنی اگر ذره از نقطه ۱ به نقطه ۲ و سپس از نقطه ۲ به نقطه ۳ برود، جابه جایی کل ذره برابر است با جمع جابه جایی از نقطه ۱به ۲ و جابه جایی از نقطه ۲ به نقطه ۳

$$\Delta\vec{x} = \Delta\vec{x}_{۱\to۲} + \Delta\vec{x}_{۲\to۳} + \dots$$

جابه جایی از نقطه ۱به ۲

جابه جایی از نقطه ۲به ۳

مسافت طی شده:

مسافت طی شده کمیتی اسکالر(عددی) و همیشه مثبت است.

مسافت طی شده برابر است با قدرمطلق جا به جایی.

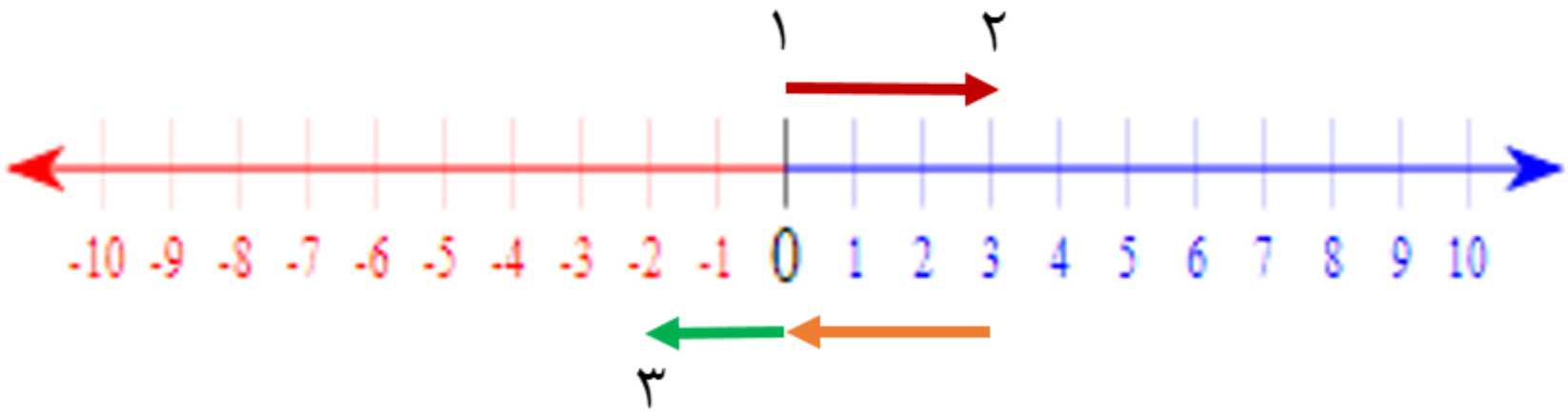
$$d = \left|\Delta \vec{x}\right|$$

مثال:

اگر متحرکی از مبدا مختصات شروع به حرکت کرده و به نقطه $x_1 = ۳$ برود و سپس به نقط $x_2 = -۲$ برگردد. جابه جایی و مسافت طی شده را به دست آورید؟

حل:

مبدا مختصات را نقطه(۱)، نقطه $x_1 = ۳$ را نقطه ۲ و $x_2 = -۲$ نقطه ۳ نامگذاری می کنیم.



بنابراین مطابق شکل برای به دست آوردن جا به جایی کل، بایستی ۳ جابه جایی را در نظر بگیریم:

جابه جایی از نقطه ۱ به نقطه ۲ $\Delta\vec{x}_{۱\to۲}$ **بردار قرمز رنگ در شکل**

جابه جایی از نقطه ۲ به نقطه ۱ $\Delta\vec{x}_{۲\to۱}$ **بردار نارنجی رنگ در شکل**

جابه جایی از نقطه ۱ به نقطه ۳ $\Delta\vec{x}_{۱\to۳}$ **بردار سبز رنگ در شکل**

$$\Delta\vec{x}_{۱\to۲} = \vec{x}_{۲} - \vec{x}_{۱} \quad \to \quad \Delta\vec{x}_{۱\to۲} = ۳\hat{i} - ۰\hat{i} = ۳\hat{i}$$

$$\Delta\vec{x}_{۲\to۱} = \vec{x}_{۱} - \vec{x}_{۲} \quad \to \quad \Delta\vec{x}_{۲\to۱} = ۰\hat{i} - ۳\hat{i} = -۳\hat{i}$$

$$\Delta\vec{x}_{۱\to۳} = \vec{x}_{۳} - \vec{x}_{۱} \quad \to \quad \Delta\vec{x}_{۱\to۳} = -۲\hat{i} - ۰\hat{i} = -۲\hat{i}$$

$$\Delta\vec{x} = \Delta\vec{x}_{۱\to۲} + \Delta\vec{x}_{۲\to۱} + \Delta\vec{x}_{۱\to۳}$$

$$\Delta\vec{x} = ۳\hat{i} - ۳\hat{i} - ۲\hat{i} \quad \to \quad \Delta\vec{x} = -۲\hat{i}$$

بنابراین جابه جایی کل برابر با ۲– است. همانطور که در شکل دیده می شود.

مسافت کل نیز برابر است با جمع ۳ مسافت انجام شده:

$$d = \left|\Delta \vec{x}\right| \rightarrow d = \left|\Delta \vec{x}_{۱\rightarrow ۲}\right| + \left|\Delta \vec{x}_{۲\rightarrow ۱}\right| + \left|\Delta \vec{x}_{۱\rightarrow ۳}\right|$$

$$d = \left|۳\right| + \left|-۳\right| + \left|-۲\right| \rightarrow$$

$$d = ۳ + ۳ + ۲ \rightarrow d = ۸$$

معادله حرکت متحرک:

معادله ای است که مکان متحرک را بر حسب زمان مشخص می کند. معادله حرکت برای متحرکی که روی خط راست حرکت می کند، به صورت $x=f(t)$ است.

معادله حرکت می تواند به صورت زیر باشد:

$$x = ۲t + ۳$$

$$x = t^{۳} + ۲t - ۲$$

معادلات حرکت توابعی بر حسب زمان هستند.

در واقع تابع مانند یک دستگاه است. ورودی را می گیرد و پس از پردازش خروجی می دهد.در اینجا زمان به عنوان ورودی وارد تابع شده و خروجی مکان ذره را نشان می دهد.

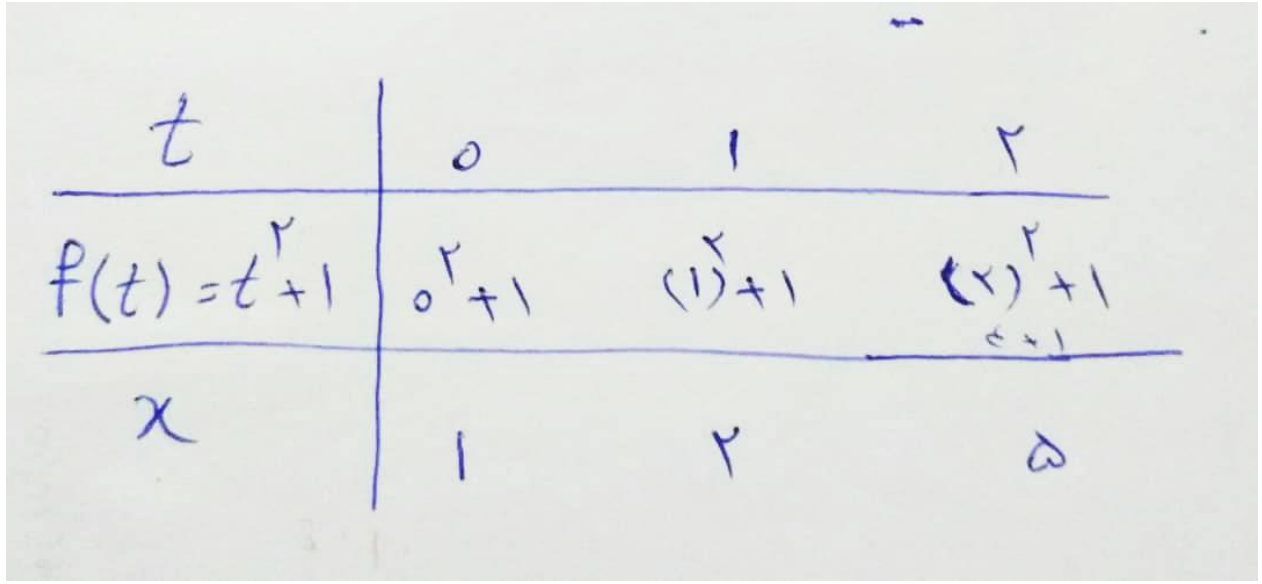
به عبارت دیگر زمان در معادله حرکت قرار می گیرد و مکان جسم را مشخص می کند.

معادله حرکت $x = t^{۲} + ۱$ را در نظر بگیرید. حال اگر به جای t که نشان دهنده زمان است، اعداد ۰،۱ و ۲ را قرار دهیم، معادله حرکت زمان را به توان ۲ رسانده و با یک جمع می کند

$$t = ۰ \xrightarrow{x=t^{۲}+۱} x = (۰)^{۲} + ۱ \rightarrow x = ۱$$

$$t = ۱ \xrightarrow{x=t^{۲}+۱} x = (۱)^{۲} + ۱ \rightarrow x = ۲$$

$$t = ۲ \xrightarrow{x=t^{۲}+۱} x = (۲)^{۲} + ۱ \rightarrow x = ۵$$



سرعت متوسط:

آهنگ تغییر مکان یک متحرک نسبت به زمان را سرعت متوسط گویند. سرعت متوسط به ما می‌گوید که در مدت زمان معین یک متحرک چقدر می‌تواند حرکت کند یا چه مدت طول می‌کشد تا متحرک مقدار مشخصی حرکت کند.

سرعت متوسط از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$\vec{\bar{v}} = \frac{\vec{x}_2 - \vec{x}_1}{t_2 - t_1} \quad \rightarrow \quad \vec{\bar{v}} = \frac{\Delta \vec{x}}{t_2 - t_1}$$

یکای سرعت، متر بر ثانیه یا کلیومتر بر ساعت و ... است.

سرعت متوسط یک کمیت برداری است چون از تقسیم بردار جابه جایی (کمیت برداری) به زمان (عدد یا کمیت اسکالر) بدست می‌آید.

سرعت متوسط هم جهت با بردار جابه جایی است.

مثال:

اگر متحرکی در زمان $t_1 = 1(s)$ در موقعیت $x_1 = 3(m)$ و در زمان $t_2 = 3(s)$ در موقعیت $x_2 = 9(m)$ باشد.سرعت متوسط این متحرک را در این بازه زمانی به دست آورید؟

حل:

طبق رابطه سرعت متوسط ابتدا بایستی جا به جایی را در این بازه زمانی محاسبه نمود

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

$$\Delta x = x_2 - x_1 \rightarrow \Delta x = 9 - 3 = 6(m)$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 \rightarrow \Delta t = 3 - 1 = 2(s)$$

$$\bar{v} = \frac{6}{2}\left(\frac{m}{s}\right) \rightarrow \bar{v} = 3\left(\frac{m}{s}\right)$$

مثال:

معادله حرکت جسمی در سیستم SI به صورت $x = ۲t^۲ + ۱$ است. سرعت متوسط جسم در بازه زمانی $t_۱ = ۱(s)$, $t_۲ = ۲(s)$ را به دست اورید؟

حل:

طبق رابطه سرعت متوسط ابتدا بایستی جا به جایی را در این بازه زمانی محاسبه نمود

t	$t_۱ = ۱(s)$	$t_۲ = ۲(s)$
$۲t^۲ + ۱$	$۲(۱)^۲ + ۱ = ۲ + ۱$	$۲(۲)^۲ + ۱ = ۸ + ۱$
x	$x_۱ = ۳$	$x_۲ = ۹$

$$\bar{v} = \frac{x_۲ - x_۱}{t_۲ - t_۱} \rightarrow \bar{v} = \frac{\Delta x}{t_۲ - t_۱}$$

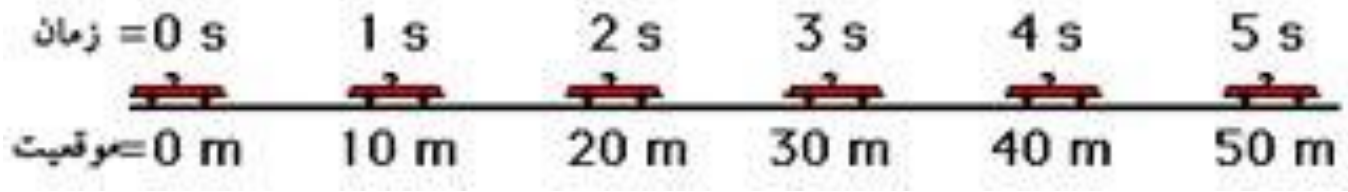
$$\Delta x = x_۲ - x_۱ \rightarrow \Delta x = ۹ - ۳ = ۶(m)$$

$$\Delta t = t_۲ - t_۱ \rightarrow \Delta t = ۲ - ۱ = ۱(s)$$

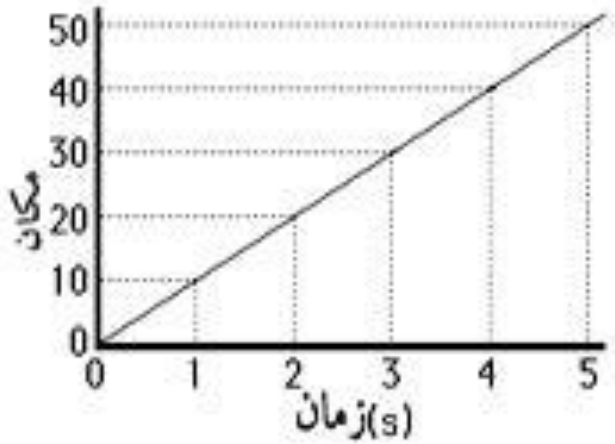
$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۶}{۱}\left(\frac{m}{s}\right) \rightarrow \bar{v} = ۶\left(\frac{m}{s}\right)$$

نمودار مکان – زمان (x-t)

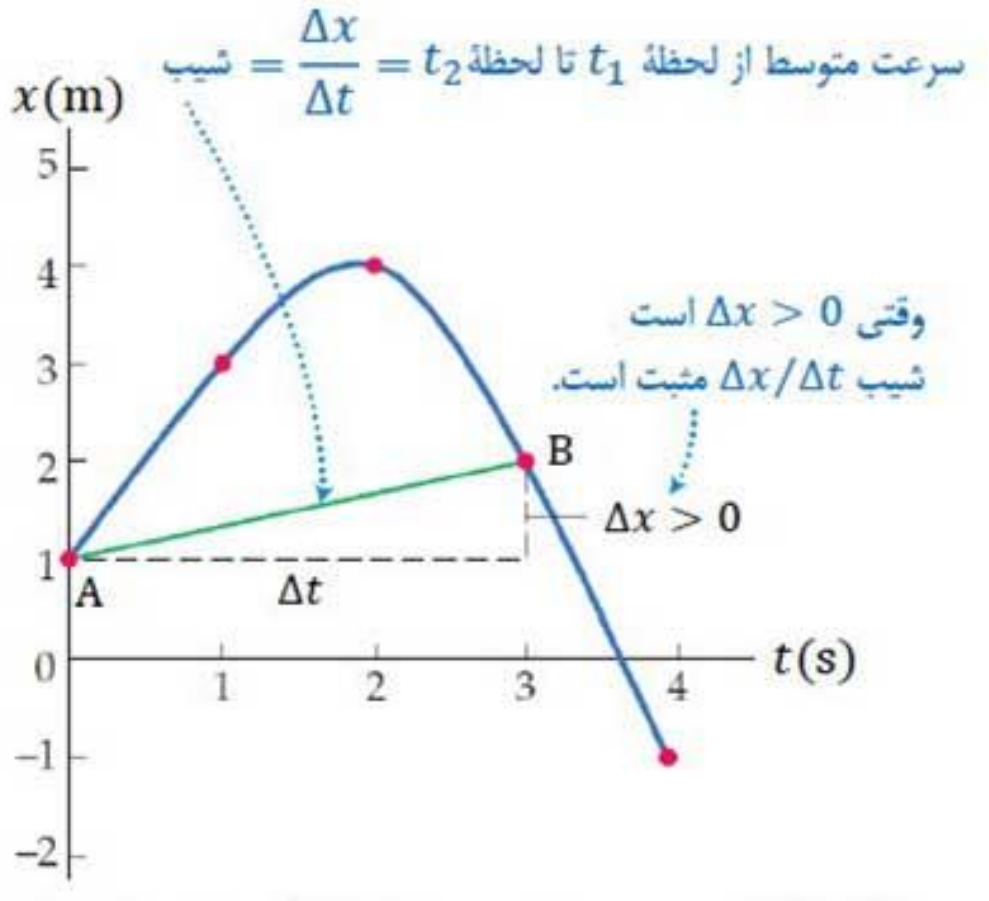
اتومبیلی را در نظر بگیرید که با سرعت ثابت(m/s) ۱۰، در جهت راست در حرکت است. می گوییم سرعت اتومبیل ۱۰+ متربرثانیه است.



اگر داده های مکان – زمان را برای چنین اتومبیلی، روی نمودار بیاوریم، نمودار حاصل، مانند نمودار زیرخواهد بود. توجه داشته باشید که وقتی داده های حرکت با سرعت ثابت مثبت، در یک نمودار مکان – زمان قرار داده شوند، نمودار حاصل، یک خط راست با شیب مثبت خواهد بود.



نمودار مکان – زمان نموداری است که محور افقی آن زمان(t) و محور عمودی آن مکان(X) را نشان می دهد. همانطور که عنوان شد نقاط روی این نمودار نشان می دهند که متحرک در هر لحظه در چه مکانی قرار دارد.

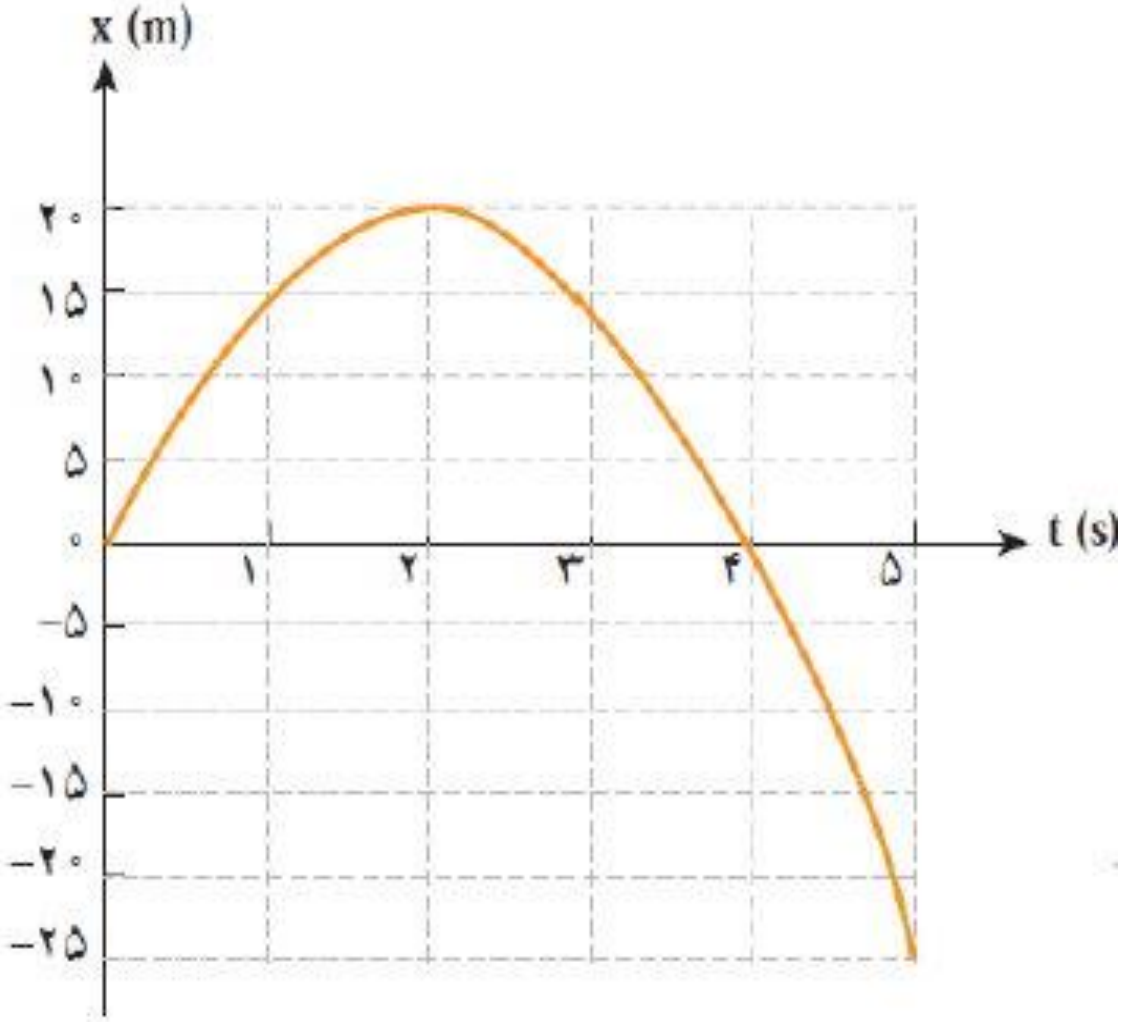


نکته:شیب خط AB در نمودار مکان – زمان سرعت متوسط را نشان می دهد.

مثال:

با توجه به نمودار مکان – زمان داده شده که مربوط به خودرویی است که روی خط راست حرکت می کند.

سرعت متوسط خودرو را در هر یک از بازه های زمانی ۰ تا ۲ ثانیه و ۰ تا ۴ ثانیه و ۲ تا ۴ ثانیه و ۲ تا ۵ ثانیه و ۴ تا ۵ ثانیه حساب کنید.



$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{20\text{m} - 0.0}{2.0\text{s} - 0.0} = 10\ \text{m/s}$$

بازهٔ زمانی 0.0 تا 2.0s

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0.0 - 0.0}{4.0\text{s} - 0.0} = 0$$

بازهٔ زمانی 0.0s تا 4.0s

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0 - 20\text{m}}{4.0\text{s} - 2.0\text{s}} = -10\ \text{m/s}$$

بازهٔ زمانی 2.0s تا 4.0s

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-25\text{m} - 20\text{m}}{5.0\text{s} - 2.0\text{s}} = -15\ \text{m/s}$$

بازهٔ زمانی 2.0s تا 5.0s

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-25\text{m} - 0.0}{5.0\text{s} - 4.0\text{s}} = -25\ \text{m/s}$$

بازهٔ زمانی 4.0s تا 5.0s

از این مثال می توان نتیجه گرفت که اگر سرعت متوسط منفی باشد، جابه جایی در آن بازه زمانی در خلاف جهت محور x است.

مشتق گیری از چند جمله ای ها:

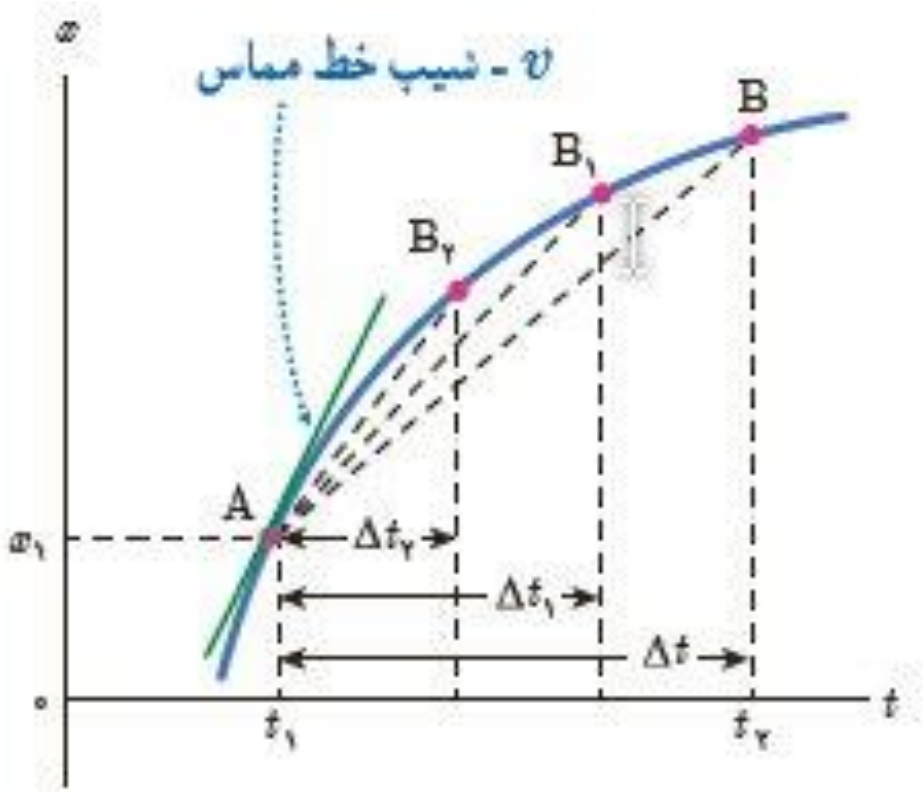
توان در ضریب چند جمله ای ضرب شده و از توان یک واحد کم می گردد.

$$f(x) = ax^n + bx^m + c$$

$$\frac{df(x)}{dt} = a \times nx^{n-1} + b \times mx^{m-1} + 0$$

مشتق عدد ثابت صفر است.

سرعت لحظه ای:



سرعت متوسط در نمودار مکان – زمان برابر شیب خطی است که دو نقطه از نمودار را به هم متصل می کند. اگر این دو نقطه به قدری به یکدیگر نزدیک شوند که Δt به سمت صفر میل کند، و آنگاه خطی که از این دو نقطه می گذرد را رسم کنیم، شیب آن خط نشان دهنده سرعت لحظه ای متحرک است. در شکل زیر فاصله دو نقطه A وB را آنقدر کم می کنیم تا سرعت لحظه ای متحرک را در لحظه t_1 نشان دهیم.

سرعت در هر لحظه دلخواه t، برابر شیب خط مماس بر نمودار مکان- زمان در آن لحظه است.

در واقع سرعت لحظه ای مشتق مکان نسبت به زمان است

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

مثال:

معادله حرکت جسمی در سیستم SI به صورت $x = ۲t^{۲} + ۲t - ۱$ است. سرعت جسم در لحظه $t = ۲(s)$ به دست اورید؟

حل:

همانطور که عنوان شد سرعت در یک لحظه، سرعت لحظه ای است. پس برای محاسبه سرعت در لحظه $t = ۲(s)$ بایستی از معادله حرکت نسبت به زمان مشتق بگیریم.

$$v = \frac{dx}{dt} \rightarrow v = ۲ \times ۲t^{۲-۱} + ۲ \times t^{۱-۰} + ۰ \quad \rightarrow v = ۴t + ۲$$

به این رابطه معادله سرعت گویند.

$$v = ۴(۲) + ۲ \rightarrow v = ۱۰ \left(\frac{m}{s} \right)$$

تمرین:

معادله حرکت جسمی در سیستم SI به صورت $x = -۲t^{۲} + ۴t - ۱$ است.

۱– سرعت متوسط جسم در بازه زمانی $t_۱ = ۱(s)\ ,\ t_۲ = ۳(s)$ به دست اورید؟

۲– معادله سرعت این جسم را به دست آورید؟

۳– سرعت این جسم در لحظه $t = ۲(s)$ چقدر است؟

موفق و پیروز باشید