

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

جلسه دوم

فصل دوم (حرکت یک بعدی)

سینماتیک (حرکت شناسی)

- دیدگاه سینماتیکی: حرکت را بدون توجه به عامل بوجود آورنده آن (نیرو) توصیف می کند.
- دیدگاه دینامیکی: حرکت جسم با توجه به عامل بوجود آورنده آن (نیرو) توصیف می نماید.
- حرکت یک پدیده نسبی است.
- در حال حاضر ، حرکت را در یک بعد در نظر می گیریم در امتداد یک خط مستقیم. حرکت نمایانگر تغییر مداوم در موقعیت یک شی است

انواع حرکت:

انتقالی

مثال: اتومبیل در بزرگراه در حال حرکت است.

چرخشی

مثال: نمونه ای از چرخش زمین در محور آن است.

لرزشی یا نوسانی

مثال: یک مثال حرکت عقب و جلو یک آونگ است.

مدل ذرات

ما از مدل ذرات استفاده خواهیم کرد. ذره یک شیء مانند نقطه است. دارای جرم و اندازه بسیار کوچک

موقعیت

- موقعیت شیء با در نظر گرفتن یک مرجع انتخاب شده است
- این مرجع معمولاً مبدا دستگاه مختصات است.
- حرکت اتومبیل در یک جاده مستقیم؛ ماشین به عنوان یک ذره.

روش های نمایش یک ذره

❖ نمایش تصویری

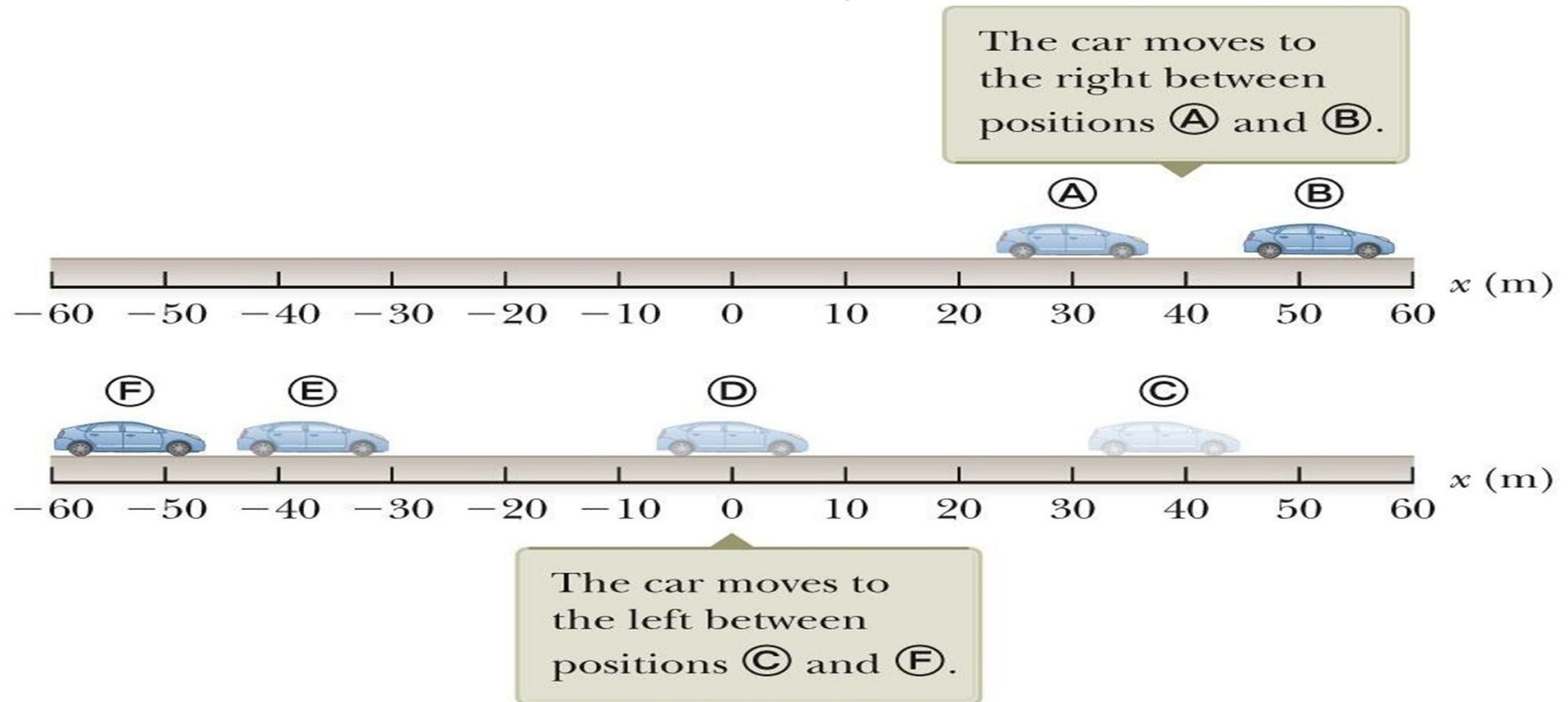
❖ نمایش نموداری

❖ جدول اطلاعات حرکت

❖ نمایش ریاضی

معمولا استفاده از روشهای مختلف برای فهم مسئله کمک فراوانی می کند.

نمایش تصویری

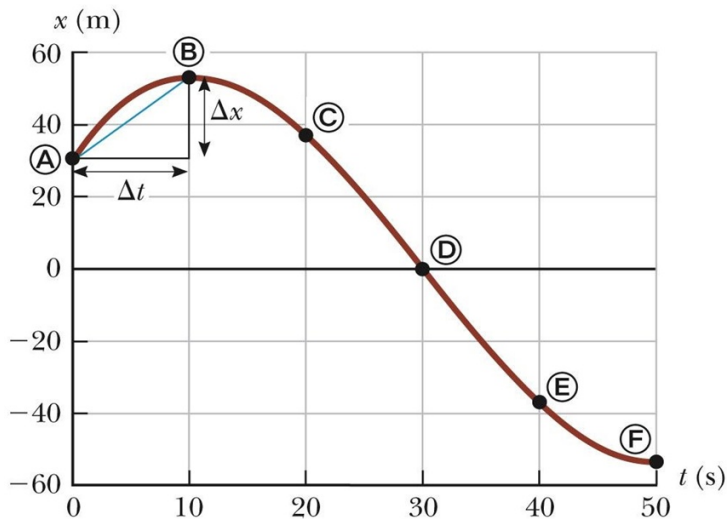


a

g

نمودار مکان-زمان

نمودار مکان-زمان نمودار نشان می دهد حرکت ذرات (ماشین). منحنی صاف حدس است که چه چیزی است بین نقاط داده اتفاق افتاد.



جدول داده ها

TABLE 2.1

*Position of the Car
at Various Times*

Position	t (s)	x (m)
(A)	0	30
(B)	10	52
(C)	20	38
(D)	30	0
(E)	40	-37
(F)	50	-53

جدول داده های واقعی را نشان می دهد جمع آوری شده در حین جسم (ماشین). مثبت به معنای راست بودن تعریف می شود.

پارامترهای سینمایی حرکت

مکان

جابه جایی

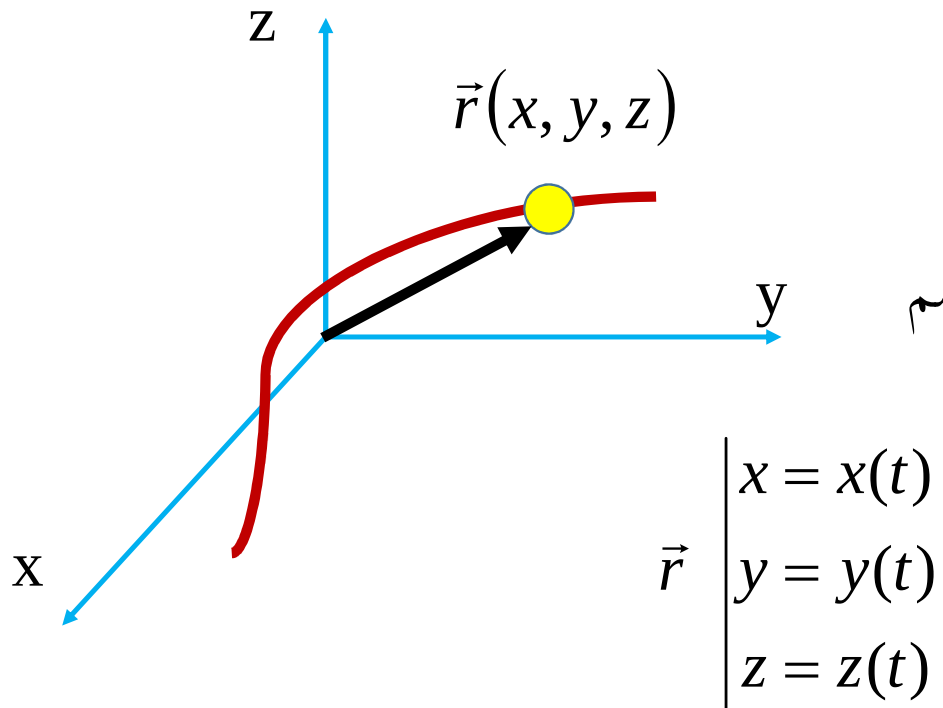
سرعت

شتاب



مکان (Position)

- موقعیت جسم در هر لحظه از زمان
- بردار مکان: برداری که در هر لحظه مبدا را به مکان جسم متصل می نماید
- واحد متر m



$x = x(t)$



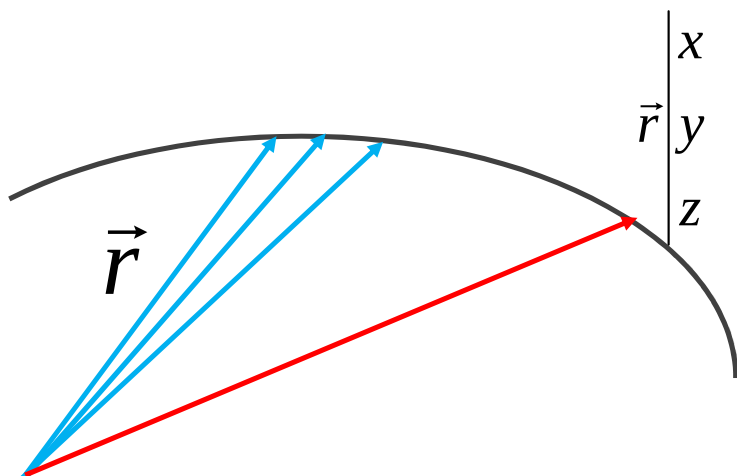
مفهوم بردار مکان

بردار مکان معلوم یعنی:

❖ در هر لحظه مکان جسم در دستگاه مختصات مشخص می شود

❖ انتهای بردار مکان، مکان هندسی نقاطی است که در لحظات مختلف مسیر حرکت را

مشخص می سازد



جابجایی

جابجایی به عنوان تغییر موقعیت در طی بازه زمانی مشخص تعریف می شود.

برداری که مکان اولیه را به مکان ثانویه وصل می کند

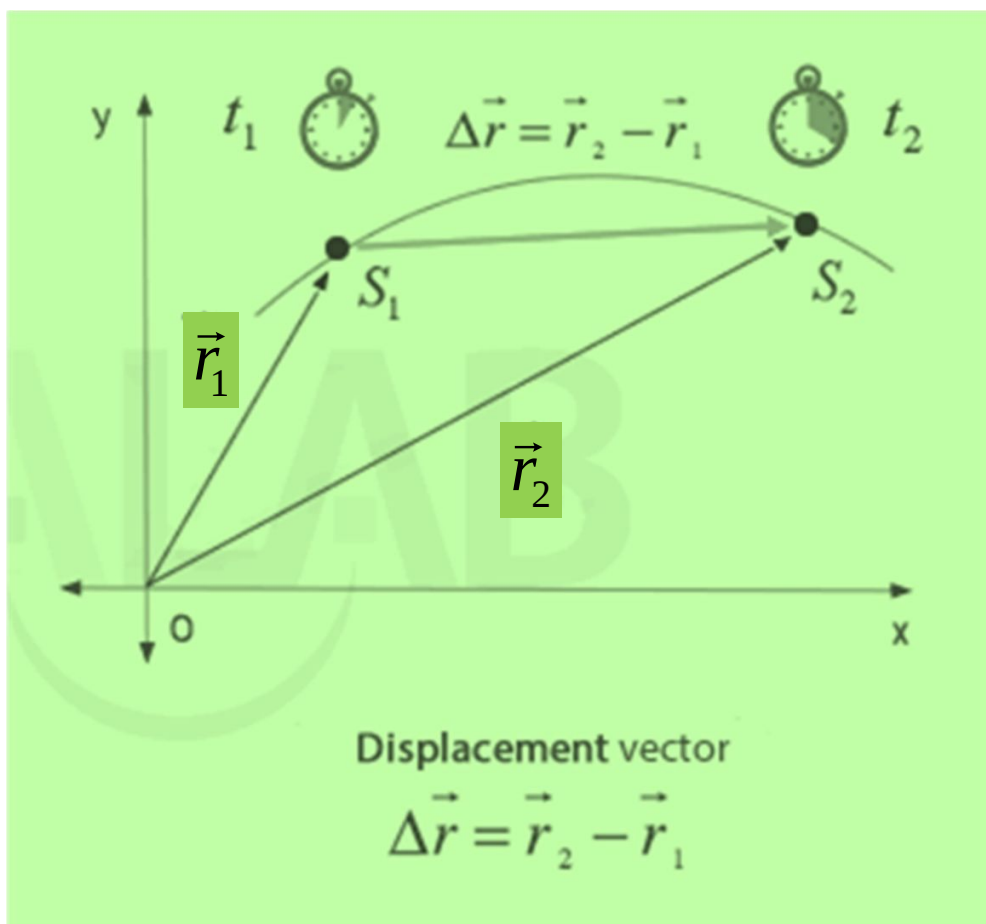
$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

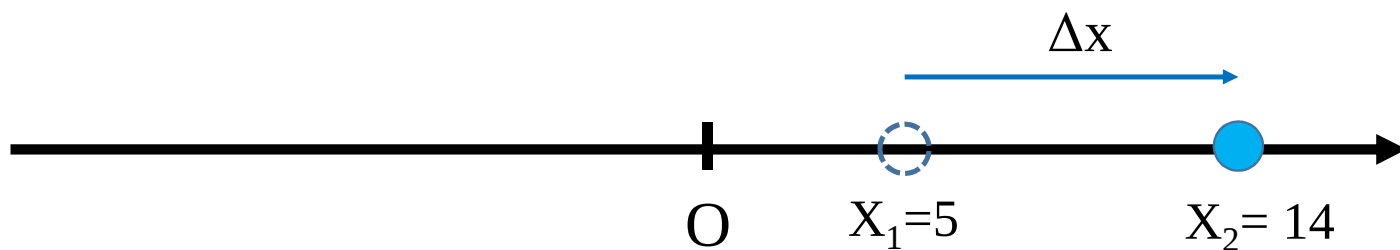
$$\begin{cases} \Delta x = x_2 - x_1 \\ \Delta y = y_2 - y_1 \\ \Delta z = z_2 - z_1 \end{cases}$$

واحد در SI : متر m

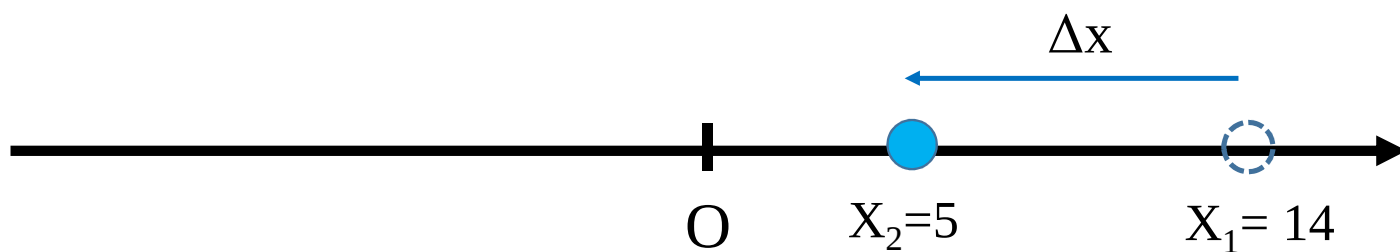
می تواند مثبت یا منفی باشد

با مسافت پیموده شده یا مسافت طول مسیری است که ذرات آن را دنبال می کنند متفاوت است

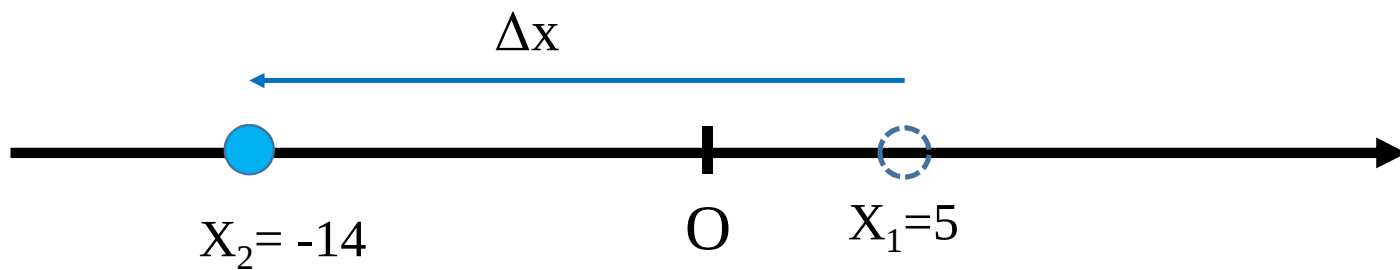




$$\Delta x = 14 - 5 = +9$$



$$\Delta x = 5 - 14 = -9$$



$$\Delta x = -14 - 5 = -19$$

جابجایی - مسافت

جابه جایی کمیته است برداری

مسافت کمیته است نرده ای

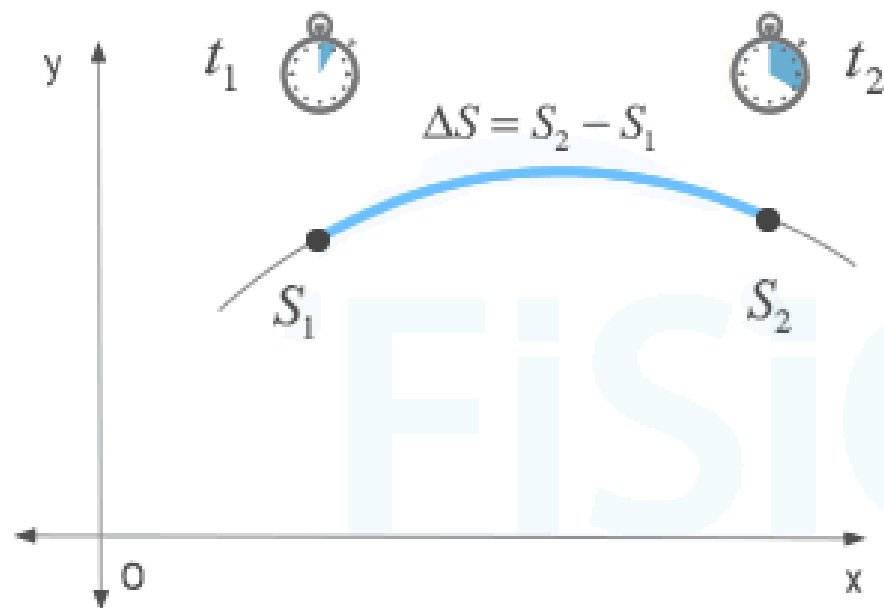
- مسافت طی شده = دو برابر طول زمین

فاصله همیشه مثبت است

- جابجایی = صفر

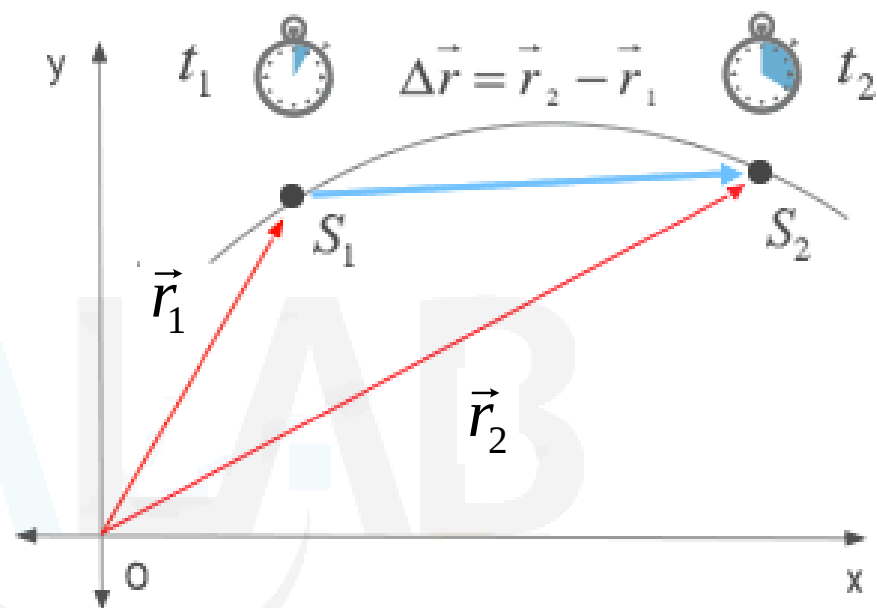


نکته: مسافت طی شده و جابجایی زمانی یکسان اند که حرکت روی خط راست و در یک جهت باشد.



Distance traveled

$$\Delta S = S_2 - S_1$$



Displacement vector

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

سرعت متوسط

سرعت متوسط؛ نرخ تغییر مکان یا تغییر مکان در یک بازه زمانی است یا به عبارت دیگر نسبت جابجایی به زمان

$$\bar{\vec{V}} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{t_2 - t_1}$$

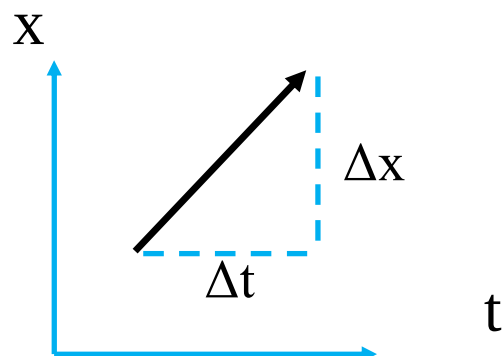
$$\bar{V}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

➤ x نشانگر مکان جسم در امتداد محور x است.

➤ ابعاد طول / زمان $[L / T]$

➤ واحد در دستگاه SI های m/s

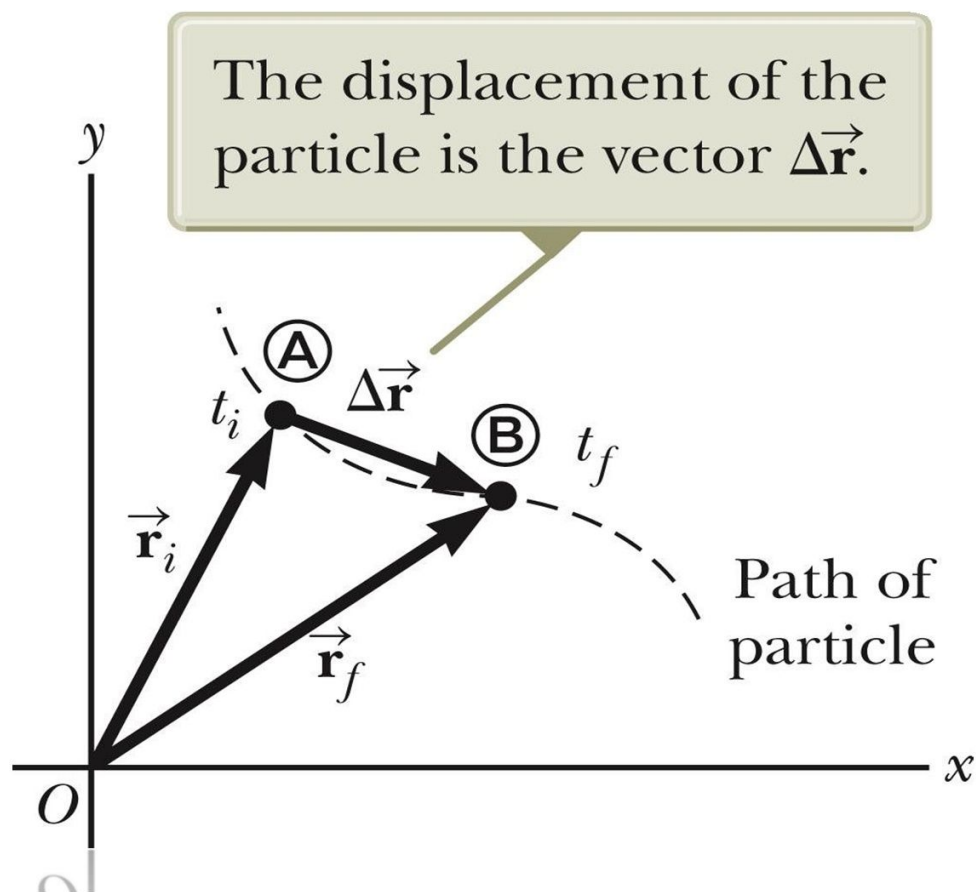
➤ سرعت شیب خط در نمودار مکان - زمان است



$$\tan \alpha = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

جهت سرعت متوسط همان جهت بردار جابجایی است.

سرعت متوسط مستقل از مسیر پیموده شده است، چراکه جابجایی مستقل از مسیر است.



$$\vec{V} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

سرعت – تندی

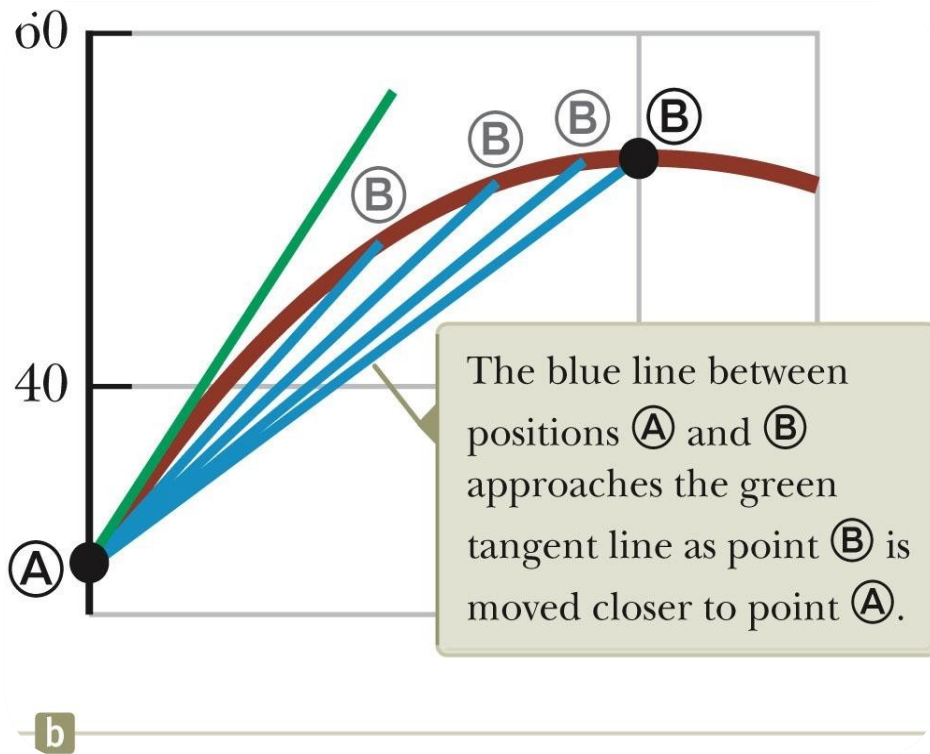
سرعت یک کمیت برداری است و جهت و راستا دارد

تندی اندازه سرعت است و جهت و راستا ندارد پس همیشه به عنوان یک عدد مثبت بیان می شود.

برای مثال ، یک دوندۀ در نقطۀ شروع خود به پایان می رسد (حالت رفت و برگشتی) جابجایی او صفر است. بنابراین ، سرعت او صفر است. ولی با این حال مسافت طی شده صفر نیست

سرعت لحظه ای (آنی)

حد سرعت متوسط وقتی که فاصله زمانی یا به صفر میل می کند.



$$\vec{V} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \lim_{t_2 \rightarrow t_1} \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{t_2 - t_1} \rightarrow \vec{V} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

$$V_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \lim_{t_2 \rightarrow t_1} \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \rightarrow V_x = \frac{dx}{dt}$$

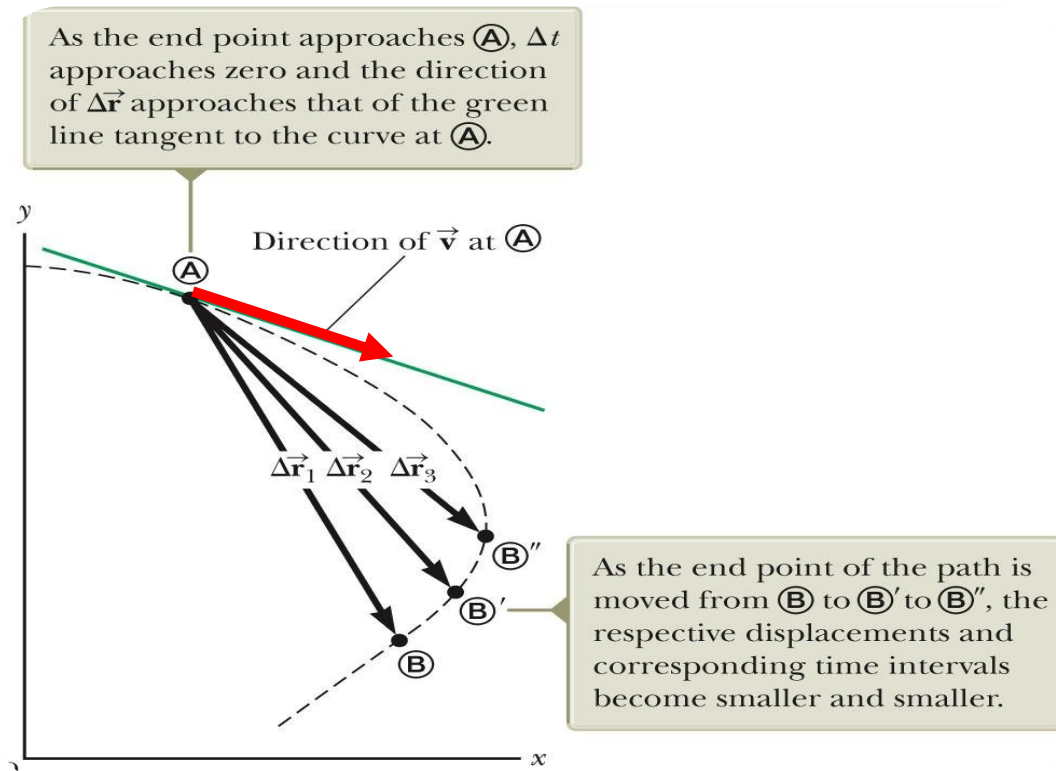
سرعت لحظه ای، سرعت جسم در هر نقطه از زمان است

نکته: شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان در زمان مورد نظر همان سرعت لحظه ای است

سرعت لحظه ای در نمودار مسیر:

همانطور که فاصله زمانی کوچکتر می شود بردار جابجایی به سمت خط مماس بر منحنی نزدیک می شود. جهت بردار سرعت لحظه ای در هر نقطه در مسیر حرکت ذره، در امتداد خط مماس بر مسیر در آن نقطه

و در جهت حرکت است.



شتاب

آهنگ تغییر سرعت یا تغییر سرعت نسبت به زمان
توانایی تغییر سرعت یک جسم
شتاب متوسط = نسبت تغییرات سرعت به زمان

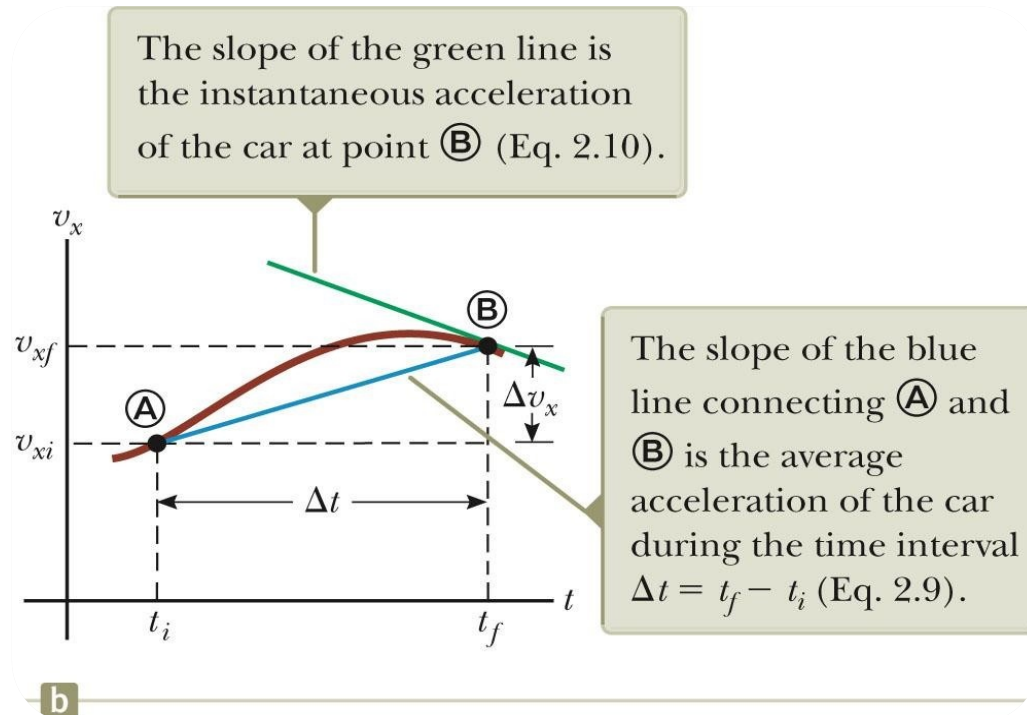
$$\bar{a} = \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t} = \frac{\vec{V}_2 - \vec{V}_1}{t_2 - t_1}$$

$$\bar{a}_x = \frac{\Delta V_x}{\Delta t} = \frac{V_{x2} - V_{x1}}{t_2 - t_1}$$

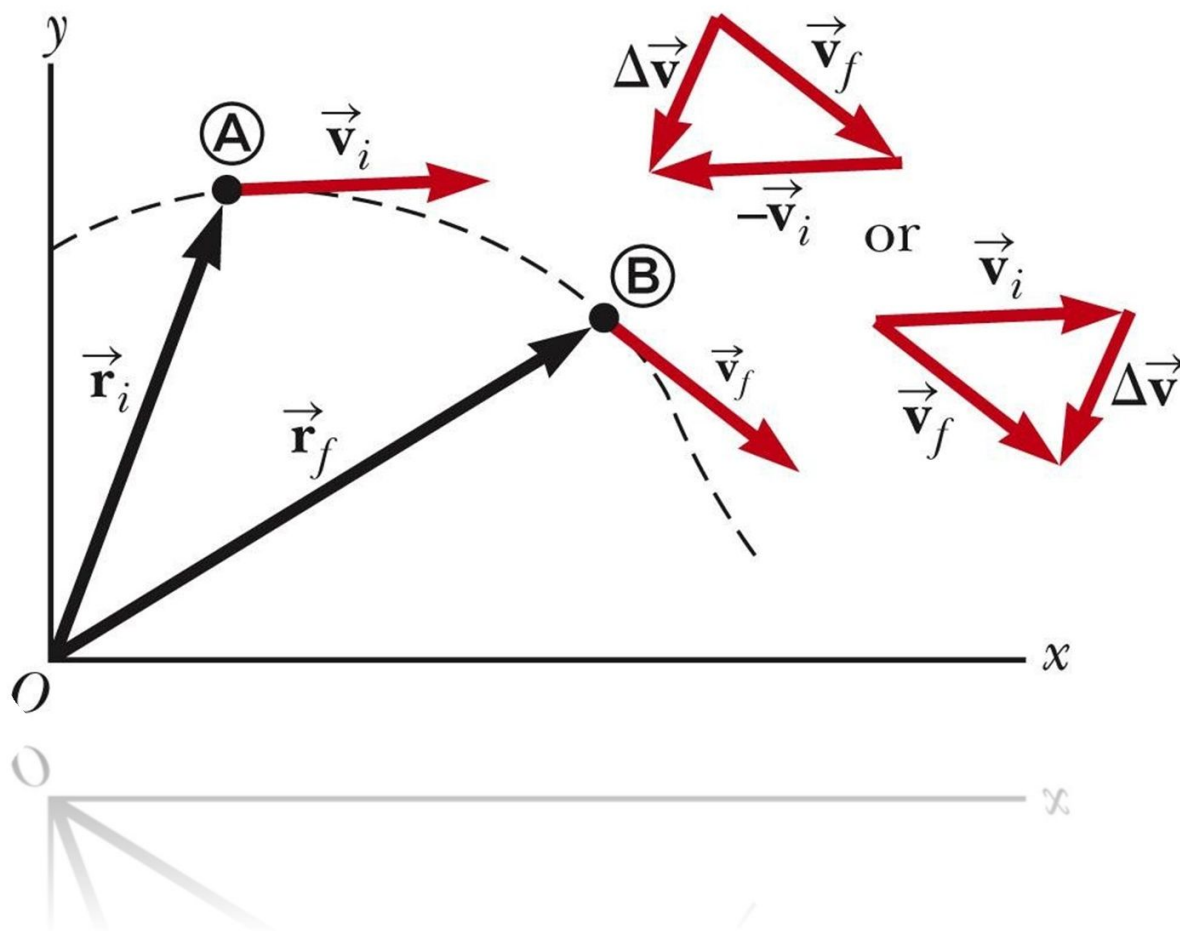
ابعاد $[L / T^2]$

واحد آن در SI: m/s^2

در یک بعد می توان از مثبت و منفی برای نشان دادن جهت استفاده کرد.
شتاب متوسط، شیب خط تغییر سرعت در نمودار سرعت-زمان است



شتاب متوسط در نمودار مسیر:



$$\bar{a} = \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$$

شتاب لحظه‌ای (آنی)

حد شتاب متوسط است وقتی که زمان به صفر نزدیک می شود

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t} = \lim_{t_2 \rightarrow t_1} \frac{\vec{V}_2 - \vec{V}_1}{t_2 - t_1} \quad \rightarrow \quad \vec{a} = \frac{d\vec{V}}{dt} = \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2}$$

$$a_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta V_x}{\Delta t} = \lim_{t_2 \rightarrow t_1} \frac{V_{x2} - V_{x1}}{t_2 - t_1} \quad \rightarrow \quad a_x = \frac{dV_x}{dt} = \frac{d^2 x}{dt^2}$$

شتاب منفی لزوماً به معنای کند شدن جسم نیست. اگر شتاب و سرعت هر دو منفی باشند ، جسم افزایش می یابد. کلمه کاهش دارای معنی کاهش سرعت است

مرور کلی

اگر تابع بردار مکان بر حسب زمان مشخص باشد آنگاه می توان با مشتق گیری از آن سرعت و شتاب را بدست آورد

$$\vec{r}(t) \begin{cases} x(t) \\ y(t) \\ z(t) \end{cases}$$



$$\vec{V}(t) \begin{cases} V_x(t) = \frac{dx}{dt} \\ V_y(t) = \frac{dy}{dt} \\ V_z(t) = \frac{dz}{dt} \end{cases}$$



$$\vec{a}(t) \begin{cases} a_x(t) = \frac{dV_x}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} \\ a_y(t) = \frac{dV_y}{dt} = \frac{d^2y}{dt^2} \\ a_z(t) = \frac{dV_z}{dt} = \frac{d^2z}{dt^2} \end{cases}$$

مثال

بردار مکان جسمی که روی محور X حرکت می کند از رابطه زیر پیروی می نماید

$$\vec{r} = (3t - 4t^2 + t^3)\hat{i} + (5t + 3)\hat{j}$$

الف) مکان جسم در لحظه $t_1 = 1$ و $t_2 = 2$

ب) سرعت متوسط در بازه $t_1 = 1$ و $t_2 = 2$

ج) سرعت و شتاب لحظه ای در $t = 2$

د) شتاب کی برابر با صفر خواهد بود

الف $\vec{r}(t=1) = (3t - 4t^2 + t^3)\hat{i} + (5t + 3)\hat{j} \Big|_{t=1} = 0\hat{i} + 8\hat{j}$

$$\vec{r}(t=2) = -2\hat{i} + 13\hat{j}$$

ب $\vec{V} = \frac{\vec{r}(t=2) - \vec{r}(t=1)}{2-1} = -2\hat{i} + 5\hat{j}$

ج $\vec{V}(t) = (3 - 8t + 3t^2)\hat{i} + 5\hat{j} \rightarrow \vec{V}(t=2) = -\hat{i} + 5\hat{j}$
 $\vec{a}(t) = (-8 + 6t)\hat{i} \rightarrow \vec{a}(t=2) = +4\hat{i}$

د $\vec{a}(t) = (-8 + 6t)\hat{i} = 0 \rightarrow t = \frac{8}{6}$

بررسی حرکت به کمک نمودار مکان – زمان

$$x(t)$$

الف) سرعت

هرجا نمودار صعودی، سرعت مثبت

هرجا نمودار نزولی، سرعت منفی

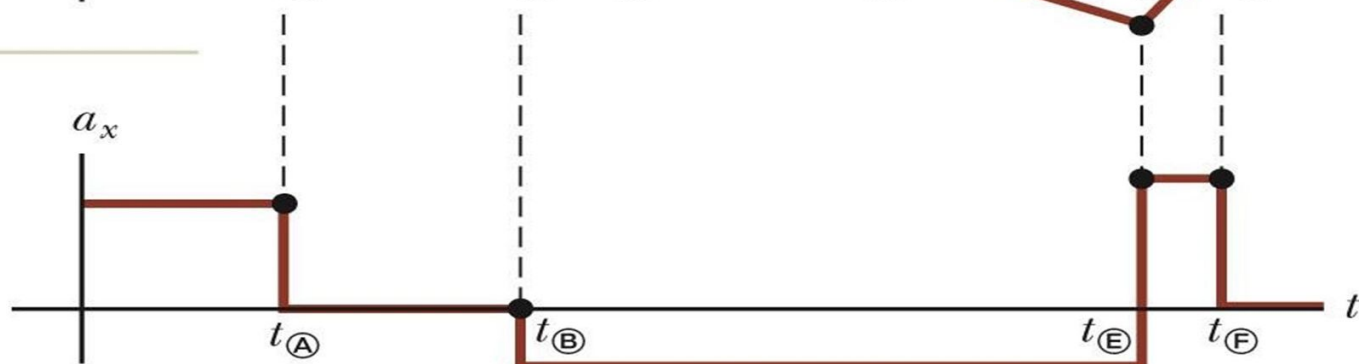
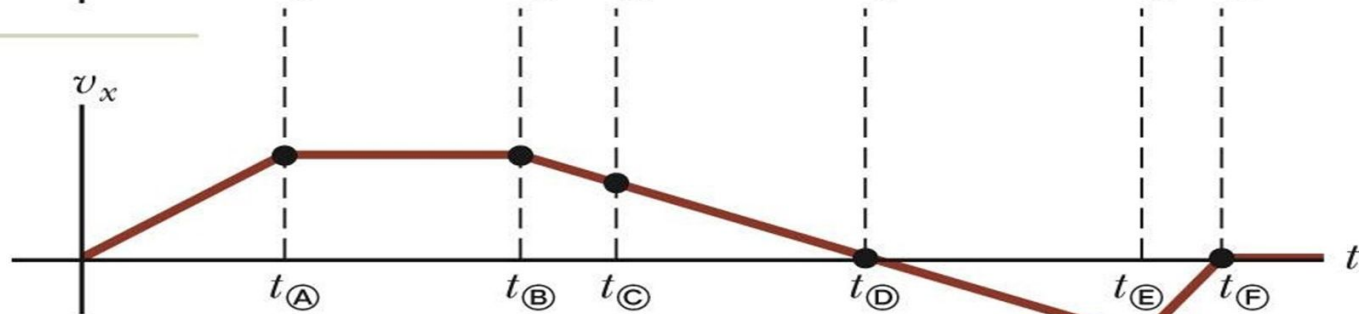
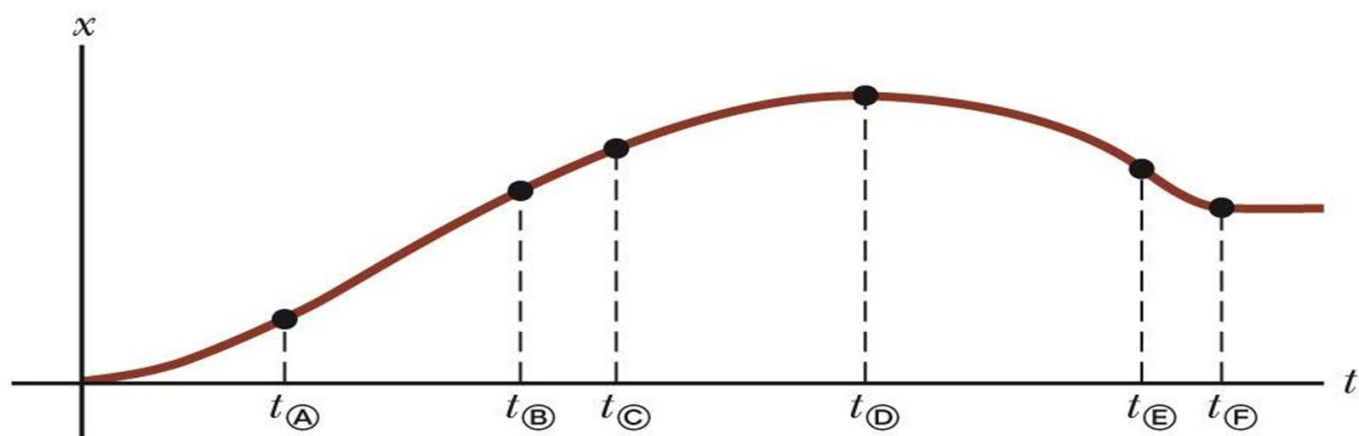
$$V_x(t) = \frac{dx}{dt}$$

ب) شتاب

هرجا تقعر نمودار به سمت بالا باشد، شتاب مثبت

هرجا تقعر نمودار به سمت پایین باشد، شتاب منفی

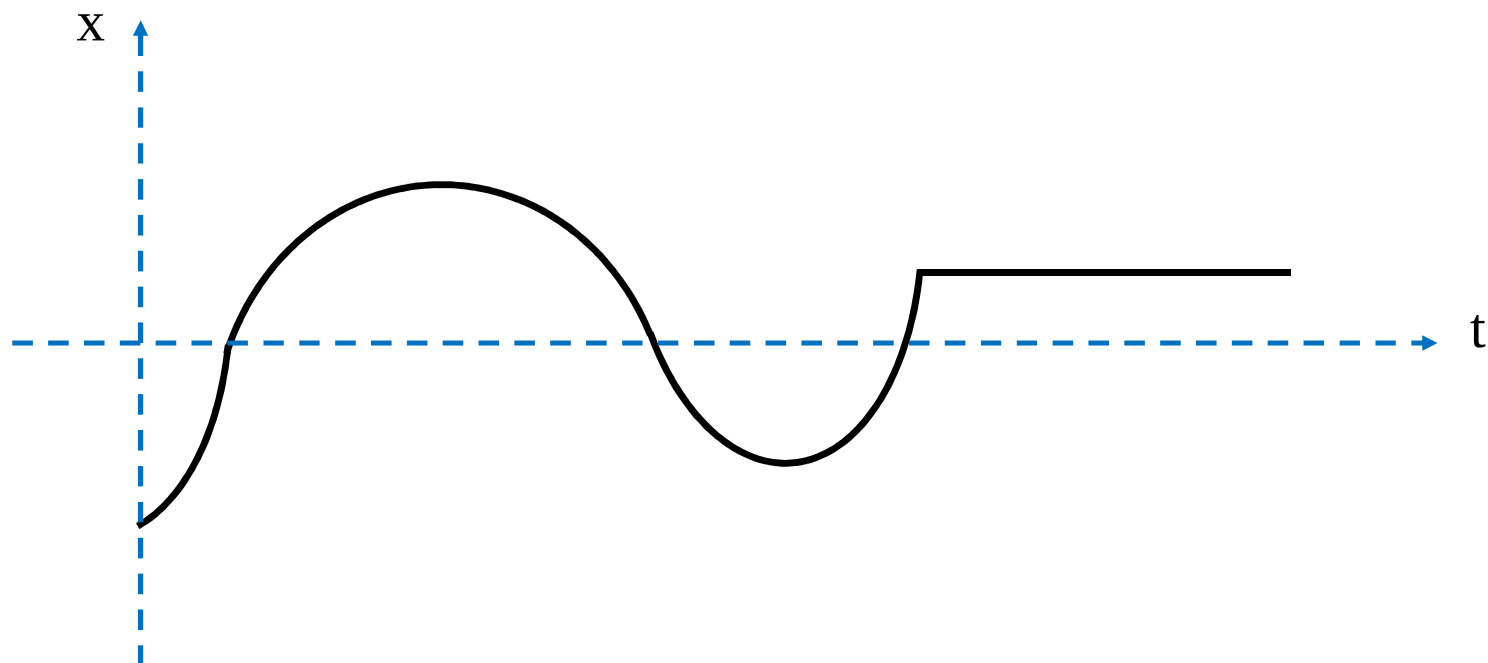
$$a_x(t) = \frac{dV_x}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$$



c

c

کوییز ۱: نمودار تغییرات سرعت و شتاب را رسم کنید



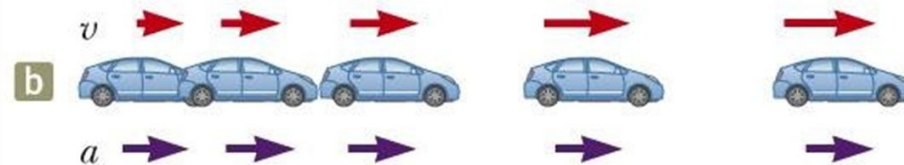
نمودارهای حرکت

نمودار حرکت را می توان با تصور عکس استروبوسکوپی شکل داد. یک جسم متحرک که فلش های قرمز نشان دهنده سرعت هستند و فلش های بنفش نشان دهنده شتاب است.

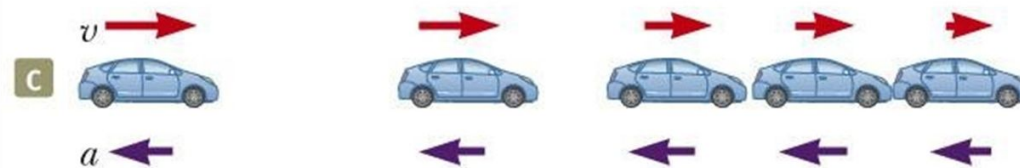
This car moves at constant velocity (zero acceleration).



This car has a constant acceleration in the direction of its velocity.



This car has a constant acceleration in the direction opposite its velocity.

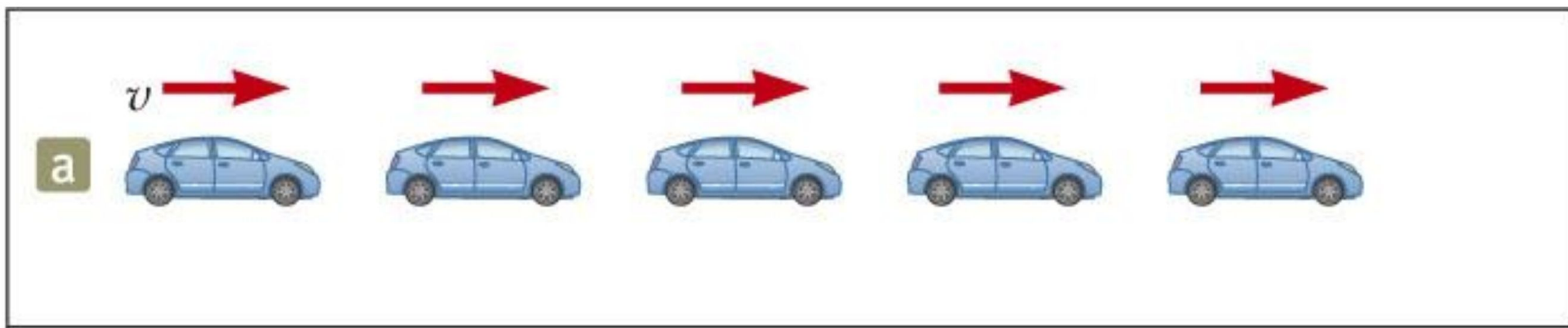


opposite its velocity in the direction constant acceleration



سرعت ثابت

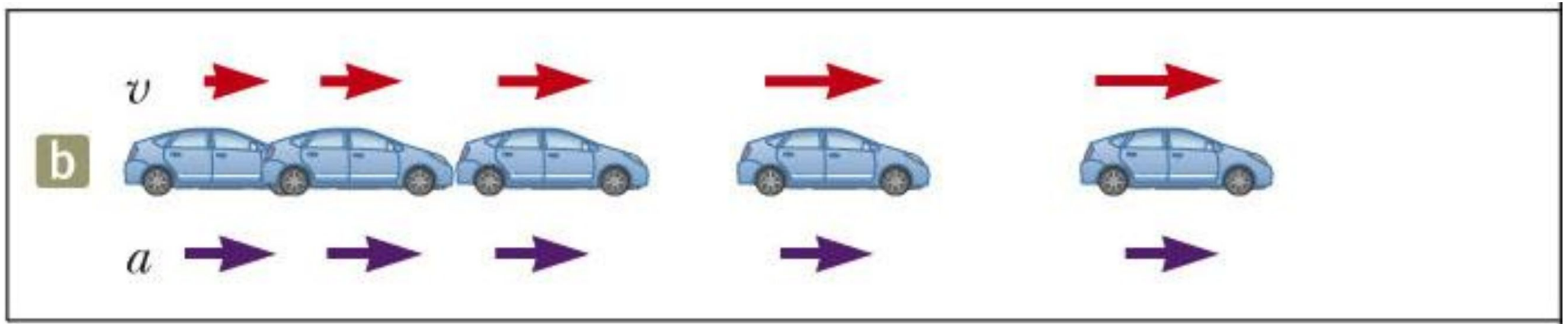
اتومبیل با سرعت مثبت ثابت در حال حرکت است.
شتاب برابر با صفر است
تصاویر ماشین ها به طور مساوی با هم فاصله دارند.
فلش قرمز نشان دهنده سرعت



This car moves at
constant velocity (zero
acceleration).

شتاب و سرعت

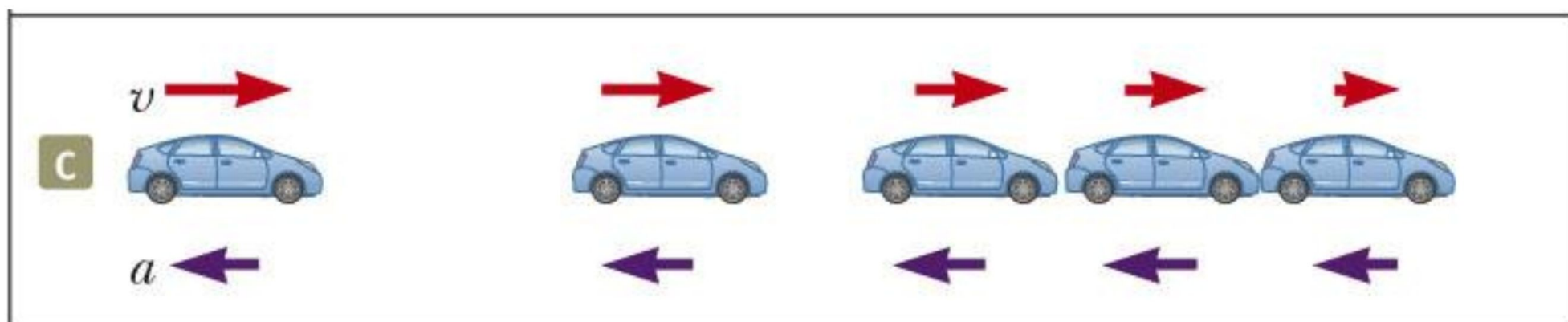
تصاویر ماشین با افزایش زمان از هم دورتر می شوند.
سرعت و شتاب در یک راستا قرار دارند.
شتاب ثابت است (فلش بنفش همان طول را حفظ می کند).
سرعت در حال افزایش است (فلش های قرمز بلندتر می شوند).
این شتاب مثبت و سرعت مثبت را نشان می دهد.



This car has a constant acceleration in the direction of its velocity.

شتاب و سرعت

تصاویر ماشین با افزایش زمان به هم نزدیک تر می شوند.
شتاب و سرعت در جهت های متضاد قرار دارند.
شتاب ثابت است (فلش بنفش همان طول را حفظ می کند).
سرعت در حال کاهش است (فلش های قرمز کوتاه تر می شوند).
سرعت مثبت و شتاب منفی.



This car has a constant acceleration in the direction opposite its velocity.

مدل های آنالیز

بر اساس چهار قسم مدل ساده سازی داریم:

- مدل ذرات
- مدل سیستم
- جسم سفت و سخت (صلب)
- موج

مدل آنالیز متناسب با رویکرد مسئله مشخص می شود.

همچنین مدل به ما می گوید که کدام معادله ریاضی را برای حل مسئله استفاده کنیم.

حالات مختلف حرکت

الف) سکون $a = 0$ و $V = 0$

ب) حرکت با سرعت ثابت $a = 0$ و $V \neq 0$

ج) حرکت با شتاب ثابت $a = \text{constant} \neq 0$ و $V \neq 0$

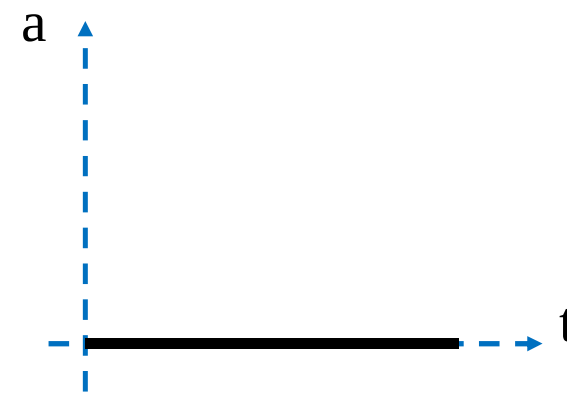
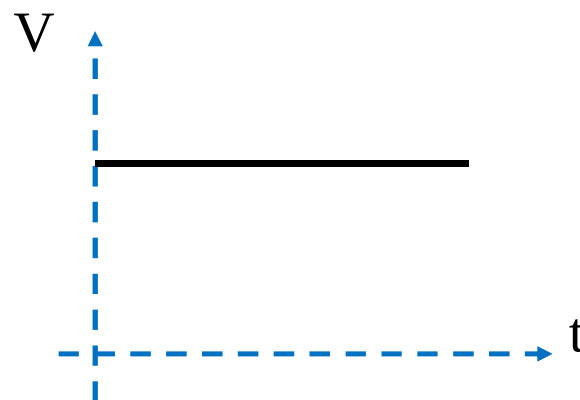
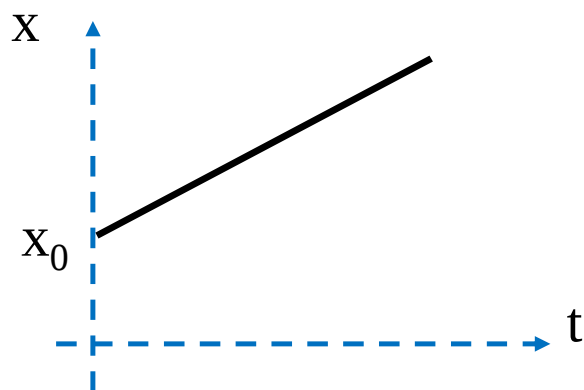
د) حرکت با شتاب متغیر $a = a(t)$ و $V \neq 0$

شتابدار تند شونده $aV > 0$
شتابدار کند شونده $aV < 0$

حرکت ذره ای با سرعت ثابت ($V \neq 0$ و $a = 0$)

نمایش ریاضی:

$$V = \frac{\Delta x}{t} = \frac{x(t) - x_i}{t} \rightarrow x(t) = x_0 + Vt$$



شیب نمودار = مقدار سرعت ثابت

حرکت ذره ای با شتاب ثابت

($a = 0$ و $V \neq 0$)

با فرض:

اگر شتاب در فضای سه بعدی معلوم و ثابت باشد

مکان اولیه جسم مشخص باشد

سرعت اولیه مشخص باشد

می توان مکان و سرعت جسم را در هر لحظه دیگر پیش بینی کرد

معادلات سینماتیک ۱

$$\vec{a} \begin{vmatrix} a_x \\ a_y \\ a_z \end{vmatrix} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j} + a_z \hat{k} \quad , \quad \vec{r}_0 \begin{vmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{vmatrix} = x_0 \hat{i} + y_0 \hat{j} + z_0 \hat{k} \quad , \quad \vec{V}_0 \begin{vmatrix} V_{0x} \\ V_{0y} \\ V_{0z} \end{vmatrix} = V_{0x} \hat{i} + V_{0y} \hat{j} + V_{0z} \hat{k}$$

$$\vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{a}t \rightarrow \begin{cases} V_x = V_{0x} + a_x t \\ V_y = V_{0y} + a_y t \\ V_z = V_{0z} + a_z t \end{cases}$$

$$\vec{r} = \frac{1}{2} \vec{a}t^2 + \vec{V}_0 t + \vec{r}_0 \rightarrow \begin{cases} x = \frac{1}{2} a_x t^2 + V_{0x} t + x_0 \\ y = \frac{1}{2} a_y t^2 + V_{0y} t + y_0 \\ z = \frac{1}{2} a_z t^2 + V_{0z} t + z_0 \end{cases}$$

معادلات سینماتیک ۲

برای شتاب ثابت ، سرعت متوسط را می توان به عنوان میانگین حسابی از سرعت های اولیه و نهایی بیان کرد.

این فقط در مواردی که شتاب ثابت باشد صدق می کند.

$$\bar{\vec{V}} = \frac{\vec{V}_2 + \vec{V}_1}{2}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \bar{V}_x = \frac{V_{x2} + V_{x1}}{2} \\ \bar{V}_y = \frac{V_{y2} + V_{y1}}{2} \\ \bar{V}_z = \frac{V_{z2} + V_{z1}}{2} \end{cases}$$

$$\vec{r}_2 = \vec{r}_1 + \frac{1}{2}(\vec{V}_2 + \vec{V}_1)t$$

$$\rightarrow \begin{cases} x_2 = x_1 + \frac{1}{2}(V_{x2} + V_{x1})t \\ y_2 = y_1 + \frac{1}{2}(V_{y2} + V_{y1})t \\ z_2 = z_1 + \frac{1}{2}(V_{z2} + V_{z1})t \end{cases}$$

معادلات سینماتیک ۳

معادله مستقل از زمان

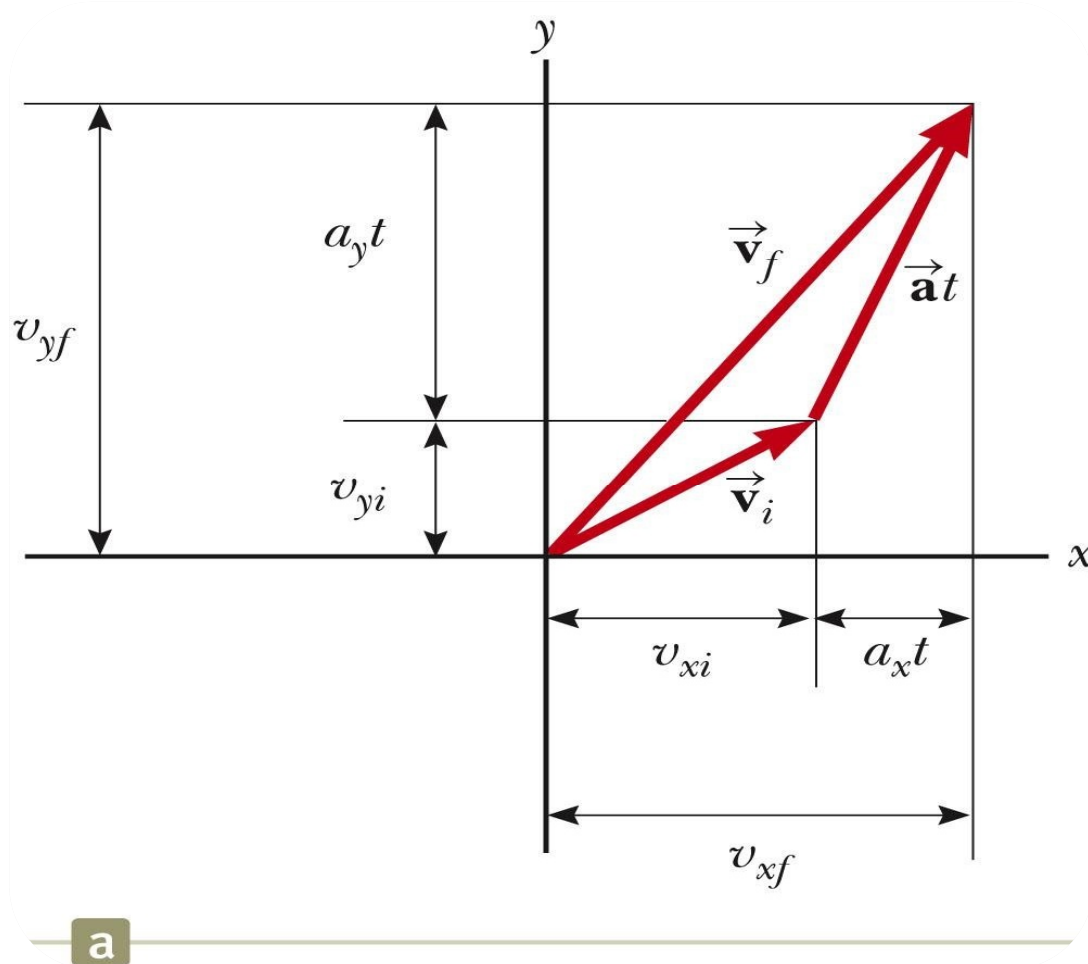
$$\begin{cases} V_{2x}^2 - V_{1x}^2 = 2a_x(x_2 - x_1) \\ V_{2y}^2 - V_{1y}^2 = 2a_y(y_2 - y_1) \\ V_{2z}^2 - V_{1z}^2 = 2a_z(z_2 - z_1) \end{cases}$$

معادلات سینماتیک، نمایش نموداری سرعت نهایی در دستگاه V_x و V_y

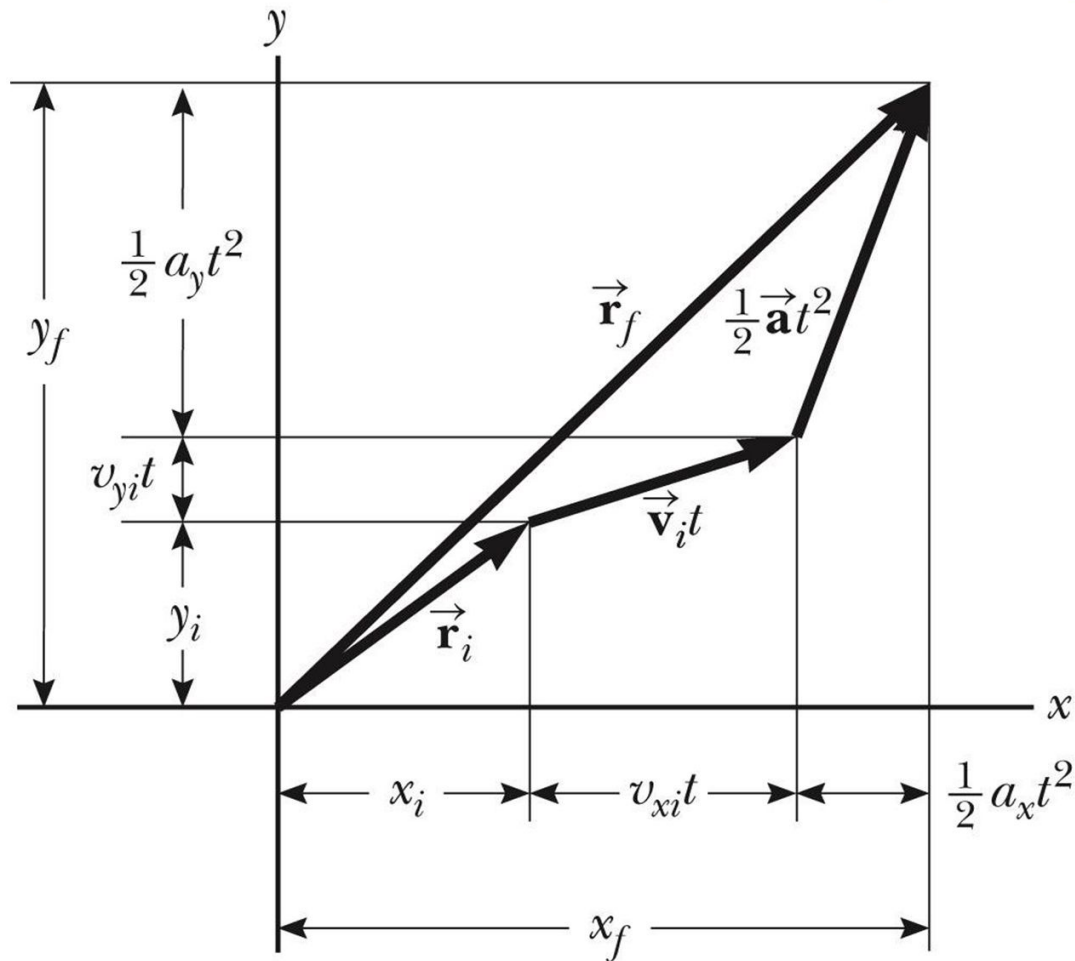
بردار سرعت را می توان با اجزای آن نشان داد

$$\vec{V}_f = \vec{V}_i + \vec{a}t$$

$$\begin{cases} V_{xf} = V_{xi} + a_x t \\ V_{yf} = V_{yi} + a_y t \end{cases}$$



معادلات سینماتیک؛ نمایش نموداری مکان نهایی در دستگاه x, y



$$\vec{r}_f = \frac{1}{2} \vec{a} t^2 + \vec{V}_i t + \vec{r}_i$$

$$\begin{cases} x_f = \frac{1}{2} a_x t^2 + V_{xi} t + x_i \\ y_f = \frac{1}{2} a_y t^2 + V_{yi} t + y_i \end{cases}$$

b

p

حرکت خطی افقی (در راستای x)

$$\vec{a} \begin{vmatrix} a_x \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix} = a_x \hat{i} \quad , \quad \vec{r}_0 \begin{vmatrix} x_0 \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix} = x_0 \hat{i} \quad , \quad \vec{V}_0 \begin{vmatrix} V_{0x} \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix} = V_{0x} \hat{i}$$

$$V_x = V_{0x} + a_x t$$

$$x = \frac{1}{2} a_x t^2 + V_{0x} t + x_0$$

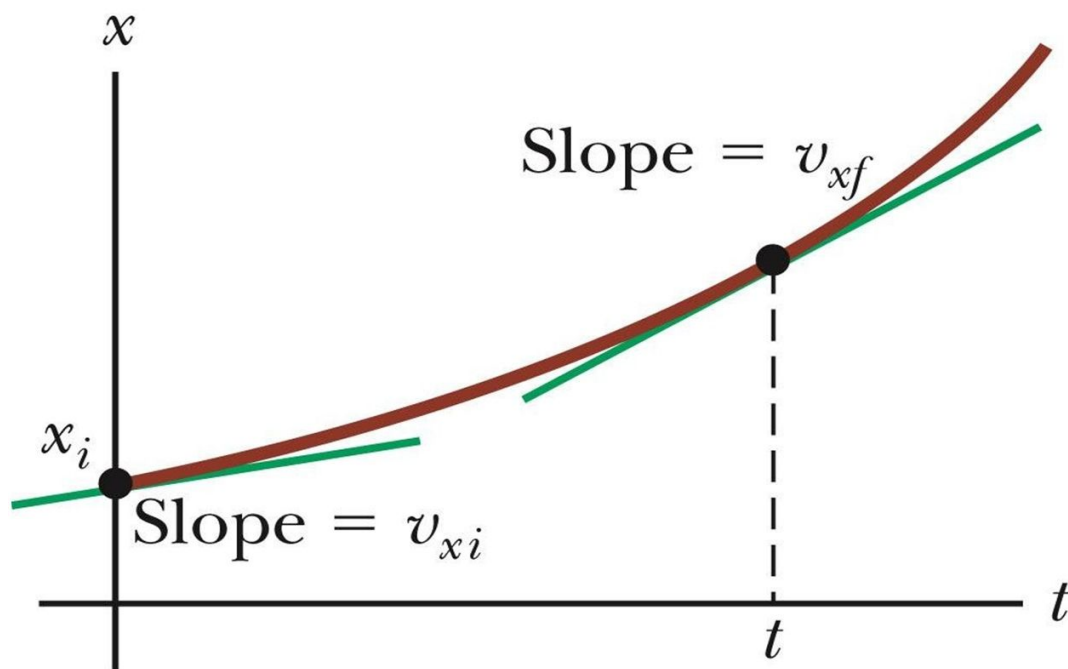
$$V_{2x}^2 - V_{1x}^2 = 2a_x(x_2 - x_1)$$

$$x_2 = x_1 + \frac{1}{2}(V_{x2} + V_{x1})t$$

$$\bar{V}_x = \frac{V_{x2} + V_{x1}}{2}$$

بررسی نمودارهای حرکت شتاب ثابت (مکان-زمان)

شیب منحنی در هر نقطه سرعت است.
خط خمیده منحنی نشان دهنده سرعت در حال تغییر است.
در نتیجه شتاب وجود دارد.

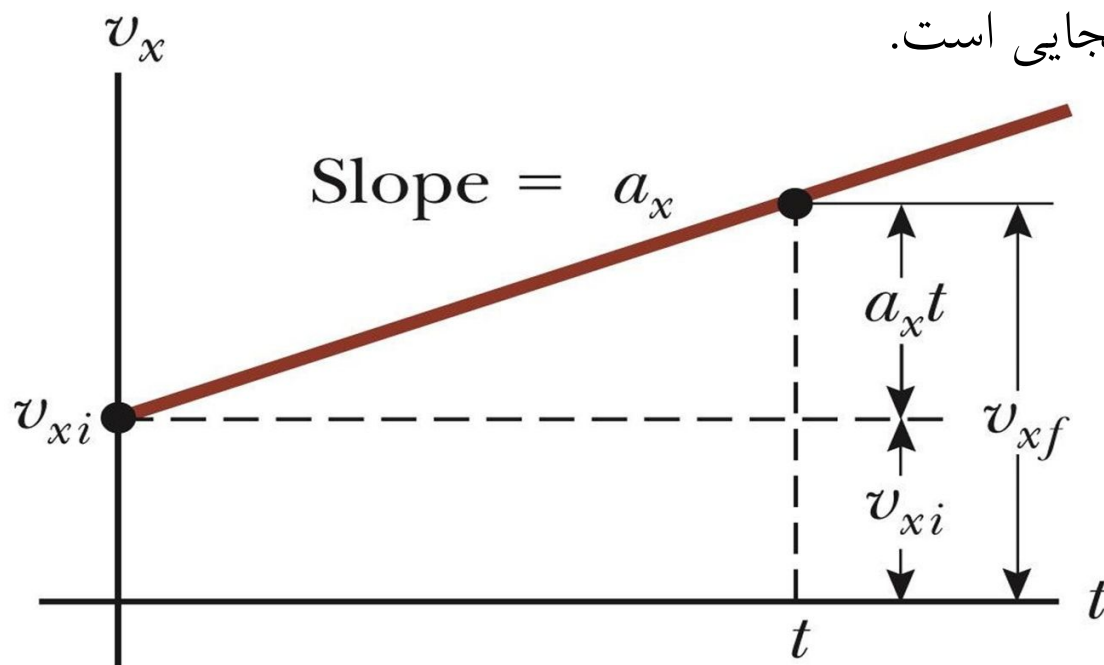


a

g

بررسی نمودارهای حرکت شتاب ثابت (سرعت-زمان)

شیب منحنی برابر با شتاب
خط مستقیم نشان می دهد که شتاب ثابت است.
نکته: سطح زیر نمودار نشان دهنده ی جابجایی است.

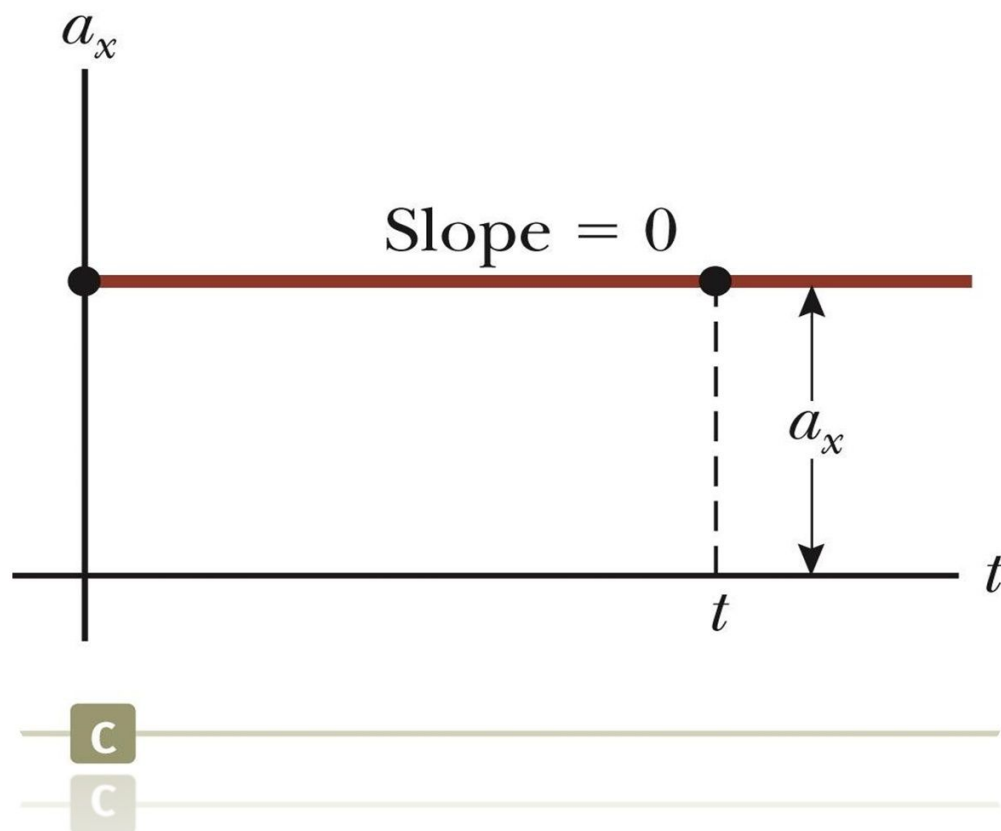


b

n

بررسی نمودارهای حرکت شتاب ثابت (شتاب-زمان)

شیب نمودار شتاب - زمان صفر است که نشان دهنده شتاب ثابت است



سقوط آزاد

هر جسم آزادانه تحت تأثیر جاذبه به تنهایی حرکت می کند. این به حرکت اولیه جسم بستگی ندارد.

شتاب شیء آزاد در حال سقوط

✓ شتاب یک شی در سقوط آزاد به سمت پایین است. صرف نظر از حرکت اولیه مقدار شتاب سقوط آزاد $g = 9.80$ متر بر مجذور ثانیه است.

✓ g با افزایش ارتفاع کاهش می یابد و با عرض جغرافیایی متفاوت است (در حوالی زمین ثابت).

✓ از مقاومت هوا چشم پوشی می کنیم

✓ حرکت سقوط آزاد به طور مداوم حرکت را در یک بعد تسریع می کند.

✓ نکته: توجه داشته باشید جابجایی در جهت عمودی است.

حرکت عمودی (در راستای y)

$$\vec{a} \left| \begin{array}{c} 0 \\ \pm g = \pm g\hat{j} \\ 0 \end{array} \right. , \quad \vec{r}_0 \left| \begin{array}{c} 0 \\ y_0 = y_0\hat{j} \\ 0 \end{array} \right. , \quad \vec{V}_0 \left| \begin{array}{c} 0 \\ \pm V_{0y} = \pm V_{0y}\hat{j} \\ 0 \end{array} \right.$$

$$V_y = V_{0y} + a_y t = \pm V_0 \pm gt$$

$$y = \frac{1}{2}a_y t^2 + V_{0y}t + y_0 = \pm \frac{1}{2}gt^2 \pm V_0t + y_0$$

$$V_{2y}^2 - V_{1y}^2 = \pm 2g(y_2 - y_1)$$

نوع علامت سرعت و شتاب، وابسته به جهت دستگاه مختصات که با توجه به مسئله انتخاب می شود مشخص می شود

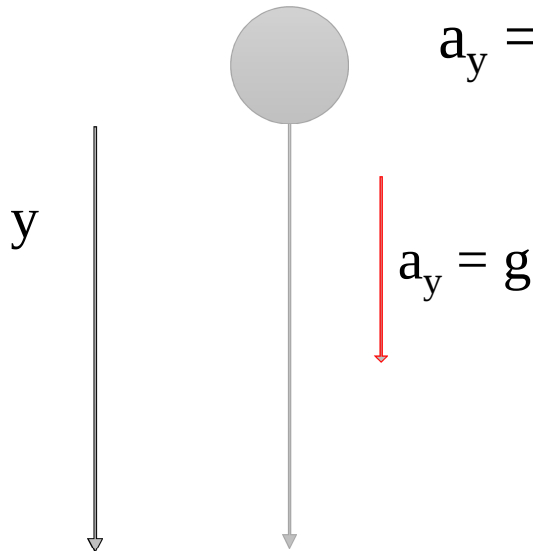
الف) سقوط آزاد (حرکت یک جسم رها شده)

❖ سرعت اولیه صفر است ($V_0=0$)

❖ جهت محور y به سمت پایین

❖ شتاب عمودی است و به سمت پایین و برابر با $a_y = +g = +9.80 \text{ m/s}^2$

❖ حرکت تند شونده



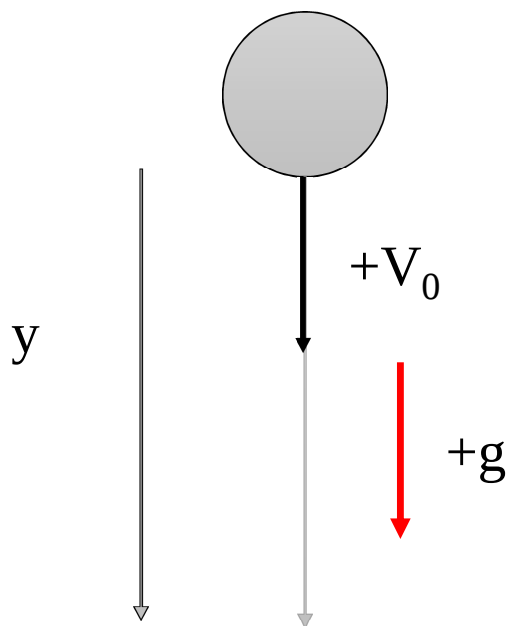
(ب) پرتاب به سمت پایین

❖ سرعت اولیه مخالف صفر و به سمت پایین است ($V_0 \neq 0$)

❖ جهت محور y به سمت پایین

❖ شتاب عمودی است و به سمت پایین و برابر با $a_y = +g = +9.80 \text{ m/s}^2$

❖ حرکت تند شونده



ب) جسم پرتاب شده به سمت بالا

❖ سرعت اولیه مخالف صفر و به سمت بالا است ($V_0 \neq 0$)

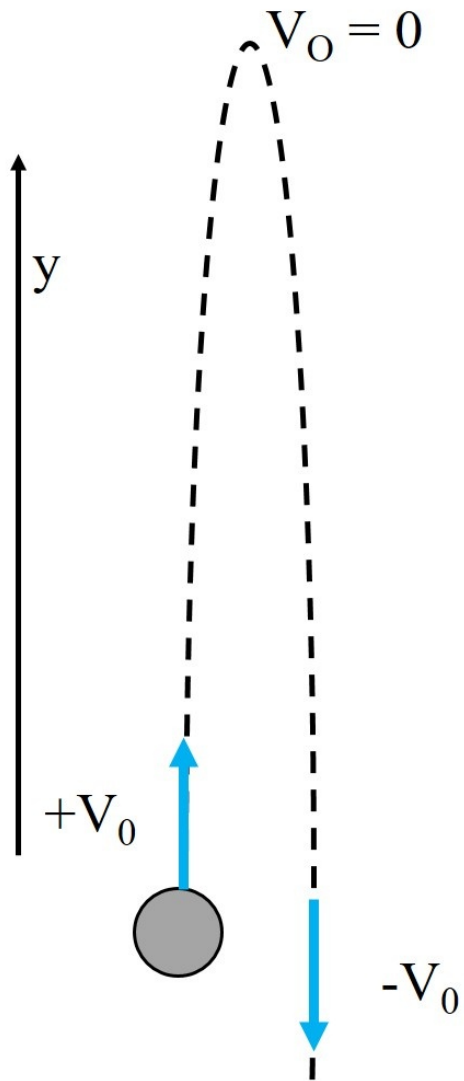
❖ جهت محور y به سمت بالا

❖ شتاب عمودی و به سمت پایین است و برابر با $a_y = -g = -9.80 \text{ m/s}^2$

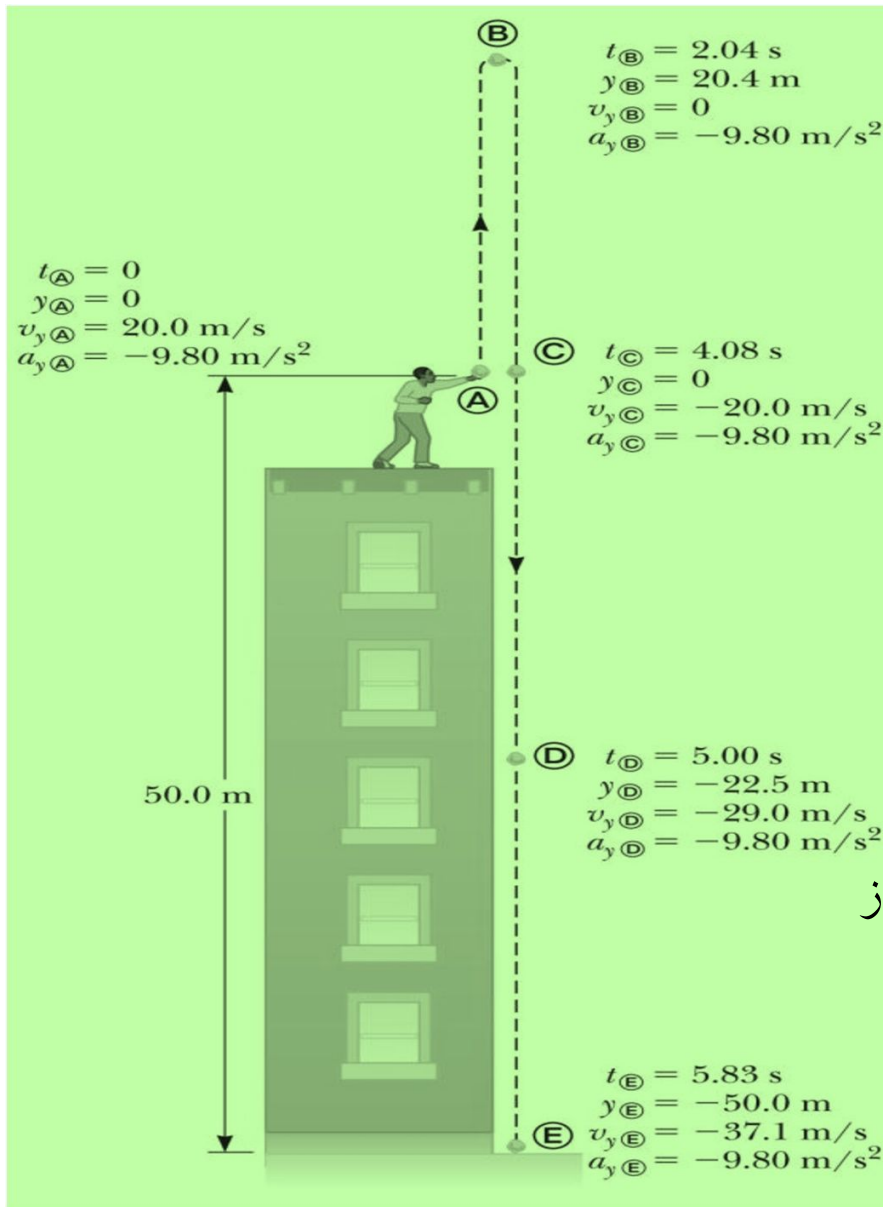
❖ حرکت تا رسیدن به نقطه اوج کند شونده (سرعت و شتاب در خلاف جهت هم)

❖ سرعت در نقطه اوج صفر ($V_0 = 0$)

❖ حرکت جسم بعد از نقطه اوج تند شونده (سرعت و شتاب هم علامت و هر دو منفی)



مثال



✓ سرعت اولیه در A به سمت بالا (+) و شتاب $-g$ (۹٫۸- متر

برمجدور ثانیه) است

✓ در B، سرعت صفر و شتاب $-g$ (۹٫۸- متر بر مجذورثانیه)

است

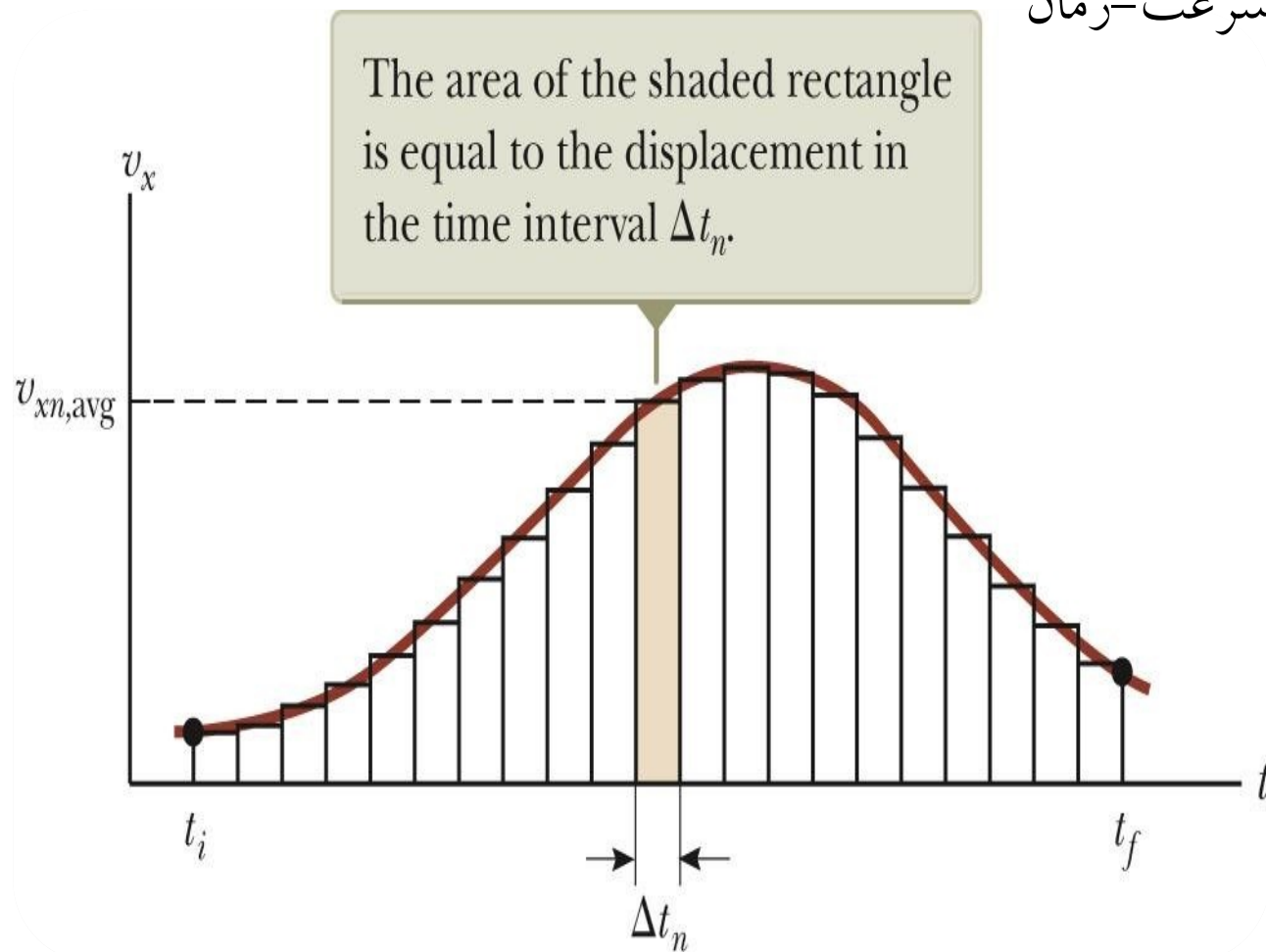
✓ در C، سرعت همان اندازه در A است ، اما در جهت

مخالف.

✓ جابجایی ۵۰٫۰- متر (به پایان می رسد) ۵۰٫۰ متر پایین تر از

نقطه شروع آن است).

جابجایی = مساحت ناحیه ی زیر منحنی سرعت-زمان



$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \sum_n V_{Xn} \Delta t = \int_{t_i}^{t_f} V_X(t) dt$$

معادلات سینماتیک فرم عمومی

$$a_X = \frac{dV_X}{dt} \quad \Leftrightarrow \quad V_{Xf} - V_{Xi} = \int_0^t a_X dt$$

$$V_X = \frac{dX}{dt} \quad \Leftrightarrow \quad X_f - X_i = \int_0^t V_X dt$$

$$V_{Xf} - V_{Xi} = a_X \cdot t$$

$$X_f - X_i = V_{Xi} \cdot t + \frac{1}{2} a_X t^2$$

استراتژی کلی حل مسئله

مراحل رویکرد کلی حل مسئله :

- مفهوم سازی (Conceptualize)
- طبقه بندی (Categorize)
- تجزیه و تحلیل (Analyze)
- نهایی (Finalize)

مفهوم سازی

- ❖ مشاهده، خواندن و درک درست مسئله
- ❖ فکر کردن به مسئله و موقعیت
- ❖ ترسیم سریع مسئله و موضوع
- ❖ جمع آوری اطلاعات عددی شامل درج معانی جبری عبارات
- ❖ تمرکز روی نتیجه مورد نظر
- ❖ فکر کردن درباره واحدها
- ❖ تصور جواب منطقی که مسئله باید داشته باشد.

طبقه بندی

- ☐ ساده سازی مسئله
- ☐ صرف نظر کردن از بعضی از پارامترها مانند مقاومت هوا
- ☐ مدل کردن جسم به عنوان ذرات و دیگر مدلها
- ☐ طبقه بندی نوع مسئله
- ☐ شناسایی مسئله های مشابهی که قبلاً حل شده
- ☐ کدام مدل تحلیل مفید خواهد بود؟

تجزیه و تحلیل

- 0 انتخاب روش و معادلات مناسب برای حل مسئله
- 0 حل برای متغیر ناشناخته.
- 0 جایگزینی اعداد مناسب
- 0 انجام محاسبات و بدست آوردن نتایج
- 0 درج واحدها
- 0 گرد کردن نتیجه با توجه به رقم های با معنا

نهایی کردن

- نتیجه خود را بررسی کنید.
- آیا واحدهای صحیح هستند؟
- آیا جواب با تصور اولیه موافق است؟
- به موقعیت های محدودکننده نگاه کنید تا مطمئن شوید نتایج منطقی هستند.
- نتیجه را با نتایج مشابه مقایسه کنید