



فیزیک (۱): مکانیک

مدرس: دکتر خیراندیش

برگزاری کلاس به صورت مجازی

نیمسال اول سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۰

AsefKheirandish.ir/Physics1



فصل دوم:

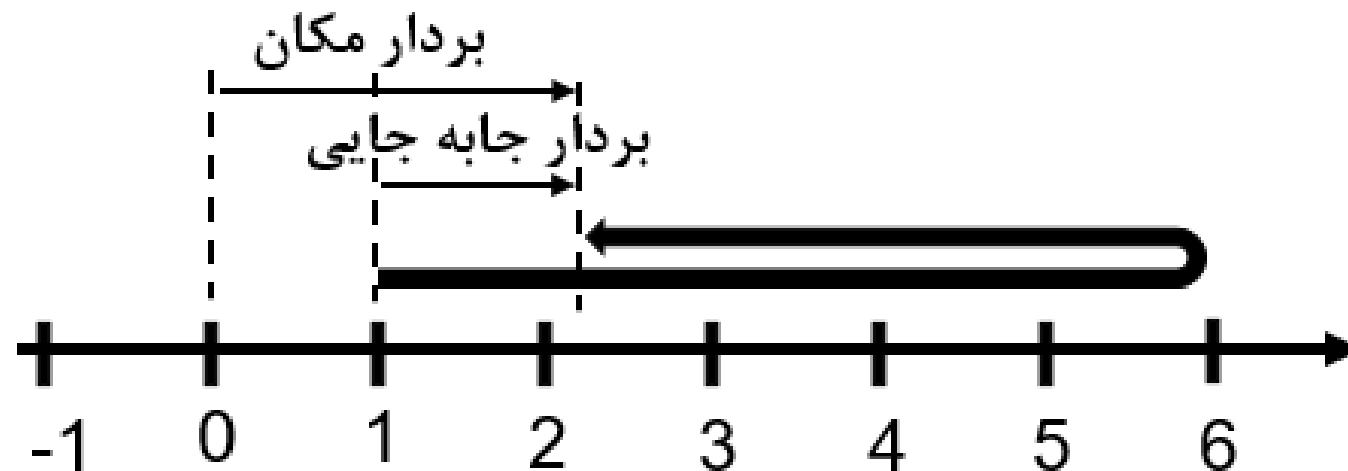
حرکت در راستای خط راست

✓ حرکت در یک بعد: جسم را به صورت نقطه ای در نظر می گیریم و مکان آن را نسبت به مبدا می سنجیم.

✓ بردار مکان: برداری است که مبدا مکان را به محل جسم وصل می کند.

✓ بردار جابجایی: برداری است که ابتدای حرکت را به انتهای حرکت وصل می کند. $\Delta x = x_2 - x_1$

✓ مسافت: یک کمیت نرده ای است و مسیر پیموده شده را اندازه می گیرد.

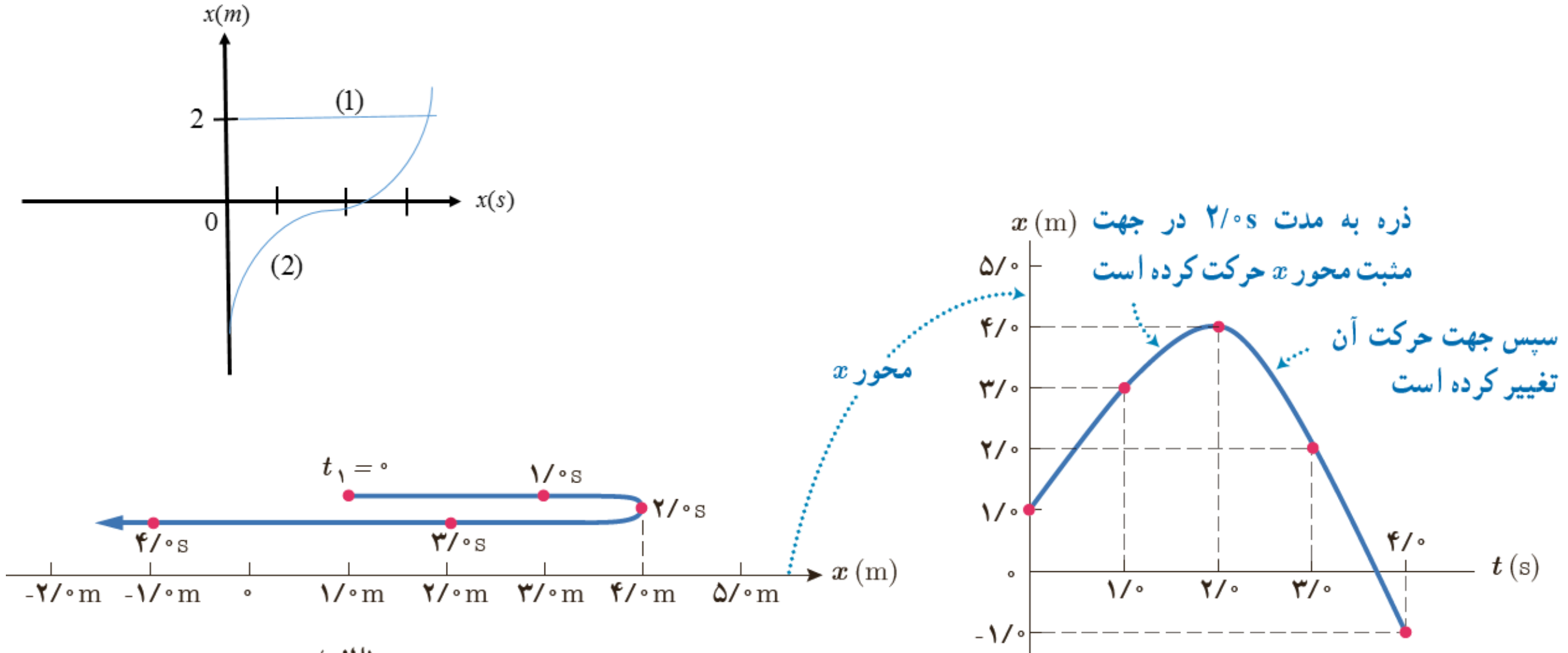


✓ **سوال:** آیا اندازه مسافت و جابه جایی می توانند باهم برابر باشند؟ اگر جواب مثبت است، در چه شرایطی می تواند اتفاق بیافتد؟

✓ **سوال:** آیا اندازه مسافت و جابه جایی می توانند باهم برابر باشند؟ اگر جواب مثبت است، در چه شرایطی می تواند اتفاق بیافتد؟

✓ **جواب:** بله، مسافت و جابه جایی زمانی باهم برابر هستند که حرکت در مسیر خط راست و بدون بازگشت باشد.

✓ نمودار مکان - زمان: نموداری که مکان جسم را در هر لحظه نشان می دهد.



✓ مثال ۱: کامیونی را با 70km/h تا مسافت 8.4km می رانید و در این نقطه سوخت کامیون تموم

شده و می ایستد. 2km دیگر را تا پمپ بنزین در مدت 30min پیاده می پیمایید.

(الف) جابجایی کل شما از شروع رانندگی تا رسیدن به پمپ بنزین چقدر بوده است؟

(ب) بازه زمانی از شروع رانندگی تا رسیدن به پمپ بنزین چقدر بوده است؟

(پ) سرعت متوسط شما از شروع رانندگی تا رسیدن به ایستگاه چقدر بوده است؟

(ت) فرض کنید گرفتن بنزین و برگشت پیاده شما به سمت کامیون 45min زمان ببرد. تندی متوسط شما

از شروع رانندگی تا برگشت دوباره به محل کامیون چقدر بوده است؟

✓ مثال ۱: کامیونی را با 70km/h تا مسافت 8.4km می رانید و در این نقطه سوخت کامیون تموم شده و می ایستد. 2km دیگر را تا پمپ بنزین در مدت 30min پیاده می پیمایید.

(الف) جابجایی کل شما از شروع رانندگی تا رسیدن به پمپ بنزین چقدر بوده است؟

$$x_2 = 8.4 \text{ km} + 2.0 \text{ km} = 10.4 \text{ km}$$

(ب) بازه زمانی از شروع رانندگی تا رسیدن به پمپ بنزین چقدر بوده است؟

$$v_{\text{avg,dr}} = \frac{\Delta x_{\text{dr}}}{\Delta t_{\text{dr}}}. \quad \Delta t_{\text{dr}} = \frac{\Delta x_{\text{dr}}}{v_{\text{avg,dr}}} = \frac{8.4 \text{ km}}{70 \text{ km/h}} = 0.12 \text{ h}.$$

$$\Delta t = \Delta t_{\text{dr}} + \Delta t_{\text{wlk}} = 0.12 \text{ h} + 0.50 \text{ h} = 0.62 \text{ h}.$$

✓ مثال ۱: کامیونی را با 70 km/h تا مسافت 8.4 km می رانید و در این نقطه سوخت کامیون تموم

شده و می ایستد. 2 km دیگر را تا پمپ بنزین در مدت 30 min پیاده می پیمایید.

(پ) سرعت متوسط شما از شروع رانندگی تا رسیدن به ایستگاه چقدر بوده است؟

$$v_{\text{avg}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{10.4 \text{ km}}{0.62 \text{ h}} = 16.8 \text{ km/h} \approx 17 \text{ km/h}.$$

(ت) فرض کنید گرفتن بنزین و برگشت پیاده شما به سمت کامیون 45 min زمان ببرد. تندی متوسط شما

از شروع رانندگی تا برگشت دوباره به محل کامیون چقدر بوده است؟

$$8.4 \text{ km} + 2.0 \text{ km} + 2.0 \text{ km} = 12.4 \text{ km}$$

$$0.12 \text{ h} + 0.50 \text{ h} + 0.75 \text{ h} = 1.37 \text{ h}$$

$$s_{\text{avg}} = \frac{12.4 \text{ km}}{1.37 \text{ h}} = 9.1 \text{ km/h}.$$

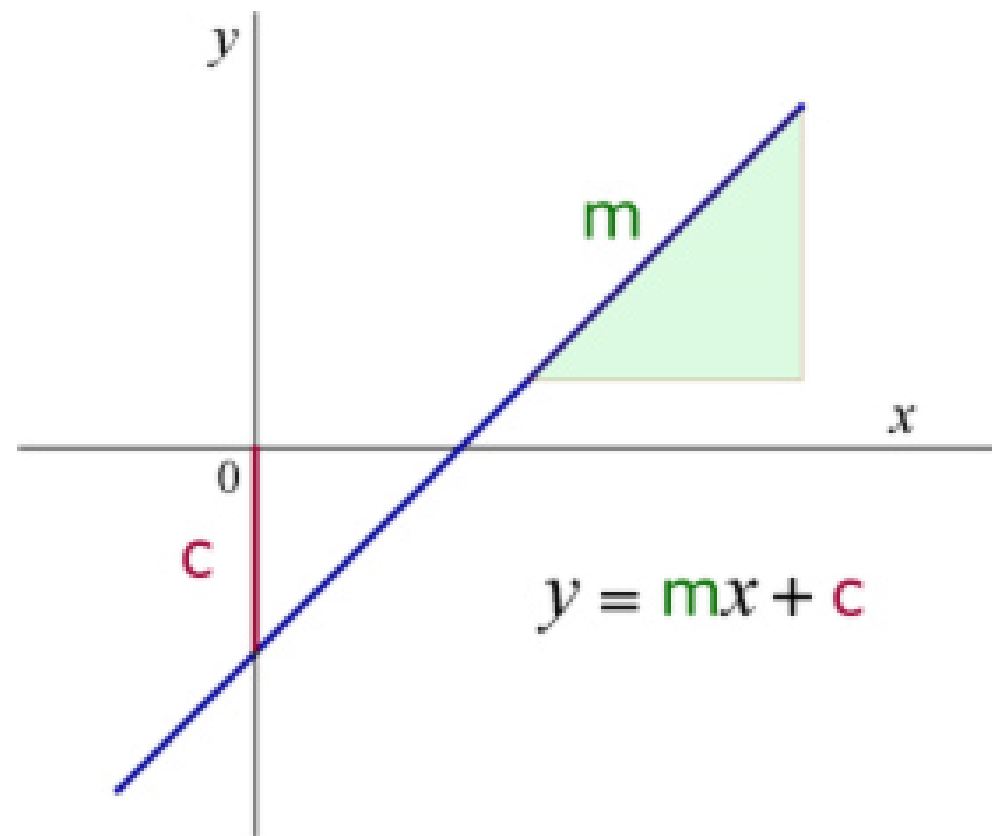
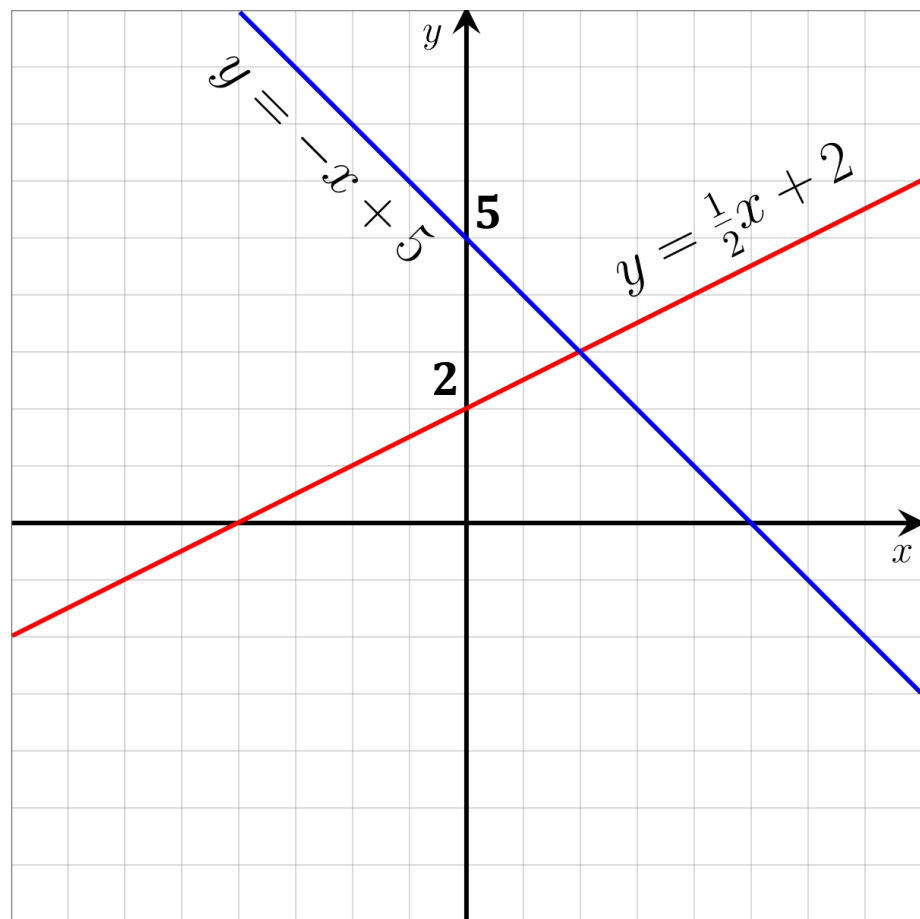
✓ **سرعت متوسط:** یک کمیت برداری است و برابر جابه جایی تقسیم بر زمان کل است.

$$\vec{v}_{avg} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{\vec{x}_2 - \vec{x}_1}{t_2 - t_1} \quad [v] = \frac{m}{s}$$

✓ **تندی متوسط:** یک کمیت نرده ای است و برابر مسافت تقسیم بر زمان کل است.

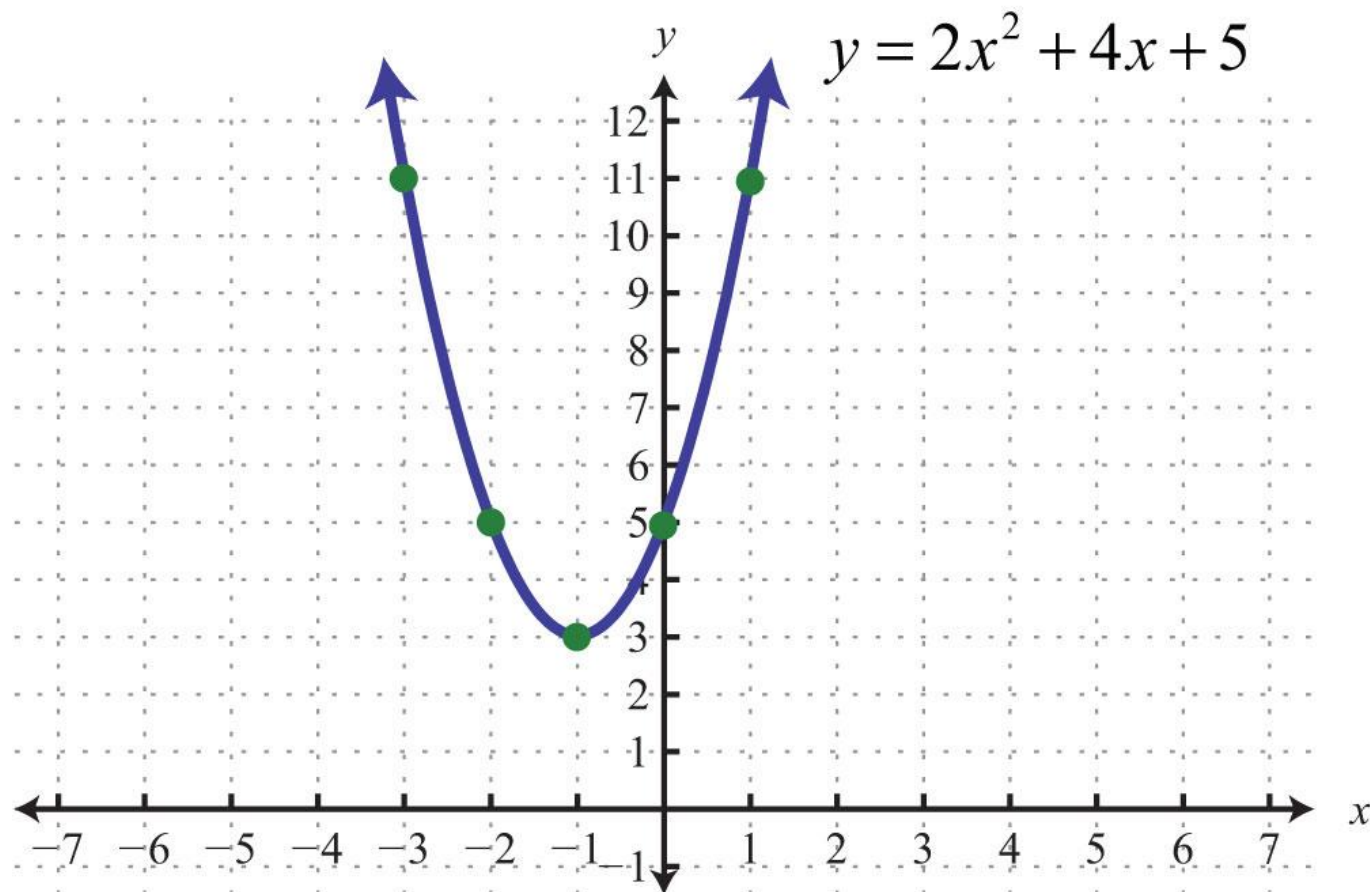
$$s_{avg} = \frac{l}{\Delta t} \quad [s] = \frac{m}{s}$$

✓ معادله خط راست:



(شیب خط)

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$



✓ معادله سهمی:

$$y = ax^2 + bx + c$$

a : جهت سهمی

b : شیب در عرض از مبدا

c : عرض از مبدا

$$y = 2x^2 + 4x + 5$$

$$\dot{y} = 4x + 4$$

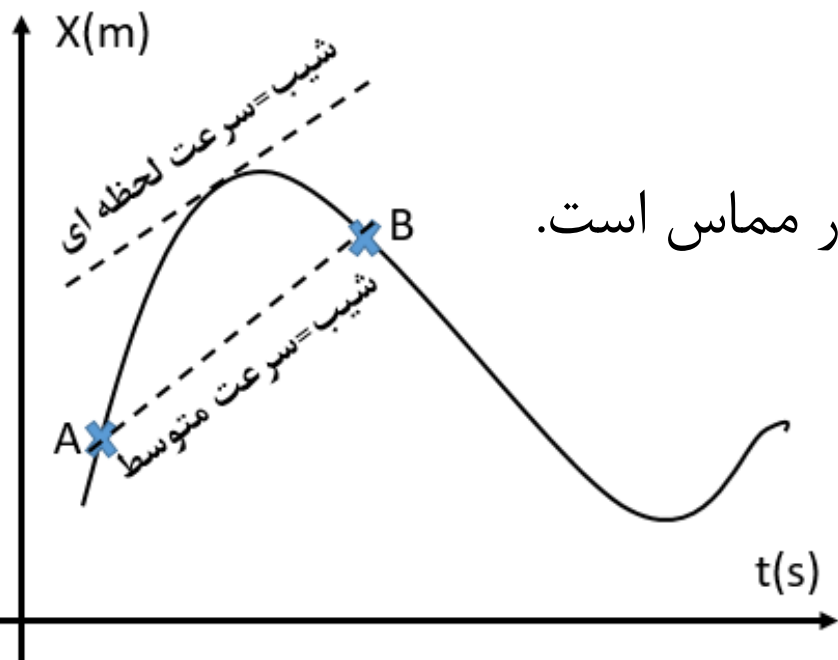
(برای بدست آوردن شیب در هر نقطه از معادله مشتق می گیریم)

✓ **سرعت لحظه ای:** سرعت در هر لحظه از زمان یا در هر نقطه از مسیر را سرعت لحظه ای می گویند.

$$\vec{v} = \frac{d\vec{x}}{dt}$$

✓ سرعت متحرک بین دو لحظه از زمان برابر شیب پاره خطی است که نقاط نظیر آن دو لحظه را به

یکدیگر وصل می کند.



✓ سرعت لحظه ای برابر شیب خطی است که در همان لحظه بر نمودار مماس است.

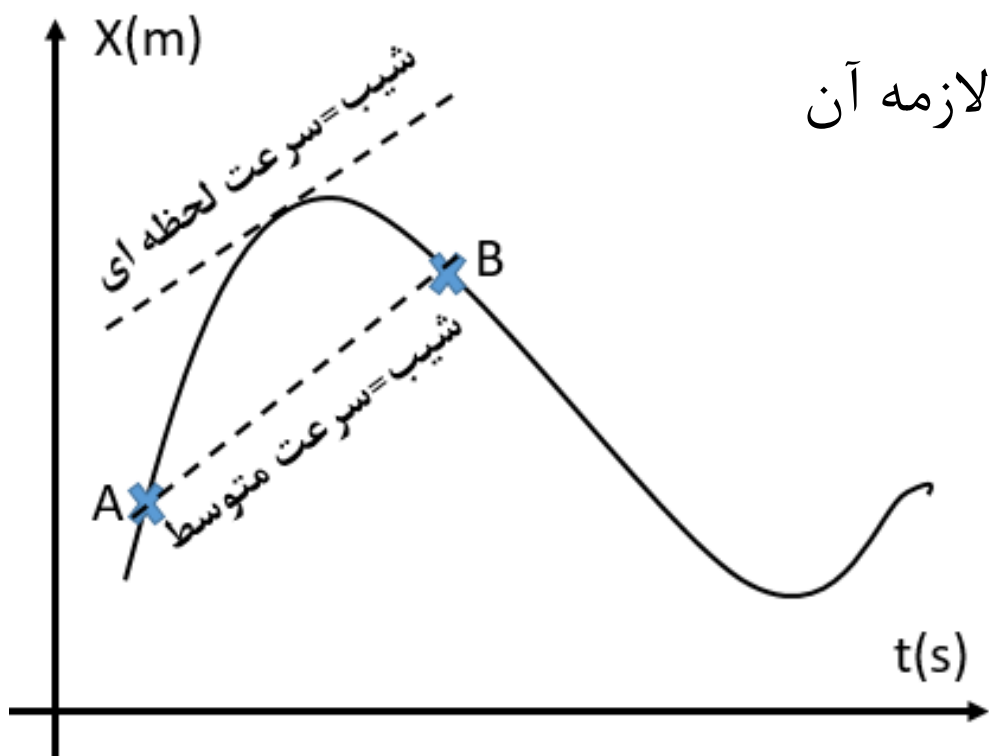
$$\vec{v}_{avg} = \frac{\Delta\vec{x}}{\Delta t} = \frac{\vec{x}_2 - \vec{x}_1}{t_2 - t_1}$$

✓ سرعت لحظه ای برابر شیب خطی است که در همان لحظه بر نمودار مماس است که اگر صعودی باشد

سرعت مثبت و اگر نزولی باشد سرعت منفی است.

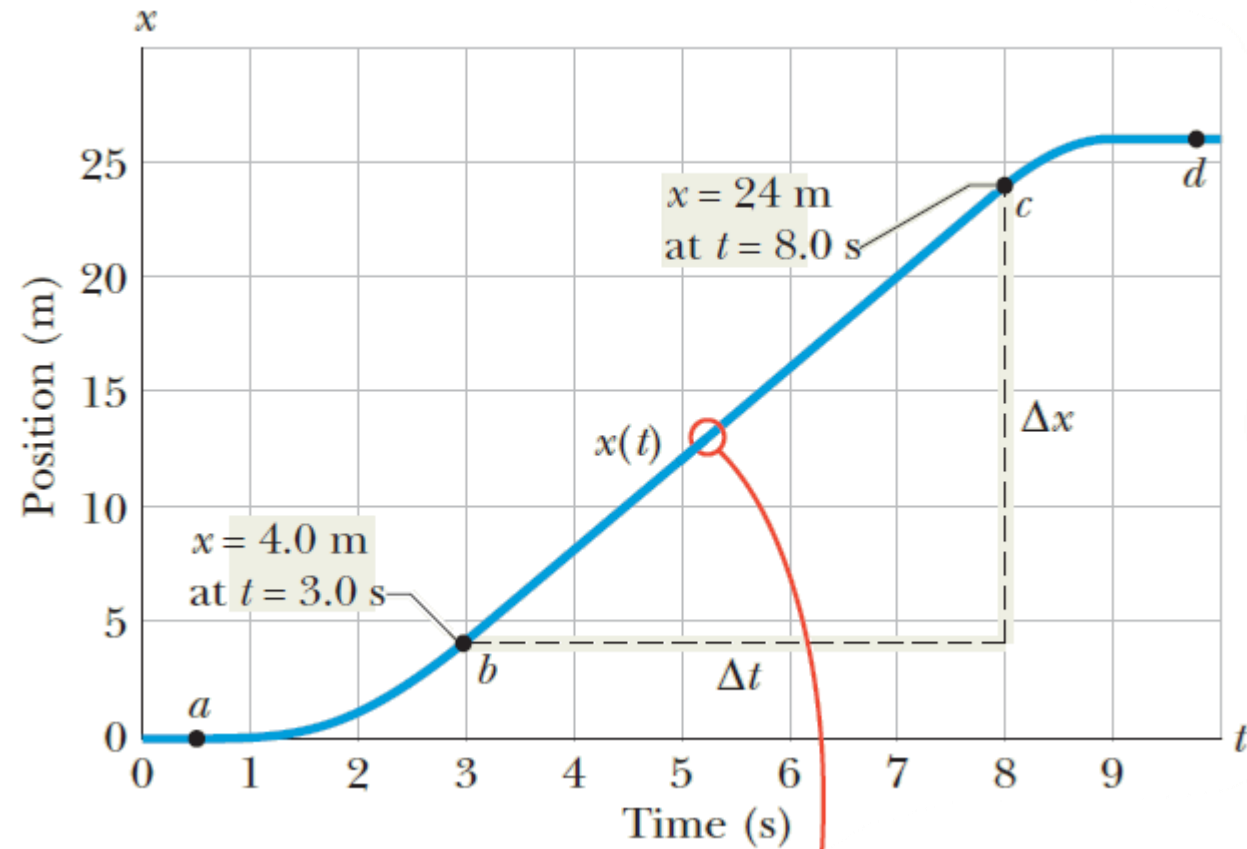
✓ در قله ها و دره ها جهت حرکت متحرک عوض می شود که لازمه آن

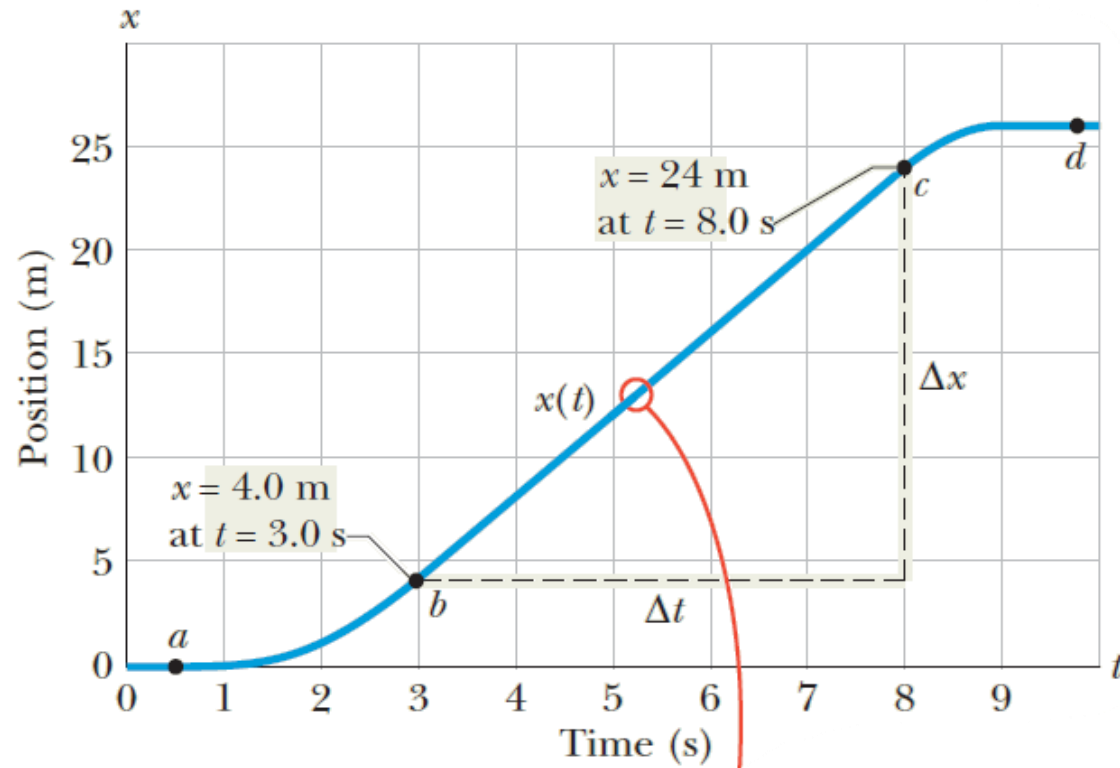
صفر شدن سرعت است.



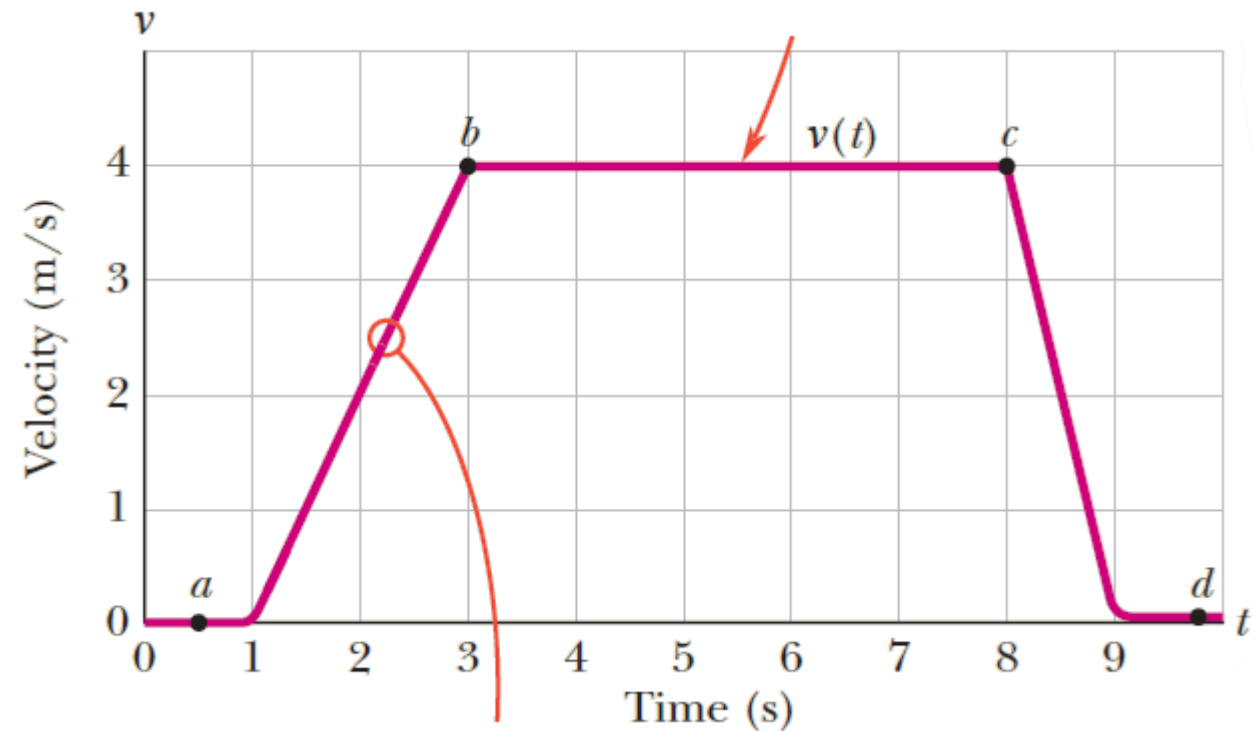
✓ مثال ۲: نمودار مکان-زمان زیر برای اتاقک آسانسوری است که در ابتدا ساکن است، سپس رو به بالا

حرکت می کند و سرانجام می ایستد. نمودار سرعت-زمان آن را رسم کنید.





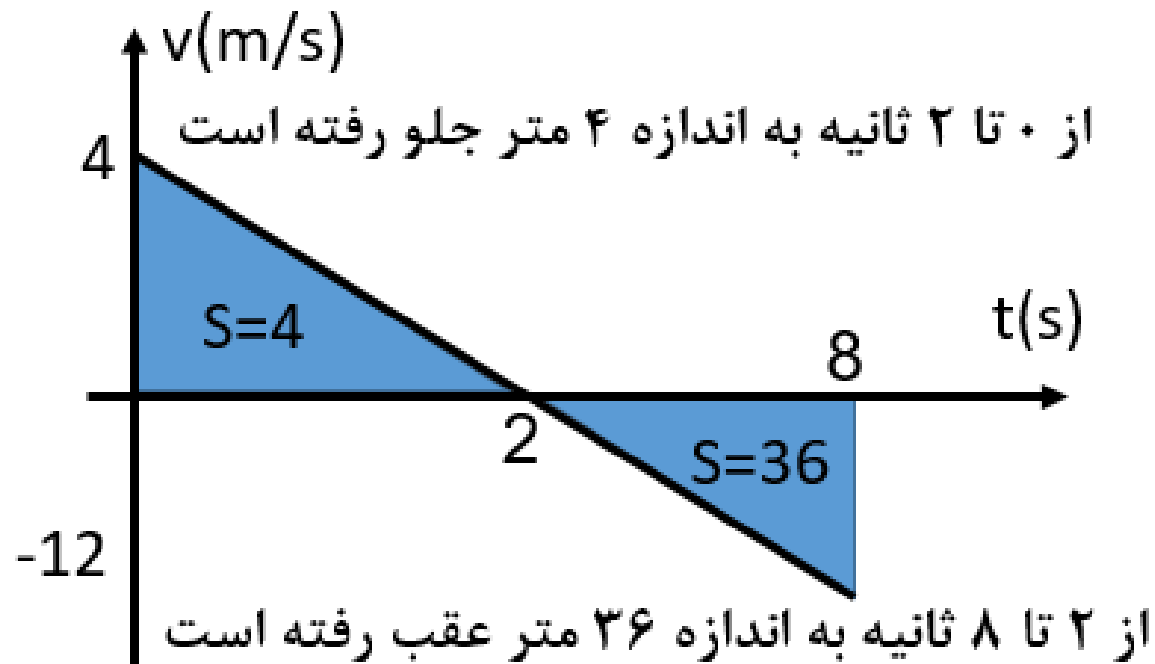
$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = v = \frac{24 \text{ m} - 4.0 \text{ m}}{8.0 \text{ s} - 3.0 \text{ s}} = +4.0 \text{ m/s.}$$



✓ اگر نمودار بالای محور زمان باشد، سرعت مثبت و پایین باشد سرعت منفی است.

✓ مساحت زیر نمودار سرعت-زمان، جابجایی را نشان می دهد.

✓ اگر نمودار بالای محور باشد جابه جایی مثبت و اگر پایین محور باشد جابجایی منفی است.



✓ شتاب متوسط و لحظه ای: هرگاه سرعت جسمی تغییر کند، حرکت آن شتابدار خواهد شد.

✓ شتاب متوسط یک کمیت برداری است و برابر تغییرات سرعت نسبت به زمان است.

$$\vec{a}_{avg} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} \quad \rightarrow \quad [a] = \frac{m}{s^2}$$

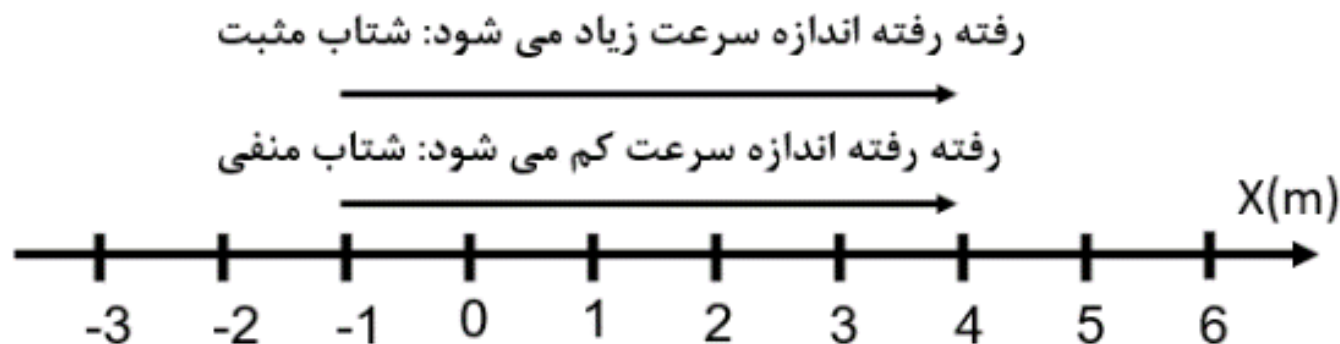
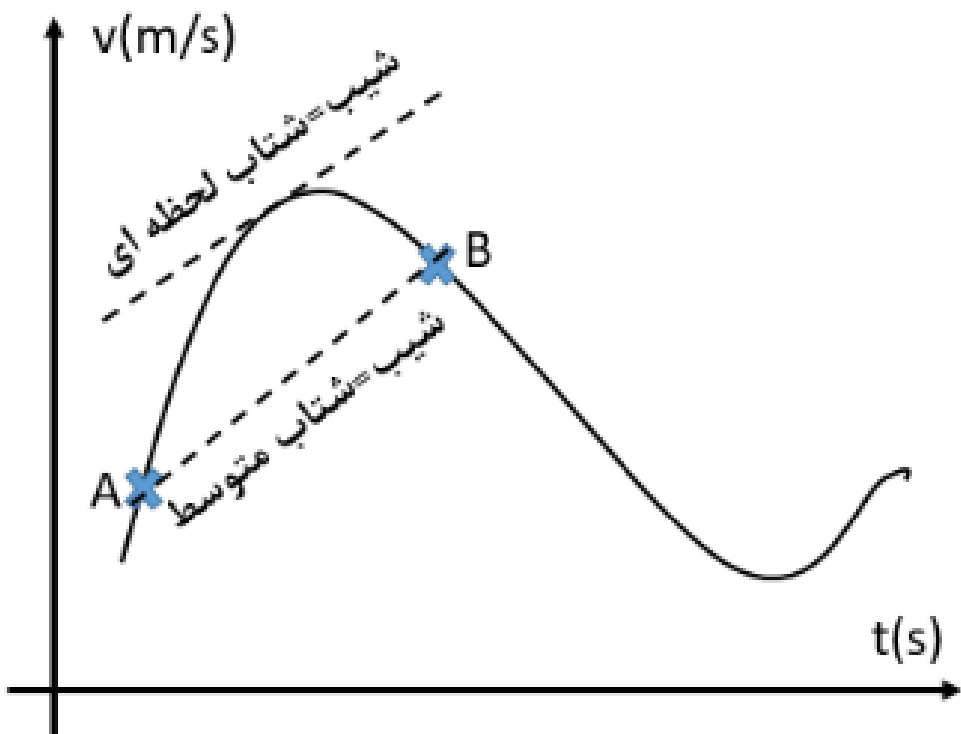
✓ شتاب لحظه ای برابر شتاب در هر لحظه دلخواه است.

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{x}}{dt^2}$$

✓ شتاب در هر لحظه دلخواه، برابر شیب خط مماس در آن لحظه است.

✓ شتاب متوسط بین دو لحظه از زمان برابر شیب پاره خطی است که نقاط نظیر آن دو لحظه را در

نمودار سرعت - زمان به یکدیگر وصل می کند.



✓ حرکت تندشونده: در ثانیه های مساوی و متوالی، جابجایی رفته رفته افزایش می یابد.

$$a \times v > 0 \quad (a > 0, v > 0 \quad \& \quad a < 0, v < 0)$$

✓ حرکت کندشونده: در ثانیه های مساوی و متوالی، جابجایی رفته رفته کاهش می یابد.

$$a \times v < 0 \quad (a > 0, v < 0 \quad \& \quad a < 0, v > 0)$$

✓ مثال ۳: جسمی در راستای محور X حرکت می کند. مطلوب است علامت شتاب آن در صورتی که:

(الف) در جهت مثبت با تندی افزایش یافته حرکت کند.

(ب) در جهت مثبت با تندی کاهش یافته حرکت کند.

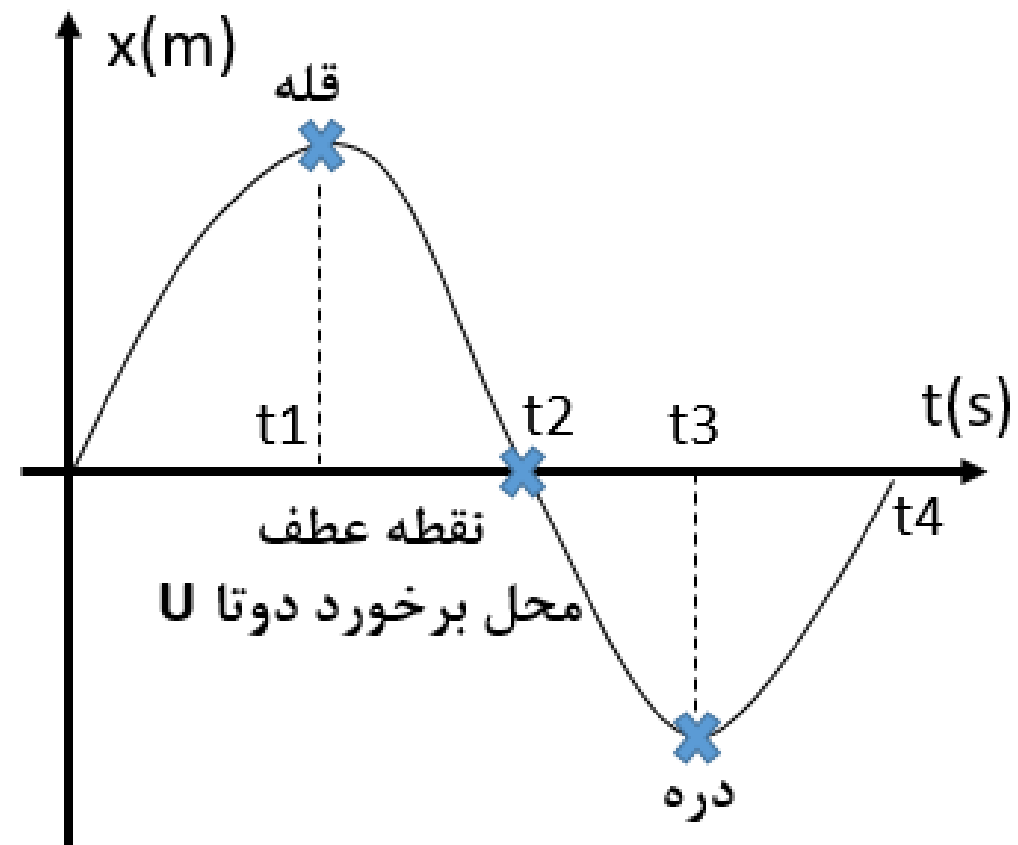
(پ) در جهت منفی با تندی افزایش یافته حرکت کند.

(ت) در جهت منفی با تندی کاهش یافته حرکت کند.

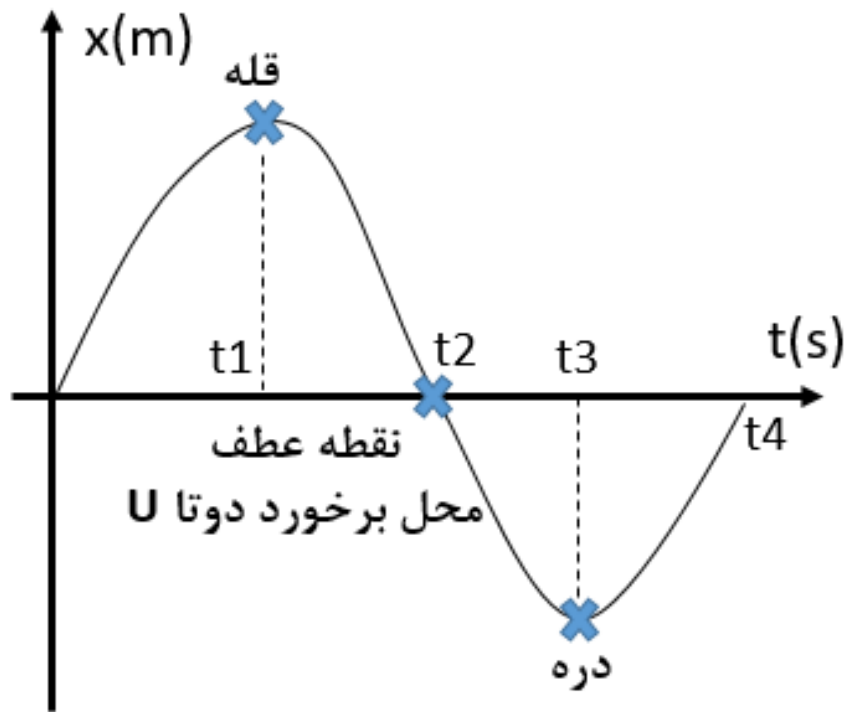
✓ مثال ۳: جسمی در راستای محور X حرکت می کند. مطلوب است علامت شتاب آن در صورتی که:

- (الف) در جهت مثبت با تندی افزایش یافته حرکت کند. +
- (ب) در جهت مثبت با تندی کاهش یافته حرکت کند. -
- (پ) در جهت منفی با تندی افزایش یافته حرکت کند. -
- (ت) در جهت منفی با تندی کاهش یافته حرکت کند. +

✓ مثال ۴: در نمودار زیر حرکت تندشونده و کندشونده را مشخص کنید..



✓ مثال ۴: در نمودار زیر حرکت تندشونده و کندشونده را مشخص کنید.



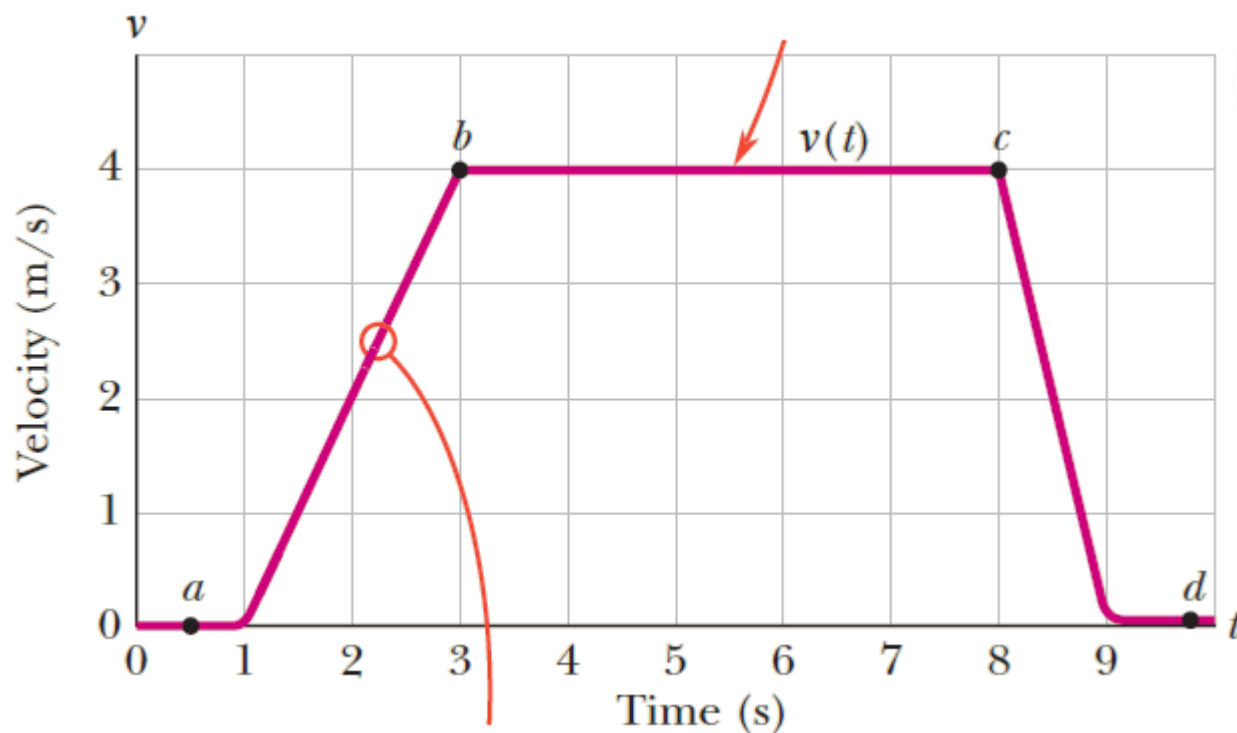
$$0-t_1 \rightarrow \begin{cases} a < 0 \\ v > 0 \end{cases} \rightarrow a \times v < 0, \quad t_1-t_2 \rightarrow \begin{cases} a < 0 \\ v < 0 \end{cases} \rightarrow a \times v > 0,$$

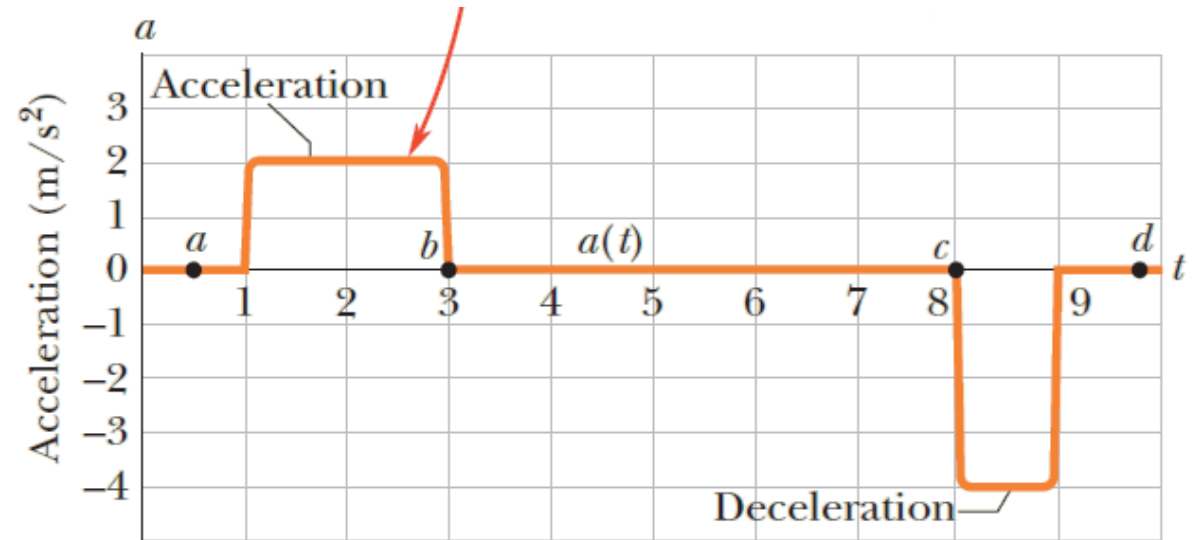
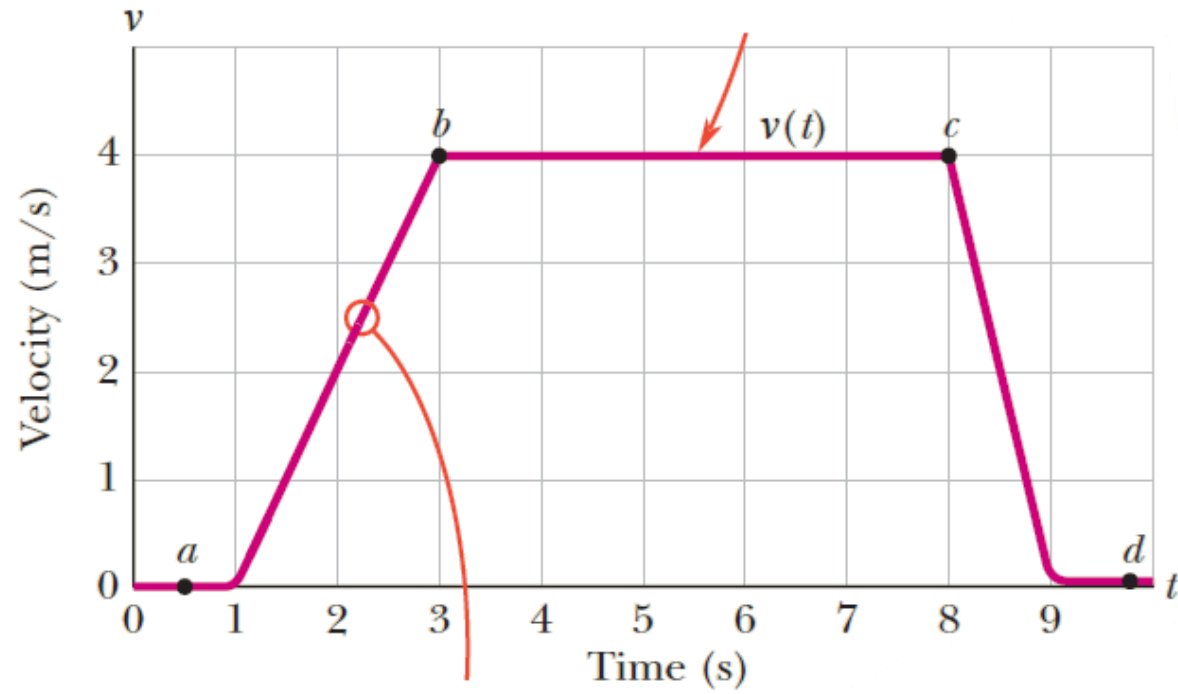
$$t_2-t_3 \rightarrow \begin{cases} a > 0 \\ v < 0 \end{cases} \rightarrow a \times v < 0, \quad t_3-t_4 \rightarrow \begin{cases} a > 0 \\ v > 0 \end{cases} \rightarrow a \times v > 0$$

قبل رسیدن به قله یا دره کندشونده و بعد از عبور از قله یا دره تندشونده است

✓ مثال ۵: نمودار سرعت-زمان زیر برای اتاقک آسانسوری است که در ابتدا ساکن است، سپس رو به بالا

حرکت می کند و سرانجام می ایستد. نمودار شتاب-زمان آن را رسم کنید.





✓ مثال ۶: معادله های زیر مکان یک ذره را در سه وضعیت نشان می دهند.

(الف) در کدام وضعیت، سرعت ذره ثابت است؟

(ب) در کدام وضعیت سرعت در جهت منفی X است؟

$$x = 5t + 4$$

$$x = 3t^2 + 4t - 1$$

$$x = 2t^3 + 3t^2 + 4t$$

✓ مثال ۶: معادله های زیر مکان یک ذره را در سه وضعیت نشان می دهند.

(الف) در کدام وضعیت، سرعت ذره ثابت است؟

(ب) در کدام وضعیت سرعت در جهت منفی X است؟

$$x = 5t + 4 \quad \rightarrow \quad v = 5 \quad \rightarrow \quad a = 0$$

مکان-زمان درجه اول آنگاه سرعت ثابت و شتاب صفر می شود

$$x = 3t^2 + 4t - 1 \quad \rightarrow \quad v = 6t + 4 \quad \rightarrow \quad a = 6$$

مکان-زمان درجه دوم آنگاه سرعت درجه اول و شتاب ثابت می شود

$$x = 2t^3 + 3t^2 + 4t \quad \rightarrow \quad v = 6t^2 + 6t + 4 \quad \rightarrow \quad a = 12t + 6$$

مکان-زمان درجه سوم و بالاتر آنگاه شتاب متغیر می شود

$$a = \frac{dv}{dt} \rightarrow dv = a dt$$

✓ از تعریف شتاب داشتیم:

$$dv = a dt \rightarrow \int_{v_0}^v dv = a \int_0^t dt \rightarrow v - v_0 = at \rightarrow v = at + v_0$$

$$v = \frac{dx}{dt} \rightarrow dx = v dt$$

✓ از تعریف سرعت داشتیم:

$$dx = v dt \rightarrow \int_{x_0}^x dx = \int_0^t v dt \rightarrow \int_{x_0}^x dx = \int_0^t (at + v_0) dt \rightarrow x - x_0 = \frac{1}{2} at^2 + v_0 t$$

✓ تمرین ۱: دو رابطه زیر را در نظر بگیرید:

$$x - x_0 = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$$

$$v = at + v_0$$

✓ با حذف زمان بین این دو رابطه، رابطه مستقل از زمان را بدست آورید.

$$v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$$

✓ با حذف شتاب بین این دو رابطه، رابطه مستقل از شتاب را بدست آورید.

$$x - x_0 = \frac{1}{2}(v_0 + v)t$$

✓ با حذف v_0 بین این دو رابطه، رابطه مستقل از v_0 را بدست آورید.

$$x - x_0 = vt - \frac{1}{2}at^2$$

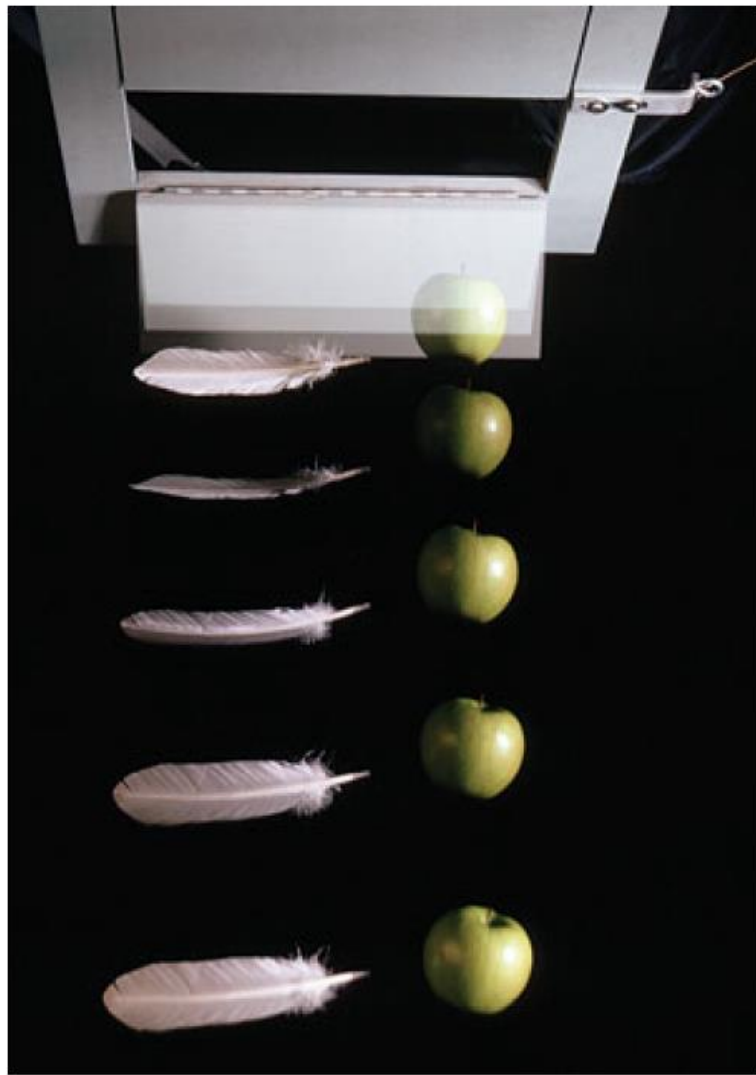
✓ روش حل مسئله حرکت با شتاب ثابت: در حرکت با شتاب ثابت ۵ متغیر داریم

$$a, \quad \Delta x, \quad t, \quad v, \quad v_0$$

✓ معمولاً در مسائل، سه متغیر را می دهند، چهارمی را از ما می خواهند و با یکی از متغیرها کاری

ندارند. ما از معادله ای استفاده می کنیم که آن متغیر را نداشته باشد.

Equation	Missing Quantity
$v = v_0 + at$	$x - x_0$
$x - x_0 = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$	v
$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$	t
$x - x_0 = \frac{1}{2}(v_0 + v)t$	a
$x - x_0 = vt - \frac{1}{2}at^2$	v_0

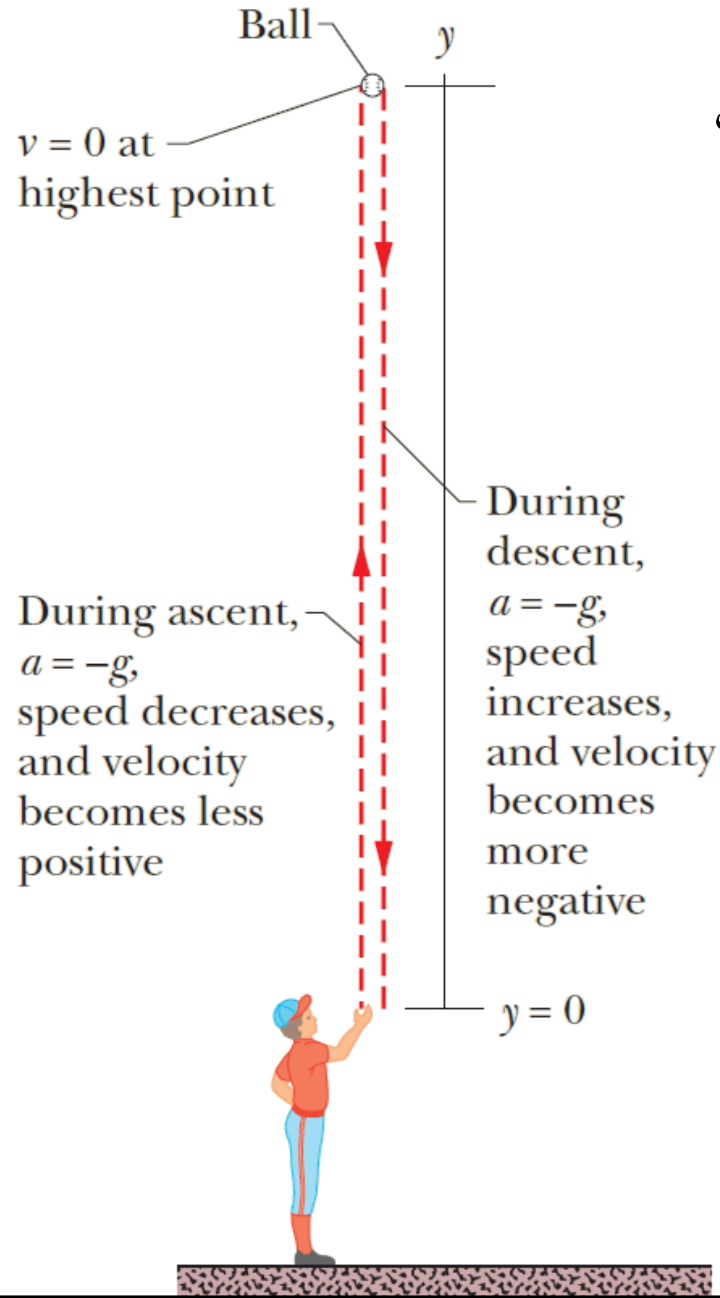


یک پر و سیب در خلا با شتاب یکسانی به بزرگی g سقوط آزاد می‌کند و همزمان به زمین می‌رسند

✓ شتاب سقوط آزاد: اگر جسمی را در خلا به بالا یا پایین پرت کنیم، جسم با آهنگ ثابت معینی رو به پایین شتاب خواهد گرفت که به آن شتاب سقوط آزاد می‌گویند.

✓ شتاب سقوط آزاد در نزدیکی سطح زمین برابر است با

$$g = -9.8 \frac{m}{s^2}$$



✓ مثال ۷: شخصی توپی را در راستای قائم با تندی 12m/s رو به بالا پرتاب

می کند.

(الف) چقدر طول می کشد تا توپ به ارتفاع بیشینه خود برسد؟

(ب) ارتفاع بیشینه توپ از نقطه پرتاب آن چقدر است؟

(پ) چقدر طول می کشد توپ به ارتفاع 5m از نقطه پرتاب برسد؟

✓ مثال ۷: شخصی توپی را در راستای قائم با تندی 12m/s رو به بالا پرتاب می کند.

(الف) چقدر طول می کشد تا توپ به ارتفاع بیشینه خود برسد؟

$$t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{0 - 12 \text{ m/s}}{-9.8 \text{ m/s}^2} = 1.2 \text{ s.}$$

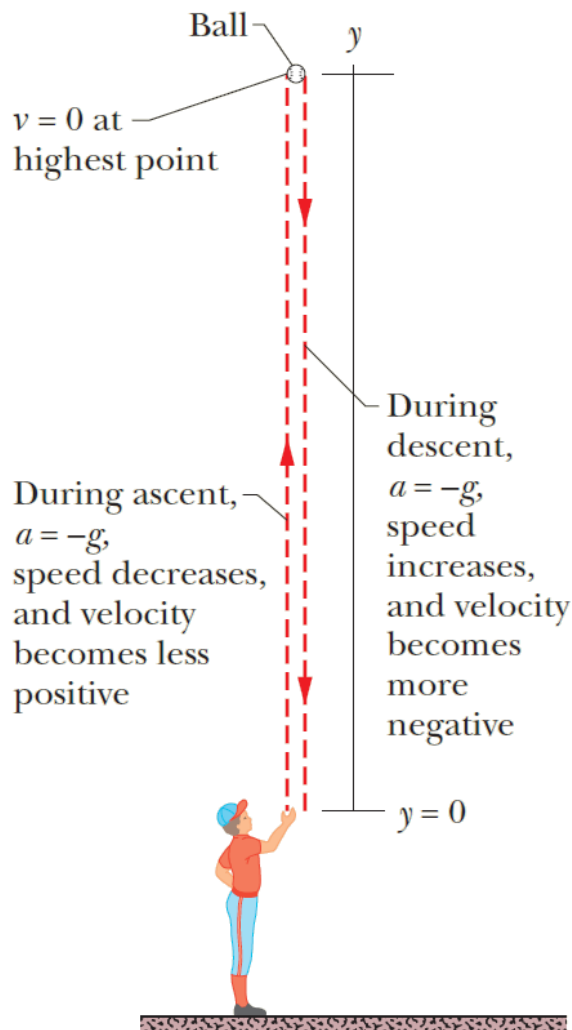
(ب) ارتفاع بیشینه توپ از نقطه پرتاب آن چقدر است؟

$$y = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{0 - (12 \text{ m/s})^2}{2(-9.8 \text{ m/s}^2)} = 7.3 \text{ m.}$$

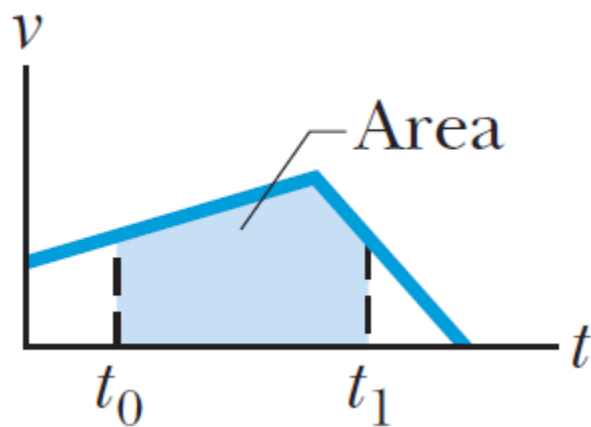
(پ) چقدر طول می کشد توپ به ارتفاع 5m از نقطه پرتاب برسد؟

$$y = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2, \quad 5.0 \text{ m} = (12 \text{ m/s}) t - \left(\frac{1}{2}\right)(9.8 \text{ m/s}^2) t^2.$$

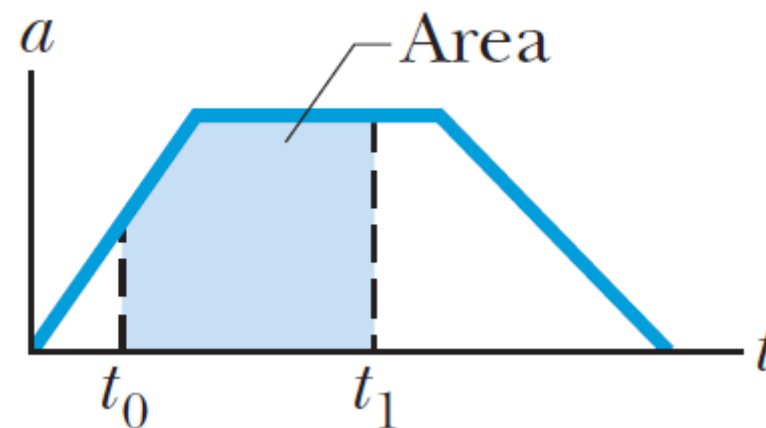
$$t = 0.53 \text{ s} \quad \text{and} \quad t = 1.9 \text{ s.}$$



✓ انتگرال گیری از سرعت و شتاب:



مساحت زیر نمودار سرعت - زمان نشان دهنده تغییرات جابجایی است



مساحت زیر نمودار شتاب - زمان نشان دهنده تغییرات سرعت است

نکات حل تمرین:

- ✓ به هر ۴ سوال جواب دهید.
- ✓ حداکثر تا سه روز بعد از اتمام جلسه فرصت دارید تا جواب تمرینات را در سایت دانشگاه بارگزاری کنید.

✓ تمرین ۱: دو رابطه زیر را در نظر بگیرید:

$$x - x_0 = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$$

$$v = at + v_0$$

✓ با حذف زمان بین این دو رابطه، رابطه مستقل از زمان را بدست آورید.

$$v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$$

✓ با حذف شتاب بین این دو رابطه، رابطه مستقل از شتاب را بدست آورید.

$$x - x_0 = \frac{1}{2}(v_0 - v)t$$

✓ با حذف v_0 بین این دو رابطه، رابطه مستقل از v_0 را بدست آورید.

$$x - x_0 = vt - \frac{1}{2}at^2$$

✓ تمرین ۲: تابع سرعت ذره ای در SI با رابطه $v = 3t^2$ بیان شده است.

(الف) سرعت ذره را در $t=1\text{s}$ و $t=3\text{s}$ بدست آورید.

(ب) شتاب متوسط را در این بازه زمانی محاسبه کنید.

(پ) شتاب ذره را در $t=1.5\text{s}$ تعیین کنید.

✓ تمرین ۳: خودرویی با سرعت غیرمجاز 90km/h حرکت می کند و از کنار خودرو پلیس می گذرد. پلیس به محض مشاهده، خودرو خود را از حال سکون با شتاب ثابت 5m/s.s به حرکت درآورده و راننده را تعقیب می کند.

(الف) پس از چه مدتی پلیس به خودرو می رسد؟

(ب) در این حال سرعت خودروی پلیس چقدر است؟

✓ تمرین ۴: در یک آزمون تصادف، اتومبیلی که با سرعت 100km/h در حرکت است با دیوار بتنی برخورد می کند.

(الف) اتومبیل پس از چه مدتی متوقف می شود؟

(ب) شتاب توقف آن چقدر است؟

(راهنمایی: مسافت حرکت توسط اتومبیل را حدس بزنید.)

✓ تمرین ۵: شخصی که درون آسانسوری ایستاده است مشاهده می کند پیچی از سقف آسانسور جدا شده و می افتد.

(الف) اگر ارتفاع آسانسور ۳ متر و آسانسور با سرعت ثابت 2.2m/s به بالا حرکت کند پس از چه مدت پیچ به کف آسانسور برخورد می کند؟

(ب) اگر آسانسور با شتاب ثابت 4m/s^2 از حال سکون شروع به حرکت کند و سوی شتاب رو به بالا باشد، پیچ پس از چه مدت به کف برخورد می کند؟