

به نام خداوند جان و خرد

Dr: B. Barati
فیزیک (۳)

پایه دوازدهم ، دوره دوم متوسطه
رشته‌های ریاضی فیزیک و علوم تجربی

09163014685



Dr: B. Barati

حرکت پر خفا راست

چه مدت طول می کشد تا تندی خودرویی از صفر به 100 km/h برسد؟

چه مسافتی را یک هواپیما باید روی باند پرواز حرکت کند تا به تندی برخاستن برسد؟

وقتی جسمی از دست شما رها می شود چقدر وقت دارید تا آن را قبل از برخورد به زمین بگیرید؟

حرکت: هر گاه مختصات یک جسم نسبت به یک دستگاه مختصات تغییر کند آن جسم را متحرک گویند.

نکته: هر گاه ابعاد متحرک نسبت به فاصله ها و مسیر حرکت کوچک باشد متحرک را میتوان در حکم یک ذره فرض کرد.



مسیر حرکت: مکان هندسی نقاطی است که جسم ضمن حرکت از آن نقاط عبور می کند.

طول مسیر پیموده شده توسط دوندۀ از مکان ۱ تا مکان ۲ را مسافت گویند.

پاره خط جهت داری که مکان آغازین حرکت را به مکان پایانی حرکت وصل می کند بردار جابه جایی نامید می شود.

۱- شکل الف شخصی را در حال پیاده روی در راستای خط راست و بدون تغییر جهت، از مکان ۱ به مکان ۲ نشان می‌دهد. مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی شخص را روی شکل مشخص و اندازه بردار جابه‌جایی آن را با مسافت مقایسه کنید.



مسافت با جابه‌جایی برابر است چون حرکت روی خط راست می‌باشد و متحرک تغییر جهت نداده است.

۲- شخص پس از رسیدن به مکان ۲، برمی‌گردد و روی همان مسیر به مکان ۳ می‌رود (شکل ب). مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی شخص را روی شکل مشخص و اندازه بردار جابه‌جایی آن را با طول مسیر مقایسه کنید.



چون متحرک تغییر جهت داده است مسافت با جابه‌جایی برابر نیست.

مسافت

۳- شکل پ مسیر حرکت ماه به دور زمین را نشان می دهد. وقتی ماه در جهت نشان داده شده در شکل از مکان ۱ به مکان ۲ می رود مسیر حرکت و بردار جابه جایی آن را روی شکل مشخص و اندازه بردار جابه جایی آن را با مسافت پیموده شده مقایسه کنید.



مسافت یعنی قوسی از دایره وقتی از مکان 1 تا مکان 2 پادساعتگرد حرکت کنیم

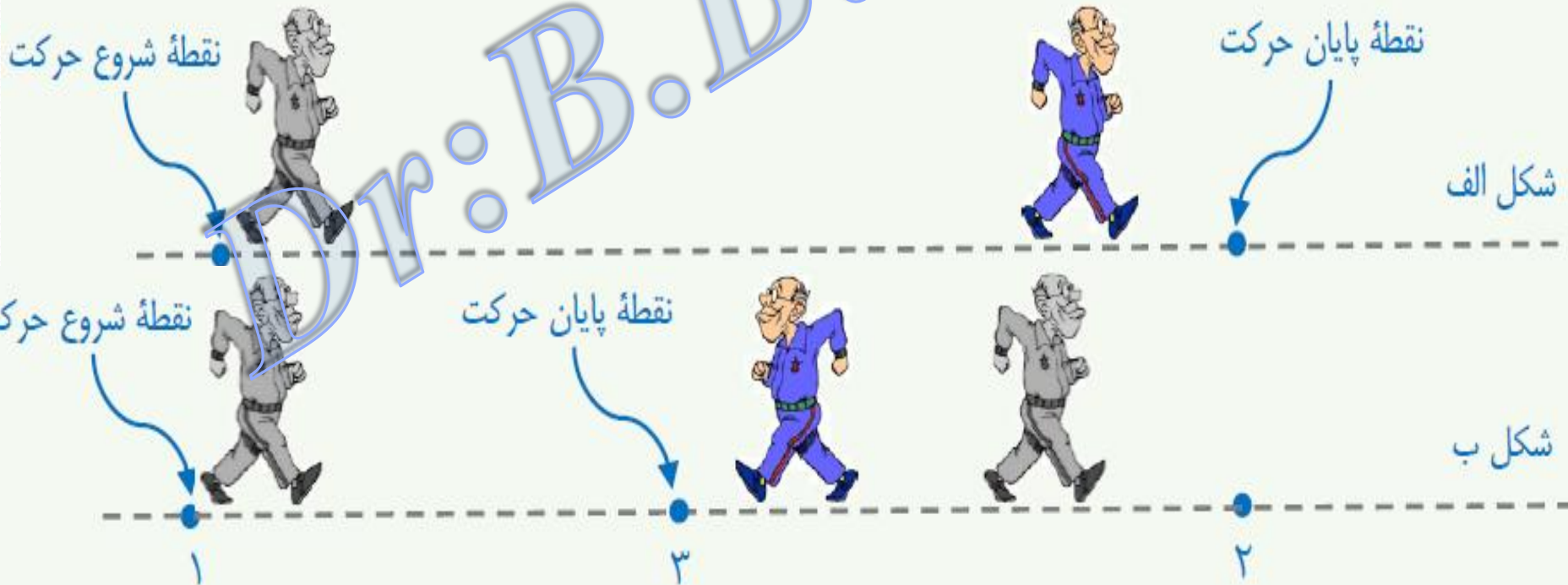
تندی متوسط و سرعت متوسط

اگر دونه شکل زیر در مدت زمان Δt از مکان ۱ به مکان ۲ برود و مسافت و بردار جابه‌جایی بین این

دو مکان را به ترتیب با \vec{d} و \vec{l} نشان دهیم، تندی متوسط و سرعت متوسط دونه به صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} \quad \text{تندی متوسط}$$

$$\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t} \quad \text{سرعت متوسط}$$



قابل توجه دانش آموزان عزیز: تندی متوسطا کمیتی نردهای و سرعت متوسطا کمیتی برداری است و یکای SI آنها، متر بر ثانیه (m/s) است که

می توان آنها را بر حسب یکاهای دلخواه دیگری مانند کیلومتر بر ساعت (km/h) نیز بیان کرد.

پرسش در چه صورت اندازه سرعت متوسطا یک متحرک با تندی متوسطا آن برابر است؟

وقتی متحرک روی خط راست حرکت کند و تغییر جهت ندهد در این صورت مسافت

و جابجایی پیموده شده توسط متحرک در بازه های زمانی یکسان برابر می باشد در

این صورت تندی متوسطا با اندازه سرعت متوسطا برابر است

در حرکت بر روی خط راست، کدامیک از عبارتهای زیر الزاماً در مورد بردارهای جابجایی در بازه‌های زمانی مختلف، درست است؟

- (۱) هم‌اندازه هستند.
- (۲) برابری آنها برابر با صفر است.
- (۳) اندازه تغییرات آنها نسبت به زمان ثابت است.
- (۴) هم‌راستا هستند ولی می‌توانند هم‌سو نباشند.

وقتی حرکت روی خط راست انجام شود بردار جابجایی الزاماً هم‌راستا هستند ولی ممکن است هم جهت نباشند

بردار مکان شخصی که روی محور x ها در حال دویدن است، در دو لحظه t_1 و t_2 برابر با d_1 و d_2 است. اگر $t_1 < t_2$ باشد، کدامیک از عبارتهای زیر الزاماً صحیح است؟

$$s_{av} < v_{av} \quad (1) \quad s_{av} = v_{av} \quad (2) \quad v_{av} = \frac{d_2 - d_1}{t_2 - t_1} \quad (3) \quad s_{av} = \frac{|d_2 - d_1|}{t_2 - t_1} \quad (4)$$

نوع حرکت معلوم نیست پس $L \neq |\Delta x|$ ، و از طرفی $L \geq |\Delta x|$ پس گزینه 1 نادرست، و گزینه 3 ممکن است درست نباشد و گزینه 4 هم نادرست می‌باشد

- در ابتدای یک روز بهاری، شما از خانه خارج می‌شوید و در انتهای آن به خانه برمی‌گردید. کدام یک از عبارتهای زیر صحیح است؟
- (۱) تندی متوسط شما طی این روز برابر با صفر است.
 - (۲) مسافت طی شده توسط شما طی این روز برابر با صفر است.
 - (۳) سرعت متوسط شما طی این روز برابر با صفر است.
 - (۴) اندازه بردار جابه‌جایی شما برابر با مسافت طی شده توسط شما طی این روز است.

با توجه به اینکه مکان اولیه و ثانویه آن یکسان می‌باشند در نتیجه $\vec{d} = 0$ پس $\vec{V}_{av} = 0$ می‌باشد ولی $L \neq 0$ در نتیجه $S_{av} \neq 0$ می‌باشد

- عقربه تندی سنج یک خودرو عدد $\frac{100}{8} \frac{\text{km}}{\text{h}}$ را نشان می‌دهد این خودرو در هر ثانیه چند سانتی‌متر را بر حسب متر و به کدام سمت طی می‌کند؟
- (۱) $100/8$ ، راست
 - (۲) $100/8$ ، جهت حرکت مشخص نیست.
 - (۳) 28 ، چپ
 - (۴) 28 ، جهت حرکت مشخص نیست.

عقربه تندی سنج، فقط تندی لحظه‌ای را نشان می‌دهد و در مورد جهت حرکت خودرو چیزی را بیان نمی‌کند

$$100.8 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 100.8 \frac{1000\text{m}}{3600\text{s}} = 28 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

مفهوم چند عبارت در مورد زمان:

۱: در ثانیه ی t ام یعنی بین دو لحظه ی $t-1$ و t مثلا در ثانیه پنجم: یعنی بین دو لحظه $t=4$ و $t=5$

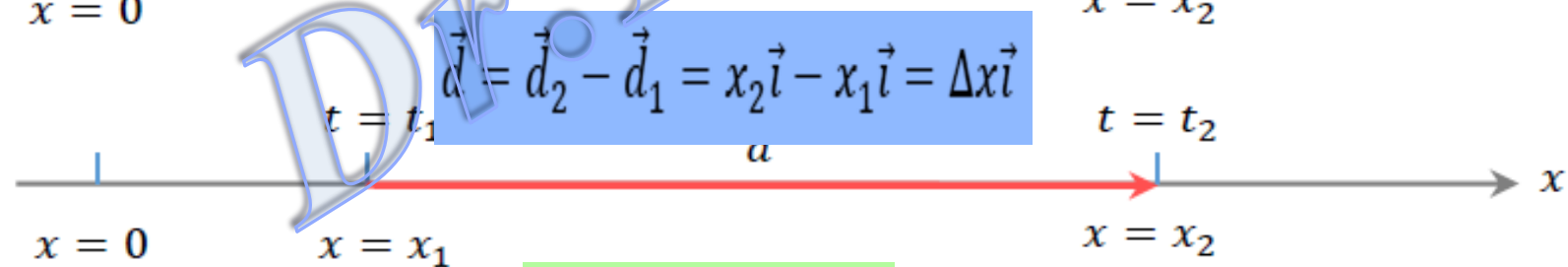
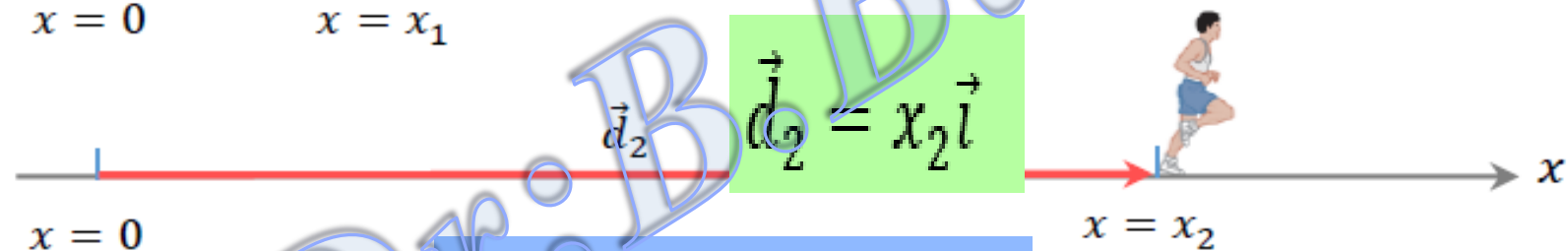
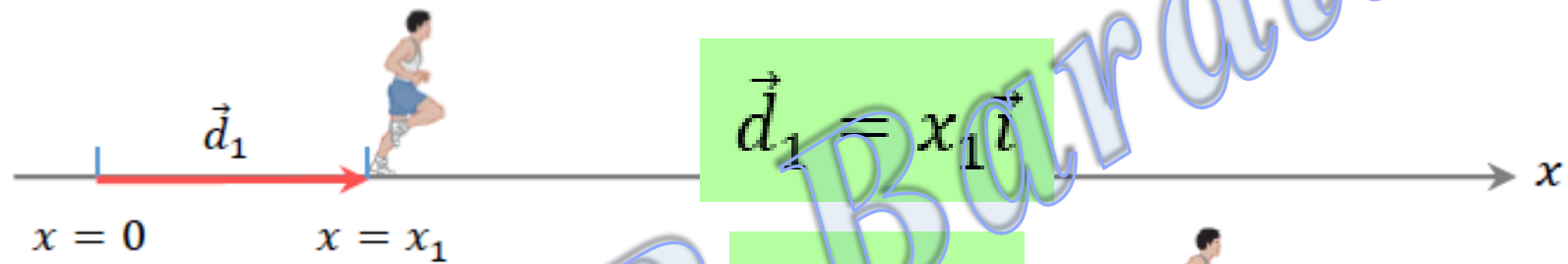
۲: در لحظه $t=n$ یعنی درست در لحظه مورد نظر مثال در لحظه $t=2$

۳: t ثانیه اول یعنی بین دو لحظه t و 0 مثلا ۵ ثانیه اول حرکت یعنی بین دو لحظه $t_1=0$ و $t_2=5$

۴: t ثانیه ی n ام یعنی بین دو لحظه nt و $(n-1)t$ مثال سه ثانیه چهارم یعنی بین دو لحظه $t_1=9$ و $t_2=12$

بررسی سرعت متوسط در حالت خاص

بردار مکان (\vec{d}): پاره خطی است جهت دار، که ابتدای آن مبدأ مختصات و انتهای آن مکان ذره در هر لحظه است.



$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \vec{i}$$

سرعت متوسط در راستای محور x

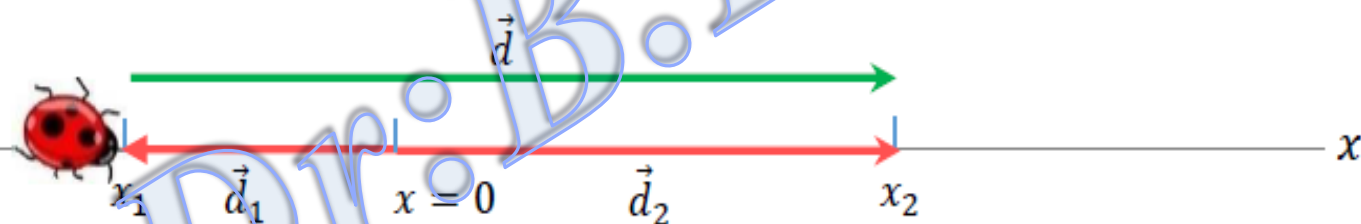
کفش دوزکی که در جهت محور x در حرکت است، در لحظه‌های $t_1 = 0$ و $t_2 = 74\text{s}$ به ترتیب از مکان‌های $x_1 = -28\text{cm}$ و $x_2 = 54\text{cm}$ می‌گذرد.

(الف) بردارهای مکان در لحظه‌های t_1 و t_2 و بردار جابه‌جایی کفش دوزک در این بازه زمانی را رسم کنید.

(ب) سرعت متوسط کفش دوزک را در این بازه زمانی پیدا کنید.



پاسخ: الف)



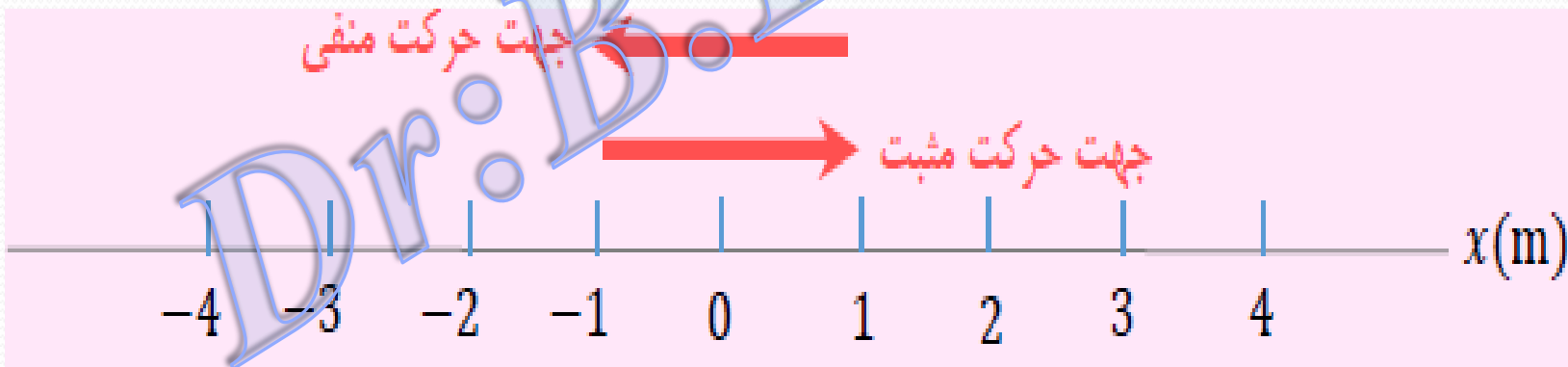
(ب) چون کفش دوزک در راستای خط راست حرکت می‌کند، سرعت متوسط آن برابر است با:

$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \vec{i} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \vec{i} = \frac{54\text{cm} - (-28\text{cm})}{74\text{s} - 0} \vec{i} = (1.1 \text{ cm/s}) \vec{i}$$

توجه: از آنجا که در ادامه این فصل تنها حرکت اجسام روی خط راست بررسی می‌شود، جابه‌جایی متحرک را به جای بردار \vec{d} به صورت Δx و سرعت متوسط را به جای بردار \vec{v}_{av} به صورت رابطه زیر در حل مسئله‌ها به کار می‌بریم. در این صورت علامت جبری Δx و v_{av} جهت حرکت را نشان می‌دهند. اگر متحرک در جهت مثبت محور x حرکت کند جابه‌جایی و سرعت متوسط آن مثبت و اگر متحرک در جهت منفی محور x حرکت کند، جابه‌جایی و سرعت متوسط آن منفی خواهد بود.

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

(رابطه سرعت متوسط برای حرکت در راستای محور x)



شکل بالا مکانی که روی یک محور تعیین می‌شود برحسب یکای طول (در اینجا متر) نشانه گذاری می‌شود و در دو جهت تا بی نهایت ادامه دارد. نام محور، در اینجا x ، در قسمت مثبت نوشته می‌شود.

مثال: بردار مکان متحرکی بصورت $\vec{r} = (3t)\hat{i} + (t^2 - 2)\hat{j}$ (SI) می باشد اندازه بردار

جابجایی متحرک را بعد از گذشت t حساب کنید؟

$$t_1 = 0 \Rightarrow \vec{r}_1 = 3(0)\hat{i} + (0^2 - 2)\hat{j} \Rightarrow \vec{r}_1 = -2\hat{j} \Rightarrow \vec{d} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

$$t_2 = 2 \Rightarrow \vec{r}_2 = 3(2)\hat{i} + (2^2 - 2)\hat{j} \Rightarrow \vec{r}_2 = 6\hat{i} + 2\hat{j}$$

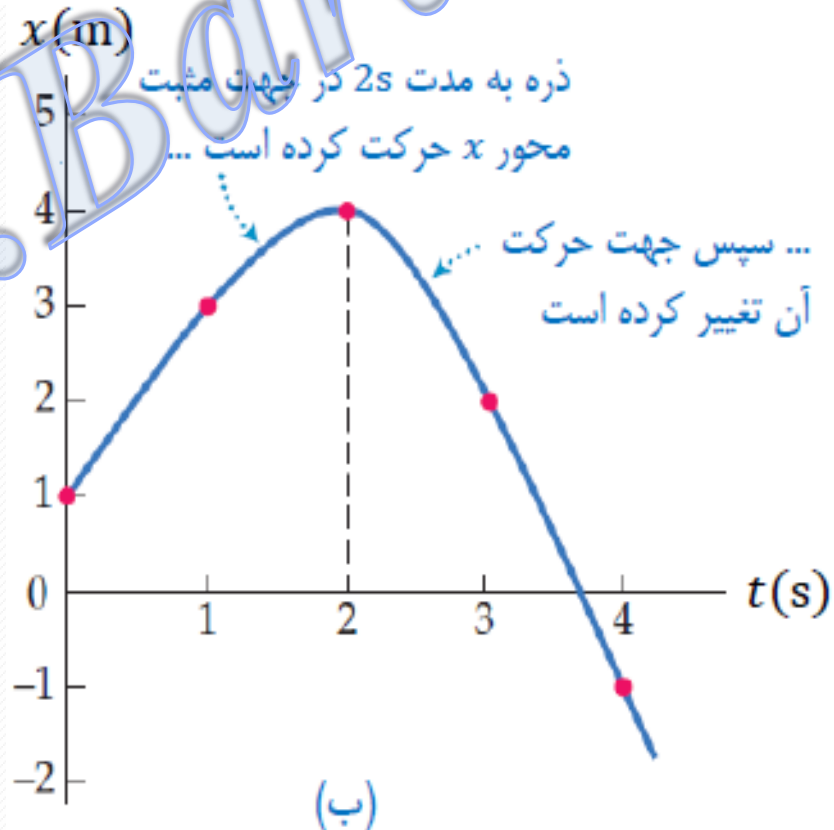
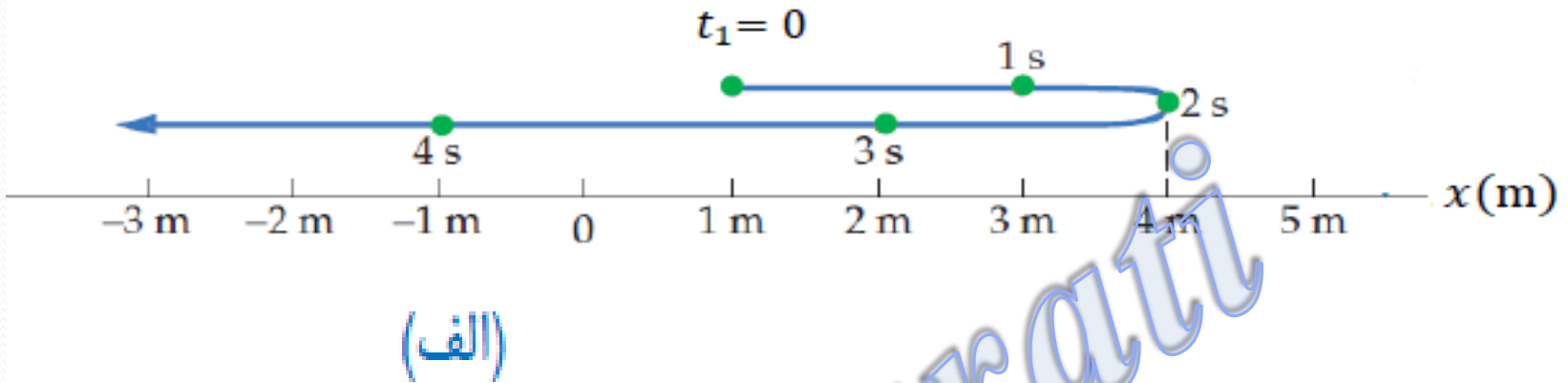
$$\vec{d} = 6\hat{i} + 4\hat{j} \Rightarrow |\vec{d}| = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \sqrt{6^2 + 4^2} = \sqrt{52} \text{ (m)}$$

مثال: بردار مکان متحرکی بصورت $\vec{a}_1 = (-2t + 1)\hat{i} + (2t - 2)\hat{j}$ (SI) می باشد بردار

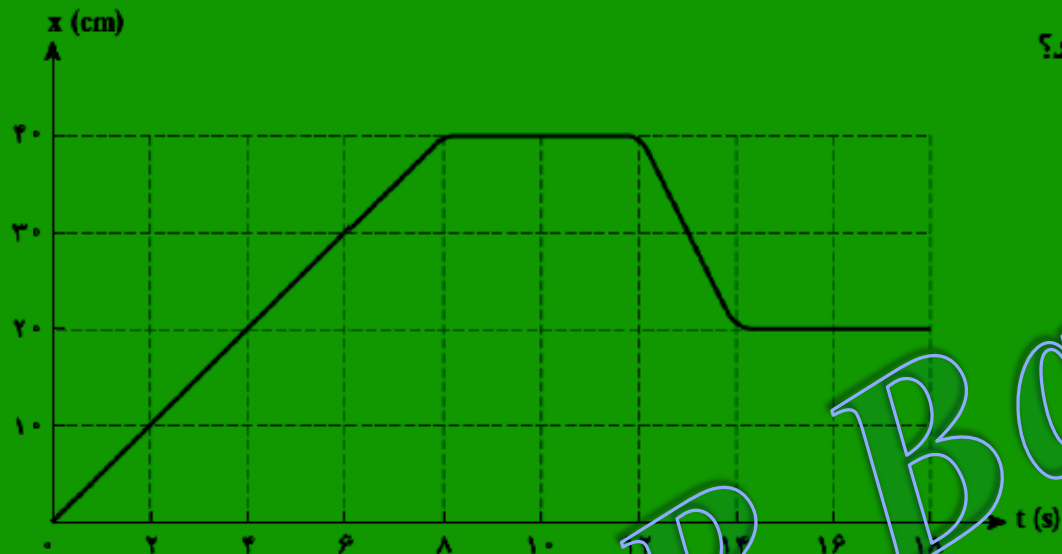
مکان اولیه جسم را بدست آورید.

$$t = 0 \Rightarrow \vec{d}_0 = (-2(0) + 1)\hat{i} + (2(0) - 2)\hat{j} \Rightarrow \vec{d}_0 = \hat{i} - 2\hat{j}$$

توصیف حرکت یک جسم بر اساس نمودار مکان-زمان



با استفاده از نمودار مکان-زمان می‌توان دریافت که متحرک در هر لحظه در چه مکانی قرار دارد و جابه‌جایی آن بین هر دو لحظه چقدر است. شکل زیر نمودار مکان-زمان مورچه‌ای را نشان می‌دهد که در راستای محور x در حرکت است.



الف) در چه بازه زمانی مورچه در جهت محور x حرکت می‌کند؟

ب) در چه بازه زمانی مورچه در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند؟

پ) در چه بازه‌های زمانی مورچه ایستاده است؟

ت) در چه لحظه‌هایی فاصله مورچه از مبدأ 20 cm است؟

ث) در چه بازه زمانی فاصله مورچه از مبدأ بیشترین مقدار است؟

ج) جابه‌جایی و سرعت متوسط مورچه را در بازه زمانی 4.0 s تا 8.0 s پیدا کنید.

پاسخ: الف) در بازه زمانی $t = 0$ تا $t = 8.0\text{ s}$

ب) در بازه زمانی $t = 12\text{ s}$ تا $t = 14\text{ s}$

پ) در بازه‌های زمانی $t = 8.0\text{ s}$ تا $t = 12\text{ s}$ و $t = 14\text{ s}$ تا $t = 18\text{ s}$

ت) در لحظه‌های $t = 6.0\text{ s}$ و $t = 13\text{ s}$ ، ث) در بازه زمانی $t = 8.0\text{ s}$ و $t = 12\text{ s}$

ج)

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 40\text{ cm} - 20\text{ cm} = 20\text{ cm}$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{20\text{ cm}}{8.0\text{ s} - 4.0\text{ s}} = 5.0\text{ cm/s}$$

علامت مثبت نشان می‌دهد که مورچه در جهت مثبت محور x جابه‌جا شده است.

مثال: معادله مکان متحرکی در SI بصورت $x = 4t^2 - 6t + 1$ می باشد اندازه سرعت متوسط

متحرک در فاصله زمانی $t_1 = 1(s)$ تا $t_2 = 4(s)$ چقدر است.

$$\begin{aligned} t_1 = 1s &\rightarrow x_1 = -1m \\ t_2 = 4s &\rightarrow x_2 = 41m \end{aligned} \Rightarrow \Delta x = x_2 - x_1 = 42m \Rightarrow \bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{42}{3} = 14(m/s)$$

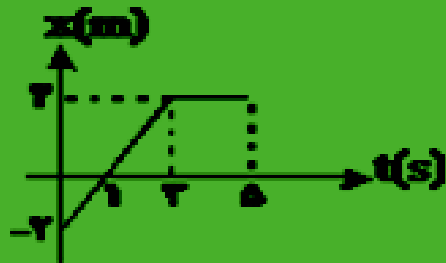
مثال: معادله مکان متحرکی بصورت $x = t^2 - 2t + 1$ (SI) می باشد اندازه سرعت متوسط متحرک در

دو ثانیه دوم حرکت چند m/s است.

نکته: دو ثانیه دوم یعنی بین دو لحظه $t_1 = 2$ الی $t_2 = 4$ ثانیه

$$\begin{aligned} t_1 = 2s &\rightarrow x_1 = 1m \\ t_2 = 4s &\rightarrow x_2 = 9m \end{aligned} \Rightarrow \Delta x = 9 - 1 = 8m \Rightarrow \bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{8}{2} = 4m/s$$

مثال: نمودار مکان - زمان متحرکی بصورت شکل مقابل است سرعت متوسط متحرک را در مدت Δt بدست آورید.

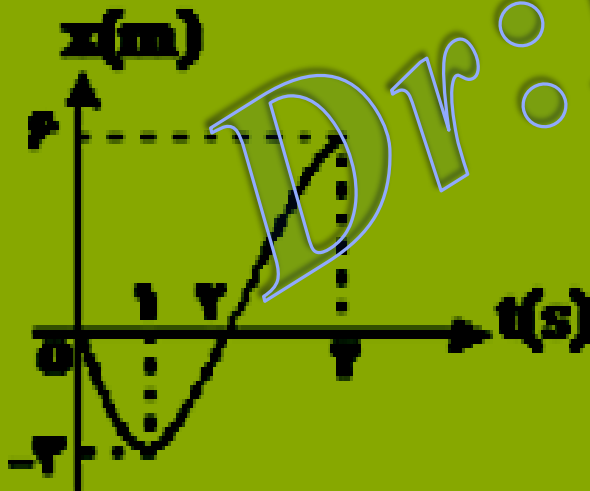


$$\Delta x = 4 - (-2) = 6(\text{m})$$

$$\bar{v}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{6}{5} = 1.2 \text{ m/s}$$

مثال: نمودار مکان - زمان متحرکی بصورت شکل مقابل است سرعت متوسط متحرک را در مدت Δt اول

بر حسب m/s بدست آورید.

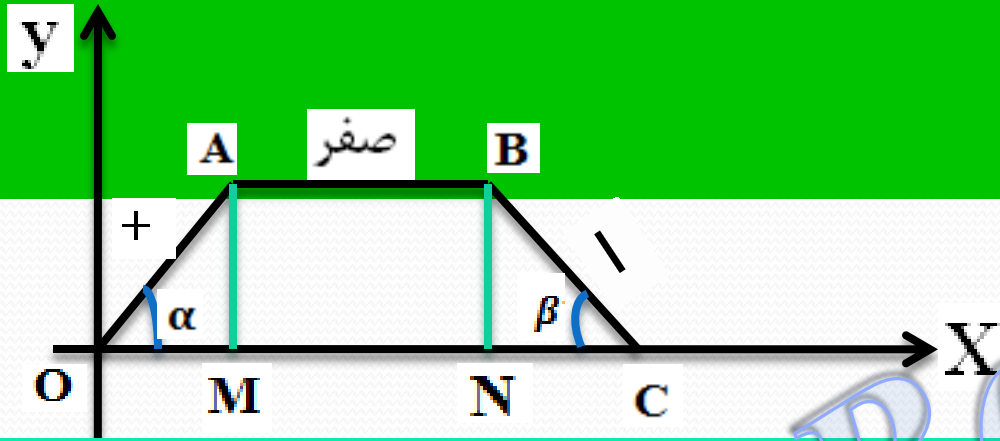


$$\Delta x = x_2 - x_1 = 6 - 0 = 6\text{m}$$

$$\bar{v}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{6}{4} = 1.5 \text{ m/s}$$

تعریف شیب خط: تانژانت زاویه ای است که خط با امتداد افق در جهت مثبت محور X

هامی سازد



$$\tan \alpha = \frac{AM}{OM}$$

تعریف مشتق از نظر ریاضی: حد تغییرات تابع به تغییرات متغیر وقتی تغییرات متغیر

به سمت صفر میل کند که همان مشتق تابع نسبت به متغیر است.

$$y' = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{dy}{dx}$$

مثال $y = x^2 - 2x + 2 \longrightarrow y' = \frac{dy}{dx} = 2x - 2$

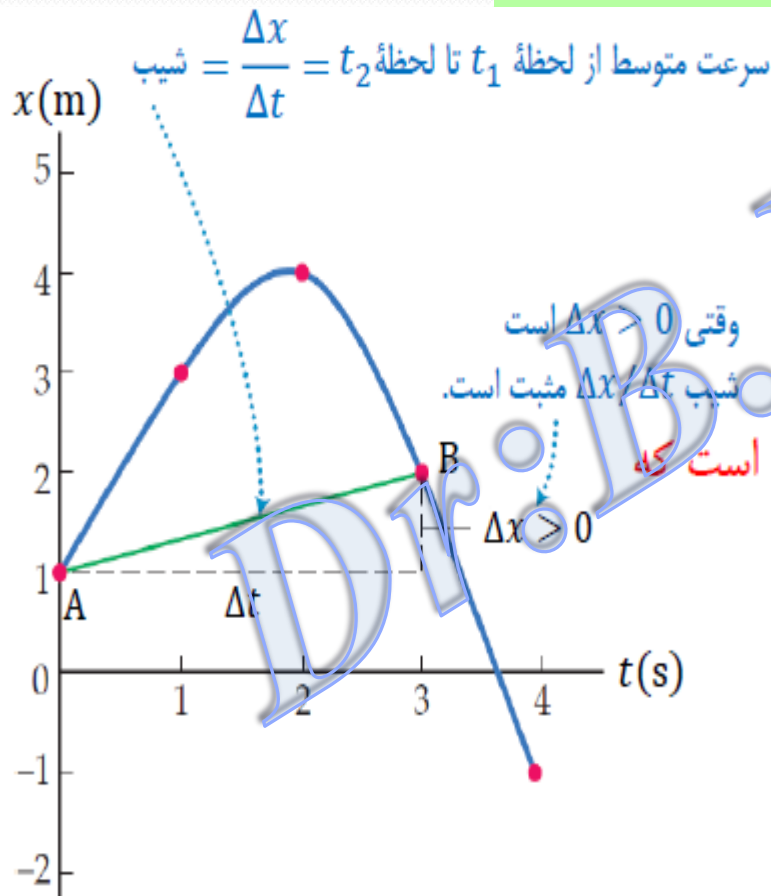
نکته: مشخصه مشتق در فیزیک $(\frac{d}{dt})$ تابع

سرعت متوسط (\bar{V}) :

$$\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \text{ (یک بعدی) (m/s)}$$

(۱) تغییرات مکان متحرک بر تغییرات زمان

(۲) شیب خط قاطع بر نمودار مکان - زمان را سرعت متوسط گویند.



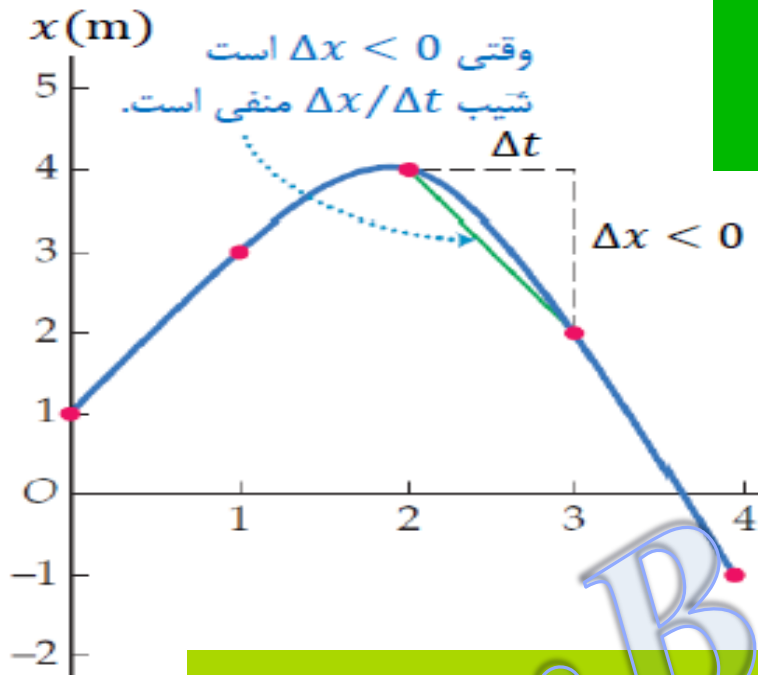
تعیین سرعت متوسط به کمک نمودار مکان-زمان:

سرعت متوسط متحرک بین دو لحظه از زمان، برابر شیب پاره خطی است که،

آن دو لحظه را در نمودار مکان-زمان به یکدیگر وصل می کند.

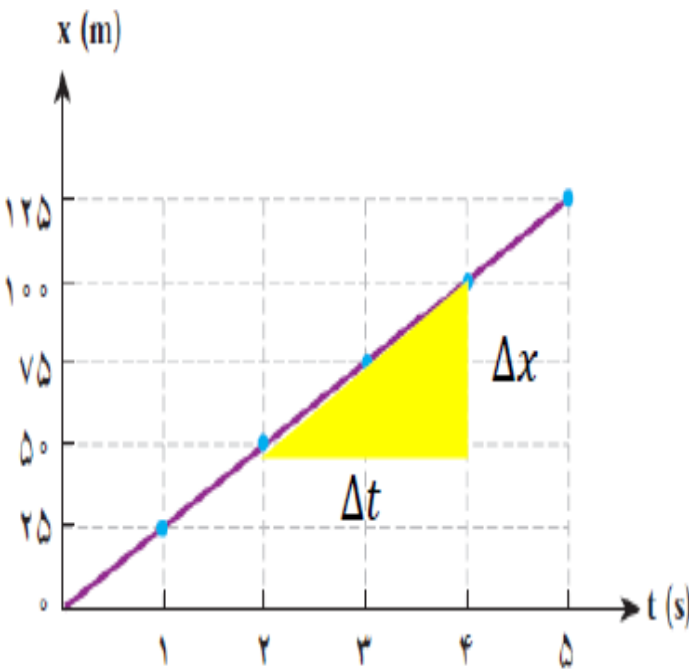
با توجه به نمودار مکان-زمان شکل مقابل سرعت متوسط ذره را در بازه زمانی

از $t_1 = 2s$ تا $t_2 = 3s$ به دست آورید.



$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{2\text{m} - 4\text{m}}{3\text{s} - 2\text{s}} = -2 \text{ m/s}$$

علامت منفی v_{av} نشان می‌دهد که شیب خط واصل بین این دو نقطه از نمودار مکان-زمان، منفی و در نتیجه جابه‌جایی و سرعت متوسط ذره در این بازه زمانی خلاف جهت محور x است.



نمودار مکان-زمان موتورسواری که در راستای خط راست و در جهت مثبت محور x حرکت می‌کند در ۵ ثانیه اول حرکتش مطابق شکل روبه‌رو است. سرعت متوسط موتورسوار را در هر یک از بازه‌های زمانی $(0.0, 1.0s)$ ، $(2.0s, 4.0s)$ و $(1.0s, 5.0s)$ کنید. نتایج به دست آمده را با هم مقایسه و تفسیر کنید.

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{25\text{m} - 0.0}{1.0\text{s} - 0.0} = 25 \text{ m/s}$$

بازه زمانی 0.0 تا 1.0s

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{100\text{m} - 50\text{m}}{4.0\text{s} - 2.0\text{s}} = 25 \text{ m/s}$$

بازه زمانی 2.0s تا 4.0s

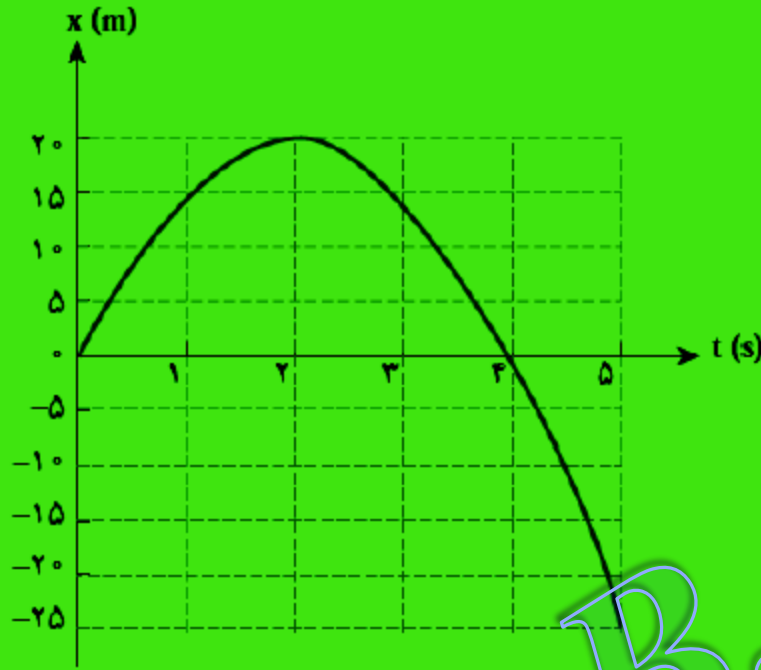
$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{125\text{m} - 25\text{m}}{5.0\text{s} - 1.0\text{s}} = 25 \text{ m/s}$$

بازه زمانی 1.0s تا 5.0s

نتیجه: در تمام بازه های زمانی اندازه و جهت سرعت متوسط یکسان می باشد و شیب این نمودار مقداری ثابت، که همان سرعت متوسط را نشان می دهد

شکل زیر، نمودار مکان زمان خودرویی را نشان می‌دهد که در راستای خط راست حرکت می‌کند.

الف) با استفاده از داده‌های روی شکل، سرعت متوسط خودرو را در هر یک از بازه‌های زمانی $(0.0, 2.0s)$ ، $(0.0, 4.0s)$ ، $(2.0s, 4.0s)$ ، $(2.0s, 5.0s)$ و $(3.0s, 5.0s)$ حساب کنید.



ب) اندازه سرعت متوسط در کدام بازه زمانی، بیشینه و در کدام بازه زمانی، کمینه است؟

پ) سرعت متوسط در کدام بازه‌های زمانی در جهت محور x و

در کدام بازه‌ها، در خلاف جهت محور x است؟

ت) از مقایسه سرعت‌های متوسط به دست آمده در بازه‌های

زمانی مختلف چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

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

بازه زمانی 0.0 تا 2.0s

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

بازه زمانی 0.0s تا 4.0s

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

بازه زمانی 2.0s تا 4.0s

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

بازه زمانی 2.0s تا 5.0s

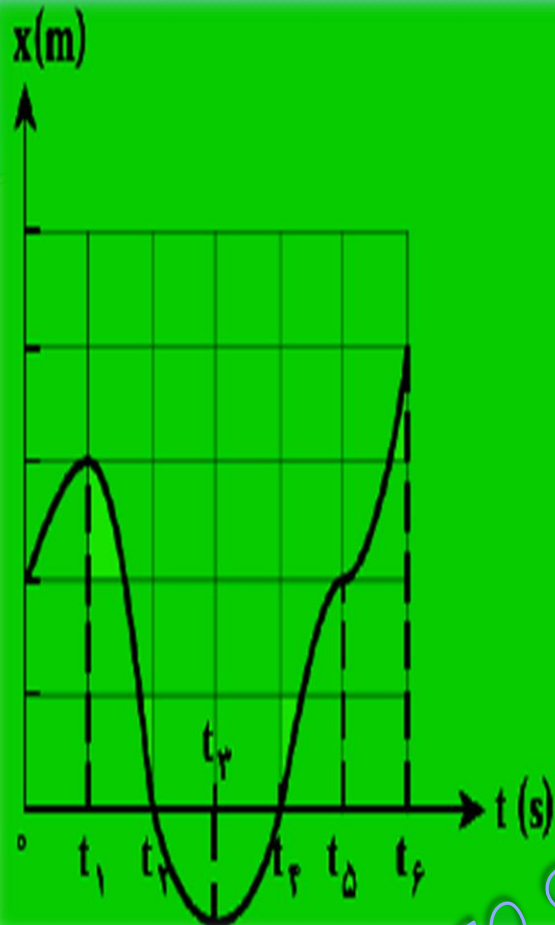
$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-25\text{m} - 0.0}{5.0\text{s} - 4.0\text{s}} = -25 \text{ m/s}$$

بازه زمانی 4.0s تا 5.0s

ت) از مقایسه سرعت‌های متوسط به دست آمده در بازه‌های زمانی مختلف، درمی‌یابیم سرعت متوسط خودرو در بازه‌های زمانی

مختلف، متفاوت است.

با توجه به نمودار مکان-زمان شکل روبه رو به پرسش های زیر پاسخ دهید:



الف) متحرک چندبار از مبدأ مکان عبور می کند؟

ب) در کدام بازه های زمانی متحرک در حال دور شدن از مبدأ است؟

پ) در کدام بازه های زمانی متحرک در حال نزدیک شدن به مبدأ است؟

ت) سوی حرکت چند بار تغییر کرده است؟ در چه لحظه هایی؟

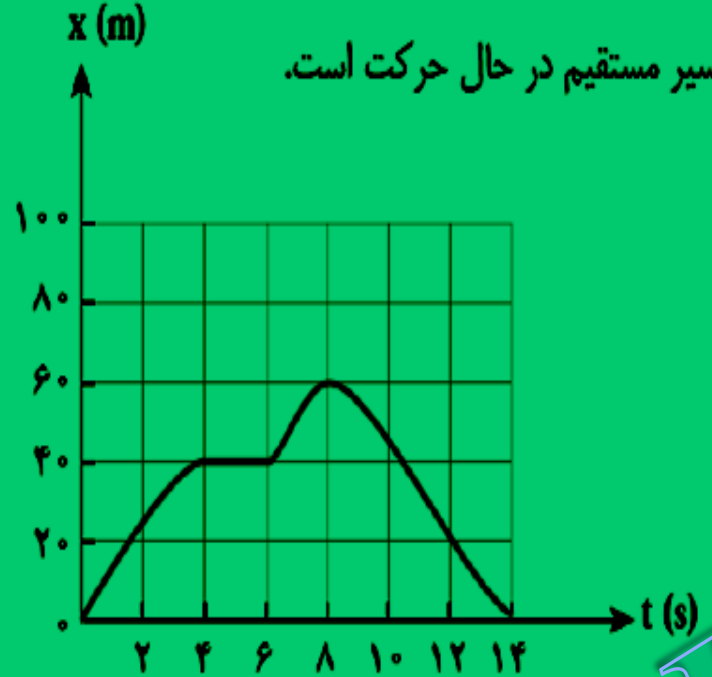
ث) جابجایی کل در جهت محور x است یا خلاف آن؟

الف) دویار t_2 و t_4 ب) $(0 - t_1)$ و $(t_2 - t_3)$ و $(t_4 - t_6)$

پ) $(t_1 - t_2)$ و $(t_3 - t_4)$ ت) تعداد قله های نمودار نشان دهنده صفر شدن سرعت می باشد در این نمودار دو بار در لحظه های t_1 و t_3 سوی حرکت تغییر کرده است

ث) جابجایی کل در جهت محور x ها می باشد زیرا شیب نمودار به سمت بالا است

شکل زیر نمودار مکان-زمان دوچرخه سواری را نشان می‌دهد که روی یک مسیر مستقیم در حال حرکت است.



الف) در چه لحظه ای دوچرخه سوار بیشترین فاصله از مبدأ را دارد؟

ب) در چه بازه‌های زمانی دوچرخه سوار در جهت محور حرکت می‌کند؟

پ) در چه بازه زمانی دوچرخه سوار در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند؟

ت) در چه بازه زمانی، دوچرخه سوار ساکن است؟

ث) جابه جایی دوچرخه سوار در کل مدت حرکت چقدر است؟

ج) سرعت متوسط دوچرخه سوار را در هر یک از بازه‌های زمانی $(0,0,2,0s)$ ، $(4,0s,6,0s)$ ، $(2,0s,5,0s)$ و $(8,0s,14s)$ حساب کنید.

الف) $t=8s$ و $\Delta x = 60(m)$ ب) $(0-4)$ پ) $(6-8)$ ت) $(8-14)$

ث) $(4-6)$ زیرا متحرک به مکان اولیه برگشت $\Delta x = 0$

$(0-2)$ $V_{av} = \frac{20-0}{2-0} = 10 \left(\frac{m}{s}\right)$

$(4-6)$ $V_{av} = \frac{40-40}{6-4} = 0$

$(2-5)$ $V_{av} = \frac{40-20}{5-2} = \frac{20}{3} \left(\frac{m}{s}\right)$

$(8-14)$ $V_{av} = \frac{0-60}{14-8} = -10 \left(\frac{m}{s}\right)$

تندی لحظه‌ای - تندی متحرک در هر لحظه از زمان یا در هر نقطه از مسیر را، **تندی لحظه‌ای** می‌نامند.



توجه: محل عقربه تندی سنج، تندی لحظه‌ای خودرو را نشان می‌دهد و هیچ گونه اطلاعی در خصوص جهت حرکت خودرو به ما گزارش نمی‌کند.

در شکل مقابل تندی لحظه‌ای خودرو برابر 100 km/h

توجه: اگر هنگام بیان گزارش تندی لحظه‌ای، به جهت حرکت متحرک نیز اشاره شود، در واقع **سرعت لحظه‌ای** آن را، بیان کرده‌ایم.

مثلا سرعت لحظه‌ای آن 100 km/h به طرف شمال است.

قابل توجه دانش آموزان: سرعت را که کمیتی برداری است با نماد \vec{v} و تندی را که برابر اندازه سرعت و کمیتی نرده‌ای است با نماد v نشان می‌دهند.

سرعت لحظه ای :

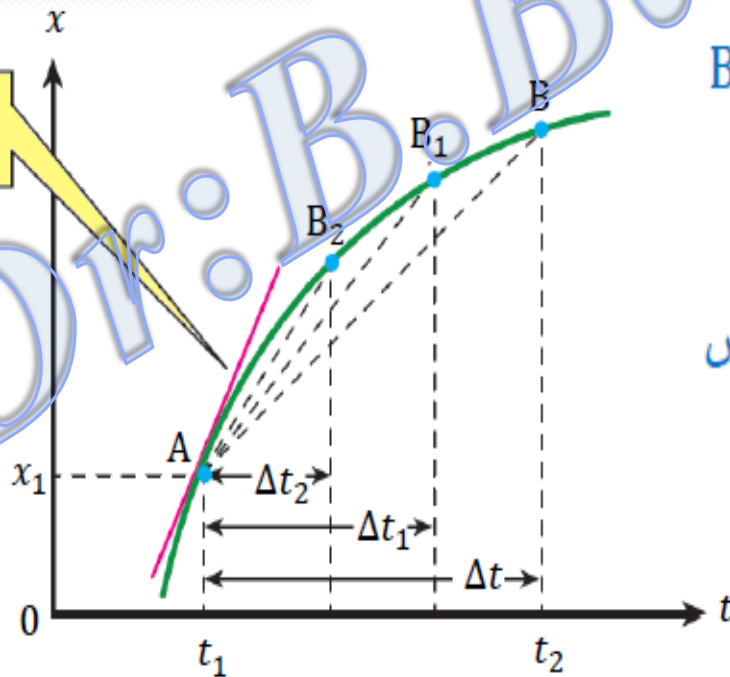
(۱) شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان

(۲) مشتق بردار مکان نسبت به زمان

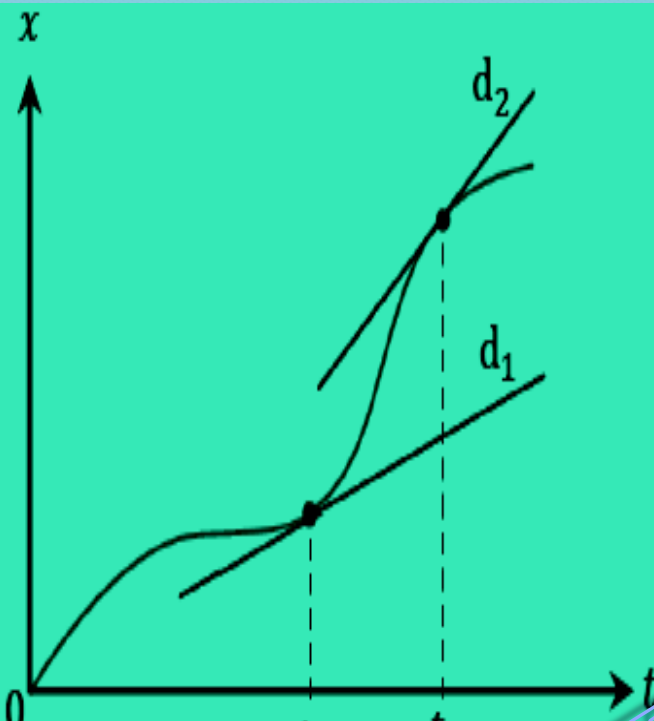
$$V = \frac{dx}{dt} \text{ (یک بعدی)}$$

تعیین سرعت لحظه‌ای به کمک نمودار مکان-زمان:

$v =$ شیب خط مماس

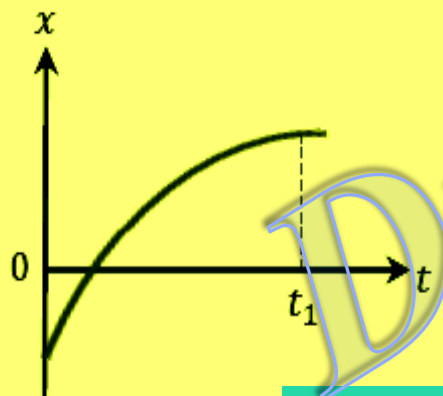


در شکل مقابل با کوچک شدن تدریجی Δt ، نقطه B به نقطه A نزدیک می‌شود. در این صورت خط واصل بین این دو نقطه، در حالی که بازه زمانی Δt خیلی خیلی کوچک شود، تبدیل به خط مماس بر منحنی می‌شود. به این ترتیب شیب این خط، برابر با سرعت لحظه‌ای متحرک است.



شکل روبه‌رو نمودار $x - t$ متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x در حرکت است. خط‌های d_1 و d_2 مماس بر منحنی را در دو لحظه متفاوت نشان می‌دهند. در کدام لحظه سرعت متحرک بیشتر است؟

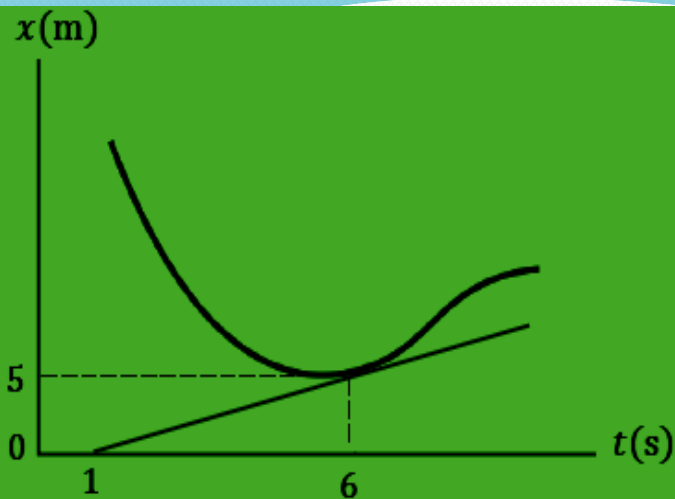
پاسخ: با توجه به شکل، شیب خط d_2 بیشتر از شیب خط d_1 است. بنابراین سرعت متحرک در لحظه t_2 بیشتر از سرعت آن در لحظه t_1 است. $t_2 > t_1$



شکل روبه‌رو نمودار متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x در حرکت است. الف) از لحظه صفر تا لحظه $t = t_1$ سرعت متحرک رو به افزایش است یا کاهش؟
 ب) اگر در لحظه t_1 مماس بر منحنی موازی محور زمان باشد، سرعت متحرک در این لحظه چقدر است؟

الف) چون شیب نمودار رو به کاهش است پس سرعت رو به کاهش می‌باشد

ب) چون شیب نمودار صفر می‌شود سرعت در آن لحظه صفر است



شکل روبه رو نمودار مکان-زمان متحرکی را نشان می دهد. مماس بر منحنی

در لحظه $t = 6s$ رسم شده است. سرعت متحرک را در این لحظه پیدا کنید.

شیب خط مماس بر نمودار مکان-زمان در هر نقطه بیانگر سرعت لحظه ای در آن

نقطه می باشد

$$V = \tan \alpha = \frac{5-0}{6-1} = 1 \left(\frac{m}{s} \right)$$

مثال: معادله مکان متحرکی بصورت $x = t^2 - 2t + 2$ (SI) می باشد سرعت متحرک در لحظه $t=2$ (s) چند متر بر ثانیه است؟

$$V_x = \frac{dx}{dt} = 2t - 2 \quad \rightarrow \quad V_x = 2t - 2 \quad \Rightarrow \quad V_x = 4 - 2 = 2 \text{ m/s}$$

مثال: معادله مکان متحرکی در (SI) بصورت $x = t^2 - 2t + 1$ است هنگامی که متحرک از مبدا مکان می گذرد سرعت آن چند متر بر ثانیه است؟

$$x = 0 \Rightarrow t^2 - 2t + 1 = 0 \Rightarrow t = 1 \text{ (s)}$$

$$V_x = \frac{dx}{dt} = 2t - 2 \Rightarrow V_x = 2(1) - 2 = 0 \rightarrow V_x = 0$$

مثال: معادله مکان متحرکی در (SI) بصورت $x = 2t^2 - 4t + 1$ است چند ثانیه پس از شروع حرکت متحرک متوقف می شود؟

نکته: هنگامی که سرعت متحرک صفر شود متحرک متوقف می شود.

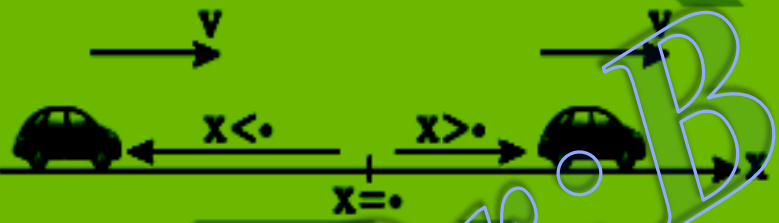
$$V_x = \frac{dx}{dt} = 4t - 4 \Rightarrow 4t - 4 = 0 \Rightarrow t = 1 \text{ (s)}$$

مثال: معادله مکان متحرکی در (SI) بصورت $x = \frac{t^3}{3} - t^2 - 3t$ است متحرک چند بار تغییر جهت می دهد.

$$V_x = \frac{dx}{dt} = t^2 - 2t - 3 \Rightarrow t^2 - 2t - 3 = 0 \Rightarrow \begin{matrix} t = -1 \\ t = 3 \end{matrix}$$

نکته: چون حل معادله یک ریشه قابل قبول را نشان می دهد پس یکبار تغییر جهت می دهد.

مثال: معادله ی مکان - زمان متحرکی که روی محور x ها در حرکت است در SI بصورت



$$x = t^2 - 4t + 3 \text{ می باشد.}$$

(الف) در چه لحظه ای بردار مکان تغییر جهت می دهد.

(ب) در چه لحظه ای متحرک تغییر جهت می دهد.

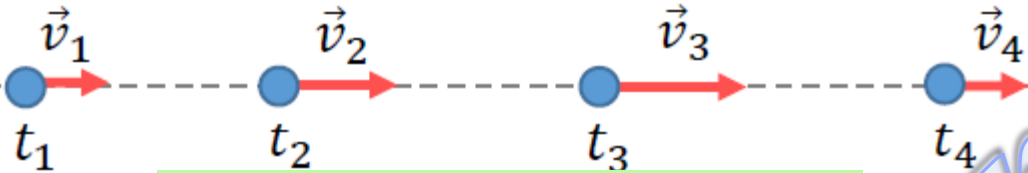
$$x = 0 \Rightarrow t^2 - 4t + 3 = 0 \Rightarrow (t - 1)(t - 3) = 0 \Rightarrow \begin{cases} t = 1 \\ t = 3 \end{cases} \quad \text{(الف)}$$

$$V = \frac{dx}{dt} = 2t - 4 = 0 \Rightarrow t = 2s \quad \text{(ب)}$$

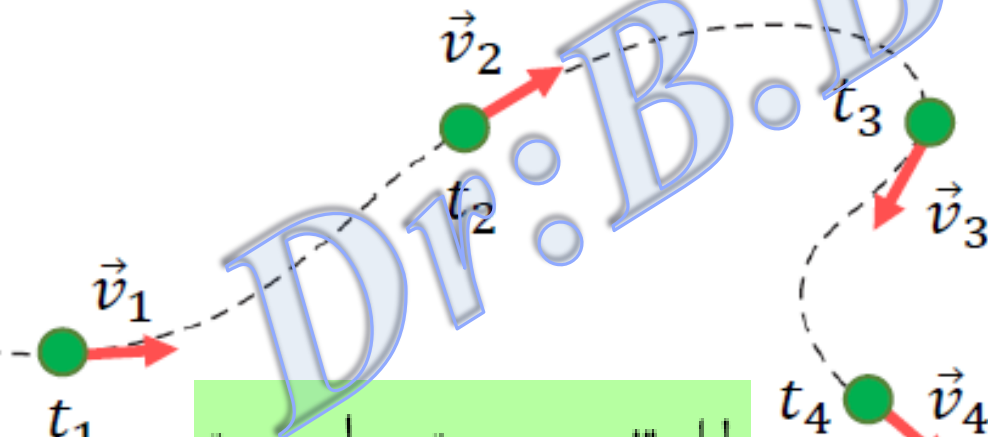
یادآوری: سرعت کمیتی برداری است یعنی اندازه، جهت و راستا دارد.

حرکت شتابدار: هر گاه یکی از مشخصه های سرعت یعنی اندازه، جهت و یا راستا تغییر کند حرکت را

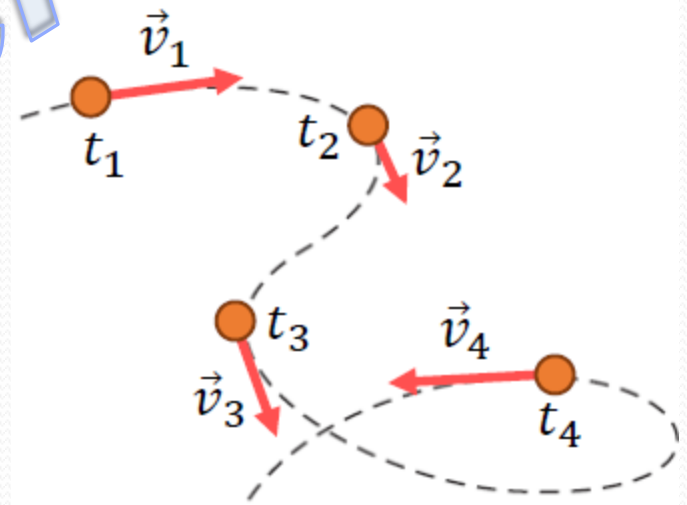
شتابدار گویند.



تغییر در اندازه بردار سرعت (تندی) جسم



دلیل تغییر در جهت بردار سرعت



تغییر همزمان در اندازه و جهت بردار سرعت متحرک

شتاب متوسط (\bar{a}):

(۱) تغییرات سرعت متحرک بر تغییرات زمان

(۲) شیب خط واصل بین دو نقطه از نمودار سرعت - زمان

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \text{ (م/s}^2\text{)} \quad \text{رابطه برداری}$$
$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \text{یک بعدی}$$

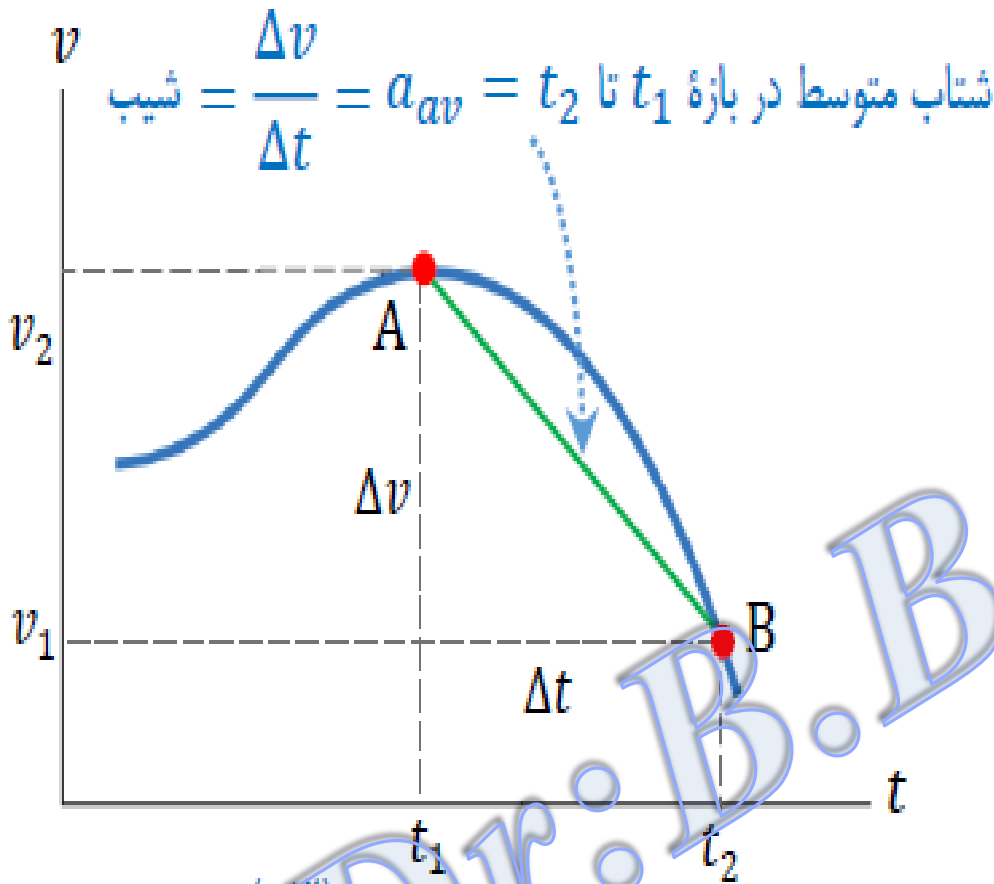
خودرویی از حال سکون در راستای خط راست حرکت می‌کند. پس از ۱۲s، سرعت خودرو به ۲۴ m/s در جهت مثبت محور x می‌رسد. شتاب متوسط خودرو را در این بازه زمانی به دست آورید.



$$a_{av} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{24 \text{ m/s} - 0}{12 \text{ s} - 0} = 2.0 \text{ m/s}^2$$

نتیجه بالا نشان می‌دهد شتاب متوسط خودرو در جهت مثبت محور x است.

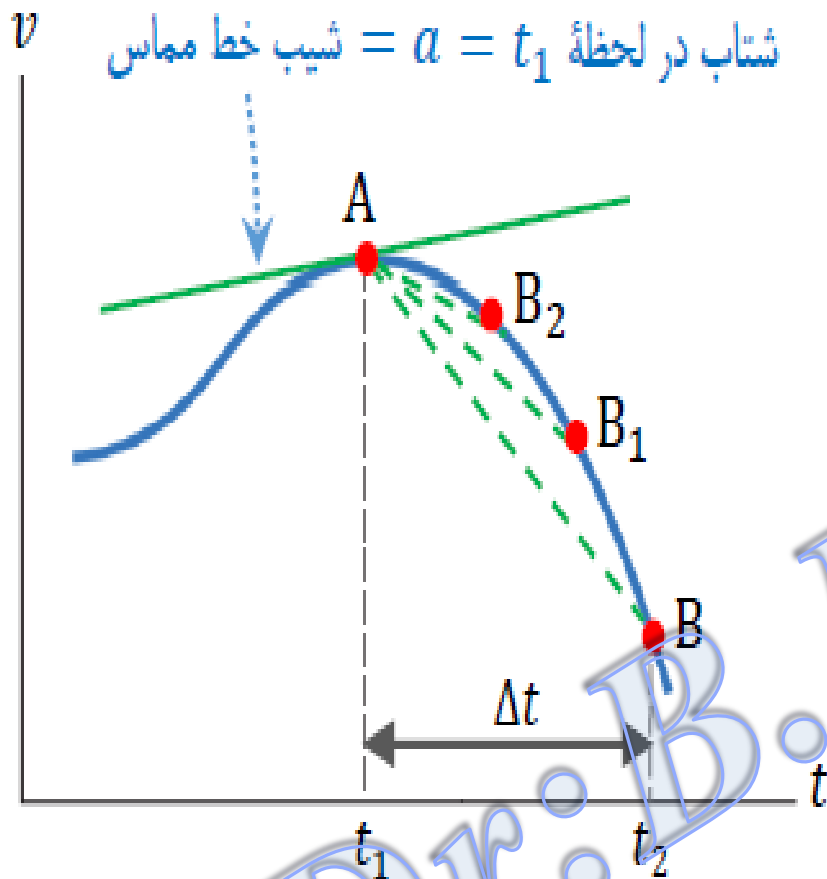
تعیین شتاب متوسط از طریق نمودار سرعت-زمان



Dr. B. Barati

شتاب متوسط بین دو لحظه برابر شیب خطی است که نمودار سرعت-زمان را در آن دو لحظه قطع می کند

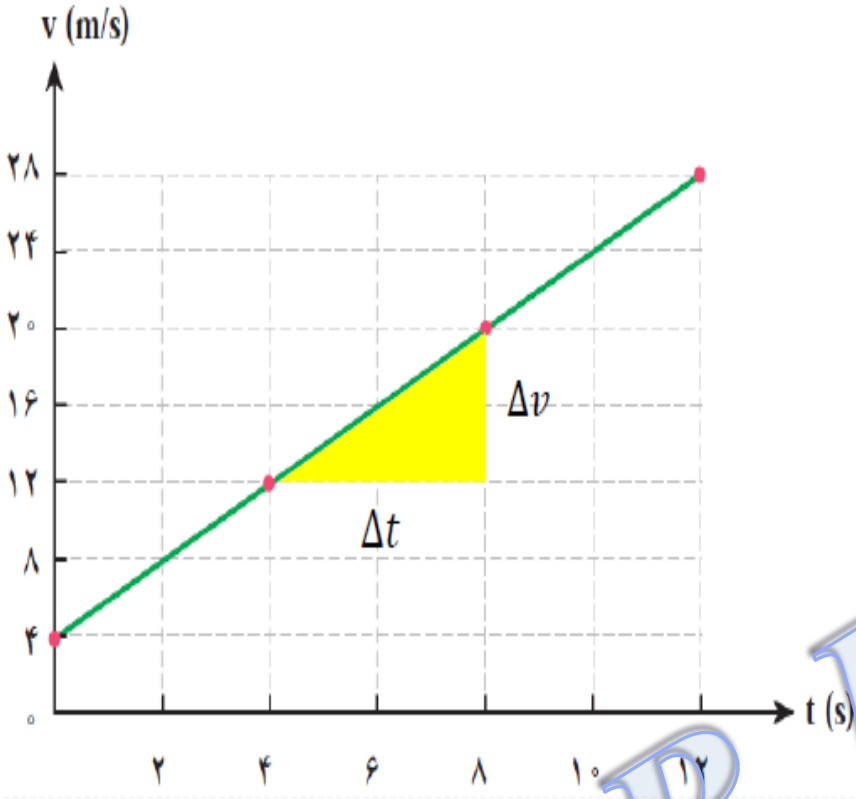
تعیین شتاب لحظه‌ای به کمک نمودار سرعت-زمان



Dr. B. Barati

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

نمودار سرعت-زمان موتورسواری که در راستای خط راست و در امتداد محور x حرکت می‌کند در ۱۲ ثانیه اول حرکتش مطابق شکل روبه‌رو است. اندازه شتاب متوسط موتورسوار و جهت آن را در هر یک از بازه‌های زمانی $(0, 2s)$ ، $(4s, 8s)$ و $(10s, 12s)$ کنید. نتایج به دست آمده را با هم مقایسه و تفسیر کنید.



$$a_{av} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{4.0 \text{ m/s} - 0}{2.0 \text{ s} - 0} = 2.0 \text{ m/s}^2$$

بازه زمانی 0 تا 2s

$$a_{av} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{20 \text{ m/s} - 12 \text{ m/s}}{8.0 \text{ s} - 4.0 \text{ s}} = 2.0 \text{ m/s}^2$$

بازه زمانی 4s تا 8s

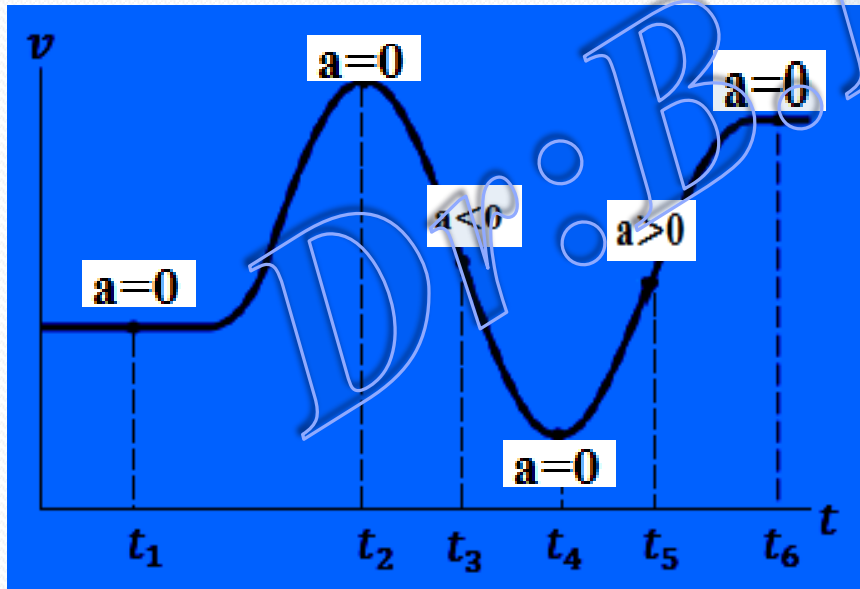
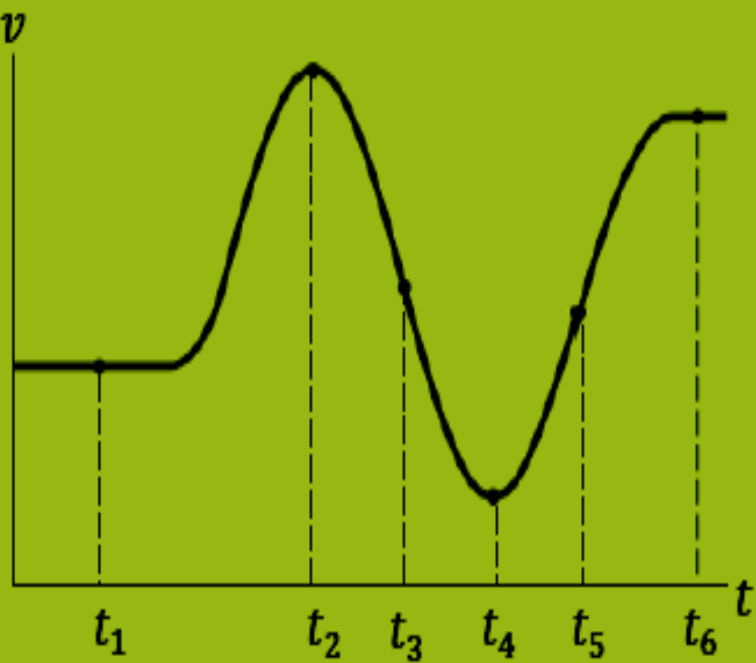
$$a_{av} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{28 \text{ m/s} - 24 \text{ m/s}}{12 \text{ s} - 10 \text{ s}} = 2.0 \text{ m/s}^2$$

بازه زمانی 10s تا 12s

شیب نمودار شتاب متوسط را نشان می‌دهد که مقداری ثابت است

شکل روبه‌رو نمودار سرعت-زمان دوچرخه سواری را نشان می‌دهد که در امتداد محور x در حرکت است.

در کدام لحظه یا لحظه های نشان داده شده روی نمودار، شتاب دوچرخه سوار مثبت، منفی یا صفر است؟



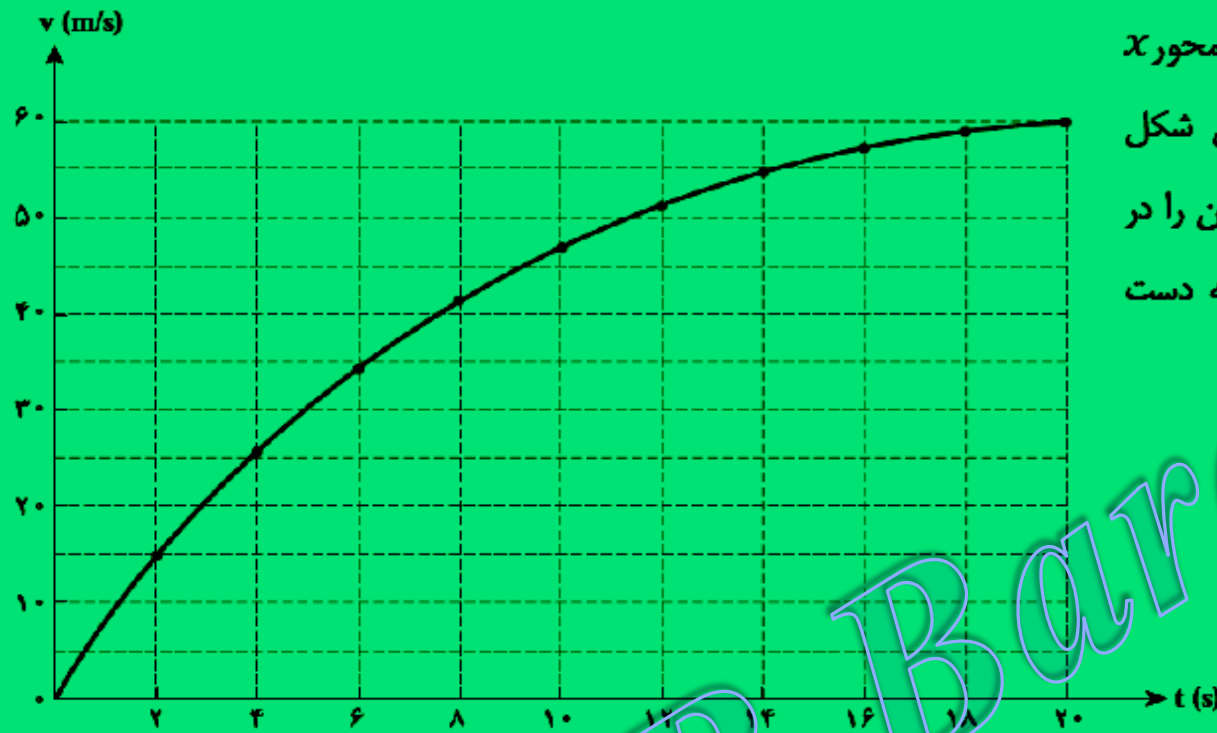
(لحظه ای) $a \Rightarrow$ شیب خط مماس بر نمودار سرعت-زمان

نمودار سرعت-زمان خودرویی که در راستای محور x حرکت می‌کند در ۲۰ ثانیه اول حرکتش مطابق شکل روبه‌رو است. اندازه شتاب متوسط خودرو و جهت آن را در هر یک از بازه‌های زمانی زیر پیدا کنید. نتایج به دست آمده را با هم مقایسه و تفسیر کنید.

(i) صفر تا ۲.۰s

(ii) ۶.۰s تا ۱۲s

(iii) ۱۶s تا ۲۰s



(0 - 2)

$$a_{av} = \frac{\Delta V}{\Delta t} \Rightarrow a_{av} = \frac{15 - 0}{2 - 0} = 7.5 \left(\frac{m}{s^2} \right)$$

(6 - 12)

$$a_{av} = \frac{\Delta V}{\Delta t} \Rightarrow a_{av} = \frac{50 - 35}{12 - 6} = 2.5 \left(\frac{m}{s^2} \right)$$

(16 - 20)

$$a_{av} = \frac{\Delta V}{\Delta t} \Rightarrow a_{av} = \frac{60 - 57}{20 - 16} = 0.75 \left(\frac{m}{s^2} \right)$$

شیب نمودار $v-t$ همان شتاب می‌باشد و چون شیب نمودار متغیر است پس a های

مختلفی بدست می‌آید و این یعنی حرکت از نوع شتاب متغیر می‌باشد

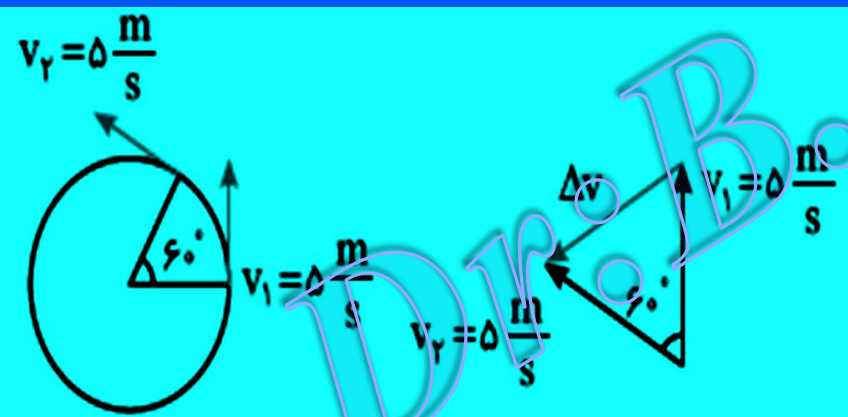
مثال: معادله ی حرکت متحرکی در SI بصورت $x = t^3 - 2t + 1$ است شتاب متوسط آن را در ثنیه دوم حرکت بدست آورید.

$$V_x = \frac{dx}{dt} = 3t^2 - 2 \quad t_1 = 1 \rightarrow V_1 = 1 \text{ m/s} \Rightarrow \bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{10 - 1}{1} = 9 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$t_2 = 2 \rightarrow V_2 = 10 \text{ m/s}$$

مثال: یک ذره روی یک مسیر دایره ای کمان $\frac{\pi}{3}$ رادیان را در مدت 2s با سرعت 5 m/s طی می کند بزرگی شتاب متوسط ذره در این مدت چقدر است؟

- الف) صفر ب) $\frac{5\sqrt{3}}{2}$ ج) $\frac{2.5}{s}$ د) $\frac{5}{s}$



تغییرات سرعت $\Delta V = 2V \sin \frac{\theta}{2} \Rightarrow \Delta V = 2V \sin \frac{60}{2} = 5 \frac{m}{s}$

$$\bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{5}{2} = 2.5 \text{ m/s}^2$$

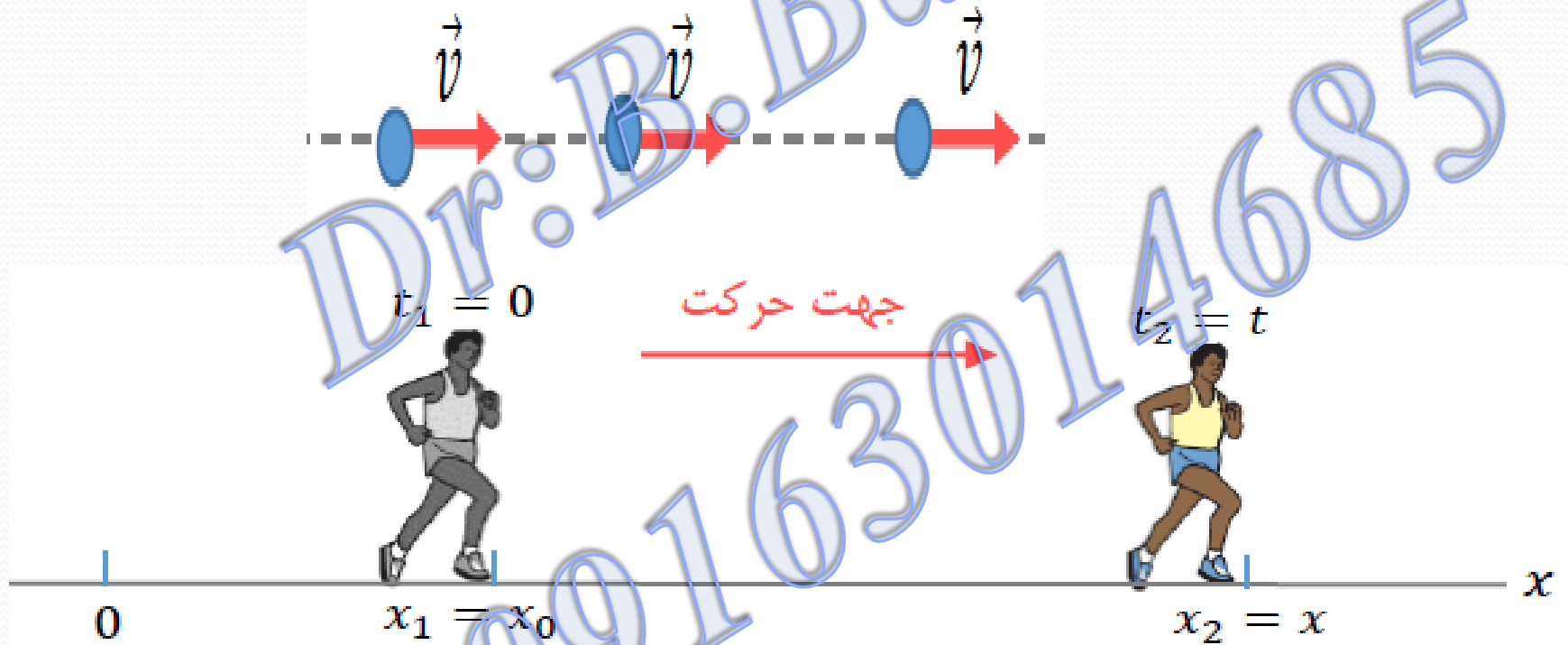
شتاب لحظه ای 1. شتاب متحرک در هر لحظه از زمان را شتاب لحظه‌ای می‌گویند.

2. شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان

نکته: وقتی شتاب متوسط در بازه‌های زمانی مختلف مقدار آن یکسان می‌باشد در این شرایط شتاب متوسط و شتاب لحظه‌ای با هم برابر هستند.

حرکت با سرعت ثابت

ساده ترین نوع حرکت، حرکت با سرعت ثابت است. در این نوع حرکت، تبدلی (اندازه سرعت) و جهت سرعت متحرک در طول مسیر ثابت است.



حرکت یکنواخت روی خط راست:

(a) حرکتی است روی خط راست که تفاوتی بین سرعت متوسط و سرعت لحظه ای وجود ندارد.

$$\bar{V} = V = (\text{ثابت}) V = (\text{لحظه‌ای})$$

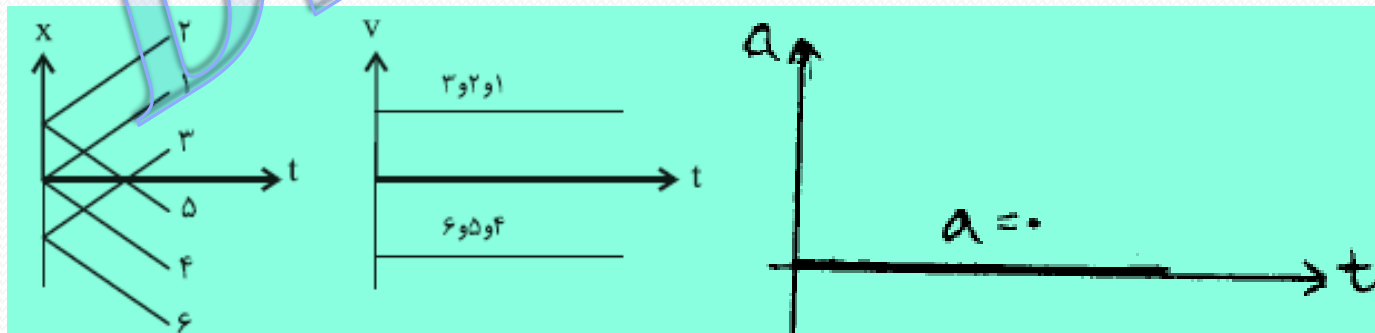
(b) حرکتی است روی خط راست که با شتاب صفر انجام می شود.

$$\bar{V} = \text{ثابت} \Rightarrow \Delta V = 0 \Rightarrow a = 0$$

(c) حرکتی است روی خط راست که نمودار X-t آن خطی و شیب نمودار ثابت است .

تنها معادله حرکت یکنواخت روی خط راست $X = Vt + X_0$ ← مکان اولیه → مکان ثانویه ←

نمودارهای مکان - زمان و سرعت - زمان و شتاب - زمان حرکت یکنواخت روی خط راست



مثال: دو جسم A و B به فاصله‌ی ۸۰ متر از یک دیگر قرار دارند. اگر A با سرعت ۸m/s و B با سرعت V هم زمان به سمت هم حرکت کنند، پس از ۴ ثانیه به هم می‌رسند. V چند متر بر ثانیه است؟

۸ (۴)

۱۲ (۳)

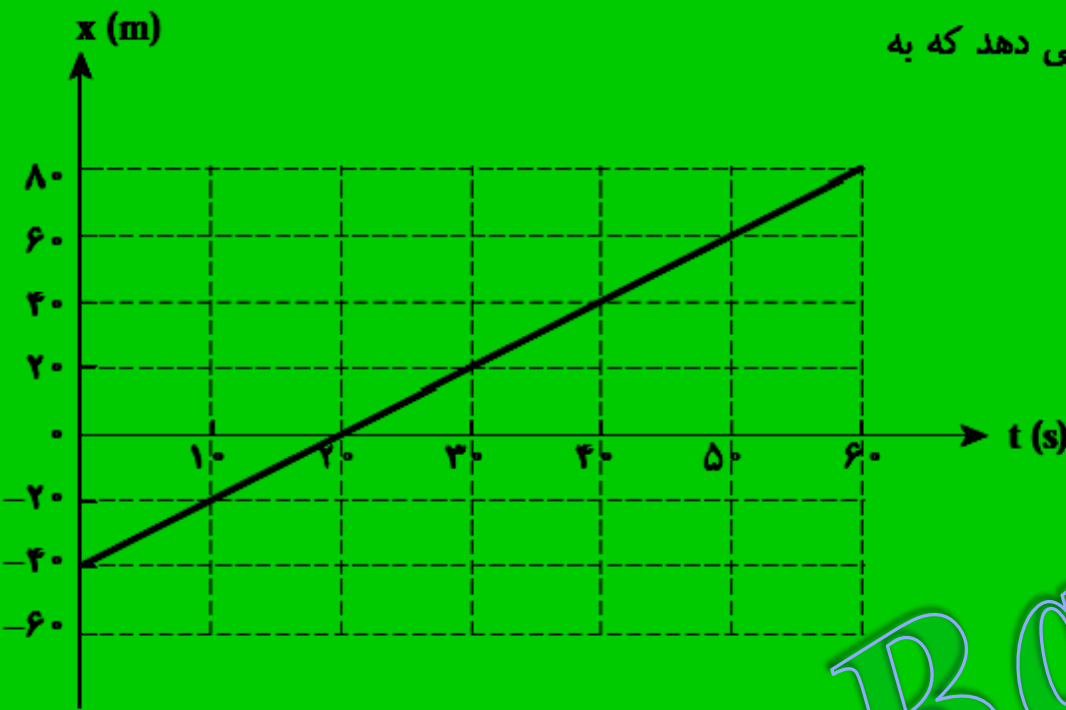
۱۶ (۲)

۳۲ (۱)

$V_B = V \frac{m}{s}$
 $V_A = -8 \frac{m}{s}$
 $x_{B0} = 0$
 $x_{A0} = 80$
 $x_B = V_B t + x_{B0} \rightarrow x_B = Vt$
 $x_A = V_A t + x_{A0} \rightarrow x_A = -8t + 80$
 $t = 4s \rightarrow x_A = x_B \rightarrow (-8)(4) + 80 = V(4) \rightarrow V = 12 m/s$

روشن نسبی $(V_1 + V_2)t = d \Rightarrow (V_1 + 8)4 = 80 \Rightarrow V_1 = 12$

شکل مقابل بخشی از نمودار مکان-زمان شخصی را نشان می دهد که به طور یکنواخت در مسیری مستقیم حرکت می کند.



الف) شخص در مبدأ زمان ($t = 0$) در چه مکانی قرار دارد؟
 ب) سرعت حرکت این شخص را به دست آورید و نمودار سرعت-زمان آن را رسم کنید.

پ) اگر شخص به مدت 5min به همین صورت حرکت کند، جابه‌جایی وی را در این مدت به دست آورید.

ت) در چه لحظه یا لحظه‌هایی شخص در فاصله 20 متر، مبدأ قرار دارد؟

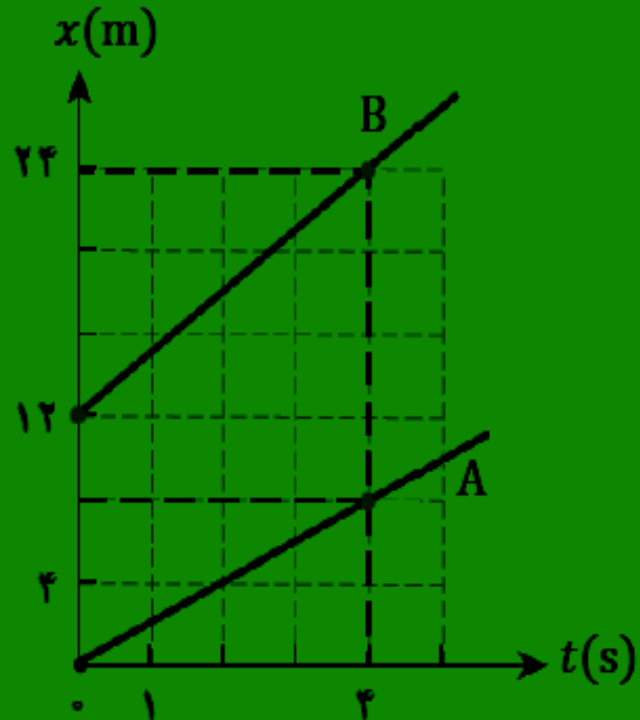
$$t = 0 \Rightarrow x_0 = -40(m)$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{80 - (-40)}{60} = 2 \left(\frac{m}{s}\right)$$

$$\Delta x = v\Delta t \Rightarrow \Delta x = 2 \times 5 \times 60 = 600(m)$$

$$x = vt + x_0$$

$$20 = 2t - 40 \Rightarrow t = 30(s)$$



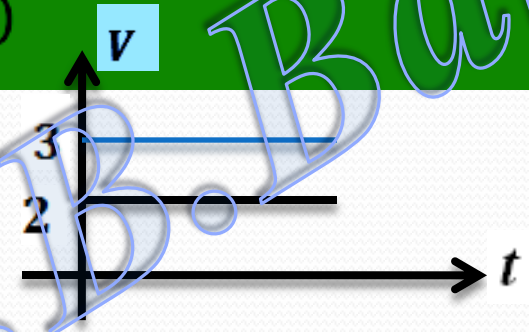
شکل مقابل نمودار مکان-زمان دو متحرک A و B را نشان می‌دهد که در راستای محور x حرکت می‌کنند.

الف) سرعت هر متحرک را پیدا کنید و نمودار سرعت-زمان آنها را در یک دستگاه مختصات رسم کنید.

ب) معادله مکان-زمان هر متحرک را بنویسید.
 پ) اگر حرکت یکنواخت هر دو متحرک ادامه یابد، آیا ممکن است با گذشت زمان به یکدیگر برسند؟ توضیح دهید.

$$V_A = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{8 - 0}{4 - 0} = 2 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$$

$$V_B = \frac{24 - 12}{4 - 0} = 3 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$$



$$X = Vt + X_0$$

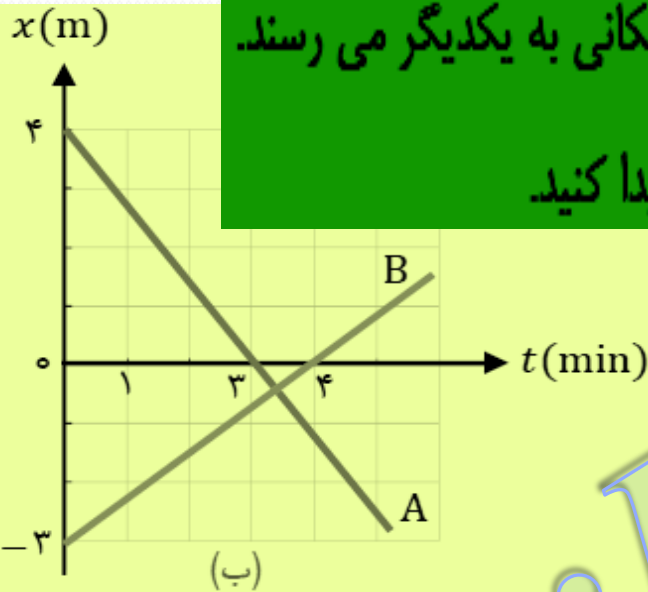
$$x_A = 2t$$

$$x_B = 3t + 12$$

پ) این دو متحرک بهم نمی‌رسند زیرا Δx آنها رو به افزایش می‌باشد

شکل الف مکان دو کفش دوزک A و B را در لحظه $t = 0$ نشان می‌دهد که در راستای محور x حرکت می‌کنند. نمودار مکان-زمان این کفش دوزک‌ها در شکل ب رسم شده است.

(الف) از روی نمودار به طور تقریبی تعیین کنید کفش دوزک‌ها در چه لحظه و مکانی به یکدیگر می‌رسند.
 (ب) با استفاده از معادله مکان زمان و مکان هم‌رسی کفش دوزک‌ها را پیدا کنید.



$$V_A = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0 - 4}{3} = \frac{-4}{3} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$x_A = \frac{-4}{3} t + 4$$

$$V_B = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0 + 3}{4} = \frac{3}{4} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$x_B = \frac{3}{4} t - 3$$

$$x_A = x_B \Rightarrow \frac{-4}{3} t + 4 = \frac{3}{4} t - 3 \Rightarrow t = 3.36(\text{s})$$

حرکت با شتاب ثابت روی خط راست

(۱) حرکتی است روی خط راست که تفاوتی بین شتاب متوسط و شتاب لحظه‌ای وجود ندارد.

$$\bar{a} = a = (\text{ثابت}) a = (\text{لحظه‌ای}) a$$

(۲) حرکتی است روی خط راست که نمودار $V-t$ آن خطی و نمودار $x-t$ آن سهمی شکل است.

معادلات حرکت با شتاب ثابت روی خط راست

$$v_f = a\Delta t + v_i$$

(۱) مستقل از جابجایی:

$$\Delta x = \frac{v_i + v_f}{2} \Delta t$$

(۲) مستقل از شتاب:

$$v_f^2 - v_i^2 = 2a \cdot \Delta x$$

(۳) مستقل از زمان:

$$\Delta x = \frac{1}{2} a \cdot \Delta t^2 + v_i \cdot \Delta t$$

(۴) مستقل از سرعت نهایی:

$$\Delta x = -\frac{1}{2} a \cdot \Delta t^2 + v_f \cdot \Delta t$$

(۵) مستقل از سرعت ابتدایی:

توجه دانش آموزان عزیز

سرعت متوسط در حرکت با شتاب ثابت

$$\bar{v} = v_{av} = \frac{v_0 + v}{2}$$

سرعت متوسط در حالت گریه یا بیرون هر نوع حرکت

$$\bar{v}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

حرکت تند شوند:

(۱) حرکتی است که اندازه سرعت متحرک رو به افزایش باشد.

حرکت کند شوند:

(۱) حرکتی است که اندازه سرعت متحرک رو به کاهش باشد.

(۲) حرکتی که بردار سرعت و بردار شتاب آن هم جهت و هم علامت باشند.

$$\text{if } +V \leftrightarrow +a \Rightarrow V \cdot a > 0$$

$$\text{if } -V \leftrightarrow -a \Rightarrow V \cdot a > 0$$

$$\text{if } +V \leftrightarrow -a \Rightarrow V \cdot a < 0$$

$$\text{if } -V \leftrightarrow +a \Rightarrow V \cdot a < 0$$

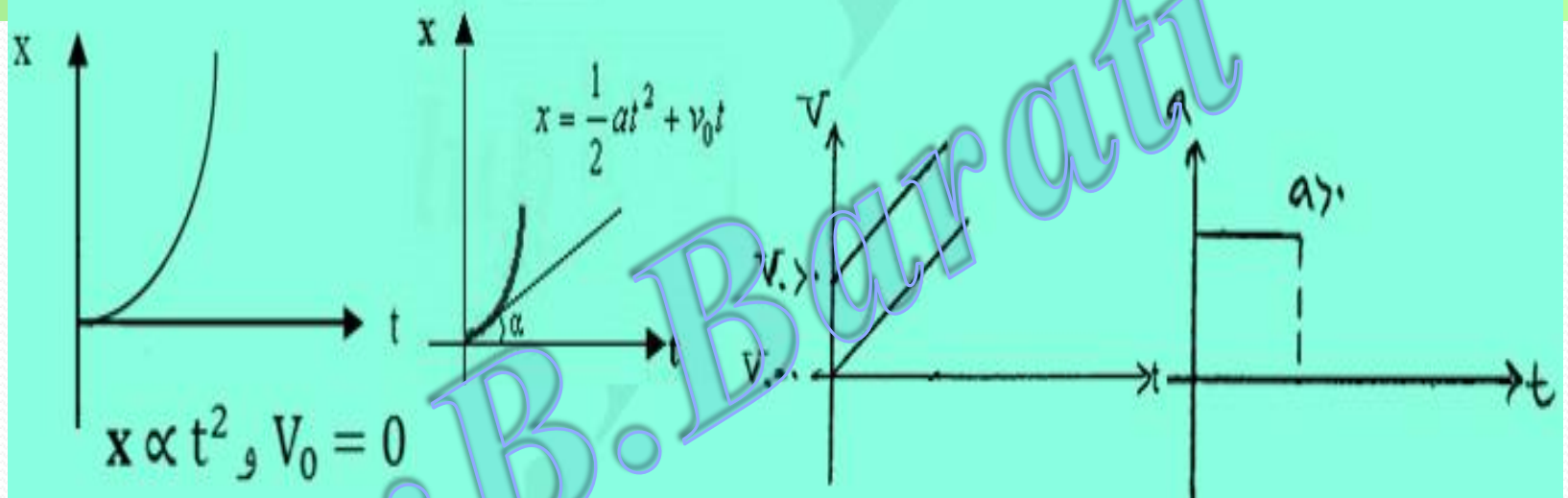
(۲) حرکتی که بردار سرعت و بردار شتاب آن از جهت هم علامت های آنها مخالف یکدیگر است.

$$X_0 = 0$$

$$V > 0$$

$$a > 0$$

رسم نمودارهای مکان - زمان ، سرعت - زمان و شتاب - زمان در حرکت تند شونده با فرض

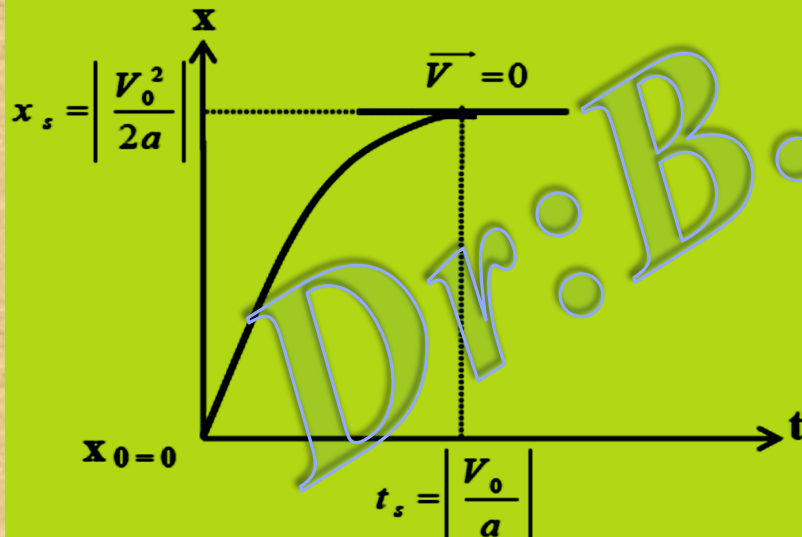


Dr: B. Barati

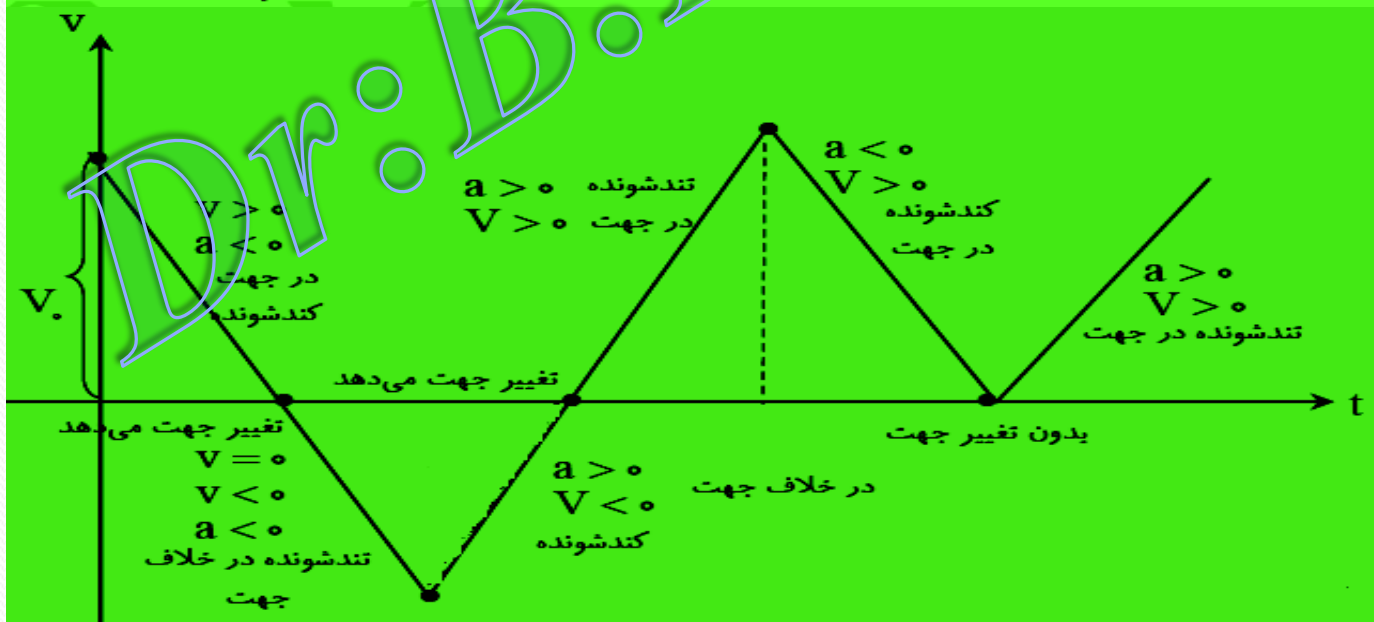
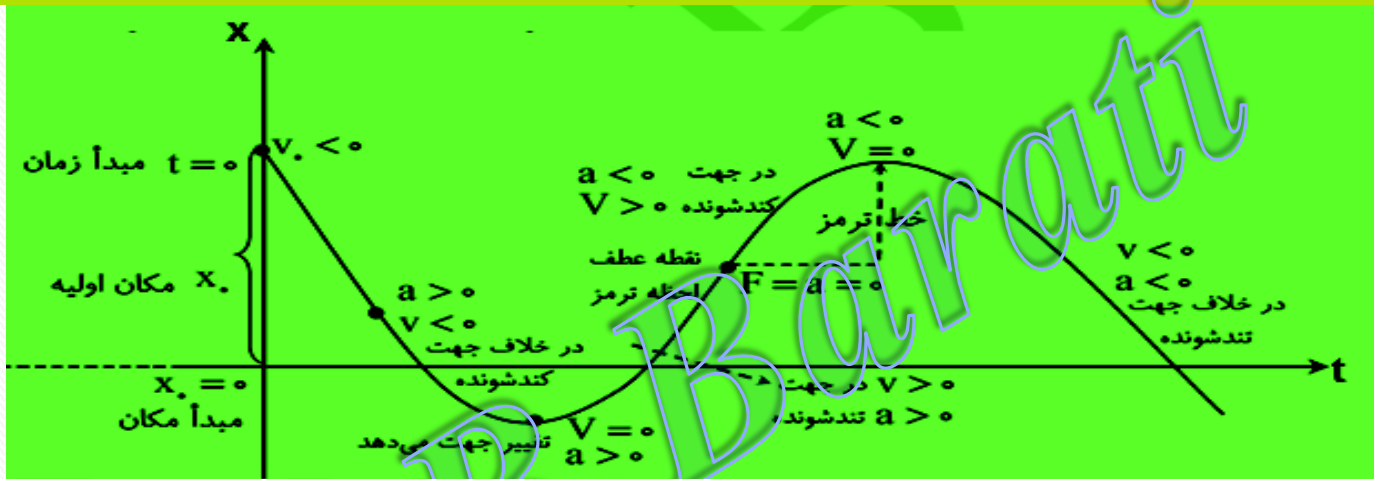
نکته: جابجایی متحرک در حرکت کند شونده از لحظه ترمز گرفتن تا ایستادن کامل از رابطه $X = \frac{V_0^2}{2|a|}$ و

زمان این جابجایی از رابطه $X = \frac{V_0}{|a|}$ بدست می آیند.

رسم نمودارهای مکان - زمان و سرعت - زمان حرکت کند شونده با فرض
 $X_0 = 0$
 $V > 0$
 $a < 0$



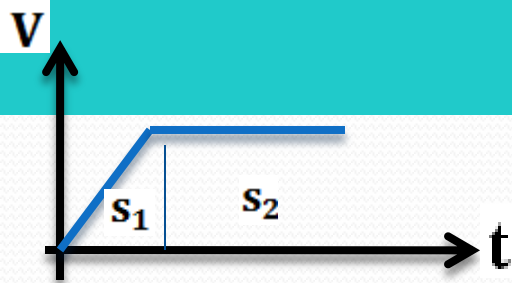
توجه: برای تعیین نوع حرکت تند شونده یا کند شونده در حرکت با شتاب ثابت از نمودارهای زیر استفاده کنید.



نکات لازم برای حل مسائل نمودار

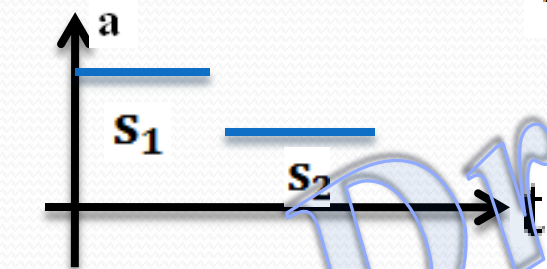
۱- شیب خط واصل بین دو نقطه از نمودار مکان-زمان، سرعت متوسط و شیب خط مماس بر این نمودار سرعت لحظه‌ای را نشان می‌دهد.

۲- شیب خط واصل بین دو نقطه از نمودار سرعت-زمان، شتاب متوسط و شیب خط مماس بر این نمودار شتاب لحظه‌ای را به ما می‌دهد.



$$\Delta X = s_1 + s_1 + \dots$$

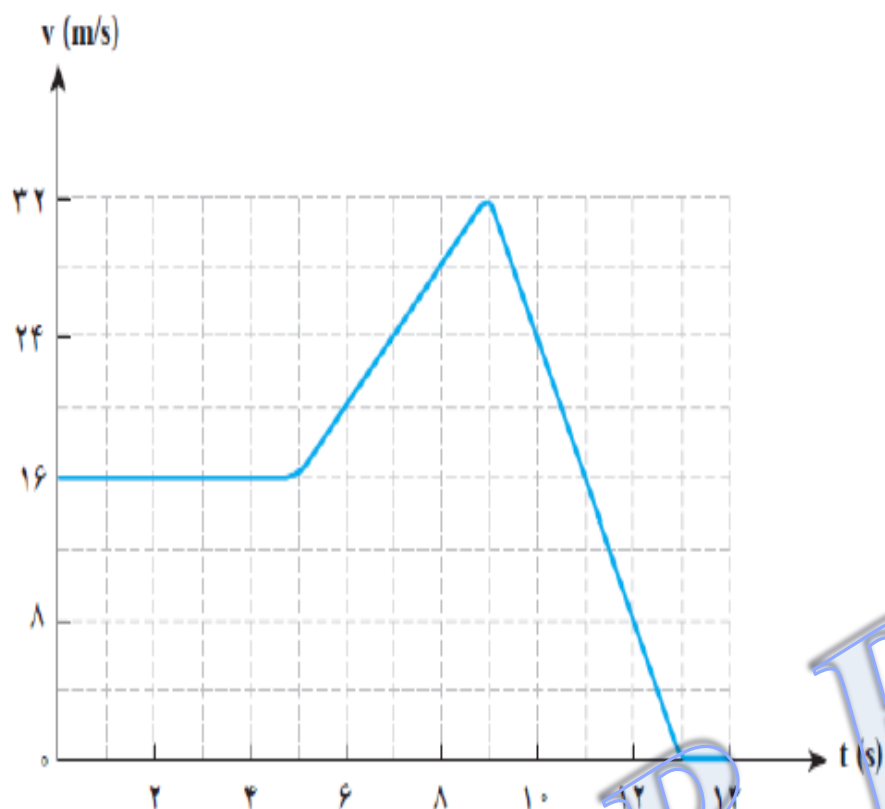
۳- سطح زیر نمودار سرعت-زمان، جابجایی منحرف را به ما می‌دهد.



$$\Delta V = s_1 + s_1 + \dots$$

۴- سطح زیر نمودار شتاب-زمان، تغییرات سرعت را به ما می‌دهد.

۵- نمودار سرعت-زمان در باره مکان اولیه و نمودار شتاب-زمان در باره مکان اولیه و سرعت اولیه چیزی به ما نمی‌گویند در صورت لزوم توسط صورت مسئله تعیین می‌شوند.



نمودار سرعت-زمان خودرویی که در راستای محور x حرکت می‌کند در بازه زمانی $0.0s$ تا $14.0s$ مطابق شکل روبرو است.

الف) شتاب خودرو را در هر یک از لحظه‌های $t = 2.0s$ ، $t = 8.0s$ و $t = 11.0s$ به دست آورید.

ب) شتاب متوسط خودرو در این بازه زمانی چقدر است؟

$$t = 2 \quad \Delta V = 0 \Rightarrow a_{av} = 0$$

$$a_{av} = \frac{\Delta V}{\Delta t} \Rightarrow a_{av} = \frac{0 - 16}{14 - 0} = \frac{-8}{7} \left(\frac{m}{s^2} \right)$$

$$t = 8(s) \quad V = at + V_0 \Rightarrow 32 = 4a + 16 \Rightarrow a = 4 \left(\frac{m}{s^2} \right)$$

$$t = 11(s) \quad V = at + V_0 \Rightarrow 0 = 4a + 32 \Rightarrow a = -8 \left(\frac{m}{s^2} \right)$$

معادله سرعت-زمان متحرکی که در امتداد محور x حرکت می کند در SI به صورت $v = -1.8t + 2.2$ است.

(الف) سرعت متحرک در لحظه $t = 4.0s$ چقدر است؟ (ب) سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی صفر تا $t = 4.0s$ چقدر است؟

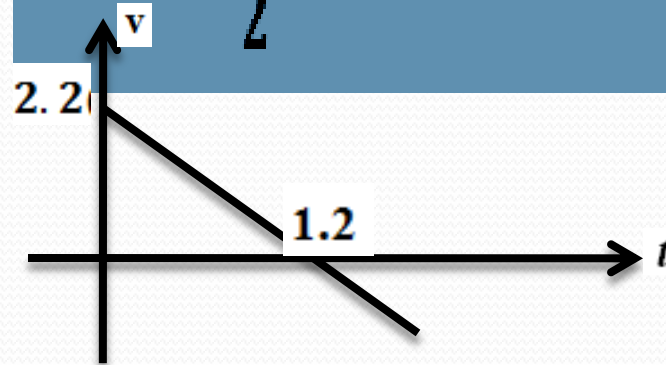
(پ) نمودار $v - t$ این متحرک را رسم کنید.

$$t = 4(s) \quad V = at + V_0 \Rightarrow V = -1.8 \times 4 + 2.2 \Rightarrow V = -5 \left(\frac{m}{s}\right)$$

$$t = 0 \Rightarrow V_0 = 2.2 \left(\frac{m}{s}\right)$$

$$t = 4(s) \Rightarrow V = -5 \left(\frac{m}{s}\right)$$

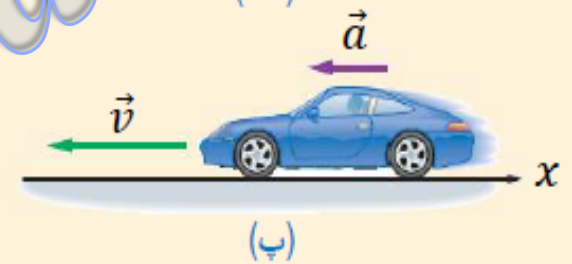
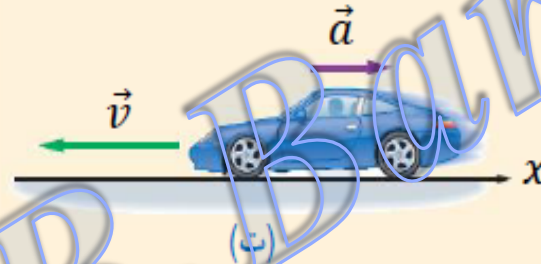
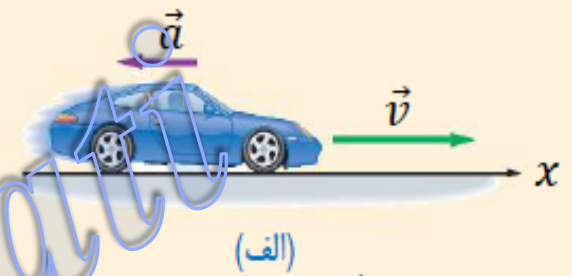
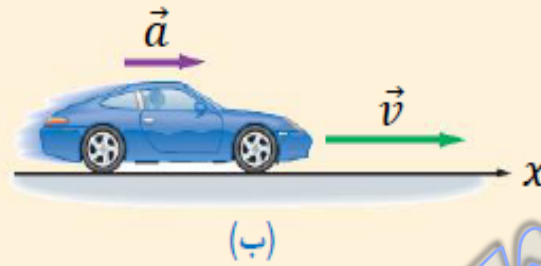
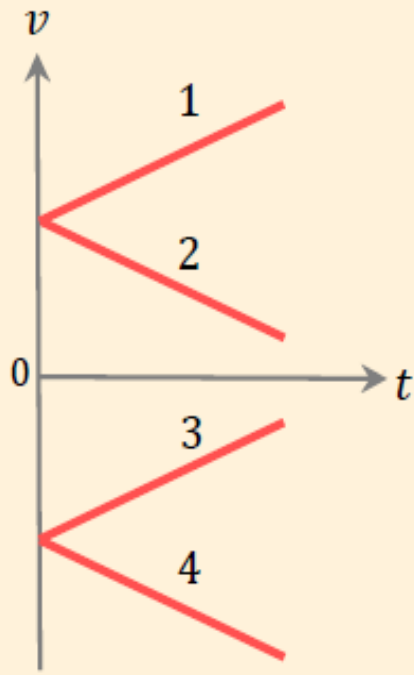
$$V_{av} = \frac{V_0 + V}{2} \Rightarrow V_{av} = \frac{2.2 - 5}{2} = -1.4 (m/s)$$



در تمامی حالت‌های شکل زیر، خودروها در امتداد محور x و با شتاب ثابت در حرکت‌اند. حرکت هر یک از خودروها، توسط کدامیک از

نمودارهای $v - t$ توصیف می‌شود؟ همچنین با ذکر دلایل کافی توضیح دهید حرکت کدام خودرو

تند شونده و حرکت کدامیک کند شونده است.



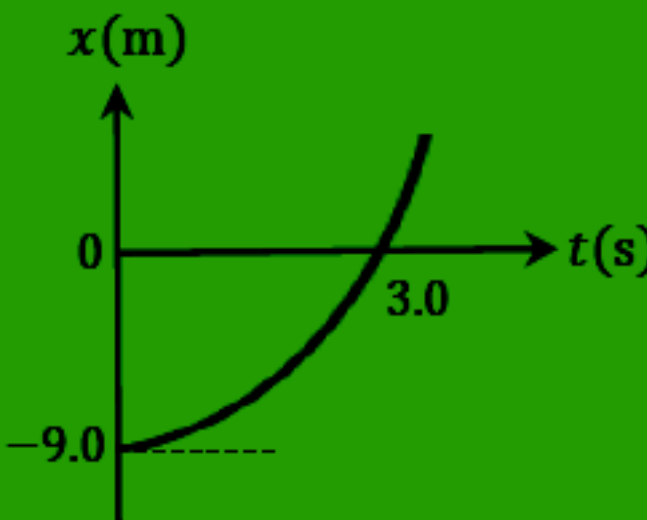
خودروی الف، نمودار 2، حرکت کند شونده در جهت محور x ها

خودروی ب، نمودار 1، حرکت تند شونده در جهت محور x ها

خودروی پ، نمودار 4، حرکت تند شونده خلاف محور x ها

خودروی ت، نمودار 3، حرکت کند شونده خلاف محور x ها

شکل روبرو نمودار $x - t$ متحرکی را نشان می‌دهد که با شتاب ثابت در امتداد محور x

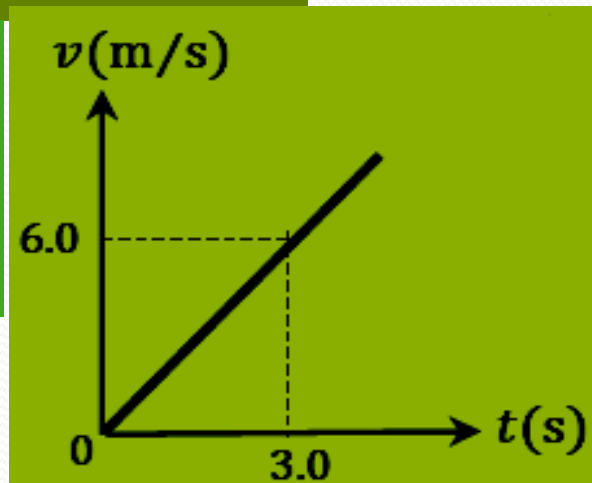


حرکت می‌کند. (الف) شتاب متحرک را پیدا کنید. (ب) معادله $v - t$ متحرک را بنویسید.

و آن را رسم کنید.

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \Rightarrow 0 = \frac{1}{2}a(3.0\text{s})^2 + 0 + (-9.0\text{m}) \Rightarrow a = 2.0\text{ m/s}^2$$

$$v = at + v_0 \Rightarrow v = (2.0\text{ m/s}^2)t + 0 \Rightarrow v = (2.0\text{ m/s}^2)t$$



متحرکی که در راستای محور x حرکت می کند در لحظه $t = 0$ از مکان $x_0 = 0$

می گذرد. نمودار سرعت-زمان این متحرک مطابق شکل روبه رو است.

الف) نوع حرکت را مشخص کنید و بگویید در چه زمانی متحرک تغییر جهت داده

متحرک در لحظه $t = 10$ s تغییر جهت می دهد

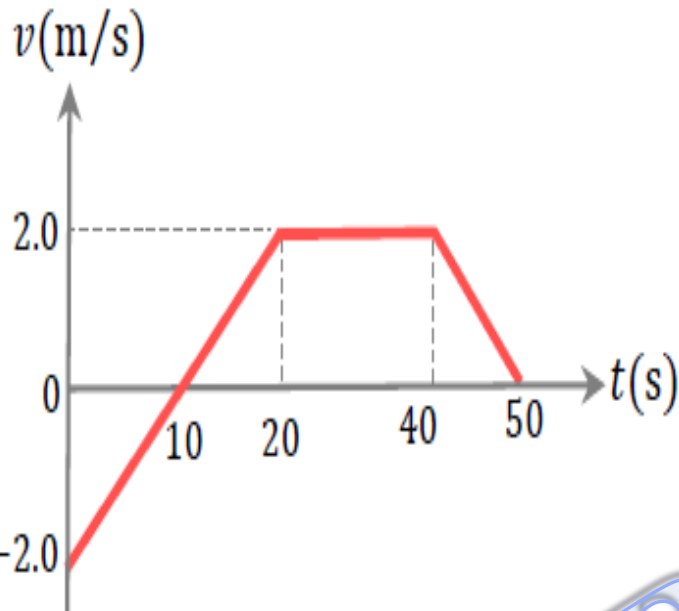
است؟

ب) مکان متحرک را در زمانهای 10 s، 20 s، 40 s و 50 s بدست آورید؟

ج) مکان متحرک را روی محور x نشان دهید و بردار جابجایی را رسم کرده و آنرا

بدست آورید و همچنین مسافت طی شده را از طریق این محور محاسبه نمایید؟

د) از طریق سطح زیر نمودار جابجایی و مسافت را نیز محاسبه نمایید



$$(0 \rightarrow 10) \quad |V| \downarrow \Rightarrow V \cdot a < 0$$

$$(10 \rightarrow 20) \quad |V| \uparrow \Rightarrow V \cdot a > 0$$

$$(20 \rightarrow 40) \quad |V| = \text{ثابت} \Rightarrow a = 0$$

$$(40 \rightarrow 50) \quad |V| \downarrow \Rightarrow V \cdot a < 0$$

ادامه حل

$$x_1 - x_0 = \frac{(v_1 + v_0)}{2} \Delta t \Rightarrow x_1 = \frac{(0-2)}{2} 10 \Rightarrow x_1 = -10(\text{m})$$

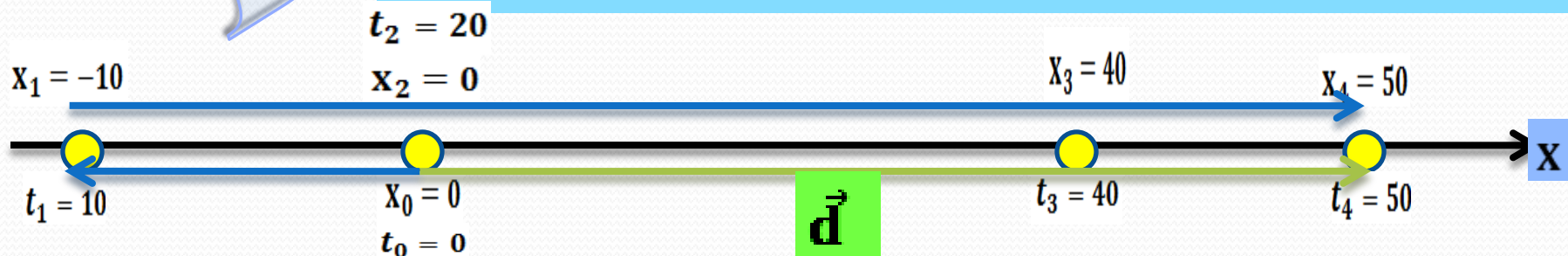
$$x_2 - x_1 = \frac{(v_2 + v_1)}{2} \Delta t \Rightarrow x_2 + 10 = \frac{(2-0)}{2} 10 \Rightarrow x_2 = 0(\text{m})$$

$$x_3 - x_2 = v \Delta t \Rightarrow x_3 - 0 = 2(40 - 20) \Rightarrow x_3 = 40(\text{m})$$

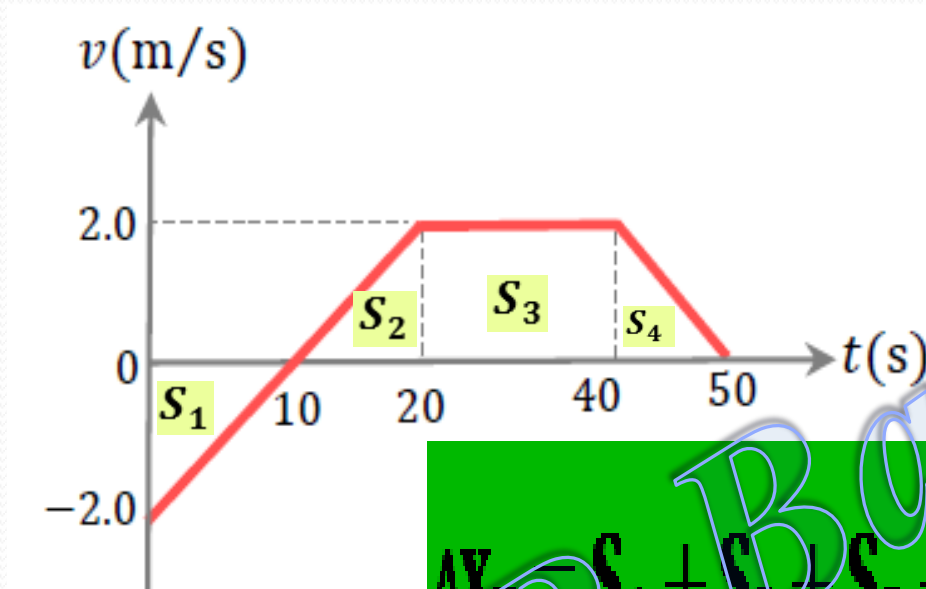
$$\vec{d} = 60\hat{i} - 10\hat{i} = 50\hat{i}$$

$$L = 10 + 10 + 50 = 70(\text{m})$$

$$x_4 - x_3 = \frac{(v_3 + v_4)}{2} \Delta t \Rightarrow x_4 - 40 = \frac{(2 + 0)}{2} 10 \Rightarrow x_4 = 50(\text{m})$$



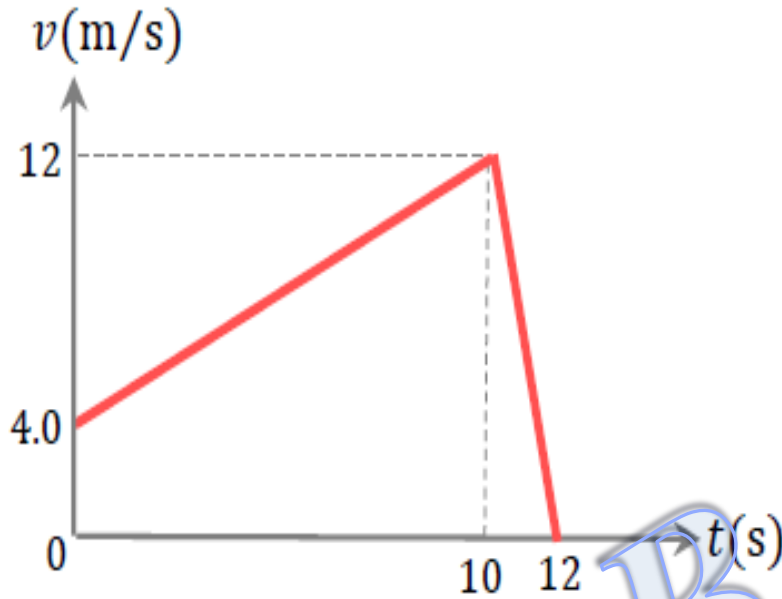
ادامہ حل



$$\Delta x_T = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 = -10 + 10 + 40 + 10 = 50(\text{m})$$

$$L = |S_1| + |S_2| + |S_3| + |S_4| \Rightarrow L = 70(\text{m})$$

آهویی در راستای خط راستی (محور x) می‌دود. نمودار $v - t$ این حیوان در $12s$ اول حرکتش مطابق شکل زیر است.



الف) مسافت کل پیموده شده توسط آهو را به دست آورید.
 ب) جابه‌جایی آهو را در این بازه زمانی پیدا کنید.
 پ) نمودار $a - t$ آهو را در $12s$ اول حرکتش رسم کنید.

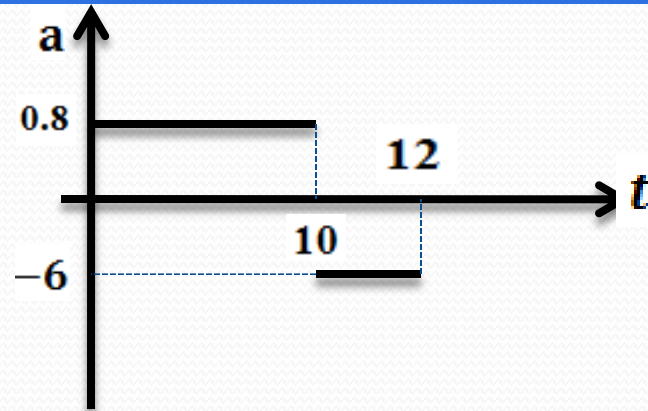
$$l = |\Delta x| (\text{سطح زیر نمودار}) = 92(m)$$

$$l = \Delta x = S (\text{سطح زیر نمودار}) = 92(m)$$

$$a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a_{av} = \frac{12 - 4}{10 - 0} = 0.8 \left(\frac{m}{s^2} \right)$$

$$a_2 = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a_{av} = \frac{0 - 12}{12 - 10} = -6 \left(\frac{m}{s^2} \right)$$

چون متحرک تغییر جهت نداده است جابجایی با مسافت با هم برابرند



شکل روبه‌رو نمودار $a - t$ یک ماشین اسباب بازی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x حرکت می‌کند.

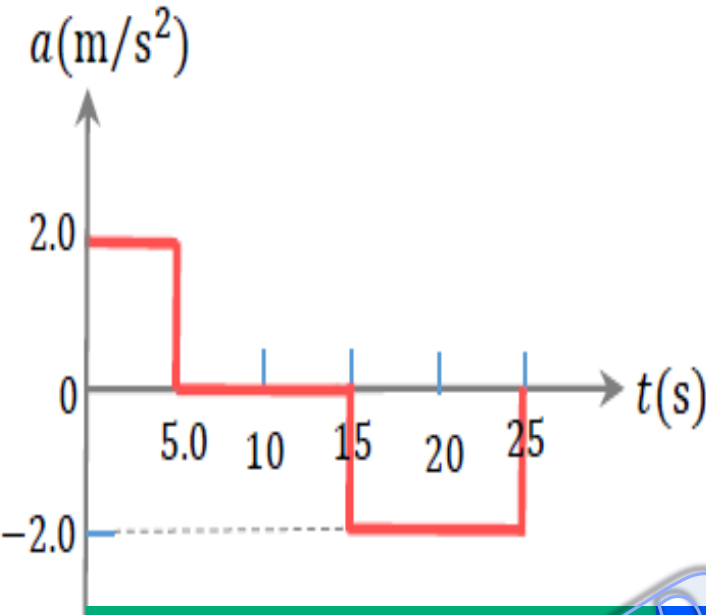
الف) اگر در آغاز حرکت $x_0 = 0$ و $v_0 = 0$ باشند، در بازه زمانی صفر تا 5.0s

معادله سرعت-زمان و مکان-زمان ماشین اسباب بازی را بنویسید.

ب) شتاب متوسط ماشین اسباب بازی را در کل زمان حرکت پیدا کنید.

پ) جابه‌جایی ماشین اسباب بازی را در بازه زمانی صفر تا 15s پیدا کنید.

ت) حرکت ماشین اسباب بازی را در هر بازه زمانی، با ذکر دلیل بنویسید.



$$V = at + V_0 \Rightarrow V = 2t$$

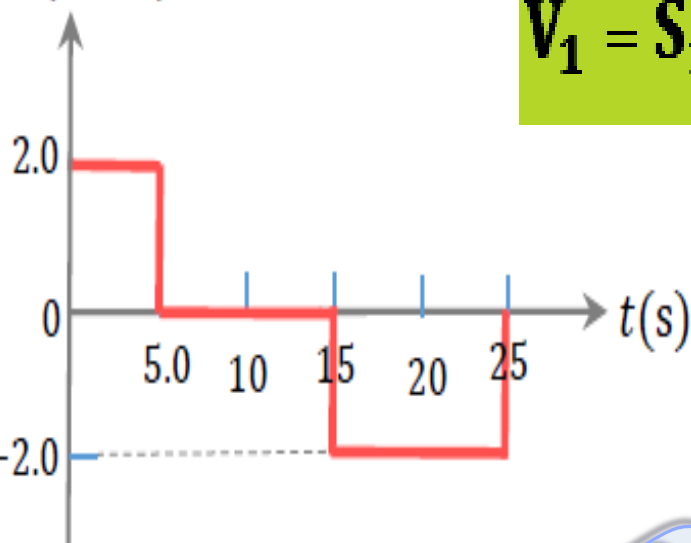
$$x = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + X_0 \Rightarrow x = t^2$$

$$a_{av} = \frac{\Delta V}{\Delta t} \Rightarrow a_{av} = \frac{s_1 + s_2 + s_3}{25}$$

$$= \frac{5 \times 2 + 0 + 10 \times (-2)}{25} = -0.4 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$$

ادامه حل مسئله

$a(m/s^2)$



$$V_1 = S_1 + V_0 \Rightarrow V_1 = 5 \times 2 + 0 = 10 \left(\frac{m}{s} \right)$$

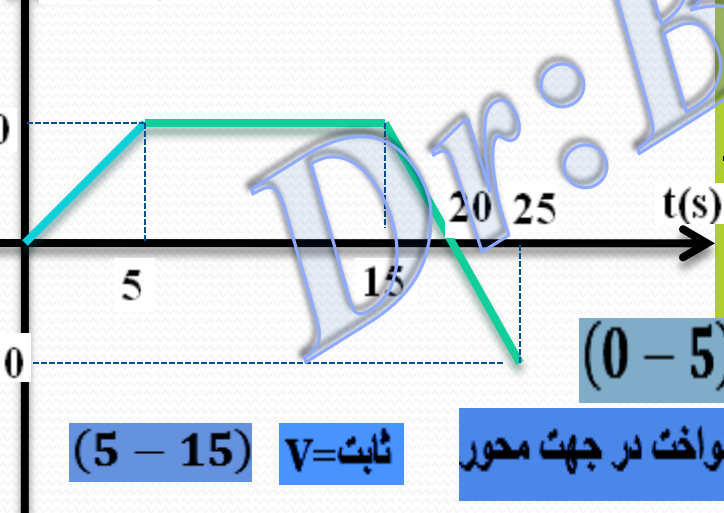
$$V_2 = S_2 + V_1 \Rightarrow V_2 = 0 + 10 = 10 \left(\frac{m}{s} \right)$$

$$V_3 = S_3 + V_2 \Rightarrow V_3 = 5(-2) + 10 = 0$$

در لحظه $t=20(s)$ متحرک تغییر جهت می دهد

$$V_4 = S_4 + V_3 \Rightarrow V_4 = 5(-2) + 0 = -10 \left(\frac{m}{s} \right)$$

$V(m/s)$



$(0 - 5) \Rightarrow V.a > .$ تند شونده در جهت محور

$(5 - 15)$ $v = \text{ثابت}$

یکنواخت در جهت محور

$(15 - 20) \Rightarrow V.a < .$

کند شونده در جهت محور

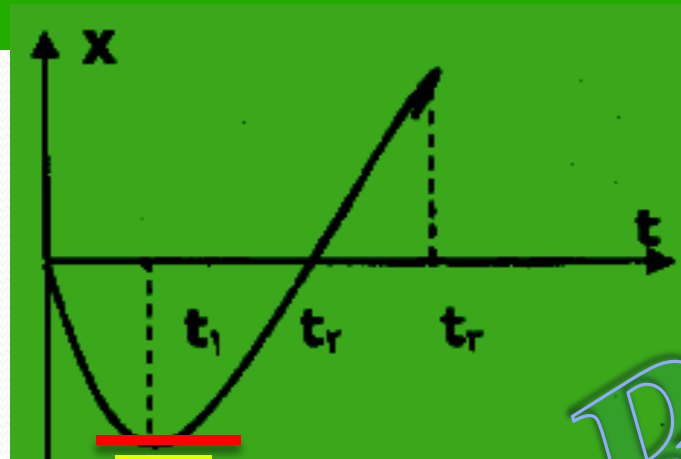
$(20 - 25) \Rightarrow V.a > .$

تند شونده خلاف محور

نمودار مکان- زمان متحرکی که روی محور X حرکت می کند مطابق شکل زیر است. با توجه به نمودار (که در بازه زمانی

صفر تا t_3 سهمی و در بازه زمانی t_1 تا t_2 خط راست است)، در هر یک از عبارات های زیر، گزینه درست را از داخل

پراکنش انتخاب کنید



$v=0$

الف) در بازه زمانی صفر تا t_1 ، نوع حرکت جسم (تندشونده - کندشونده) است.

ب) در لحظه $(t_2 - t_1)$ ، جهت حرکت جسم، تغییر کرده است.

ج) در لحظه $(t_2 - t_1)$ ، جسم از مبدأ مکان عبور کرده است.

د) در بازه زمانی t_2 تا t_3 ، جسم در (جهت - خلاف جهت) محور X حرکت کرده است.

ه) در بازه زمانی t_1 تا t_2 ، علامت شتاب جسم (مثبت - منفی) است.

$$(t_0 \rightarrow t_1) \quad |v| \downarrow \Rightarrow v \cdot a < 0$$

$$(t_2 \rightarrow t_3) \quad |v| = \text{ثابت}, v > 0, a = 0$$

$$(t_1 \rightarrow t_2) \quad |v| \uparrow \Rightarrow v > 0, a > 0$$

در لحظه t_1 متحرک تغییر جهت می کند

در لحظه t_2 متحرک از مبدأ مکان عبور می کند

مثال: نمودار مکان - زمان جسمی که روی خط راست حرکت می کند به شکل سهمی مقابل است با توجه

به نمودار، به سوالات زیر پاسخ دهید.

(الف) در چه لحظه ای جهت حرکت جسم تغییر کرده است.

(ب) در کدام لحظه ها جسم از مبدأ مکان می گذرد.

(ج) شتاب حرکت جسم مثبت است یا منفی.

(د) در بازه زمانی صفر تا t_1 حرکت جسم، تند شونده است یا کند شونده

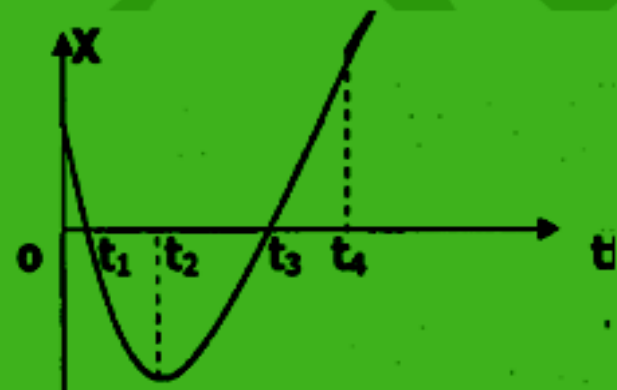
حل: الف) تعداد \max و \min نمودار مکان - زمان نشان دهنده تغییر جهت سرعت متحرک است. t_2

ب) هر چند باری که نمودار محور زمان را قطع کند به همین تعداد از مبدأ مکان عبور می کند یعنی t_1 و

t_3

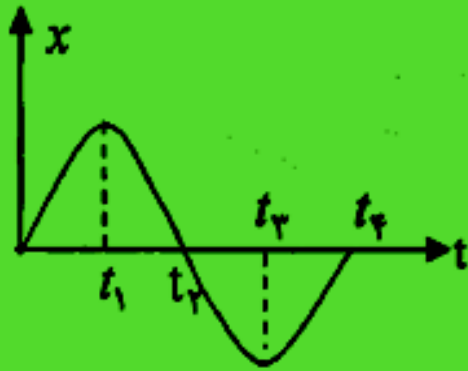
ج) شتاب مثبت است.

د) کند شونده



مثال: نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل است با توجه به نمودار برای پرسش های زیر پاسخ کوتاه

بنویسید؟



الف) نوع حرکت جسم شتابدار است یا یکنواخت

ب) شیب بین دو لحظه دلخواه از نمودار معرف چه کمیتی است.

ج) در چه لحظه هایی پس از شروع حرکت ، متحرک به مبدا مکان می رسد؟

د) در لحظه ی t_1 اندازه سرعت جسم چقدر است؟

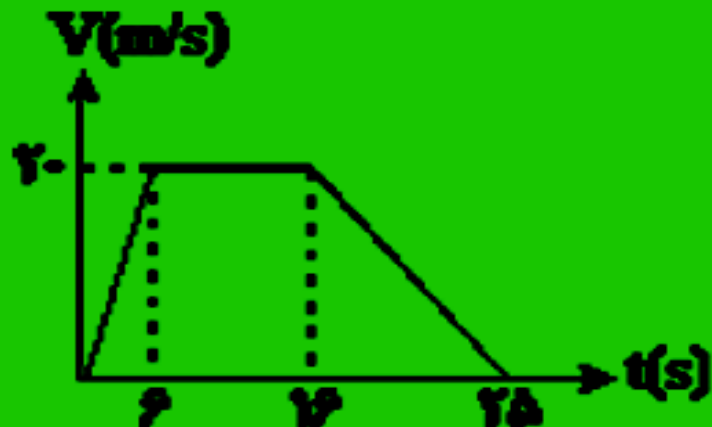
حل: الف) چون نمودار $x-t$ ، سهمی است پس حرکت شتابدار است.

ب) سرعت متوسط

ج) t_2 و t_4

د) صفر است چون شیب نمودار در آن نقطه صفر است.

مثال: نمودار سرعت - زمان متحرکی در ۲۵ ثنیه مطابق شکل زیر است سرعت متوسط این متحرک در این بازه زمانی چند m/s است.



سطح زیر نمودار $\Delta X = S$

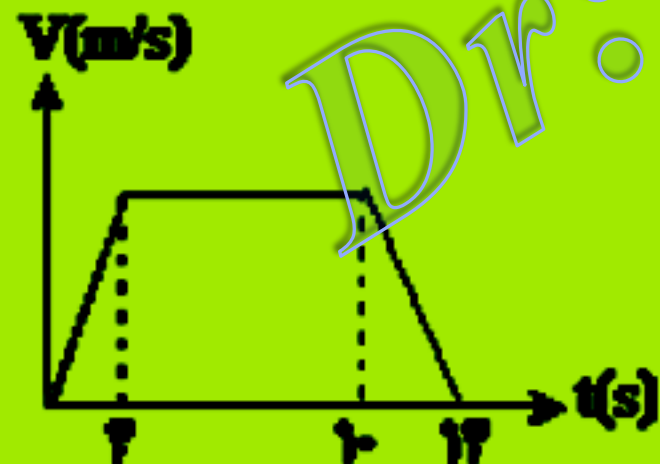
$$S = \frac{\text{قاعده بزرگ} + \text{قاعده کوچک}}{2} \times \text{ارتفاع}$$

$$S = \frac{10 + 25}{2} \times 20 = 350m$$

$$V = \frac{\Delta X}{\Delta t} = \frac{350}{25} = 14 m/s$$

مثال: نمودار سرعت - زمان متحرکی به شکل زیر و مسافت طی شده بوسیله آن در ۱۴ ثنیه ۲۸۰ متر

است این متحرک در ۴ ثنیه اول حرکت چند متر را طی کرده است.



$$\Delta X_{\text{کل}} = S = 280 = \frac{6 + 14}{2} \times V \Rightarrow V = 28 m/s$$

$$\Delta X_{\text{قسمت اول}} = \frac{4 \times 28}{2} = 56m$$

نمودار شتاب - زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می کند به صورت شکل زیر است. اگر جابه جایی متحرک در این ۱۰ ثانیه

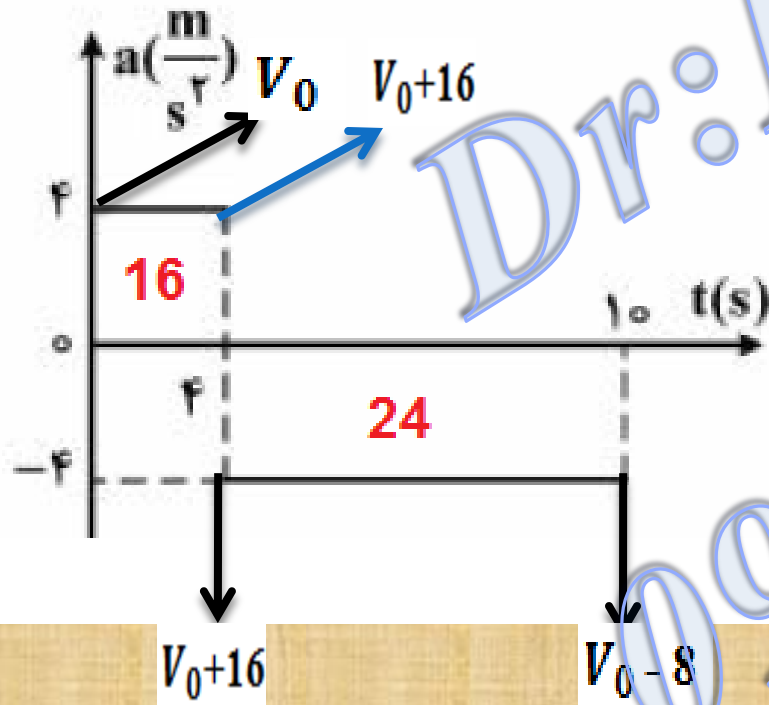
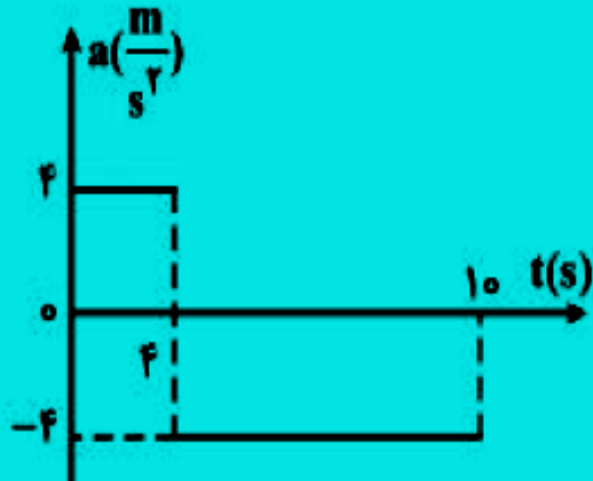
۱۵۶ متر باشد، سرعت اولیه متحرک چند متر بر ثانیه است؟

۲۰ (۱)

۱۵ (۲)

۱۰ (۳)

۵ (۴)

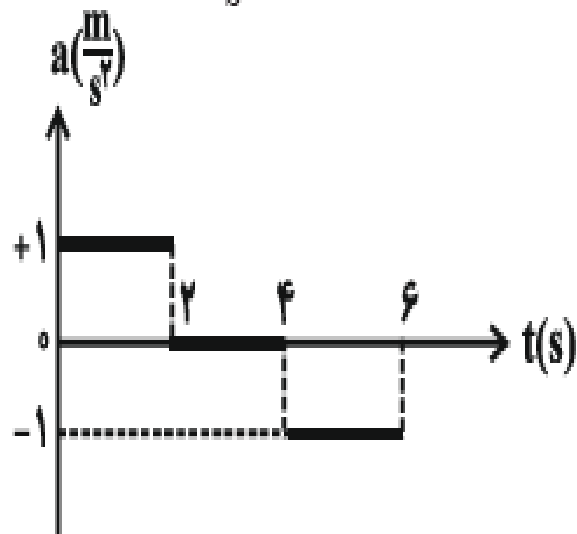


$$\Delta x = \frac{2V_0 + 16}{2} \times 4 + \frac{2V_0 + 8}{2} \times 6$$

$$156 = 10V_0 + 56$$

$$V_0 = 10 \text{ m/s}$$

نمودار شتاب - زمان حرکت متحرکی که در مسیری مستقیم حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. اگر سرعت اولیه متحرک $1 \frac{m}{s}$ باشد، در ۶ ثانیه



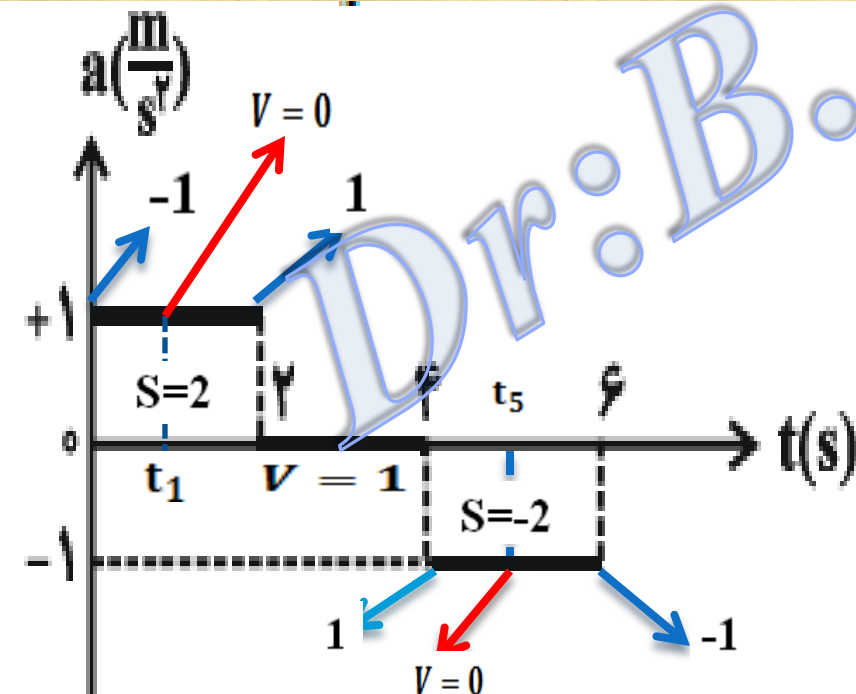
ابتدایی حرکت، چند ثانیه حرکت متحرک تندشونده بوده است؟

۱ (۲)

۱) صفر

۳ (۴)

۲) ۳



$$V_1 = at_1 + V_0 \Rightarrow 0 = 1 \times t_1 - 1 \Rightarrow t_1 = 1(s)$$

$$V_5 = at_1 + V_2 \Rightarrow 0 = -1 \times t_5 + 1 \Rightarrow t_5 = 1(s)$$

$$(1 \rightarrow 2) \Rightarrow +V \quad \text{و} \quad +a$$

$$(5 \rightarrow 6) \Rightarrow -V \quad \text{و} \quad -a$$

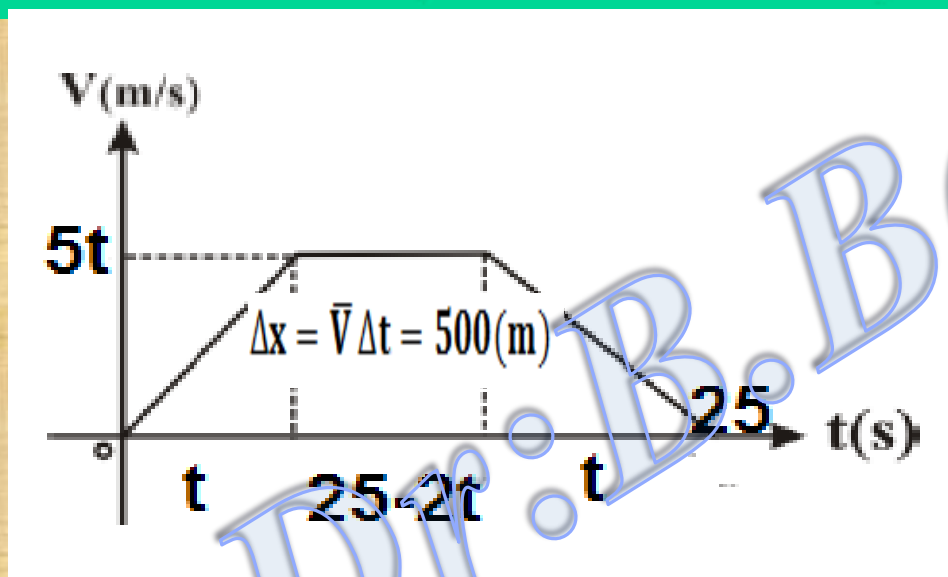
متحرکی در یک مسیر مستقیم با شتاب ثابت $5 \frac{m}{s^2}$ به حرکت در می آید و پس از مدتی حرکتش یکنواخت می شود و در نهایت با همان شتاب $5 \frac{m}{s^2}$ حرکتش کند شده و می ایستد. اگر کل زمان حرکت ۲۵ ثانیه و سرعت متوسط در این مدت $20 \frac{m}{s}$ باشد، زمانی که حرکت متحرک یکنواخت بوده است، چند ثانیه است؟

۲۰ (۴)

۱۵ (۳)

۱۰ (۲)

۵ (۱)



$$\Delta x = \frac{(25 + 25 - 2t)5t}{2}$$

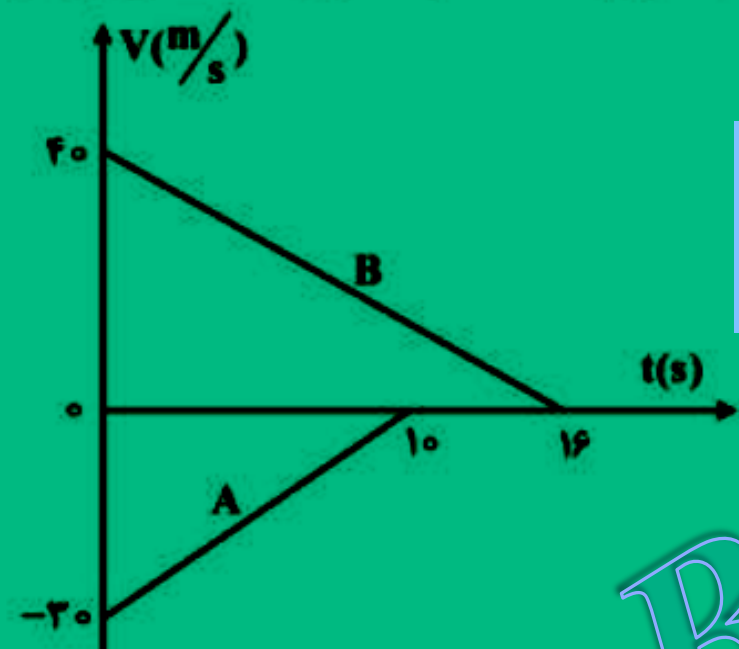
$$1000 = 250t - 10t^2$$

$$10t^2 - 250t + 1000 = 0$$

$$t = 5(s) \Rightarrow t' = 25 - 10 = 15(s)$$

نمودار سرعت - زمان دو قطار A و B که روی یک ریل مستقیم به طرف هم حرکت می‌کنند، مطابق شکل زیر است. در لحظه $t = 0$ فاصله قطارها از هم 500 متر است. لحظه‌ای که قطار A می‌ایستد، قطار B در چه فاصله‌ای از آن

قرار دارد؟



$$\Delta x_A = \frac{10 \times 30}{2} = 150(m)$$

$$V_{B(t=10s)} = -2.5 \times 10 + 40 = 15 \left(\frac{m}{s} \right)$$

$$V^2 - V_0^2 = 2a\Delta x_B \Rightarrow 15^2 - 40^2 = 2(-2.5)\Delta x_{B(t=10s)}$$

$$\Delta x_{B(t=10s)} = 275(m)$$

$$\Delta x' = 500 - 150 - 275 = 75(m)$$

۲۵ (۱)

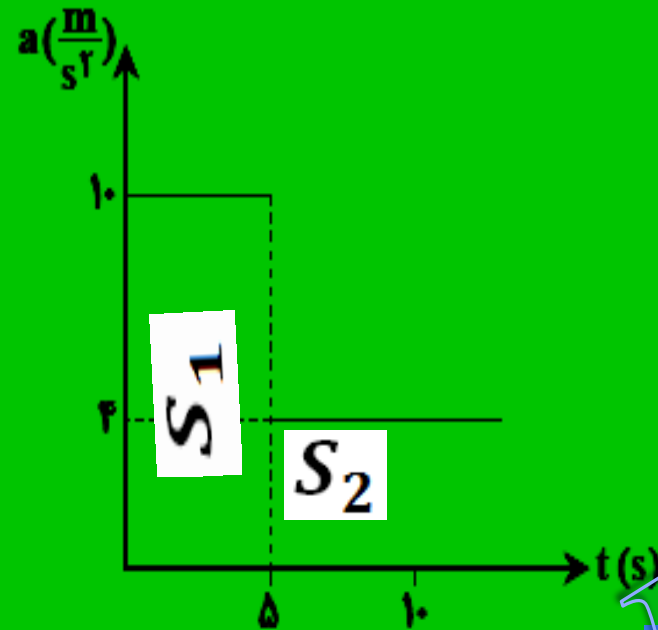
۷۵ (۲)

۱۰۰ (۳)

۱۲۵ (۴)

متحرکی روی محور x حرکت می کند و نمودار شتاب- زمان آن به شکل مقابل است. اگر در $t = 0$ سرعت آن $-30 \frac{m}{s}$ باشد، مسافتی که

متحرک در مدت $t = 0$ تا $t = 10s$ طی می کند، چند متر است؟



$$V_1 = S_1 + V_0 \Rightarrow V_1 = 5 \times 10 - 30 = 20 \left(\frac{m}{s} \right)$$

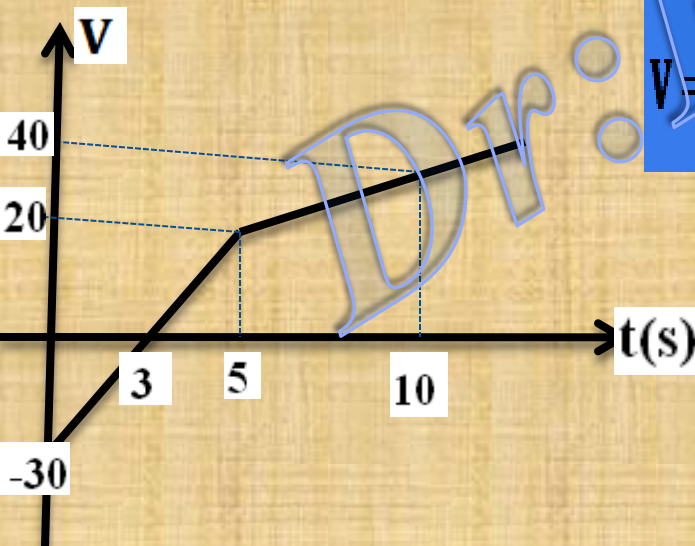
$$V_2 = S_2 + V_1 \Rightarrow V_2 = 5 \times 4 + 20 = 40 \left(\frac{m}{s} \right)$$

۱۲۵ (۱)

۲۱۵ (۲)

۱۸۰ (۳)

۲۴۰ (۴)



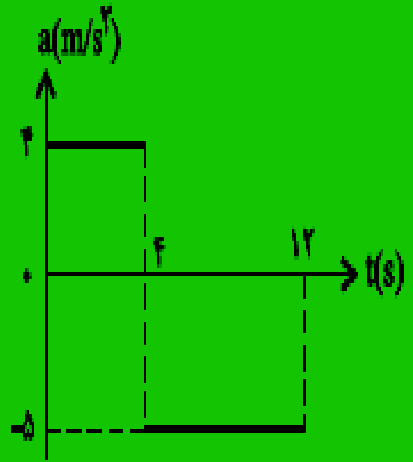
$$V = at + V_0 \Rightarrow 0 = 10t' - 30 \Rightarrow t' = 3(s)$$

زمانی که متحرک تغییر جهت می دهد

$$L = \left| \text{سطح زیر نمودار} \right| = 215(m)$$

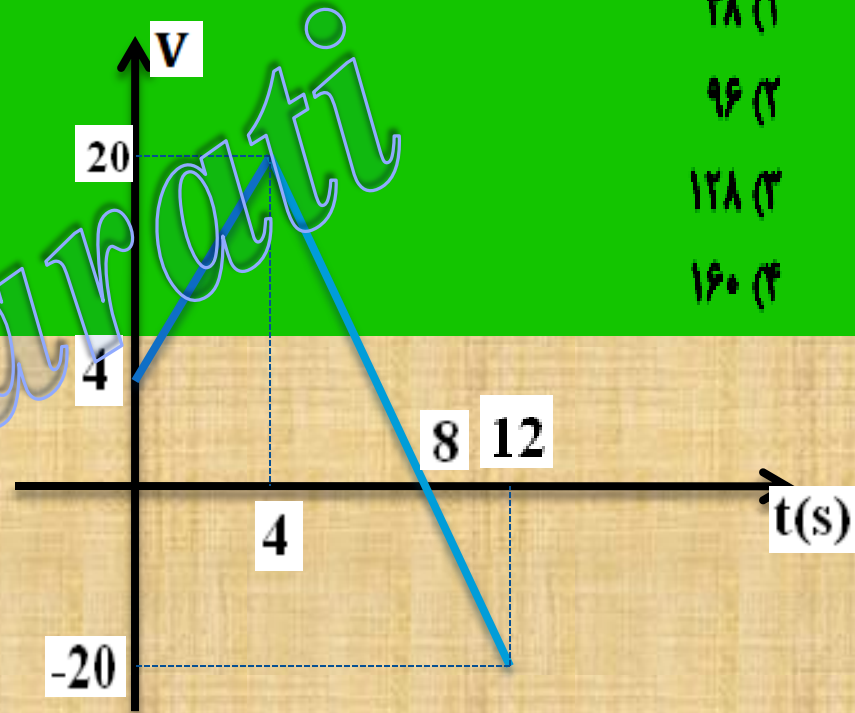
مثال: نمودار شتاب - زمان متحرکی که در مبدأ زمان با سرعت $4 \frac{m}{s}$ از مبدأ مکان می‌گذرد مطابق شکل است. مسافت طی شده در بازه‌ی زمانی صفر تا ۱۲

(سواری خارج از کشور تجربی - ۹۲)



ثابته چند متر است؟

- ۴۸ (۱)
- ۹۶ (۲)
- ۱۲۸ (۳)
- ۱۶۰ (۴)



$$(0 \rightarrow 4) \cdot V_1 = S_1 + V_0 \Rightarrow V_1 = 4 \times 4 + 4 = 20 \left(\frac{m}{s} \right)$$

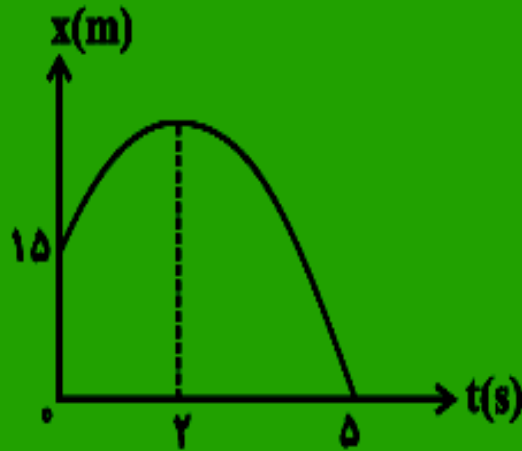
$$(4 \rightarrow 8) \cdot V_2 = S_2 + V_1 \Rightarrow V_1 = 4 \times (-5) + 20 = 0 \left(\frac{m}{s} \right)$$

$$(8 \rightarrow 12) \cdot V_3 = S_3 + V_2 \Rightarrow V_1 = 4 \times (-5) + 0 = -20 \left(\frac{m}{s} \right)$$

$$L = \left| \text{سطح زیر نمودار } V-t \right| = 128(m)$$

نمودار مکان-زمان متحرکی که با شتاب ثابت در امتداد محور X حرکت می کند، به صورت شکل زیر است. مکان متحرک در لحظه ۲ ثانیه چقدر است

الف) ۹ ب) ۱۲ ج) ۲۴ د) ۲۷



$$V_1 = at + V_0 \Rightarrow 0 = 2a + V_0 \Rightarrow V_0 = -2a \quad (1)$$

$$V_2 = a(t_2 - t_1) + V_1 \Rightarrow V_2 = 3a \quad (2)$$

$$\frac{x_2 - x_0}{t_2 - t_0} = \frac{V_0 + V_2}{2} \Rightarrow \frac{0 - 15}{5 - 0} = \frac{V_0 + V_2}{2}$$

$$\Rightarrow V_0 + V_2 = -6 \quad (3)$$

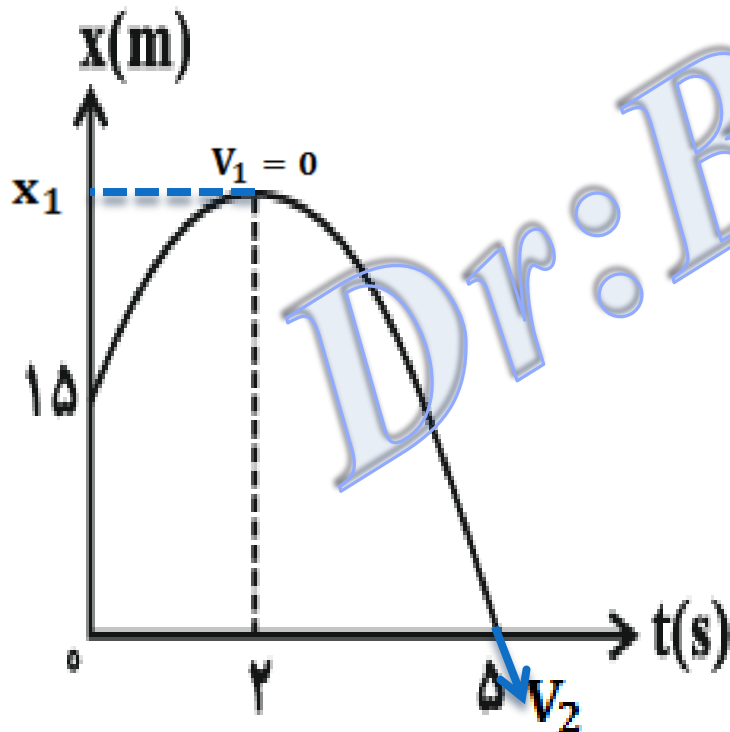
جایگذاری رابطه های 1 و 2 در رابطه 3 خواهیم داشت

$$V_0 = 12 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

$$a = -6 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$$

$$x_1 - x_0 = \frac{V_0^2}{2|a|}$$

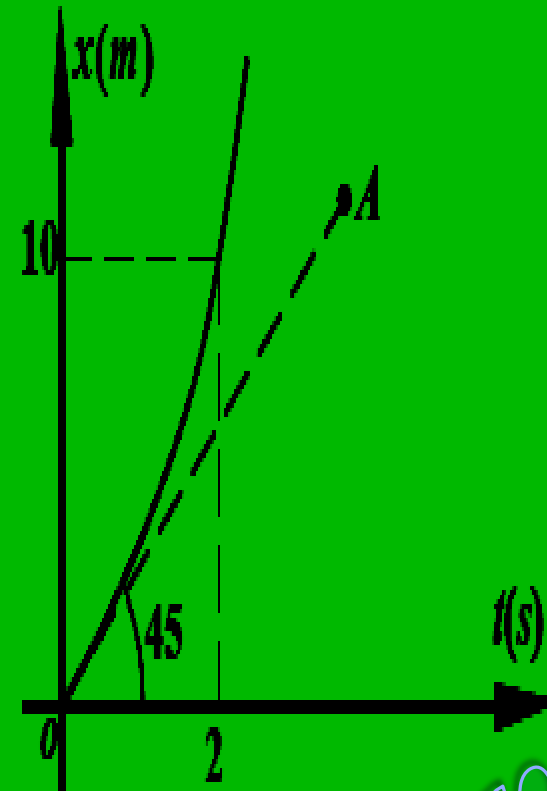
$$x_1 - 15 = \frac{144}{12} \Rightarrow x_1 = 27(m)$$



test شکل مقابل نمودار مکان- زمان متحرکی را نشان می‌دهد. معادله

حرکت این متحرک کدام است؟ پاره خط OA ، مماس بر نمودار در مبدأ

زمان است.



$$x = 2t^2 + t \quad (۲)$$

$$x = t^2 + t \quad (۱)$$

$$x = 4t^2 + t \quad (۴)$$

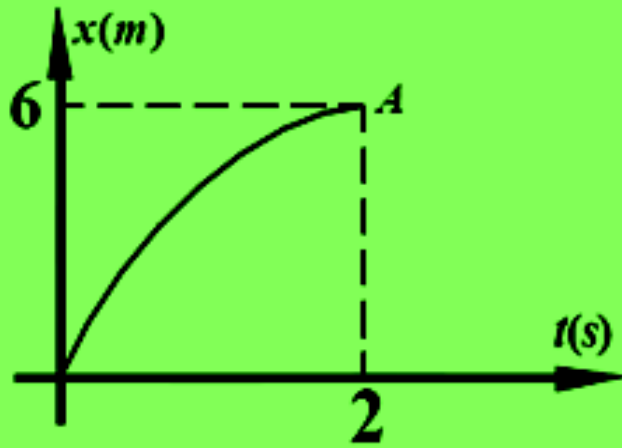
$$x = 5t^2 + t \quad (۳)$$

$$V_0 = \tan 45 = 1 \left(\frac{m}{s} \right)$$

$$\Delta x = \frac{1}{2} at^2 + V_0 t \Rightarrow 10 = \frac{1}{2} a (2)^2 + 1 \times 2 \Rightarrow a = 4 \left(\frac{m}{s^2} \right)$$

$$x = 2t^2 + t$$

شکل مقابل که قسمتی از یک سهمی است، نمودار مکان- زمان متحرک را نشان می‌دهد. اگر نقطه A ماکزیمم نمودار باشد، معادله سرعت متحرک کدام است؟



$$v = 6t + 3 \quad (۲)$$

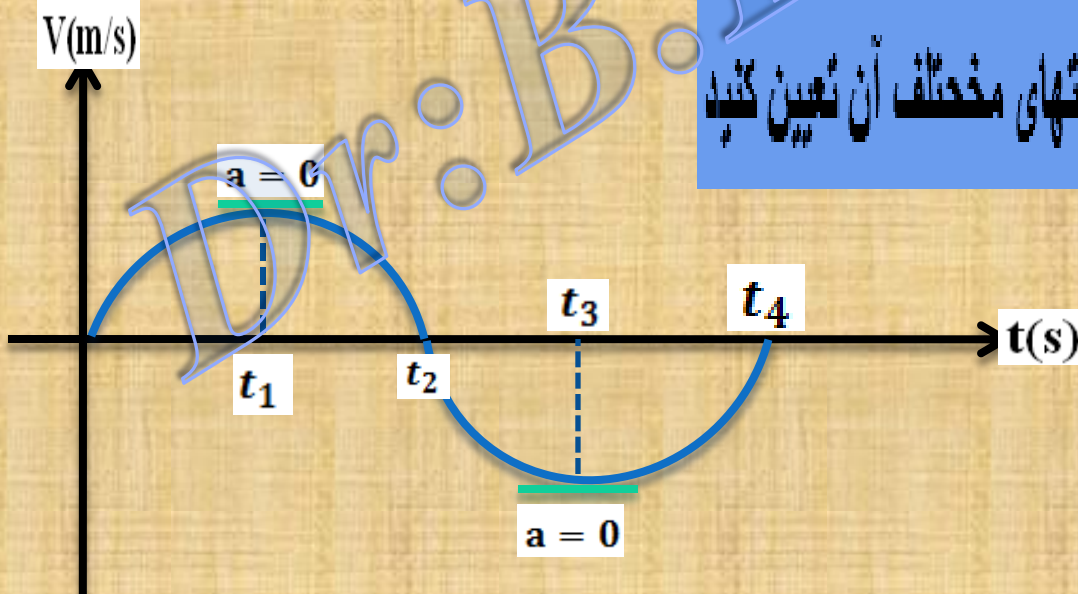
$$v = 3 - 6t \quad (۱)$$

$$v = 6 + 3t \quad (۴)$$

$$v = 6 - 3t \quad (۳)$$

$$\Delta x = \left(\frac{V + V_0}{2}\right)\Delta t \rightarrow 6 = \frac{0 + V_0}{2} \times 2 \Rightarrow V_0 = 6 \frac{m}{s} \quad , \quad a = \frac{V - V_0}{t} = \frac{0 - 6}{2} = -3 \Rightarrow V = -3t + 6$$

با توجه به نمودار مقابل، نوع حرکت را در قسمتهای مختلف آن تعیین کنید



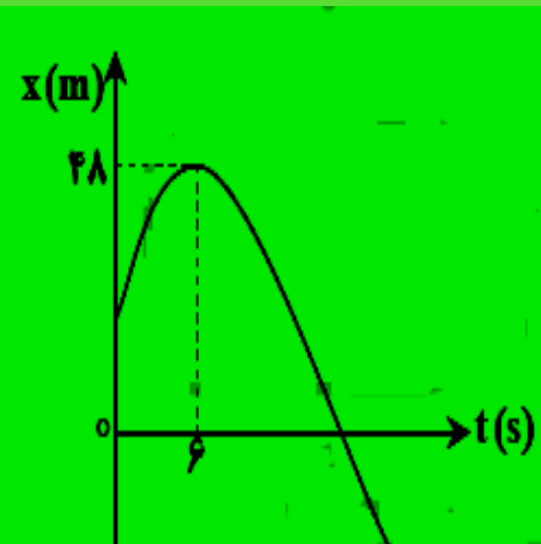
$$(t_0 \rightarrow t_1) \quad |V| \uparrow \Rightarrow V \cdot a > 0$$

$$(t_1 \rightarrow t_2) \quad |V| \downarrow \Rightarrow V \cdot a < 0$$

$$(t_2 \rightarrow t_3) \quad |V| \uparrow \Rightarrow V \cdot a > 0$$

$$(t_3 \rightarrow t_4) \quad |V| \downarrow \Rightarrow V \cdot a < 0$$

نمودار مکان-زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر، به صورت سهمی است. اگر مسافت طی شده توسط متحرک در



بازه زمانی $t=3s$ تا $t=9s$ برابر ۱۲ متر باشد، جابه‌جایی متحرک در این بازه چند متر است؟

- (۱) صفر
- (۲) ۳
- (۳) ۶
- (۴) ۱۲

$(3 \rightarrow 6) \Rightarrow V \cdot a < .$

کند شوند در جهت محور

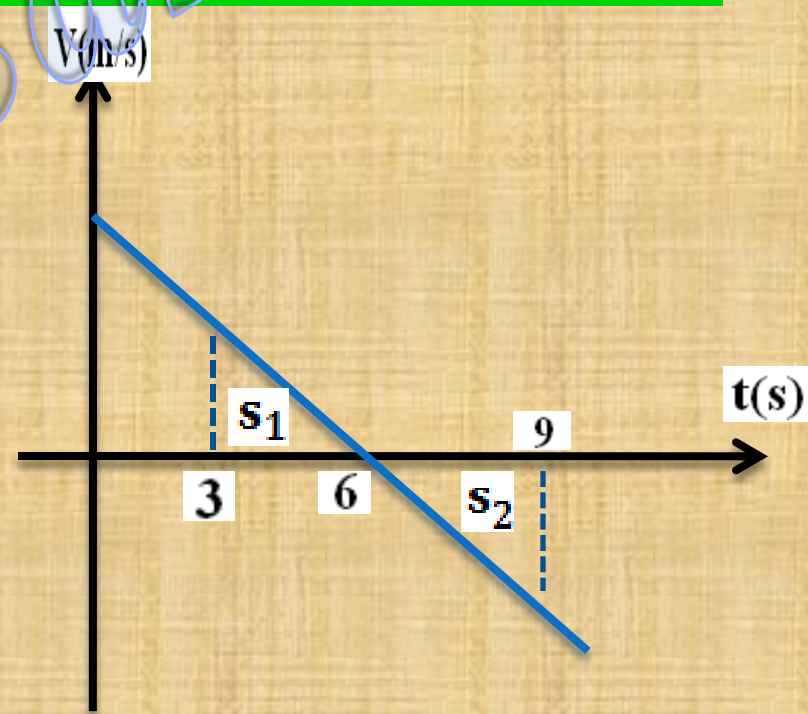
$(6 \rightarrow 9) \Rightarrow V \cdot a > .$

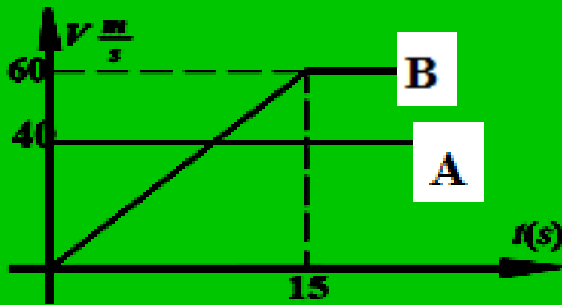
تند شونده خلاف محور

بر اساس تقارن نمودار خواهیم داشت

$|s_1| + |s_2| = 12 \rightarrow |s_1| = |s_2| = 6$

$\Delta X = s_1 + s_2 = 6 - 6 = 0$



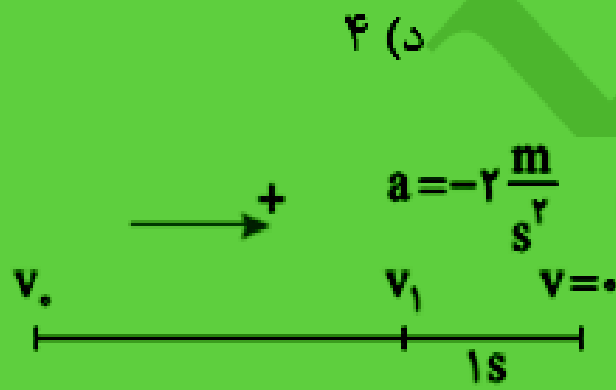


مثال شکل مقابل نمودار سرعت - زمان دو متحرک A و B را نشان می دهد که در یک امتداد و در یک لحظه از یک نقطه می گذرند پس از چند ثانیه دو متحرک دوباره به هم می رسند.

شرط بهم رسیدن دو متحرک

$$S_A = S_B \rightarrow \Delta x_A = \Delta x_B \Rightarrow 4t = \frac{v + (v - 15)t}{2} \rightarrow 4t = [2t - 15] \rightarrow 2t = 45 \rightarrow t = 22.5 \text{ s}$$

مثال: متحرکی که در حال حرکت روی خط راست است با شتاب $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ با حرکت کند شونده می ایستد این متحرک در ثانیه می آخر حرکت خود چند متر جلجا می شود.



الف) ۱ (ب) ۲ (ج) ۳ (د) ۴

$$v = at + v_0 \Rightarrow 0 = -2(1) + v_1 \Rightarrow v_1 = 2 \text{ m/s}$$

$$\Delta x = \left(\frac{v + v_0}{2} \right) \Delta t \Rightarrow \Delta x_{\text{کل}} = \frac{0 + 2}{2} \times 1 = 1 \text{ m}$$

مثال: معادله ی حرکت متحرکی روی خط راست در SI بصورت $X = t^3 - 3t^2 + 6$ می باشد.

الف) در لحظه $t=2(s)$ اندازه مکان، سرعت و شتاب متحرک بدست آورید.

ب) در چه مدت حرکت تند شونده رخ حرکت کند شونده است.

$$x = t^3 - 3t^2 + 6 \xrightarrow{t=2(s)} x = 8 - 12 + 6 = 2(m)$$

$$v = \frac{dx}{dt} = 3t^2 - 6t \xrightarrow{t=2(s)} v = 3(2)^2 - 6(2) = 0$$

$$a = \frac{dv}{dt} = 6t - 6 \xrightarrow{t=2(s)} a = 12 - 6 = 6 \text{ m/s}^2$$

t	0	1	2	$+\infty$
v	0	-	0	+
a		-	+	+
av		+	-	+
		تندشونده	لحظه ی تغییر جهت حرکت	تندشونده

مثال: متحرکی از حال سکون باشتاب ثابت روی خط راست شروع به حرکت می کند در لحظه $t=1s$ در مکان ۳ متری از مبدا و در لحظه $t=3s$ در مکان ۱۵- متری از مبدا قرار دارد مکان اولیه آن چند متر است؟

(الف) ۰/۷۵ (ب) ۴/۵ (ج) صفر (د) ۵/۲۵

$$x = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + x_0$$

$$\begin{cases} 3 = \frac{1}{2}a + 0 + x_0 \\ -15 = \frac{9}{2}a + 0 + x_0 \end{cases} \Rightarrow -15 - 3 = \frac{9}{2}a - \frac{1}{2}a + x_0 - x_0 \Rightarrow a = -4.5 \text{ m/s}^2$$

$$3 = \frac{1}{2}(-4.5) + x_0 \Rightarrow x_0 = 5.25 \text{ m}$$

معادله حرکت جسمی در SI به صورت $x = -t^2 + 4t - 3$ است. این متحرک در چه لحظاتی از مبدا مکان می گذرد؟
 (۱) $t_1 = 1s$ و $t_2 = 3s$ (۲) $t_1 = 1s$ و $t_2 = 2s$ (۳) $t_1 = 0$ و $t_2 = 1s$ (۴) $t_1 = 1s$ و $t_2 = 3s$

$$x = -t^2 + 4t - 3 \Rightarrow x = 0$$

$$t^2 - 4t + 3 = 0$$

$$(t-3)(t-1) = 0$$

→ $t = 1(s)$
 → $t = 3(s)$

تابع مسیر حرکت ذره‌ای در صفحه‌ی xOy به صورت $y = 4x^2$ می‌باشد، اگر بزرگی سرعت در مکان $x = 1\text{m}$ برابر $\frac{2\sqrt{17}}{s}\text{m}$ باشد بردار

سرعت در این مکان کدام خواهد بود؟

$$\hat{i} + 8\hat{j} \quad (4)$$

$$2\hat{i} + 4\hat{j} \quad (3)$$

$$\hat{i} + 4\hat{j} \quad (2)$$

$$\hat{i} + 4\hat{j} \quad (1)$$

$$V_y = 4xV_x \Rightarrow V_y = 4V_x$$

$$x=1$$

$$V^2 = V_x^2 + V_y^2$$

$$(2\sqrt{17})^2 = V_x^2 + 16V_x^2 \Rightarrow V_x = 2$$

$$V_y = 8$$

$$\vec{V} = 2\hat{i} + 8\hat{j}$$

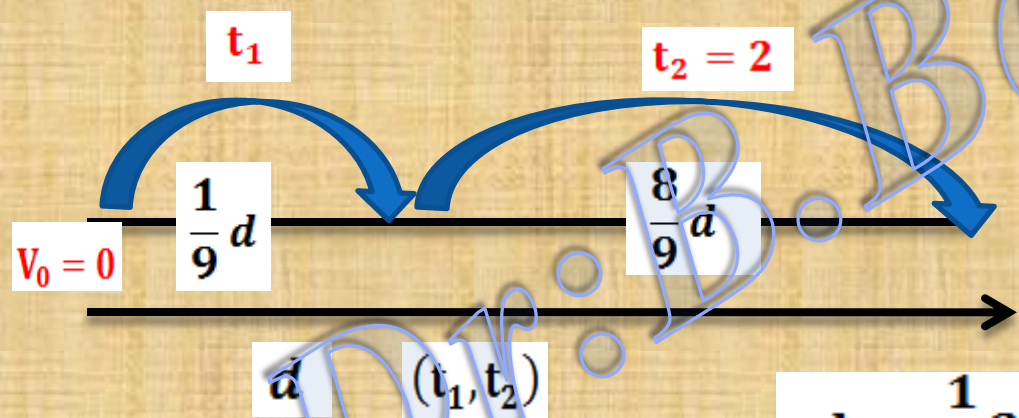
متحرکی از حالت سکون و با شتاب ثابت $\frac{3}{2} \frac{m}{s^2}$ در مسیری مستقیم شروع به حرکت می کند و مسافت d را طی می کند. اگر $\frac{1}{9}d$ از آخر مسیر را در مدت ۲ ثانیه طی کند، d چند متر است؟

۹ (۴)

۱۶ (۳)

۱۱ (۱)

۳۶ (۱)



$$\frac{1}{9}d = \frac{1}{2}at_1^2$$

$$\frac{d}{\frac{1}{9}d} = \frac{\frac{1}{2}a(t_1 + t_2)^2}{\frac{1}{2}at_1^2} \Rightarrow 9t_1^2 = (t_1 + t_2)^2$$

$t_1 = 1(s)$

$$d = \frac{1}{2}a(t_1 + t_2)^2$$

$$d = \frac{1}{2} \cdot 4(1 + 2)^2 = 18(m)$$

test متحرکی از حال سکون و با شتاب ثابت در مسیری مستقیم و افقی شروع به حرکت می کند. اگر در مدت t_1 ثانیه ای

ابتدای حرکت مسافت ۸m و در مدت t_2 ثانیه ای بعدی مسافت ۱۲۰m را طی کند، حاصل $\frac{t_2}{t_1}$ کدام است؟

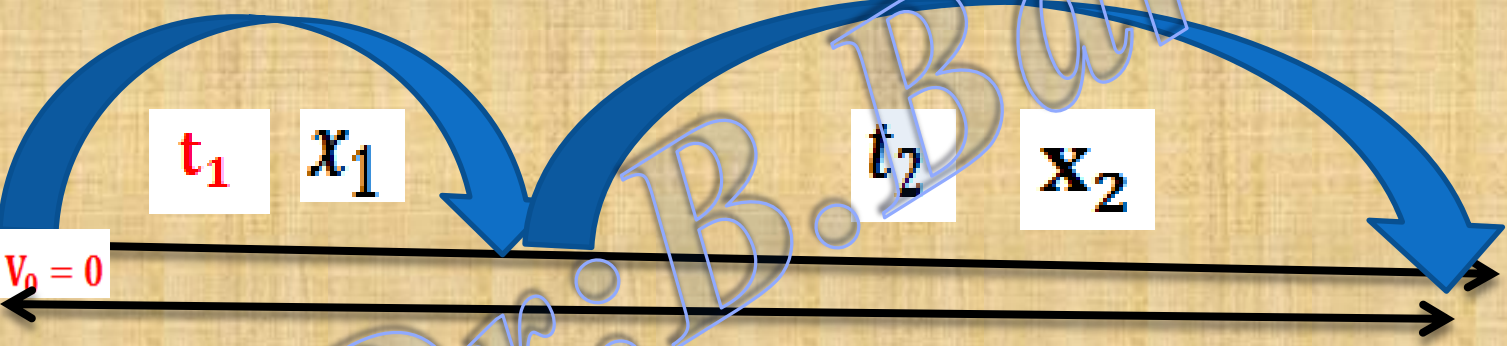
۲۰ (۴)

۱۵ (۳)

۵ (۲)

۳ (۱)

حرکت روی خط راست می باشد پس می توان نوشت: $|\vec{a}| = L$



$$\Delta x = x_1 + x_2$$

$$t = t_1 + t_2$$

$$\frac{8 + 120}{8} = \frac{(t_1 + t_2)^2}{t_1^2}$$

$$\frac{\Delta x_T}{\Delta x_1} = \frac{\frac{1}{2}at^2}{\frac{1}{2}at_1^2}$$

$$\frac{x_1 + x_2}{x_1} = \frac{(t_1 + t_2)^2}{t_1^2}$$

$$4 = \frac{t_1 + t_2}{t_1} \Rightarrow \frac{t_2}{t_1} = 3$$

دو متحرک با اختلاف زمانی ۱۰s از یک نقطه روی خط راست به سوی یک مقصد از حال سکون با شتاب ثابت ۱ m/s^2 و ۴ m/s^2 شروع به حرکت می کنند اگر این دو متحرک با هم به مقصد برسند آنگاه زمان حرکت متحرک اول چند ثانیه است؟

$$t_2 = t_1 - 10$$

اختلاف زمان دو متحرک

$$\begin{cases} \Delta x_1 = \frac{1}{2} a t_1^2 + V_0 t_1 \Rightarrow \Delta x_1 = \frac{1}{2} t_1^2 \\ \Delta x_2 = \frac{1}{2} a t_2^2 + V_0 t_2 \Rightarrow \Delta x_2 = \frac{1}{2} 4(t_1 - 10)^2 \end{cases} \xrightarrow{\Delta x_1 = \Delta x_2} \frac{1}{2} t_1^2 = \frac{1}{2} 4(t_1 - 10)^2$$

$$t_1^2 = 4(t_1 - 10)^2 \Rightarrow t_1 = 2(t_1 - 10) \Rightarrow t_1 = 20(s)$$

دو متحرک روی خط راست با شتابهای ثابت a و $a + ۱/۵ \frac{m}{s}$ از یک نقطه شروع به حرکت می کنند و بعد از مدت t ، سرعت آنها

به ترتیب $۱۰ \frac{m}{s}$ و $۲۲ \frac{m}{s}$ می شود. t چند ثانیه است؟

۴ (۴)

۶ (۳)

۸ (۲)

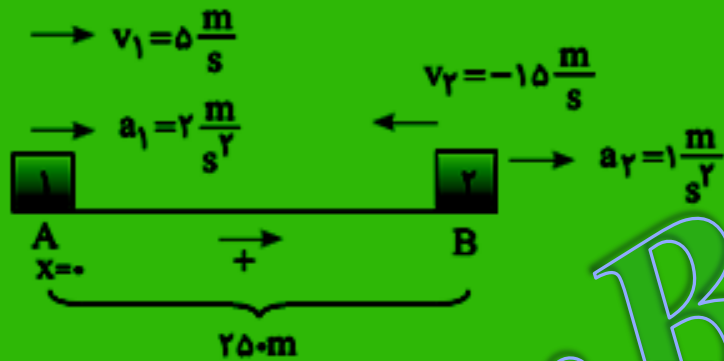
۱۰ (۱)

$$V = at + V_0 \Rightarrow \begin{cases} 10 = at \\ 22 = 1.5t + at \end{cases} \Rightarrow 22 = 1.5t + 10 \Rightarrow t = 8s$$

مثال: متحرکی با سرعت 5 m/s در جهت محور Xها و متحرک دیگری نیز با سرعت 15 m/s در جهت مخالف محور Xها در حرکت هستند. در لحظه ای که به ترتیب از نقاط A و B ($AB=250\text{m}$) می گذرند اولی با شتاب 2 m/s^2 سرعت خود را افزایش و دومی با شتاب 1 m/s^2 سرعت خود را کاهش می دهد.

معادله ی مکان هر دو را نسبت به نقطه ی A بنویسید. دو

متحرک پس از چه مدتی از کنار هم عبور می کنند؟



$$v_1 = 5 \text{ m/s} \rightarrow \quad \leftarrow v_2 = -15 \text{ m/s}$$

$$a_1 = 2 \text{ m/s}^2 \rightarrow \quad \rightarrow a_2 = 1 \text{ m/s}^2$$

$$x_1 = \frac{1}{2}at^2 + V_0t = \frac{1}{2}(2)t^2 + 5t$$

$$x_2 = \frac{1}{2}(1)t^2 - 15t + 250$$

$$x_1 = x_2 \Rightarrow t^2 + 5t = \frac{1}{2}t^2 - 15t + 250 \Rightarrow t^2 + 40t - 500 = 0$$

$$t = 10(\text{s})$$

$$t = -50(\text{s}) \text{ غ ق ق}$$

مثال: ذره‌ای روی خط راست با شتاب ثابت در حرکت است. جابه‌جایی در ۳ ثانیه‌ی اول حرکت، جابه‌جایی ۱۵ متر و در ۳ ثانیه‌ی دوم حرکت، ۳۳ متر است. اندازه‌ی شتاب حرکت چند متر بر مجذور ثانیه است؟

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

$$\Delta x = \frac{1}{2} at^2 + v_0 t$$

$$t = 3s, x = 15 \Rightarrow 15 = \frac{9}{2} a + 3v_0$$

$$t = 6s, x = 15 + 33 = 48 \Rightarrow 48 = \frac{36}{2} a + 6v_0 \Rightarrow 24 = 9a + 3v_0$$

$$24 - 15 = 4/5a \Rightarrow a = 2 \frac{m}{s^2}$$

معادله حرکت یک متحرک در SI به صورت $x = \frac{1}{2}t^2 - 2t + 5$ می‌باشد. کدام گزینه زیر در مورد لحظه $t = 2s$

صحیح است؟

(۲) متحرک متوقف شده، اما تغییر جهت نمی‌دهد.

(۱) متحرک متوقف شده و تغییر جهت می‌دهد.

(۴) متحرک کم‌ترین فاصله از مبدأ مکان را دارد.

(۳) متحرک متوقف نمی‌شود و تغییر جهت می‌دهد.

$$v = \frac{dx}{dt} = t^2 - 4t + 4$$

$$v = 0 \Rightarrow t^2 - 4t + 4 = 0 \Rightarrow (t - 2)^2 = 0$$

عبارت فوق هیچگاه منفی نمی‌شود به عبارت دیگر $(t - 2)^2$ دارای ریشه مضاعف

می‌باشد و بنابراین سرعت در لحظه $t = 2s$ صفر می‌شود ولی متحرک تغییر جهت

نمی‌دهد.

مثال: فاصله دو متحرک که از حال سکون با شتاب 1 m/s^2 هم زمان به سوی هم حرکت کرده و پس از 8 (s) به هم می رسند در ابتدا چند متر بوده است.

الف) ۱۲۲

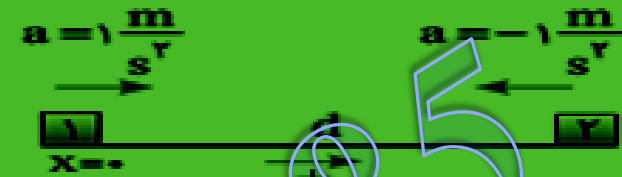
ب) ۹۶

ج) ۳۲

د) ۸

$$x_1 = x_2 = \frac{1}{2}t^2 = \frac{1}{2}(-1)t^2 + d \Rightarrow (8)^2 = d$$

$$d = 64 \text{ m}$$



مثال: ذره ای از حال سکون با شتاب مثبت شروع به حرکت می کند و در مدت t ، جلیبایی 200 متر را روی خط راست می پیماید اگر این ذره جلیبایی 128 متر آخر مسیر را در مدت 5 (s) طی می کند آنگاه t چند ثنیه است؟

الف) ۱۰

ب) ۱۲/۵

ج) ۱۵

د) ۶/۲۵

$$x = \frac{1}{2}at^2$$

$$\left| \begin{array}{l} 200 = \frac{1}{2}at^2 \\ 72 = \frac{1}{2}a(t-5)^2 \end{array} \right. \Rightarrow \frac{72}{200} = \frac{(t-5)^2}{t^2} \Rightarrow$$

$$\frac{36}{100} = \left(\frac{t-5}{t}\right)^2 \Rightarrow \frac{6}{10} = \frac{t-5}{t} \Rightarrow t = 12.5 \text{ (s)}$$

اگر معادله‌ی سرعت - زمان جسمی در SI به صورت $V = 2t + V_0$ بوده و سرعت متوسط آن در مدت ۳ ثانیه‌ی اول برابر با ۱۲ متر بر ثانیه باشد، V_0 چند متر بر ثانیه است؟

۹ (۴)

۷ (۳)

۶ (۲)

۴ (۱)

$$V = 2t + V_0$$

$$\left[\begin{array}{l} t_1 = 0 \rightarrow V_1 = V_0 \\ t_2 = 3 \rightarrow V_2 = 6 + V_0 \end{array} \right.$$

$$\rightarrow \bar{V} = \frac{V_2 + V_1}{2} \xrightarrow{\bar{V}=12} 12 = \frac{6 + V_0 + V_0}{2} \rightarrow V_0 = 9 \text{ m/s}$$

معادله‌ی مکان متحرکی در SI به صورت $x = \frac{2}{3}t^3 + 20t - 6t^2$ است که برین سرعتی که این متحرک در مسیر حرکت پیدا می‌کند، چند متر بر ثانیه

(برابری ریاضی - ۱۲)

است؟

۶ (۴)

۲ (۳)

۱ (۲)

صفر (۱)

$$x = \frac{2}{3}t^3 - 6t^2 + 20t$$

$$v = \frac{dx}{dt} \Rightarrow v = 2t^2 - 12t + 20$$

$$\frac{dv}{dt} = 4t - 12 = 0 \Rightarrow t = 3s$$

$$v = 2t^2 - 12t + 20 \xrightarrow{t=3s} v = v_{\min}$$

$$v_{\min} = 2(3)^2 - 12(3) + 20 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

مثال: معادله مکان جسمی که روی خط راست حرکت می کند، در SI به صورت $x = \frac{1}{3}t^3 - 2t^2 + 3t$ است. در لحظه ای که برای

اولین بار جهت حرکت جسم تغییر می کند، شتاب حرکت جسم چند $\frac{m}{s^2}$ است؟

۲ (۱) -۲ (۲) -۱ (۳) صفر (۴)

$$v = \frac{dx}{dt} \quad \xrightarrow{x = \frac{1}{3}t^3 - 2t^2 + 3t} \quad v = t^2 - 4t + 3$$

$$v = 0 \quad \xrightarrow{t^2 - 4t + 3 = 0 \Rightarrow (t-3)(t-1) = 0} \quad \begin{cases} t = 1s \\ t = 3s \end{cases}$$

بنابراین اولین لحظه ای که جهت حرکت جسم تغییر می کند، $t = 1s$

$$a = \frac{dv}{dt} \quad \xrightarrow{v = t^2 - 4t + 3} \quad a = 2t - 4 = 2 \quad \text{می باشد و خواهیم داشت:}$$

معادله‌ی مکان متحرکی در SI به صورت $x = -t^2 + 4t + 20$ است. حرکت آن از $t = 0$ تا $t = 8$ چگونه است؟

(۲) ابتدا تند شونده، سپس کند شونده

(۱) ابتدا کند شونده سپس تند شونده

(۴) پیوسته کند شونده

(۳) پیوسته تند شونده

چون علامت‌های A و B مختلف می‌باشند ابتدا حرکت کند شونده و سپس حرکت تند شونده می‌باشد

$$x = -At^2 + Bt + C$$

اگر معادله‌ی مکان - زمان متحرکی روی خط راست به صورت $x = -t^2 - 4t + 2$ باشد، متحرک در زمان‌های $t > 0$ در محور x حرکت می‌کند و حرکت آن است.

(۴) خلاف جهت - کندشونده

(۳) خلاف جهت - تندشونده

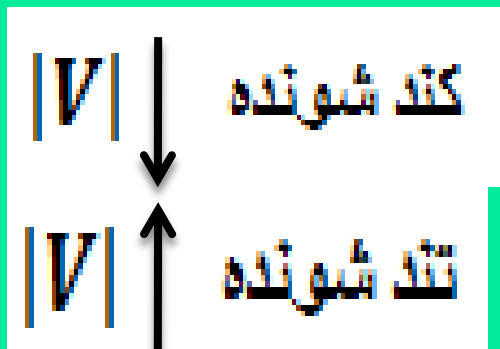
(۲) جهت - کندشونده

(۱) جهت - تندشونده

$$x = -At^2 - Bt + C$$

هر وقت علامت A و B در معادله یکسان باشند حرکت تند شونده می‌باشد اینجا هر دو هم علامت و هر دو منفی هستند پس تند شونده خلاف محور

متحرکی در حرکت بر روی محور x ها، سرعتش را در مرحله‌ی اول از $2 \frac{m}{s}$ به صفر رسانده و سپس سرعتش به $-3 \frac{m}{s}$ می‌رسد. نوع حرکت آن در این جابه‌جایی چگونه بوده است؟



(۲) همواره کندشونده

(۱) همواره تندشونده

(۴) ابتدا کندشونده سپس تندشونده

(۳) ابتدا تندشونده سپس کندشونده

معادله‌های مکان - زمان متحرک در صفحه‌ی XOY به صورت $x = 4t$ و $y = t^2 - 1$ است. معادله‌ی معرک در کدام است؟ (نگاه در SI)

$$y = \frac{x^2}{16} - 1 \quad (۴)$$

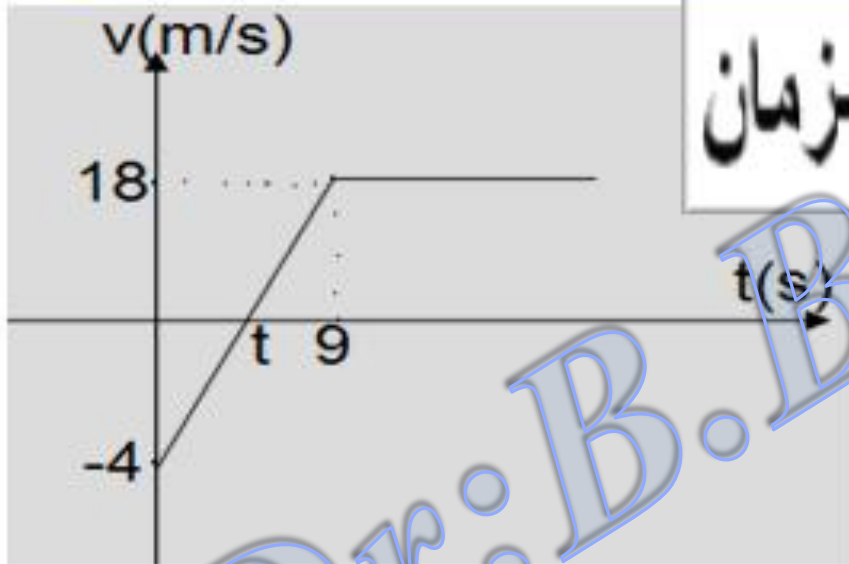
$$y = x^2 - 1 \quad (۳)$$

$$y = 2x - 1 \quad (۲)$$

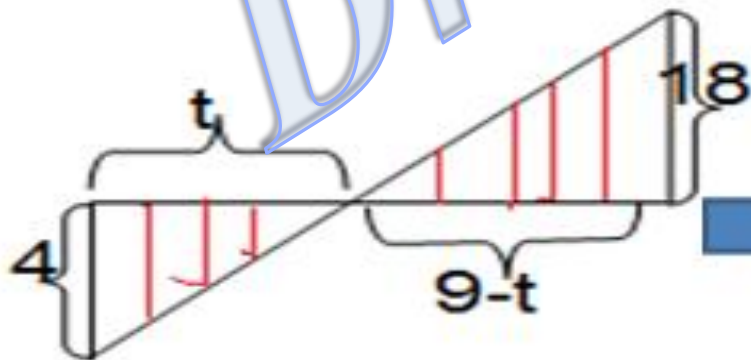
$$y = x^2 + 4 \quad (۱)$$

$$x = 4t \Rightarrow t = \frac{x}{4} \quad \longrightarrow \quad y = \frac{x^2}{16} - 1$$

نکته مهم: کاربرد تشابه دو مثلث در نمودارها



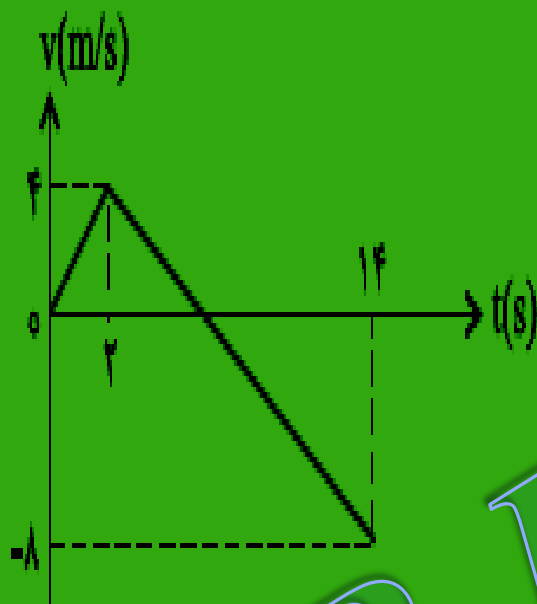
محاسبه t در نمودار سرعت-زمان



$$\frac{18}{4} = \frac{9-t}{t} \Rightarrow 18t = 36 - 4t \Rightarrow t = \frac{18}{11}$$

متحرکی روی محور x حرکت می کند و نمودار سرعت- زمان آن مطابق شکل روبه رو است. متحرک در 14 ثانیه ی اول، چند ثانیه در سوی مخالف محور x

حرکت کرده است؟

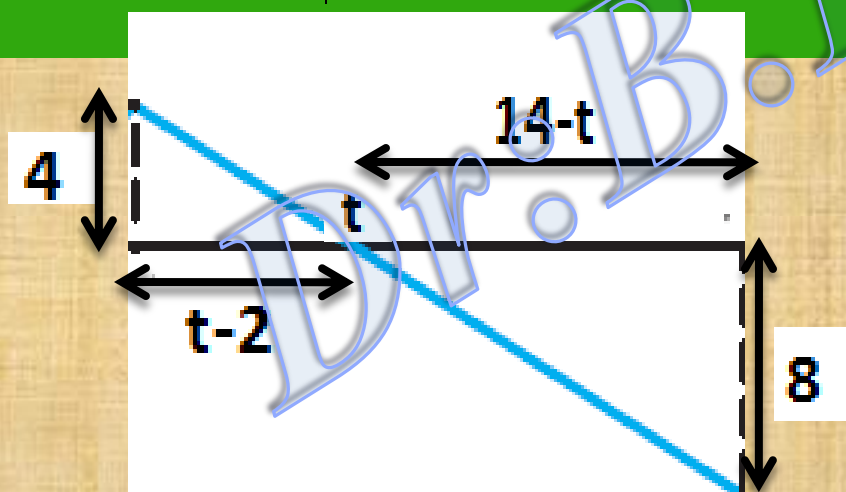


۴ (۱)

۶ (۲)

۸ (۳)

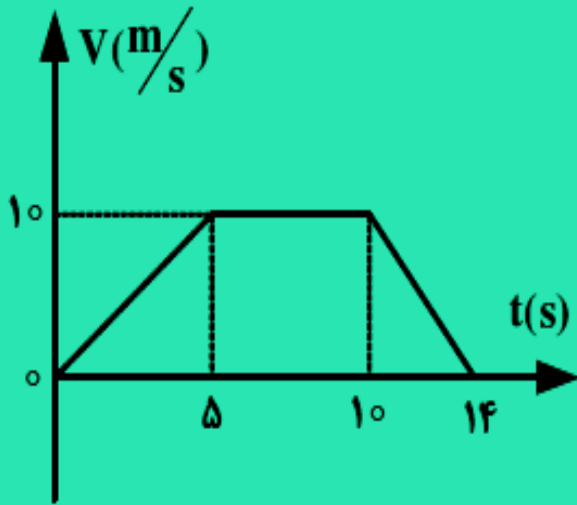
۱۲ (۴)



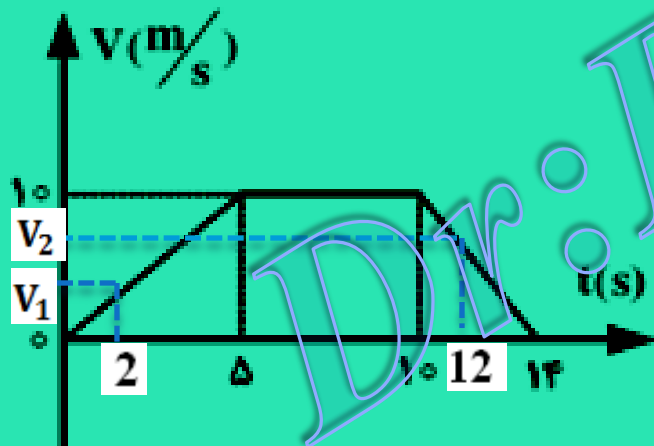
$$\frac{4}{8} = \frac{t-2}{14-t} \Rightarrow t = 6$$

$$t' = 14 - 6 = 8$$

متحرکی در مسیر مستقیم حرکت می‌کند و نمودار سرعت - زمان آن مطابق شکل زیر است. شتاب متوسط این متحرک در بازه‌ی زمانی $t = 2s$ تا $t = 12s$ ، چند متر بر مربع ثانیه است؟



- ۱/۱۰ (۱)
- ۵/۱۰ (۲)
- ۷/۱۰ (۳)
- صفر (۴)



$$t_1 = 2 \Rightarrow \frac{10}{V_1} = \frac{5}{2} \Rightarrow V_1 = 4$$

$$a_{av} = \frac{5 - 4}{12 - 2} \Rightarrow a_{av} = \frac{1}{10} \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$t_2 = 12 \Rightarrow \frac{10}{V_2} = \frac{14 - 10}{14 - 12} \Rightarrow V_2 = 5 \left(\frac{m}{s}\right)$$

روابط خاص برای حل مسائل حرکت با شتاب ثابت

$$\Delta x_T = \frac{1}{2} aT^2 (2n - 1) + V_0 T$$

جابجایی در T ثانیه n ام

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

جابجایی در ثانیه n ام

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

جابجایی در n ثانیه آخر حرکت

$$\Delta X = \frac{1}{2} a(2t - 1) + V_0$$

جابجایی در ثانیه آخر حرکت

$$at^2 = \frac{\Delta x_n - \Delta x_m}{n - m}$$

جابجایی در n ثانیه m ام

$$\Delta X = \frac{1}{2} a(t_2^2 - t_1^2) + V_0(t_2 - t_1)$$

جابجایی در یک بازه زمانی

مثال: ذره ای روی خط راست دارای شتاب ثابت در حرکت است. جابجایی در ۳ ثانیه اول حرکت ۱۵ متر و

در ۳ ثانیه ی دوم حرکت، ۳۳ متر است اندازه ی شتاب حرکت چند m/s^2 است؟

۴ (د)

۳ (ج)

۲ (ب)

۱ (الف)

$$\Delta X_2 - \Delta X_1 = a(\Delta t)^2 \Rightarrow 33 - 15 = a(3)^2 = a = 2 \text{ m/s}^2$$

مثال: اتومبیلی با سرعت اولیه V_0 و با شتاب 2 m/s^2 شروع به حرکت می کند اگر مسافت طی شده در

ثانیه سوم حرکت 4 (m) باشد مسافت طی شده در ثانیه پنجم حرکت چند متر است؟

$$X_m - X_n = (m - n)a$$

$$X_5 - X_4 = (5 - 3) \times 2 \Rightarrow X_5 = 4 + 4 = 8 \text{ (m)}$$

مثال: متحرکی که با شتاب مثبت روی خط راست حرکت می کند در هر $2.4(s)$ متر کم تر از $4(s)$ قبل می پیماید اگر این متحرک پس از 1600 متر جلجایی بایستد، اندازه ی سرعت اولیه ی آن چند m/s بوده است؟

الف) ۸۰

ب) ۲۰

ج) ۱۲۰

د) ۶۴۰

نکته: دقت کنید جلجایی ما در بازه های زمانی $\Delta t = 4(s)$ تقسیم بندی شده اند و دو جمله متوالی (-) متر اختلاف دارند پس در این مسئله داریم:

$$\Delta x_n - \Delta x_{n-1} = a(\Delta t)^2 \Rightarrow -2 = a(4)^2 \Rightarrow a = -\frac{1}{8} m/s^2$$

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 0 - v_0^2 = 2\left(-\frac{1}{8}\right)(1600) \Rightarrow v_0 = 20 m/s$$

مثال: ذره ای روی خط راست دارای شتاب مثبت است در ثانیه پنجم حرکت خود 15 متر و در ثانیه هفتم حرکتش 23 متر جلجای می شود بزرگی شتاب حرکت آن چند m/s^2 است؟

الف) ۴

ب) ۸

ج) ۲

د) ۶

$$\Delta x_{n/t} = \frac{1}{2} a(2t-1) + v_0$$

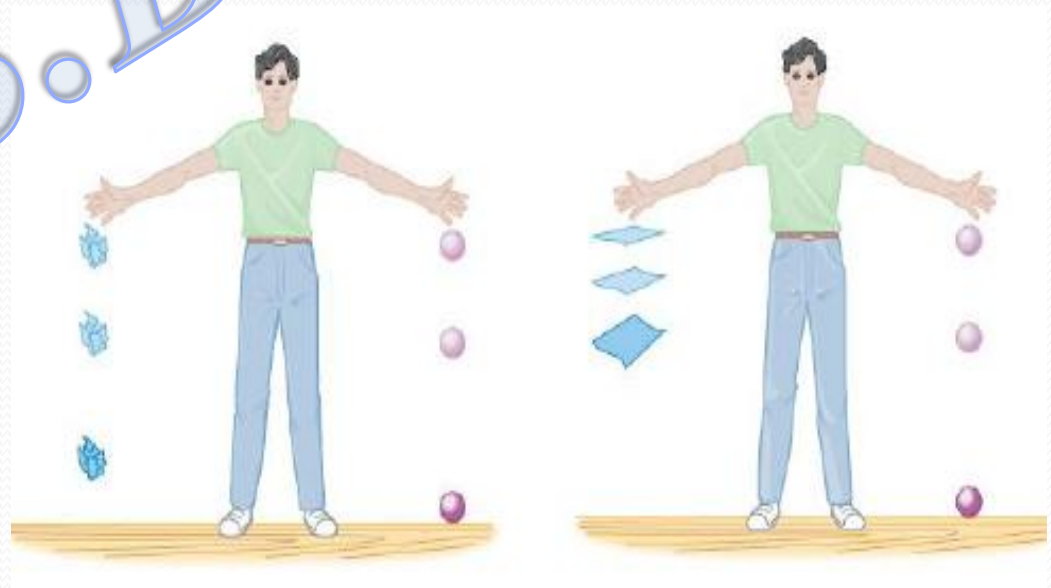
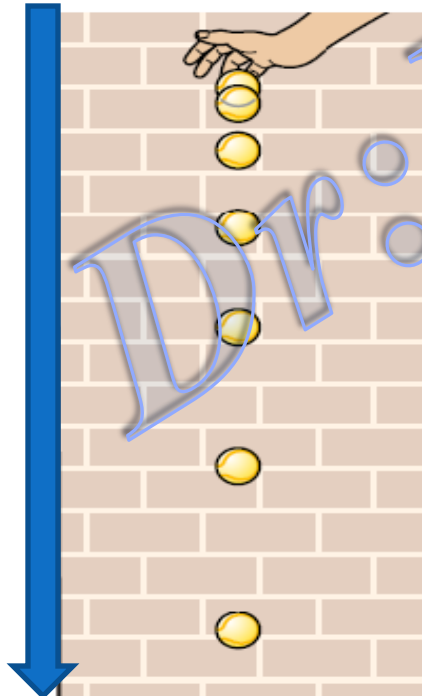
$$x_7 - x_5 = 2a \Rightarrow 23 - 15 = 2a = a = 4 m/s^2$$

سقوط آزاد

هر حرکتی که در مجاورت سطح زمین در شرایط خلا و تحت تاثیر شتاب جاذبه زمین (g) انجام شود

حرکت سقوط آزاد نام دارد.

نکته: حرکت سقوط ریبی به جهت حرکت یا شکل مسیر ندارد فقط لازم است که به جسم در هر نقطه ای از مسیر قرار دارد شتاب جاذبه زمین وارد شود.



برای حل مسائل حرکت سقوط آزاد مراحل زیر را در نظر می گیریم.

(۱) نقطه رهاشدن را مبدأ محور y در نظر می گیریم و جهت محور را به سمت پایین انتخاب می کنیم.

(۲) با این قرارداد تمام کمیت ها مثبت خواهند بود و از معادلات زیر استفاده می شود.

$$x \rightarrow y$$

$$a \rightarrow g$$

$$v = gt$$

$$y = \left(\frac{v}{2}\right)t$$

$$y = \frac{1}{2}gt^2$$

$$v^2 = 2gy$$

جسمی را از ارتفاع 122.5m بالای سطح زمین رها می کنیم.

الف) زمان سقوط آزاد جسم را به دست آورید.

ب) سرعت متوسط جسم را در حین سقوط آزاد آن پیدا کنید.

پ) جابه جایی جسم را بین دو لحظه $t_1 = 3.0s$ و $t_2 = 4.0s$ به دست آورید.

ت) نمودارهای مکان-زمان، سرعت-زمان و شتاب-زمان جسم را رسم کنید.

$$y = \frac{1}{2}gt^2 + V_0t \Rightarrow 122.5 = \frac{1}{2} \times 9.8 \times t^2 \Rightarrow t = 5(s)$$

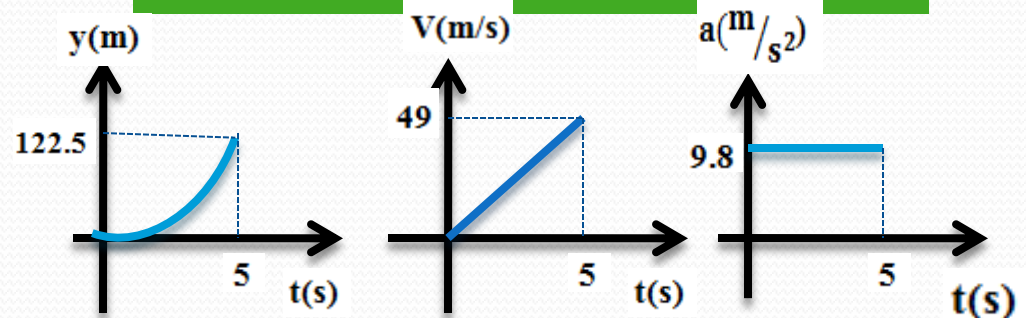
$$V_{av} = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{122.5}{5} \Rightarrow V_{av} = 24.5(m/s)$$

$$\Delta y = \frac{1}{2}g(t_2^2 - t_1^2) + V_0(t_2 - t_1)$$

$$\Delta y = \frac{1}{2} \times 9.8(4^2 - 3^2) + 0 \times (4 - 3) \Rightarrow \Delta y = 34.3(m)$$

نکته: جهت محور y را هم جهت با حرکت اولیه جسم در نظر می گیریم

$$V = gt + V_0 \Rightarrow V = 9.8 \times 5 = 49 \left(\frac{m}{s}\right)$$



مثال: جسمی از ارتفاع h بالای سطح زمین و در شرایط خلا رها می شود اگر صد متر آخر سقوط را در ۲

ثانیه طی کند ارتفاع h چند متر است؟ $g = 10 \text{ m/s}^2$

$$y_n = \frac{1}{2}gn(2t - n) + V_0n \Rightarrow 100 = \frac{1}{2} \times 10 \times 2(2t - 2) + 0 \Rightarrow t = 6s$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2 + V_0t \Rightarrow h = \frac{1}{2} \times 10 \times 6^2 + 0 = 180m$$

مثال در شرایط خلا، گلوله‌ای از ارتفاع H از سطح زمین، بدون سرعت اولیه رها می شود. اگر این گلوله در ۳ ثانیه‌ی آخر حرکت، $\frac{9}{25}$

کل طول مسیر را طی کرده باشد، زمان سقوط چند ثانیه است؟

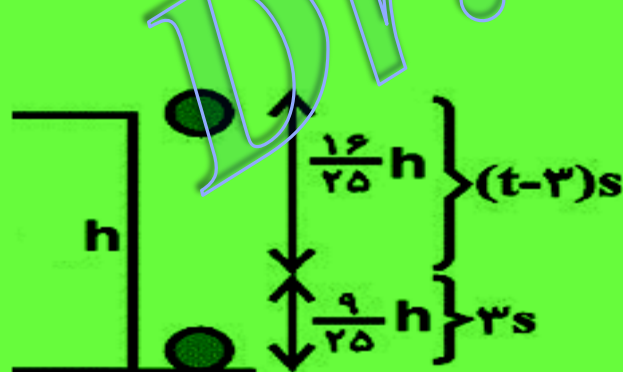
۱۵ (۴)

۱۲ (۳)

۷/۵ (۲)

۶ (۱)

اگر کل زمان حرکت برابر با t باشد، با استفاده از رابطه‌ی سقوط آزاد، می توان نوشت:

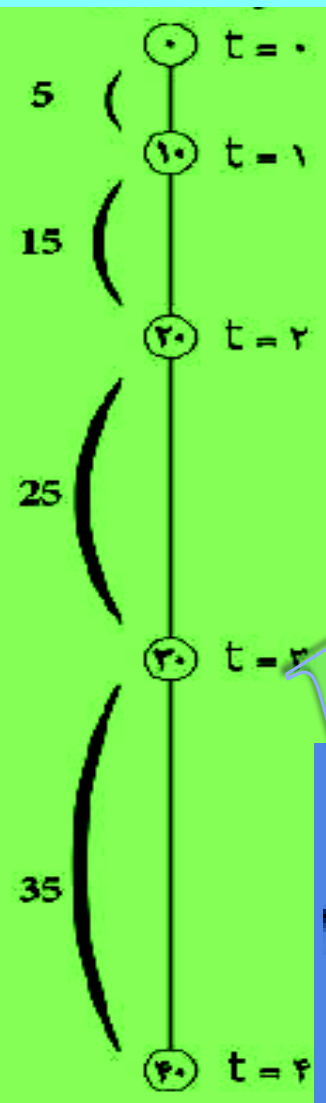


$$\frac{h}{\frac{16}{25}h} = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{\frac{1}{2}g(t-3)^2}$$

$$\Rightarrow \frac{25}{16} = \frac{t^2}{(t-3)^2} \Rightarrow \frac{5}{4} = \frac{t}{t-3}$$

$$\Rightarrow 5t - 15 = 4t \Rightarrow t = 15s$$

تست: گلوله‌ای در شرایط خلأ از ارتفاع h رها می‌شود و در آخرین ثانیه‌ی سقوط ۳۵ متر جابه‌جا می‌شود. ارتفاع h چقدر است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)



۹۵ (۴)

۸۰ (۳)

۶۰ (۲)

۴۵ (۱)

$$h = 5 + 15 + 20 + 35 = 80$$

تست: گلوله‌ای را در شرایط خلأ از ارتفاع ۸۰ متری بالای سطح زمین بدون سرعت اولیه رها می‌کنیم. چند ثانیه‌ی بعد، گلوله‌ی B را از همان ارتفاع رها کنیم تا حداکثر فاصله‌ی آن‌ها از یکدیگر به ۳۵ متر برسد؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

$\sqrt{2}$ (۴)

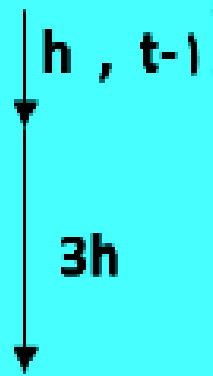
۳ (۳)

۲ (۲)

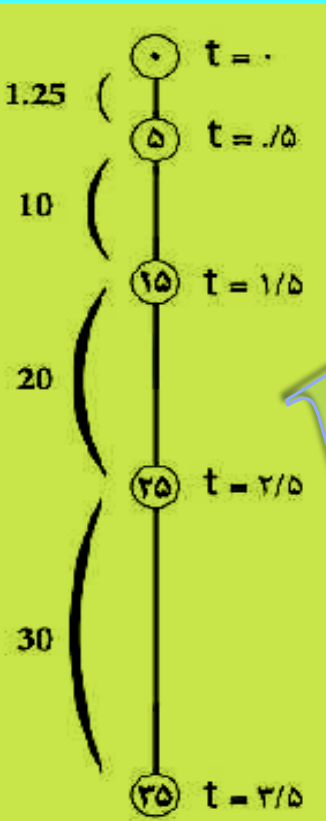
۱ (۱)

با توجه به نمودار بیشترین فاصله گلوله دوم وقتی رخ می‌دهد که گلوله اول به زمین باشد و در این صورت گلوله دوم در فاصله ۳۵ متری زمین قرار دارد یعنی ۴۵ متر را طی کرده باشد پس ۱ ثانیه بعد رها می‌شود

گلوله‌ای در شرایط خلاء بدون سرعت اولیه از ارتفاع h رها می‌شود. اگر این گلوله مسافتی را که در ثانیه آخر حرکت طی کرده، ۳ برابر مسافتی باشد که تا قبل از آن طی کرده است، h چند متر است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)



$$\Delta y = 5t^2 \Rightarrow \begin{cases} h = 5(t-1)^2 \\ 4h = 5t^2 \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{5(t-1)^2}{5t^2} \Rightarrow t = 2s \Rightarrow \Delta y = 5(2)^2 = 20m$$



گلوله‌ای در شرایط خلاء از ارتفاع h رها می‌شود و در لحظه‌ای که به $15 \frac{m}{s}$ سرعتش می‌رسد زمین می‌رسد. این گلوله چند ثانیه پس از رها شدن به زمین می‌رسد؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

$$v = gt \Rightarrow t = \frac{v}{g} = \frac{15}{10} = 1.5s$$

2 (1) 3/5 (2) 5 (3) 2/5 (4)

با توجه به نمودار 3.5 ثانیه در راه بوده است.

دو گلوله در شرایط خلاء به فاصله‌ی زمانی ۲/۵ s از یک نقطه بالای زمین رها می‌شوند. چند ثانیه پس از رها شدن گلوله‌ی اول

فاصله‌ی دو گلوله به ۶۸/۷۵m می‌رسد؟ $(g=10\frac{m}{s^2})$

۲/۵ (s)

t (s)

۲/۵ (s)

۲/۵ (s)

$$y_1 = 5t^2$$

$$y_2 = 5t_2^2 = 5(t - 2.5)^2$$

$$y_1 - y_2 = 5t^2 - 5(t - 2.5)^2 \Rightarrow 68.75 = 25t - 31.25 \Rightarrow t = 4$$

Dr: B. Barati

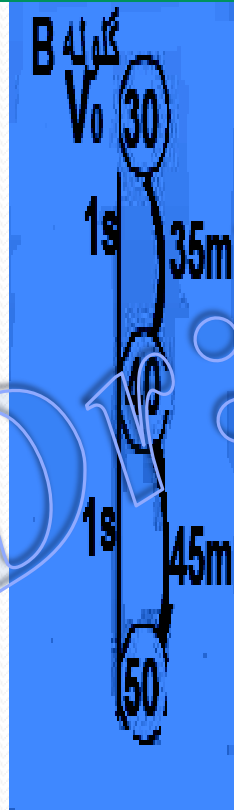
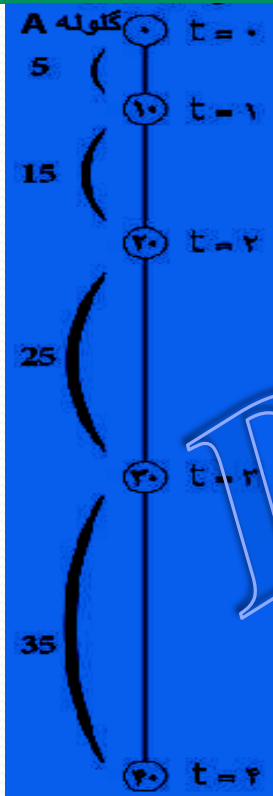
از بالای برج بلندی گلوله A بدون سرعت اولیه رها می‌شود و ۲ ثانیه بعد، از همان نقطه گلوله B با سرعت اولیه $30 \frac{m}{s}$ در راستای قائم روبه پایین پرتاب می‌شود. سرعت متوسط گلوله B از لحظه پرتاب تا لحظه عبور آن از کنار گلوله A، چند متر بر ثانیه است؟ (مقاومت هوا ناچیز فرض شود.)

۵۰ (۴)

۴۵ (۳)

۴۰ (۲)

۳۵ (۱)



$$\bar{v} = \frac{30 + 50}{2} = 40 \text{ m/s}$$

یک توپ تنیس از ارتفاع ۳۲۰ سانتی متری زمین رها می شود و پس از برخورد به زمین تا ارتفاع ۱۲۵ سانتی متری زمین برمی گردد. اگر زمان تماس توپ با زمین ۱۳ms باشد، بزرگی شتاب متوسط آن در ضمن تماس چند متر بر

مجذور ثانیه و جهت آن به کدام هوا است؟ (از مقاومت هوا صرف نظر شود. $g = 10 \frac{m}{s^2}$)

- (۱) بالا ، ۱۰۰ (۲) پایین ، ۱۰۰ (۳) بالا ، ۱۰۰۰ (۴) پایین ، ۱۰۰۰

جهت مثبت ، جهت اولیه حرکت جسم به سمت زمین انتخاب شد

$$V^2 - V_0^2 = 2gy \Rightarrow V^2 - 0 = 2(10)3.2 \Rightarrow V = 8m/s$$

$$V'^2 - V_0^2 = 2gy' \Rightarrow V'^2 - 0 = 2(10)1.25 \Rightarrow V' = -5m/s$$

$$a_{av} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{-5 - 8}{13 \times 10^{-3}} = -1000 \left(\frac{m}{s^2} \right)$$

در شرایط خلأ، دو جسم A و B به ترتیب با سرعت‌های $3v$ و v از ارتفاع‌های $9h$ و h به سمت پایین پرتاب می‌شوند. سرعت جسم A چند

برابر سرعت جسم B در لحظه‌ی رسیدن به سطح زمین است؟

$$\frac{1}{3} \quad (۴)$$

$$\frac{1}{9} \quad (۳)$$

(۳)

$$V_A^2 = V_0^2 + 2g\Delta y_A$$

$$V_A^2 = 9V^2 + 9 \times 2gh$$

$$V_A^2 = 9(V^2 + 2gh)$$

$$V_A^2 = 9V_B^2 \Rightarrow V_A = 3V_B$$

$$V_B^2 = V^2 + 2gh$$

test از بالای یک برج، سنگی به طور عمودی با سرعت $8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ به طرف پایین پرتاب می شود و پس از مدتی به زمین می رسد. اگر سنگ در ۲ ثانیه

آخر سقوط خود، ۵۶ متر را به طرف پایین طی کند، ارتفاع لبه برج نسبت به زمین چند متر است؟ (مقاومت هوا ناچیز است و $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

۶۶ (۴)

۶۹ (۳)

۷۲ (۲)

۷۶ (۱)



$$h = 13 + 23 + 33 = 69 \text{ (m)}$$

در این فایل ها سعی بر آن شد که تمام مطالب کتاب همراه با نمونه سوالاتی آورده شوند. البته تهیه این پاورپوینت ها، نمونه مثال هایی را از سوالات کنکور، آزمونهای فیلم چینی، گزینه دو، مدرسان برتر و جزوات دیگر همکاران فیزیکی انتخاب نمودیم تا تنوع مثال ها بکار گرفته شود و بدون شک هر جزوه ای ، کتابی یا مطالب پاورپوینت نمی تواند خالی از ایراد باشد اگر موردی وجود داشت به دیده منت پذیرای آن هستیم