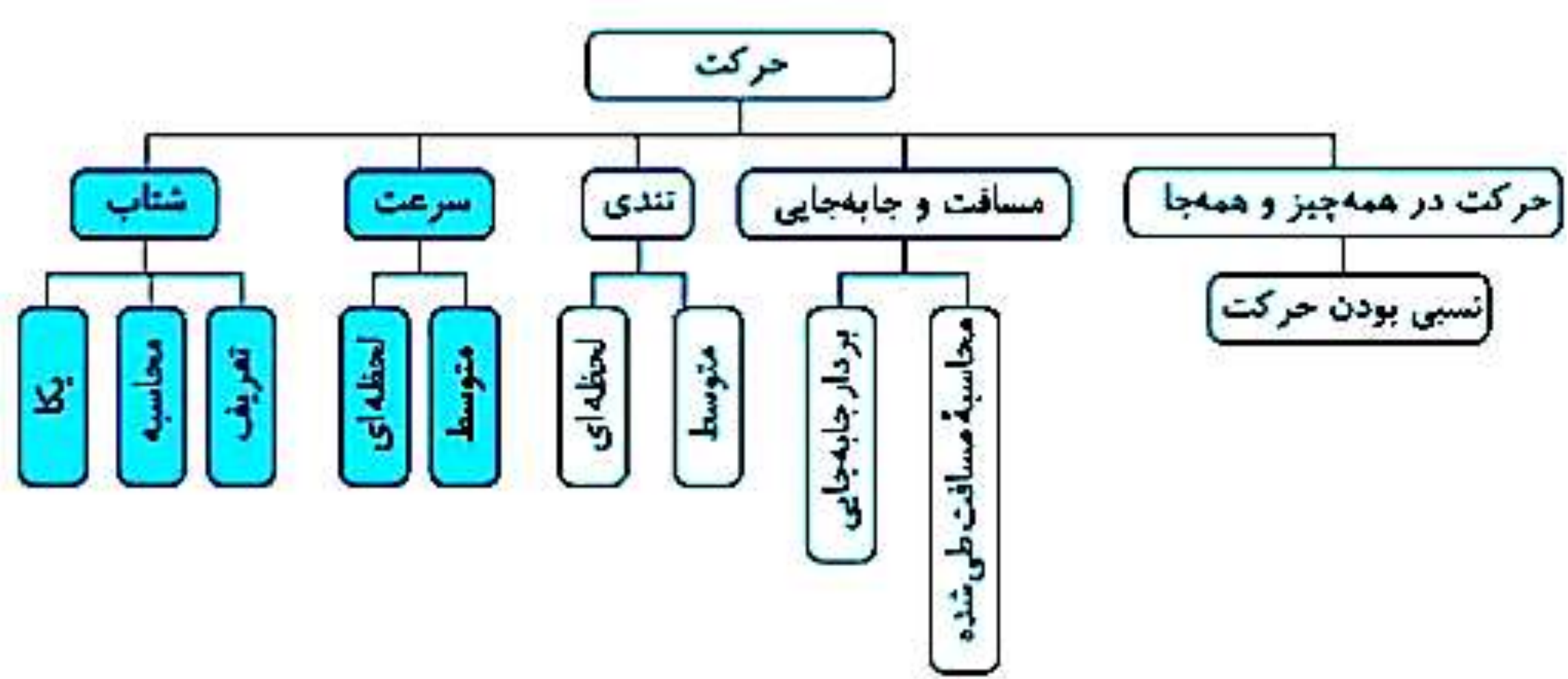
فصل ۱ فیزیک ۱۲

حرکت شناسی

ابوالقاسم کریمی=== شهریور ۹۷

دانلود از اپلیکیشن پادرس



دانلود از اپلیکیشن پادرس

حرکت چیست؟

حرکت: پدیده ای معمول و رایج در زندگی روزمره است.

حرکت در فیزیک: تغییر وضعیت از یک مکان به مکان دیگررا می گویند .

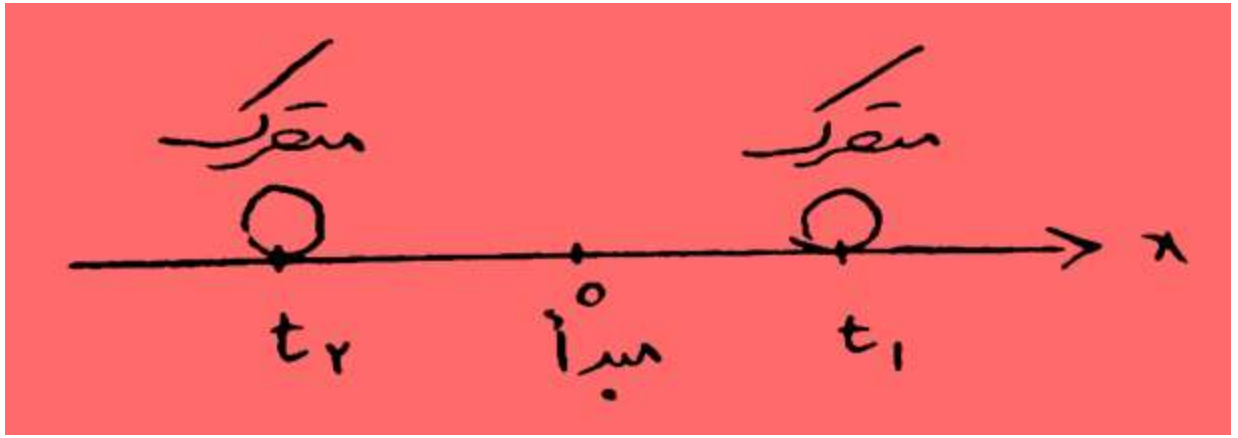
مسیر حرکت: اثری است که متحرک از خود بر جای می گذارد. یا مکان هندسی نقاطی است که متحرک از آنها عبور می کند .

مسیر حرکت
- ساده روی مسیر مستقیم (افقی – عمودی)
- در صفحه (دو بعدی) ← دایره ای
- نوسانی

دانلود از اپلیکیشن پادرس

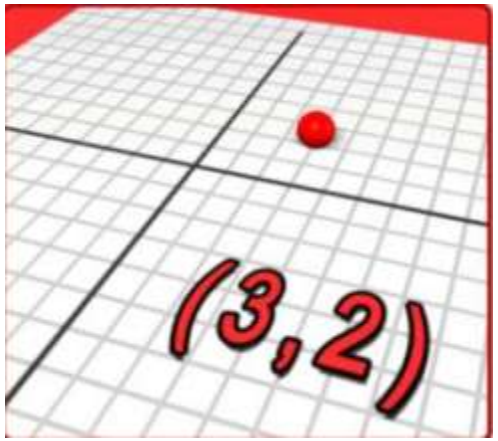
مبدأ حرکت متحرک:

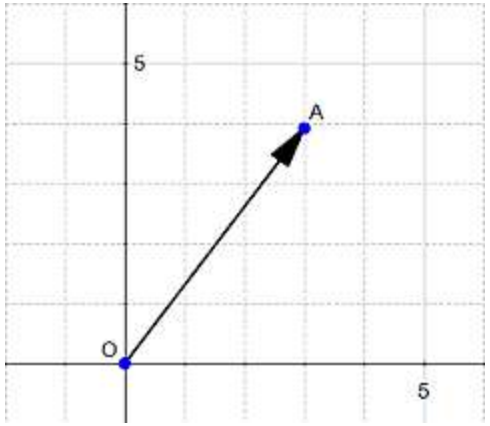
برای تعیین وضعیت و موقعیت متحرک در هر لحظه نیاز داریم نقطه ای را به عنوان مبدأ درنظر بگیریم.



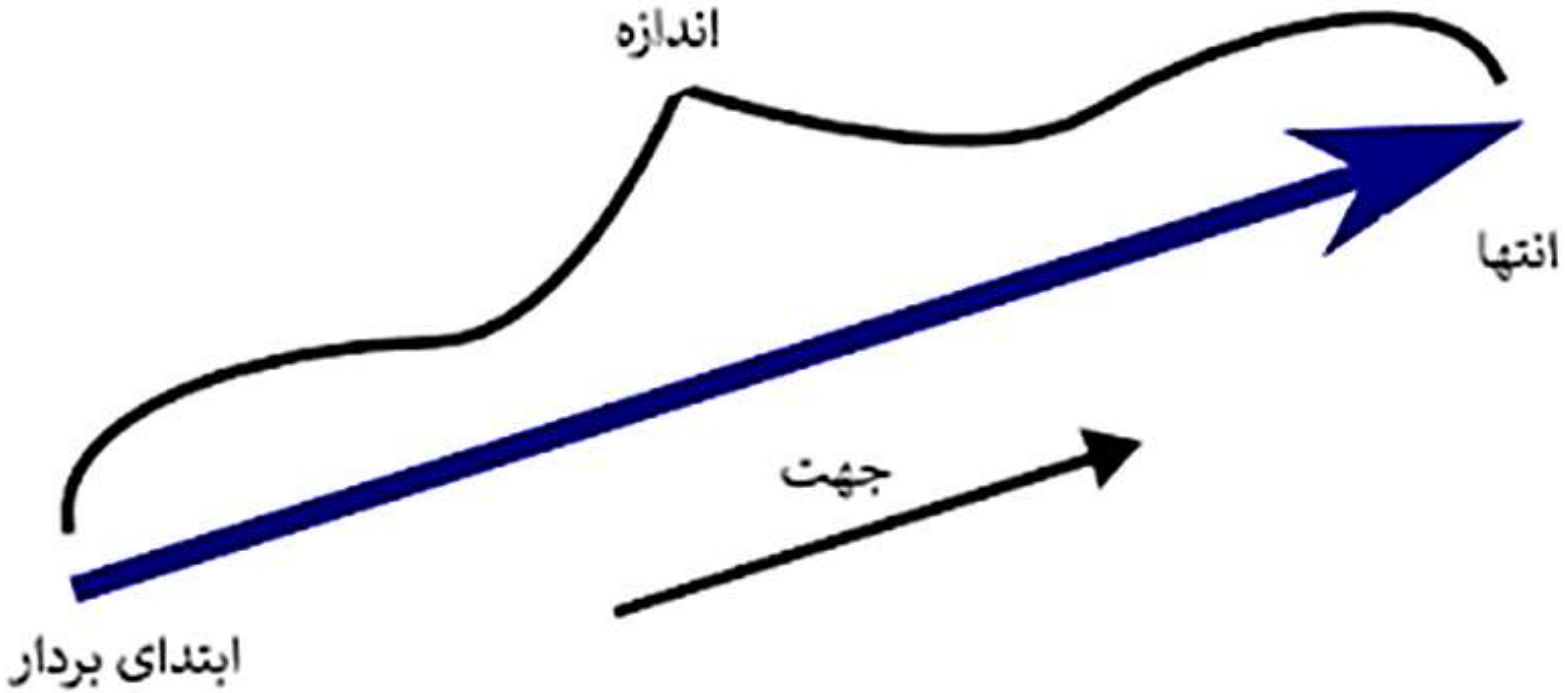
مکان جسم :

جایی که جسم در آن جا قرار دارد





دانلود از اپلیکیشن پادرس



دانلود از اپلیکیشن پادرس

طول مسیر
از شروع تا پایان حرکت
برابر مسافت است.

مسیر حرکت جسمی که از بالا رها می شود.

مسیر(مدار) حرکت ماه به دور زمین

در برخی موارد خاص، مسیر حرکت می تواند یک خط مستقیم یا راست باشد.

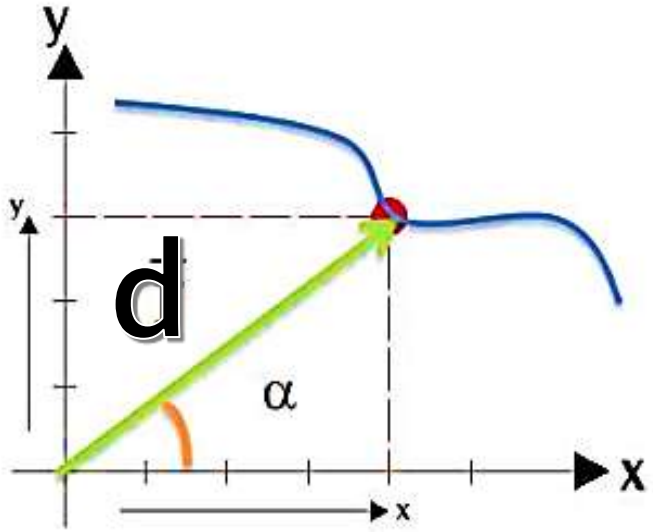
دانلود از اپلیکیشن پادرس

بردار مکان (رسم و اندازه ی آن)

تعریف: برداری است که از مبدأ حرکت به موقعیت جسم وصل می شود.

پس متحرک در هر لحظه دارای یک بردار مکان است.

اگر این نقاط به هم وصل شوند همان مسیر حرکت است.



بردار مکان $\vec{d}$:

$$\vec{d} = x\vec{i} + y\vec{j}$$

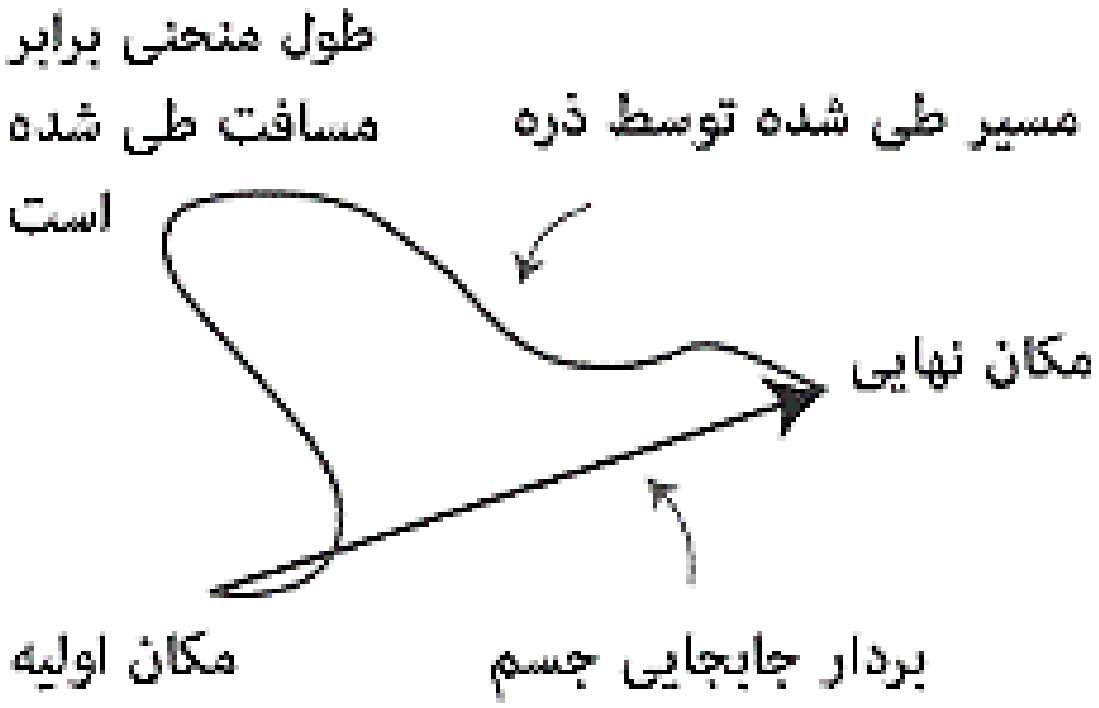
در حالت افقی $\vec{d}=x\vec{i}$

نکته: موقعیت متحرک در زمان $t = 0$ (شروع حرکت) را مکان اولیه x_0 می گوییم.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

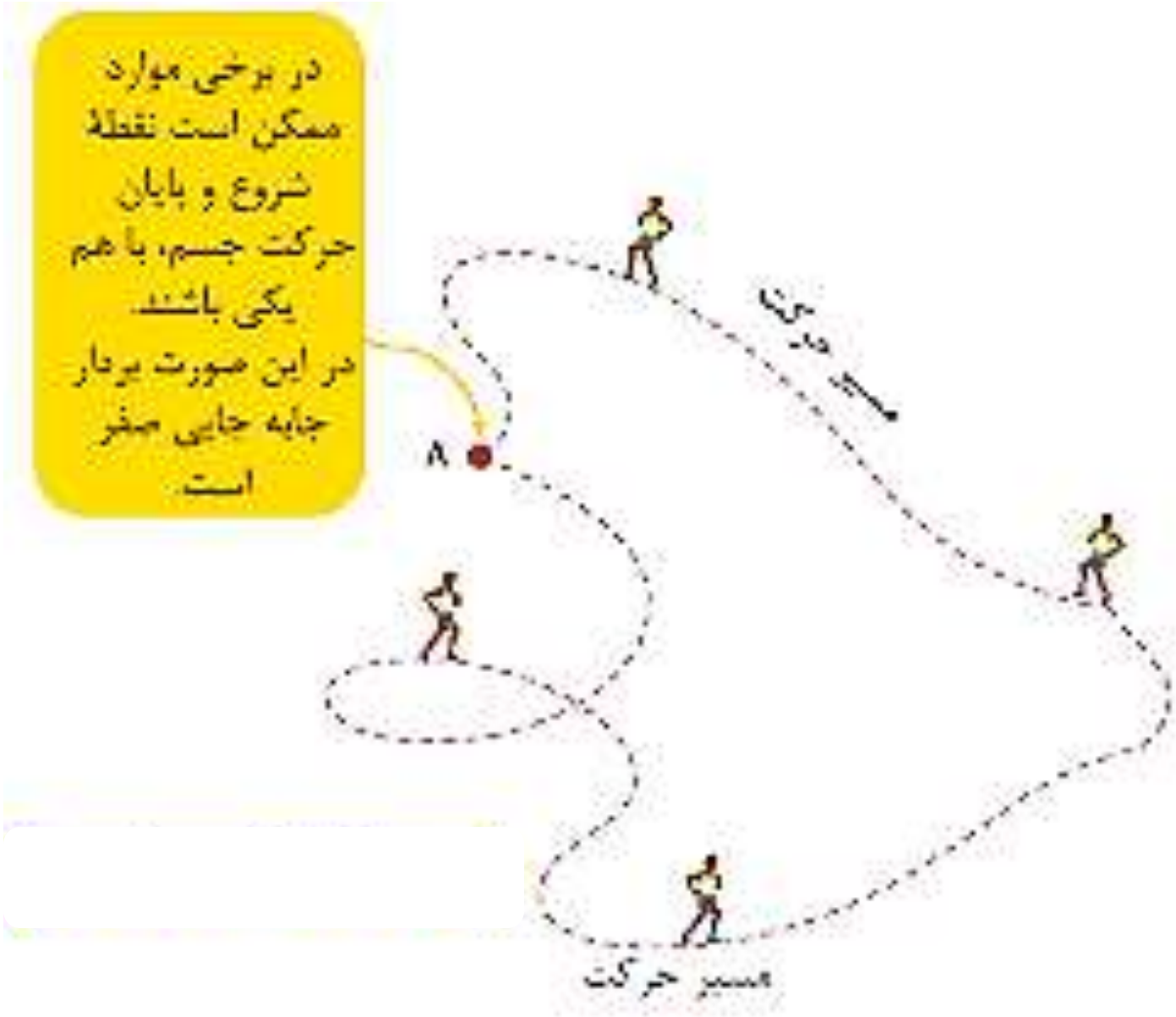
بردار جابه جایی (رسم و اندازه ی آن)

تعریف: برداری است که مکان اولیه جسم را به مکان ثانویه جسم را به هم وصل می کند.



دانلود از اپلیکیشن پادرس

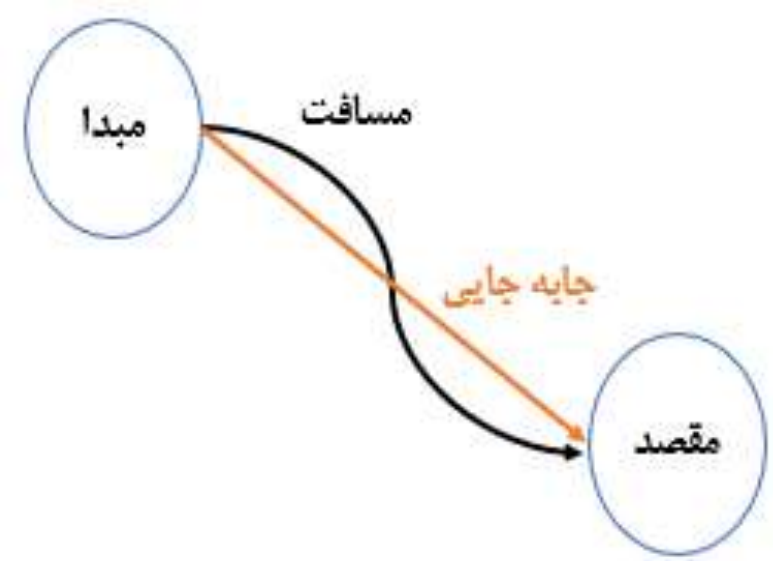
در برخی موارد
ممکن است نقطهٔ
شروع و پایان
حرکت جسم، با هم
یکی باشند.
در این صورت بردار
جابه‌جایی صفر
است.

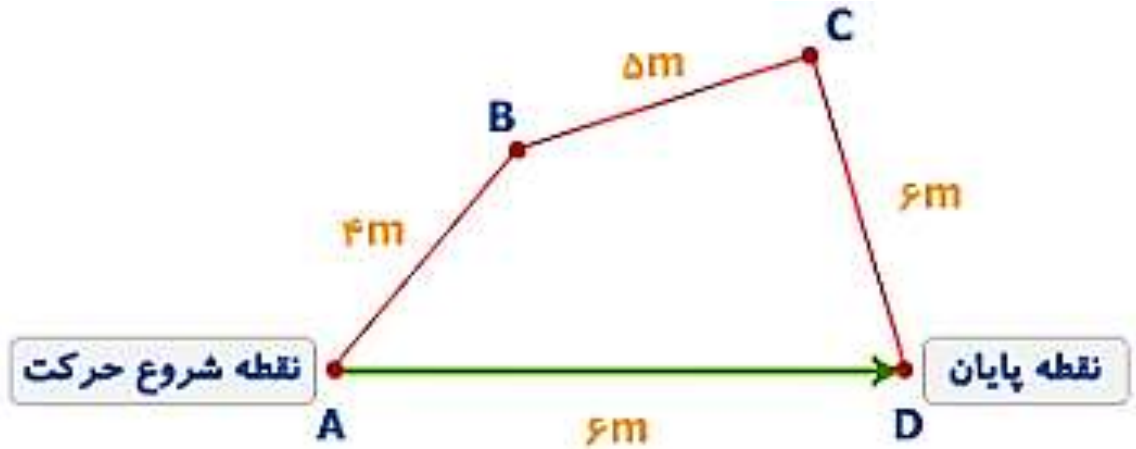


دانلود از اپلیکیشن پادرس

نکته :

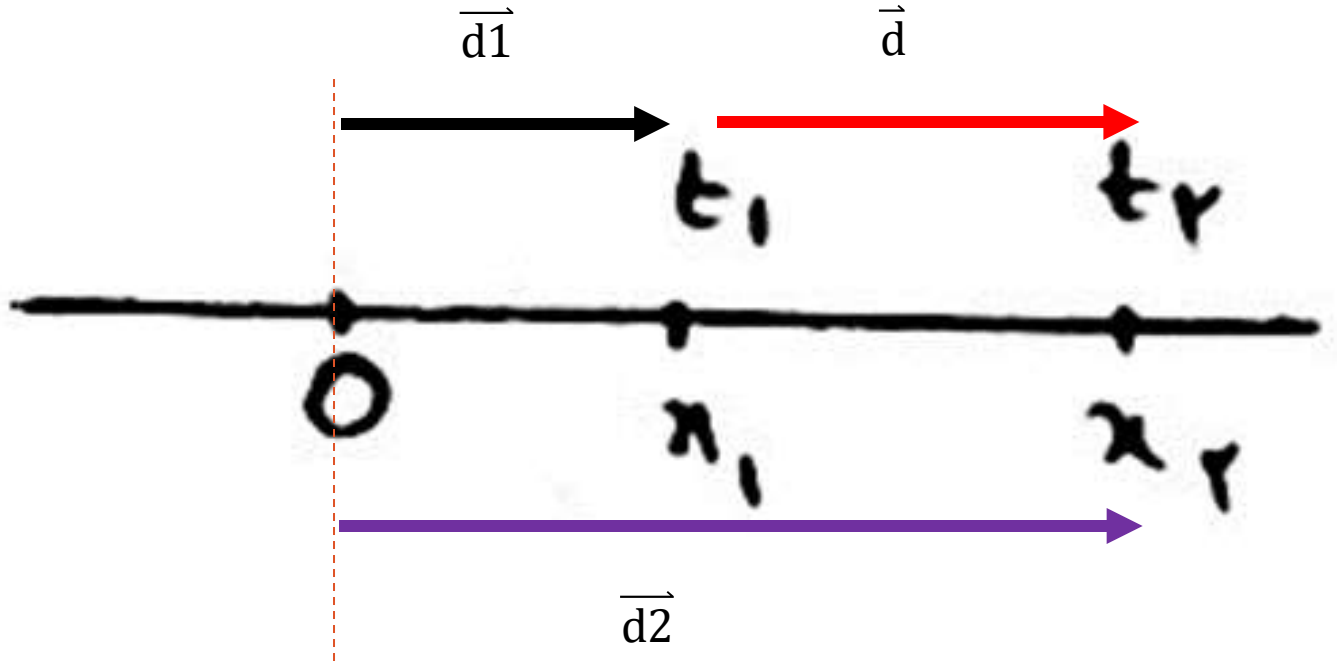
همواره مسافت بیشتر از جابجایی است مگر در حرکت های روی خط راست که حرکت برگشتی نباشد . در شکل زیر جابجایی ۶ متر ولی مسافت طی شده ۱۵ متر است





دانلود از اپلیکیشن پادرس

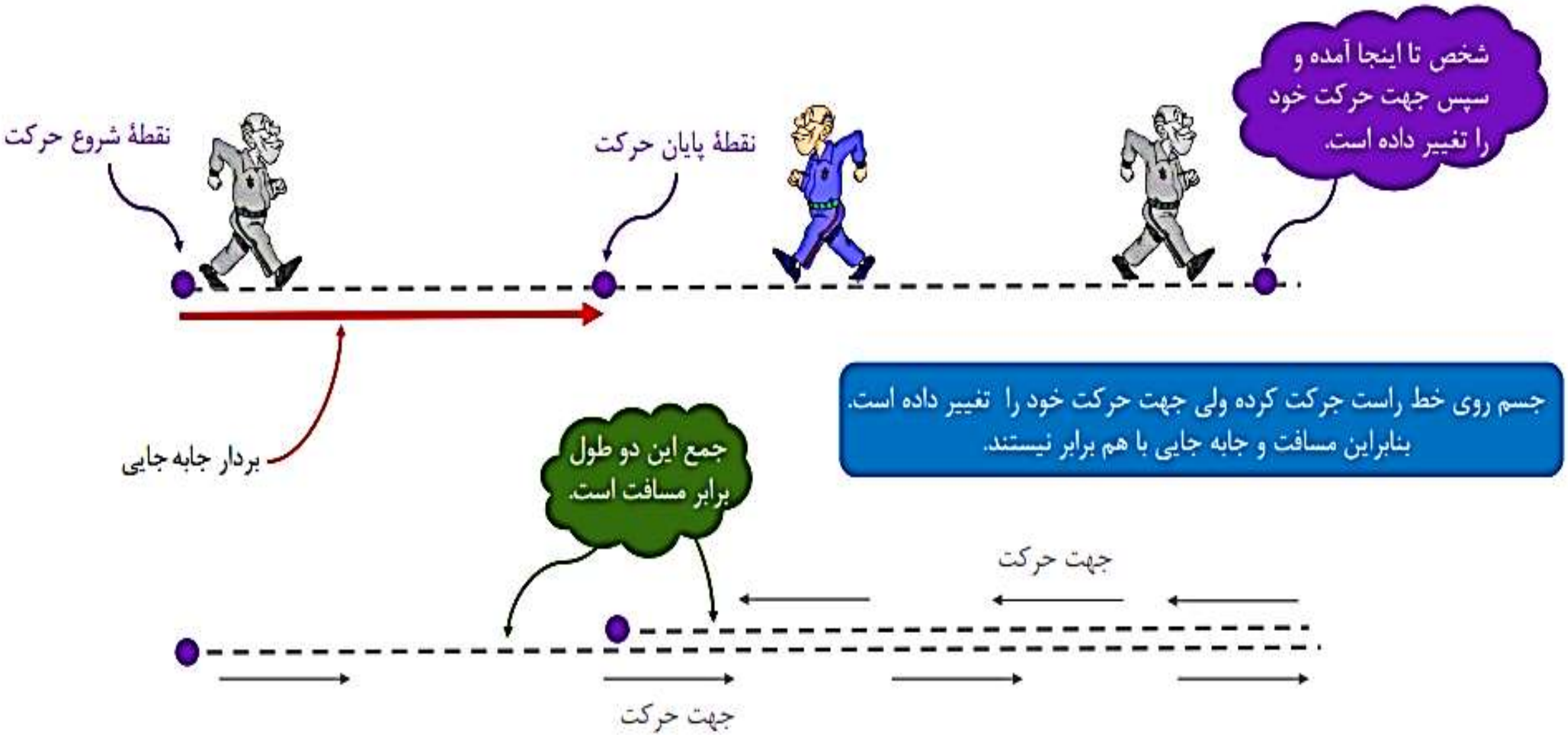
در حرکت مستقیم (یک بعدی): در این حرکت ها مسافت و جابجایی به شرط عدم برگشتن مساویند



$$\vec{d} = (x_2 - x_1)\,\vec{i} = \Delta x\,\vec{i}$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

دانلود از اپلیکیشن پادرس



دانلود از اپلیکیشن پادرس

پرسش ۱ـ۱

۱ـ شکل الف شخصی را در حال پیاده‌روی 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 اندازهٔ بردار جابه‌جایی را با مسافت مقایسه کنید.

۱

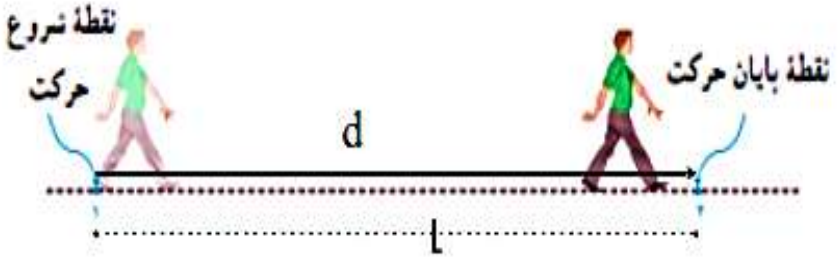
۲ـ شخص پس از رسیدن به مکان ۲، برمی‌گردد و روی همان مسیر به مکان ۳ می‌رود (شکل ب). مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی شخص را روی شکل مشخص و اندازهٔ بردار جابه‌جایی را با مسافت پیموده شده مقایسه کنید.

۲

۳ـ شکل پ مسیر حرکت ماه به دور زمین را نشان می‌دهد. وقتی ماه در جهت نشان داده شده در شکل، از مکان ۱ به مکان ۲ می‌رود مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی آن را روی شکل مشخص و اندازهٔ بردار جابه‌جایی آن را با مسافت پیموده شده مقایسه کنید.

۳

مسافت و جابجایی بعلت عدم تغییر جهت برابر است



مسافت و جابجایی بعلت تغییر جهت برابرنیست. و اندازه

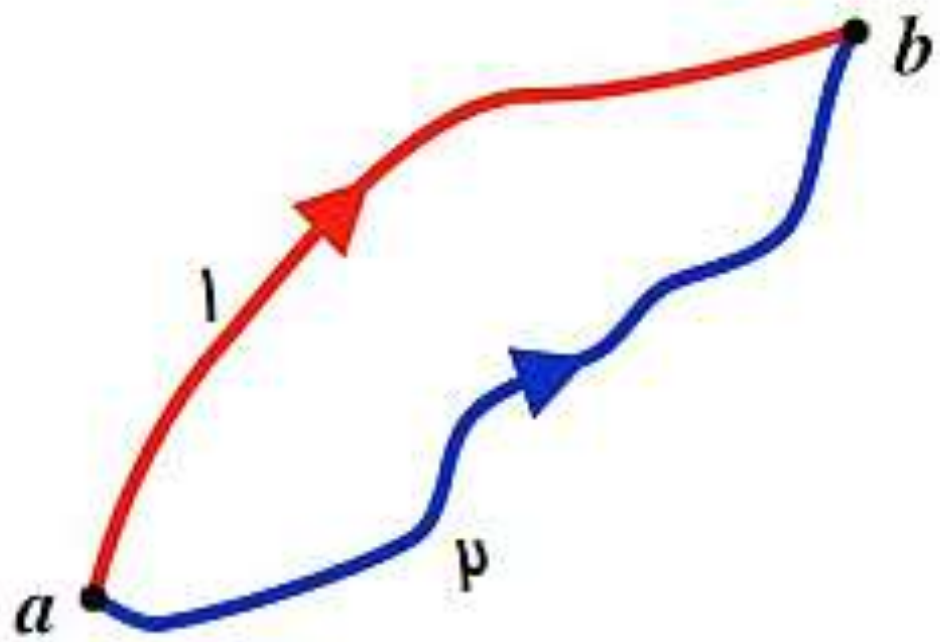
مسافت بیشتر از جابجایی است $|\vec{d}| < L$

مسافت و جابجایی بعلت تغییر جهت برابرنیست. و اندازه مسافت بیشتر از

جابجایی است $|\vec{d}| < L$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

جسمی برای رفتن از مکان a به مکان b یک بار از مسیر ۱ و بار دیگر از مسیر ۲ می رود. بردار جابه جایی جسم را برای هر دو مسیر، روی شکل نشان دهید و با یکدیگر مقایسه کنید. (درجه دشورای: ساده)

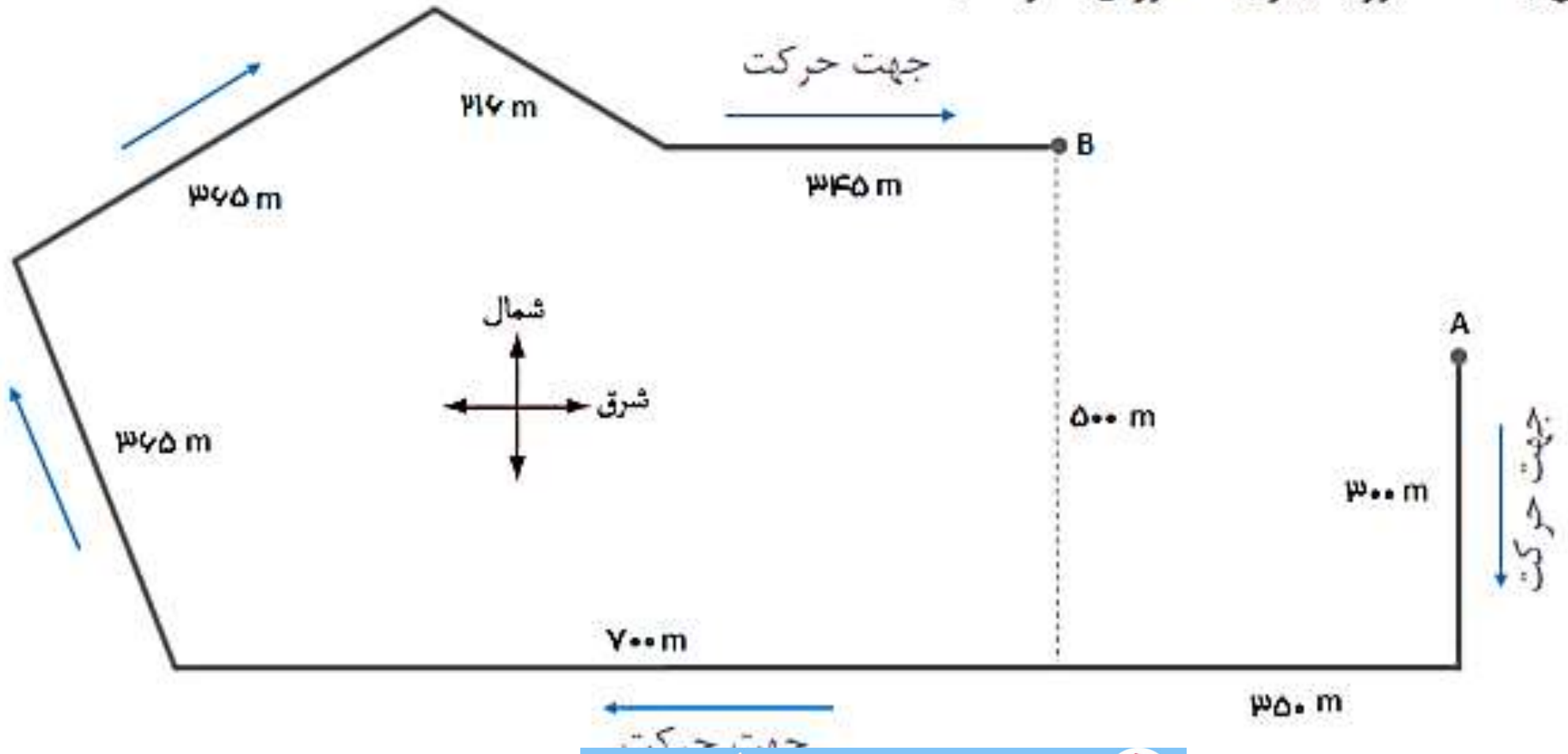


دانلود از اپلیکیشن پادرس

جسمی برای رفتن از مکان A به مکان B مسیری مطابق شکل طی می کند.

الف. مسافت طی شده توسط جسم چند متر است؟

ب. بردار جابه جایی جسم را روی شکل نشان دهید و اندازه آن را با توجه به قضیهٔ فیثاغورس به دست آورید (درجه دشورای: متوسط).



دانلود از اپلیکیشن پادرس

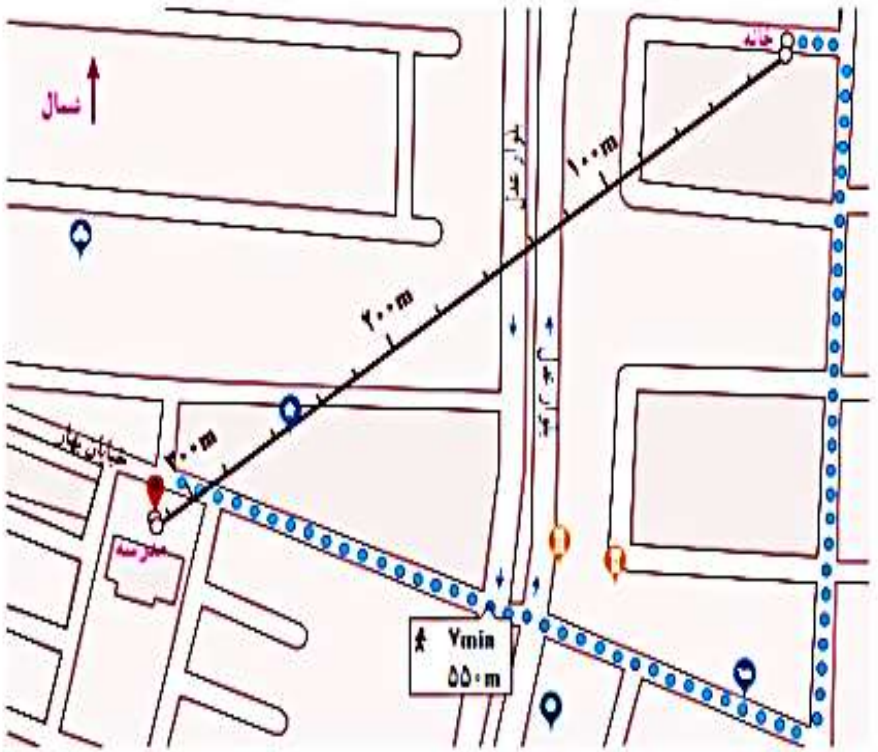
$$\text{تندی متوسط} = \frac{\text{مسافت پیموده شده}}{\text{زمان صرف شده}} \longrightarrow s_{av} = \frac{l}{\Delta t}$$

یکای SI آنها، متر بر ثانیه (m/s) است

$$\text{سرعت متوسط} = \frac{\text{جابه جایی}}{\text{زمان صرف شده}} \longrightarrow \vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

فعالیت ۱ـ۱



همانند شکل روبه‌رو و به کمک یک نرم‌افزار نقشه‌یاب (مانند google map)، مکان خانه و مدرسه‌تان را مشخص کنید. سپس مسافت و اندازهٔ بردار جابه‌جایی خانه تا مدرسه را تعیین کنید.

در این فعالیت دانش آموز به کمک فناوری و نرم افزارهای کاربردی به اهمیت استفاده از علم در زندگی پی می برد.

$$\text{مسافت} = L = ۵۵۰\,m$$

$$\text{جابجایی} = |\vec{d}| \approx ۳۲۰\,m$$

پرسش ۱ـ۲

در چه صورت اندازهٔ سرعت متوسط یک متحرک با تندی متوسط آن برابر است؟ برای پاسخ خود می‌توانید به شکل‌های پرسش ۱ـ۱ نیز توجه کنید.

با توجه به دو رابطه تندی متوسط $s_{av} = \frac{L}{\Delta t}$ و سرعت متوسط $\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$، زمانی با هم برابر خواهند بود که متحرک بر روی خط راست حرکت کند دارای اندازه بردار جابجایی و مسافت برابر باشد.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

$$\vec{d} = \vec{d}_2 - \vec{d}_1 = x_2\,\vec{i} - x_1\,\vec{i} = (\Delta x)\,\vec{i}$$

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

(سرعت متوسط در راستای محور x)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

مثال ۱

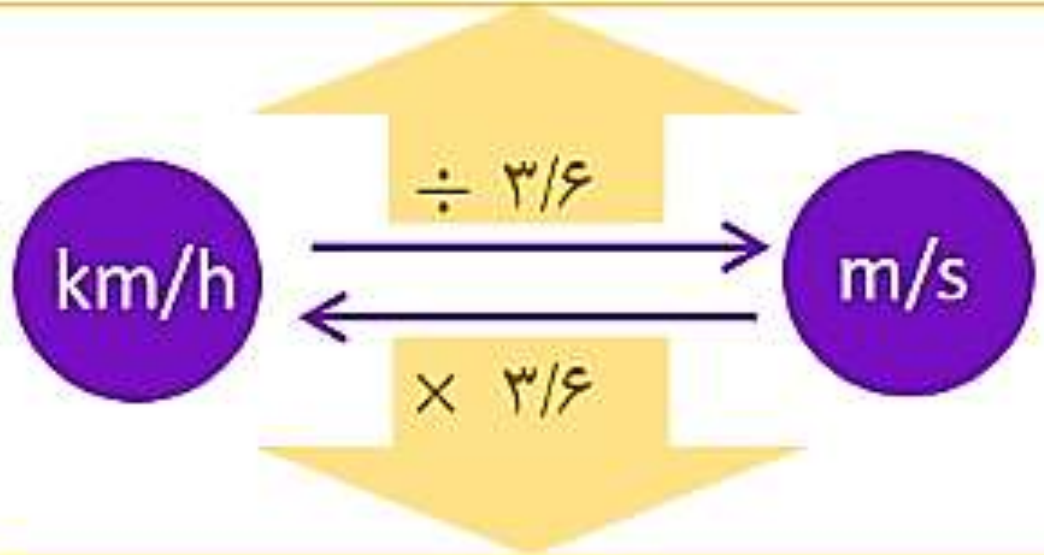
دوچرخه سواری مسافت ۸۴۰ متر را در مدت زمان ۶۰ ثانیه می‌پیماید.
تندی متوسط دوچرخه سوار چند متر بر ثانیه است؟

$$\text{تندی متوسط} = \frac{۸۴۰\,\text{m}}{۶۰\,\text{s}} = ۱۴\,\text{m/s}$$

این دوچرخه سوار در هر ثانیه به‌طور متوسط ۱۴ متر را پیموده است.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

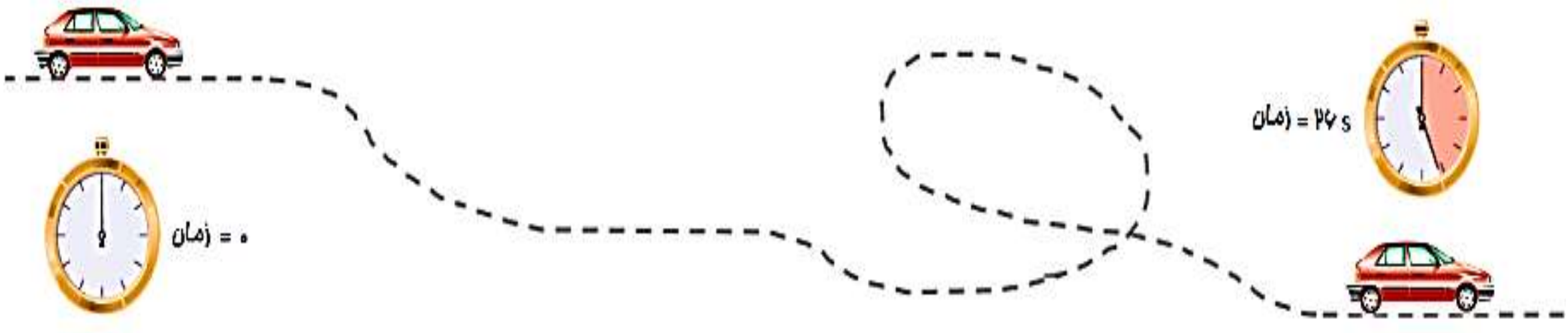
$$1\,km/h = \frac{1\,km}{1\,h} = \frac{1000\,m}{3600\,s} = \frac{10\,m}{36\,s} = \frac{1}{3/6}\,m/s$$



$$1\,m/s = \frac{1\,m}{1\,s} = \frac{\frac{1}{1000}\,km}{\frac{1}{3600}\,h} = 3/6\,km/h$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

اتومبیلی در مدت ۲۶ ثانیه مسیری مطابق شکل زیر را طی می کند. اگر طول مسیر ۷۶۴ متر باشد، تندی متوسط اتومبیل را به دست آورید. (درجه دشورای: ساده)



دانلود از اپلیکیشن پادرس

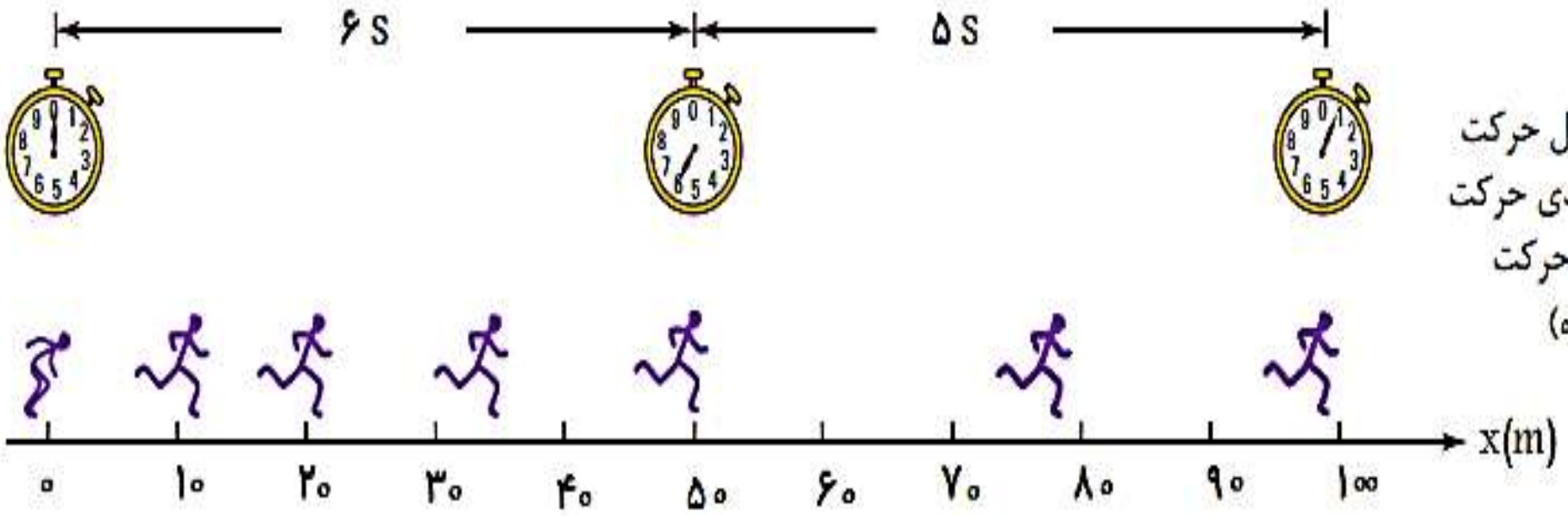
با توجه به اطلاعات روی شکل،

الف) تندی متوسط دونده در ۶ ثانیهٔ اول حرکت

ب) تندی متوسط دونده در ۵ ثانیهٔ بعدی حرکت

پ) تندی متوسط دونده در کل مسیر حرکت

را به دست آورید. (درجه دشوارای: ساده)



دانلود از اپلیکیشن پادرس

دوچرخه سواری مسری مطابق شکل روبه رو را در مدت ۱۵ دقیقه و با تندی متوسط ۱۸ کیلومتر بر ساعت طی می کند.
مسافت طی شده توسط دوچرخه سوار در این مدت چند کیلومتر است؟
(درجه دشوارای: متوسط)

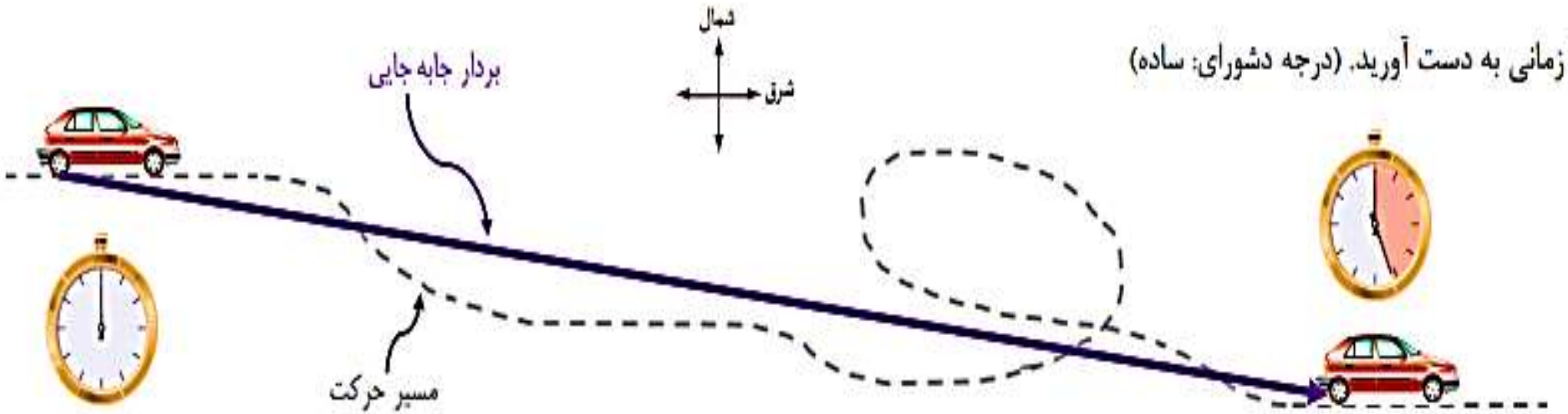
دانلود از اپلیکیشن پادرس

اتومبیلی مسیری مطابق شکل زیر را در مدت ۲۶ دقیقه طی می کند. اگر طول مسیر(مسافت) برابر ۴۶ کیلومتر و بردار جابه جایی آن برابر ۲۴ کیلومتر به طرف جنوب شرق باشد،

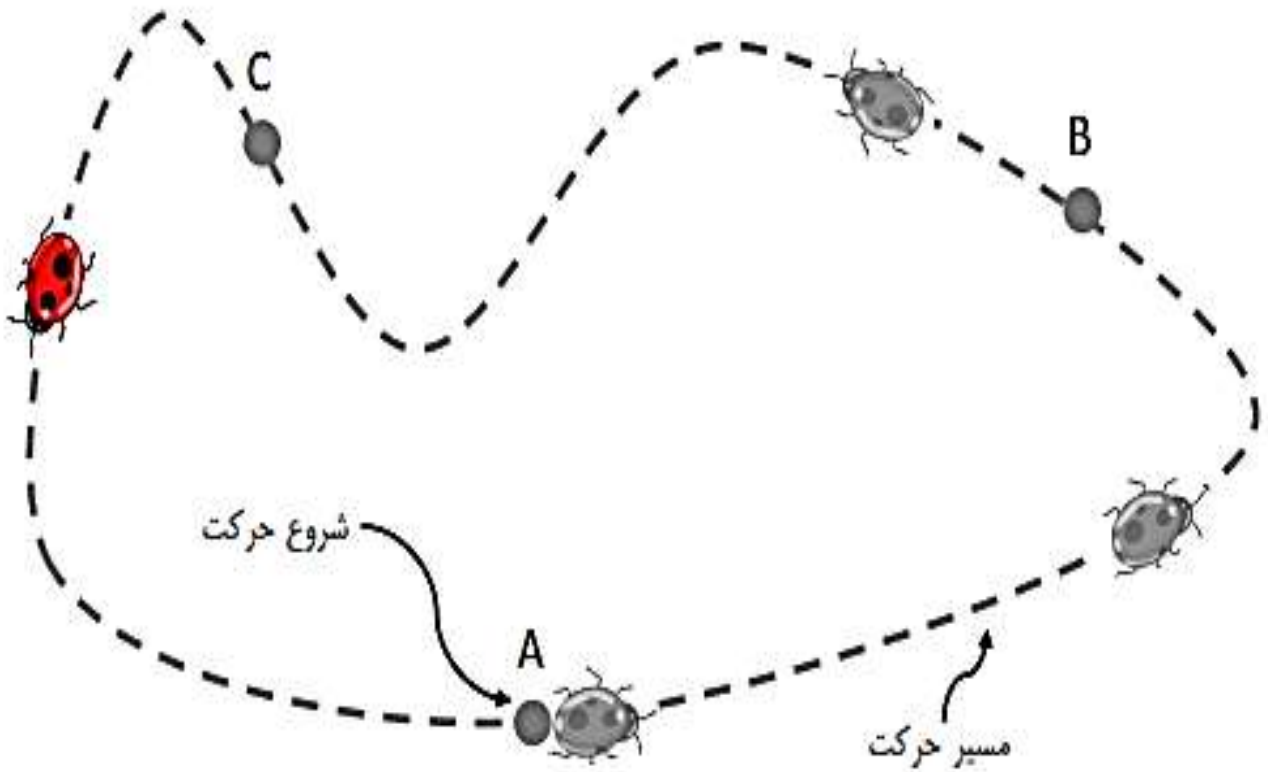
الف) تندی متوسط

ب) سرعت متوسط

اتومبیل را در این بازهٔ زمانی به دست آورید. (درجه دشورای: ساده)



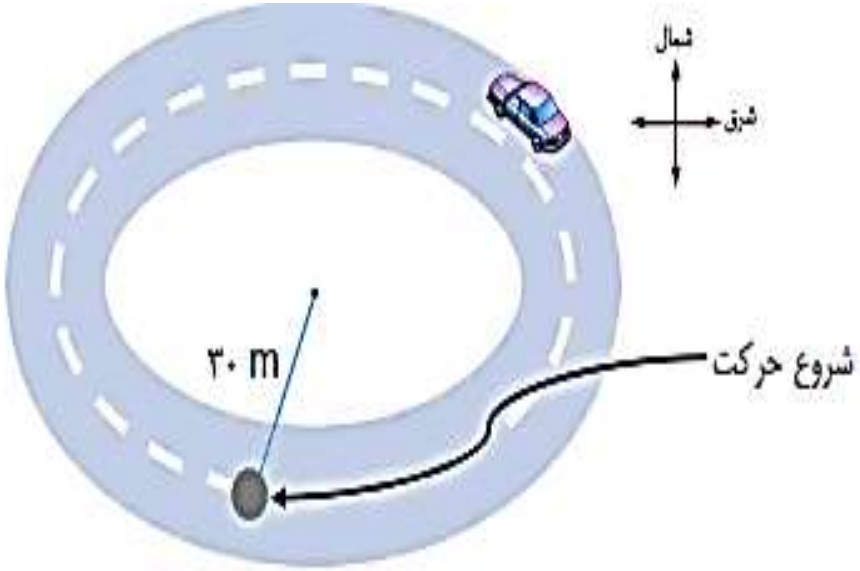
دانلود از اپلیکیشن پادرس



کفشدوزکی از نقطهٔ A شروع به حرکت می کند و مسیری مطابق شکل روبه رو را با تندی متوسط ۴ سانتیمتر بر ثانیه می پیماید.

الف) بردار مکان کفشدوزک را در هر یک از نقاط B و C رسم کنید.
ب) اگر کفشدوزک یک دور کامل را (ازنقطهٔ A تا نقطهٔ A) در مدت ۸ دقیقه طی کند، مسافت پیموده شده توسط کفشدوزک را حساب کنید.
پ) سرعت متوسط کفشدوزک پس از یک دور کامل پیدا کنید.
(درجه دشوارای: متوسط)

دانلود از اپلیکیشن پادرس



حدود ۱۵ ثانیه طول می کشد تا اتومبیلی نصف مسیر دور میدانی به شعاع ۳۰ متر را طی کند(شکل روبه رو).

الف) مسافت پیموده و تندی متوسط اتومبیل را در این مدت به دست آورید.

ب) جابه جایی و سرعت متوسط خودر رو را در این مدت به دست اورید.

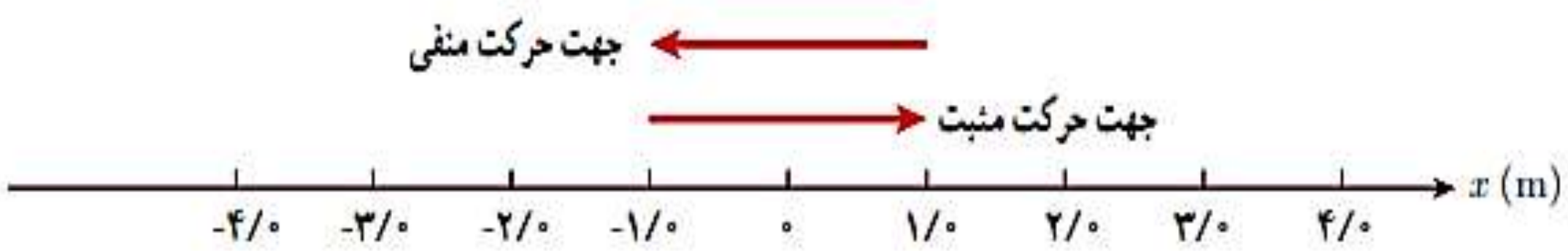
(درجه دشوراي: متوسط)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

متحرک در جهت محور x حرکت کند جابه‌جایی و سرعت متوسط آن مثبت و اگر متحرک در خلاف جهت محور x حرکت کند، جابه‌جایی و سرعت متوسط آن منفی خواهد بود

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

(رابطهٔ سرعت متوسط برای حرکت در راستای محور x)



دانلود از اپلیکیشن پادرس

تمرین ۱ـ۱

جدول زیر را کامل کنید. فرض کنید هر چهار متحرک در مدت زمان ۴/۰s فاصلهٔ بین مکان آغازین و مکان پایانی را طی می‌کنند

	مکان آغازین	مکان پایانی	بردار جابه‌جایی	سرعت متوسط	جهت حرکت
متحرک A	$(-۲/۰\text{m})\vec{i}$	$(۶/۴\text{m})\vec{i}$			
متحرک B		$(-۲/۵\text{m})\vec{i}$	$(-۵/۶\text{m})\vec{i}$		
متحرک C	$(۲/۰\text{m})\vec{i}$	$(۸/۶\text{m})\vec{i}$			
متحرک D	$(-۱/۴\text{m})\vec{i}$			$(۲/۴\text{m/s})\vec{i}$	

	مکان آغازین	مکان پایانی	بردار جابه‌جایی	سرعت متوسط	جهت حرکت
متحرک A	-۲mi	$۶/۴\text{mi}$	$۸/۴\text{mi}$	$۲/۱\text{m/si}$	محور X
متحرک B	$۳/۱\text{mi}$	$-۲/۵\text{mi}$	$-۵/۶\text{mi}$	$-۱/۴\text{m/si}$	خلاف محور X
متحرک C	۲mi	$۸/۶\text{mi}$	$۶/۶\text{mi}$	$۱/۶۵\text{m/si}$	محور X
متحرک D	$-۱/۴\text{mi}$	$۸/۲\text{mi}$	$۹/۶\text{mi}$	$۲/۴\text{m/si}$	محور X

متحرک A

$$\Delta\vec{d}=\vec{d}_۲-\vec{d}_۱=۶/۴\text{mi}-(-۲\text{mi})=۸/۴\text{mi}$$

$$\vec{v}_{av}=\frac{\Delta\vec{d}}{\Delta t}=\frac{۸/۴\text{mi}}{۴\text{s}}=۲/۱\frac{\text{m}}{\text{s}}\vec{i}$$

متحرک B

$$\Delta\vec{d}=\vec{d}_۲-\vec{d}_۱\rightarrow -۵/۶\text{mi}=-۲/۵\text{mi}-\vec{d}_۱$$

$$\rightarrow \vec{d}_۱=۳/۱\text{mi}$$

$$\vec{v}_{av}=\frac{\Delta\vec{d}}{\Delta t}=\frac{-۵/۶\text{mi}}{۴\text{s}}=-۱/۴\frac{\text{m}}{\text{s}}\vec{i}$$

متحرک C

$$\Delta\vec{d}=\vec{d}_۲-\vec{d}_۱=۸/۶\text{mi}-(۲\text{mi})=۶/۶\text{mi}$$

$$\vec{v}_{av}=\frac{\Delta\vec{d}}{\Delta t}=\frac{۶/۶\text{mi}}{۴\text{s}}=۱/۶۵\frac{\text{m}}{\text{s}}\vec{i}$$

متحرک D

$$\vec{v}_{av}=\frac{\Delta\vec{d}}{\Delta t}\rightarrow ۲/۴\text{m/si}=\frac{\Delta\vec{d}}{۴\text{s}}\rightarrow\Delta\vec{d}=۹/۶\text{mi}$$

$$\Delta\vec{d}=\vec{d}_۲-\vec{d}_۱\rightarrow ۹/۶\text{mi}=\vec{d}_۲-(-۱/۴\text{mi})=$$

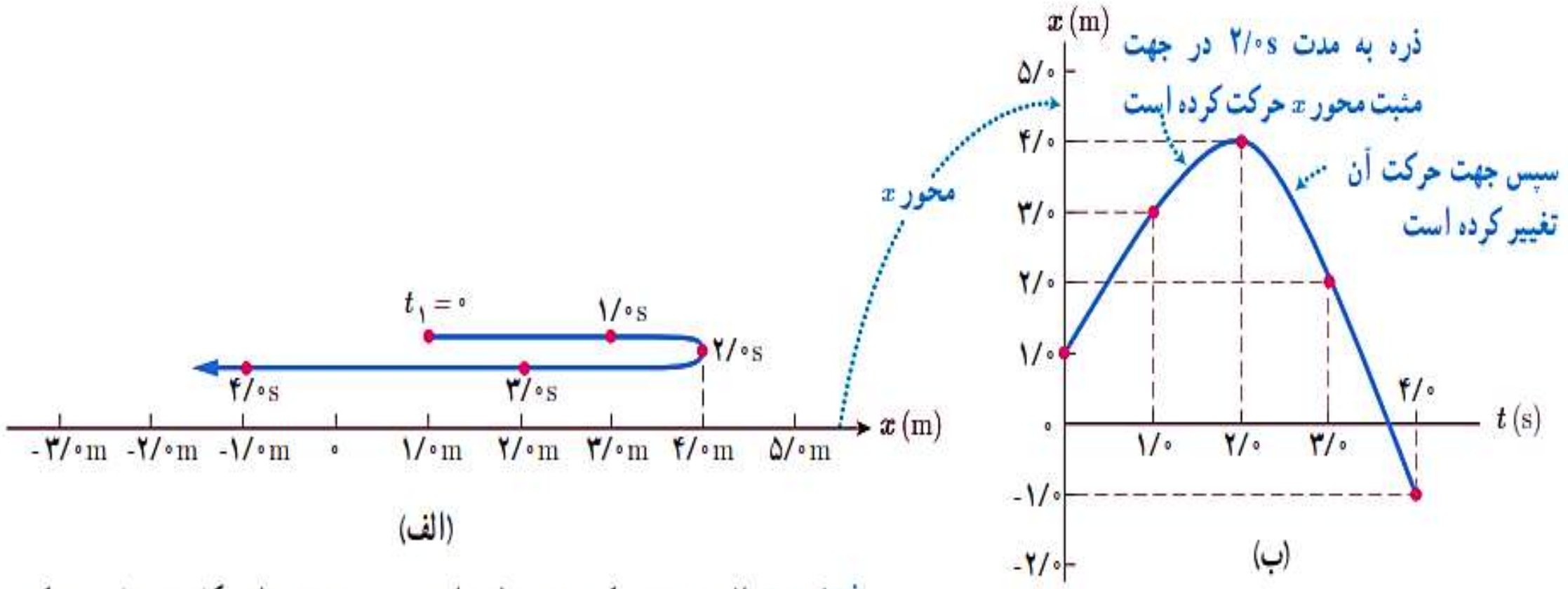
$$\rightarrow \vec{d}_۲=۸/۲\text{mi}$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

برای توصیف حرکت یک جسم می‌توان از نمودار مکان ــ زمان، که مکان جسم را در هر لحظه نشان می‌دهد، استفاده کرد. برای رسم این نمودار، زمان را روی محور افقی و مکان را روی محور قائم در نظر می‌گیریم.

اگر بخواهیم نمودار مکان ــ زمان حرکت این ذره را رسم کنیم، ابتدا هر یک از محورهای مکان و زمان را با مقیاسی مناسب مدرّج می‌کنیم. سپس نقاطی از نمودار را که مربوط به هر یک از زمان‌ها و مکان‌های داده شده است، در صفحهٔ xــt مشخص می‌کنیم و با وصل کردن این نقاط به هم، به وسیلهٔ یک منحنی (خم) هموار، نمودار مکان ــ زمان را همانند شکل ۱ــ۴ــ ب رسم می‌کنیم.

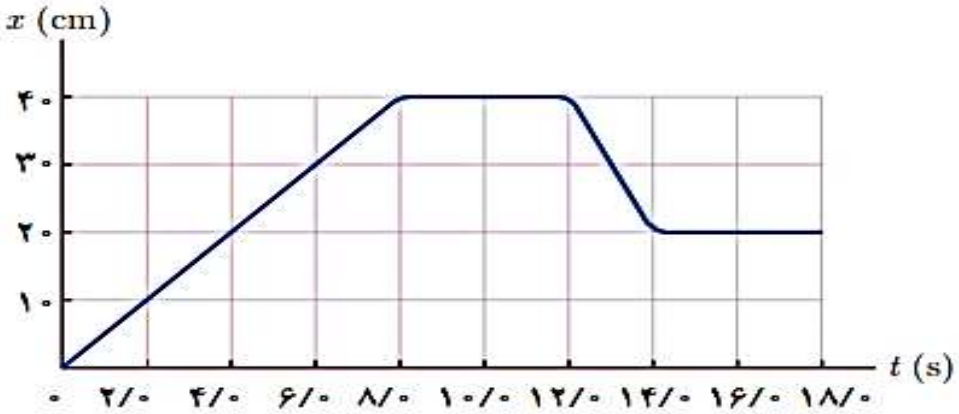
دانلود از اپلیکیشن پادرس



شکل ۱ـ۴ الف) مسیر حرکت ذره در امتداد محور x. ب) نمودار مکان ــ زمان متحرک

دانلود از اپلیکیشن پادرس

مثال ۱ــ۳



شکل روبه‌رو نمودار مکان ــ زمان مورچه‌ای را نشان می‌دهد که در راستای محور x در حرکت است.

الف) در کدام بازهٔ زمانی مورچه در جهت محور x حرکت می‌کند؟

ب) در کدام بازهٔ زمانی مورچه در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند؟

پ) در کدام بازه‌های زمانی مورچه ایستاده است؟

ت) در کدام لحظه‌هایی فاصلهٔ مورچه از مبدأ $۳۰\,cm$ است؟

ث) در کدام بازهٔ زمانی فاصلهٔ مورچه از مبدأ محور بیشترین مقدار است؟

ج) جابه‌جایی و سرعت متوسط مورچه را در بازهٔ زمانی $۴/۰\,s$ تا $۸/۰\,s$ پیدا کنید.

پاسخ : الف) در بازهٔ زمانی $t = ۰/۰\,s$ تا $t = ۸/۰\,s$، زیرا در این بازه، x همواره در حال افزایش است.

ب) در بازهٔ زمانی $t = ۱۲/۰\,s$ تا $t = ۱۴/۰\,s$، زیرا در این بازه، x همواره در حال کاهش است.

پ) در بازه‌های زمانی $t = ۸/۰\,s$ تا $t = ۱۲/۰\,s$ و $t = ۱۴/۰\,s$ تا $t = ۱۸/۰\,s$

ت) در لحظه‌های $t = ۶/۰\,s$ و $t = ۱۳/۰\,s$

ث) در بازهٔ زمانی $t = ۸/۰\,s$ تا $t = ۱۲/۰\,s$

ج)

$$\Delta x = x_۲ - x_۱ = ۴۰\,cm - ۲۰\,cm = ۲۰\,cm$$

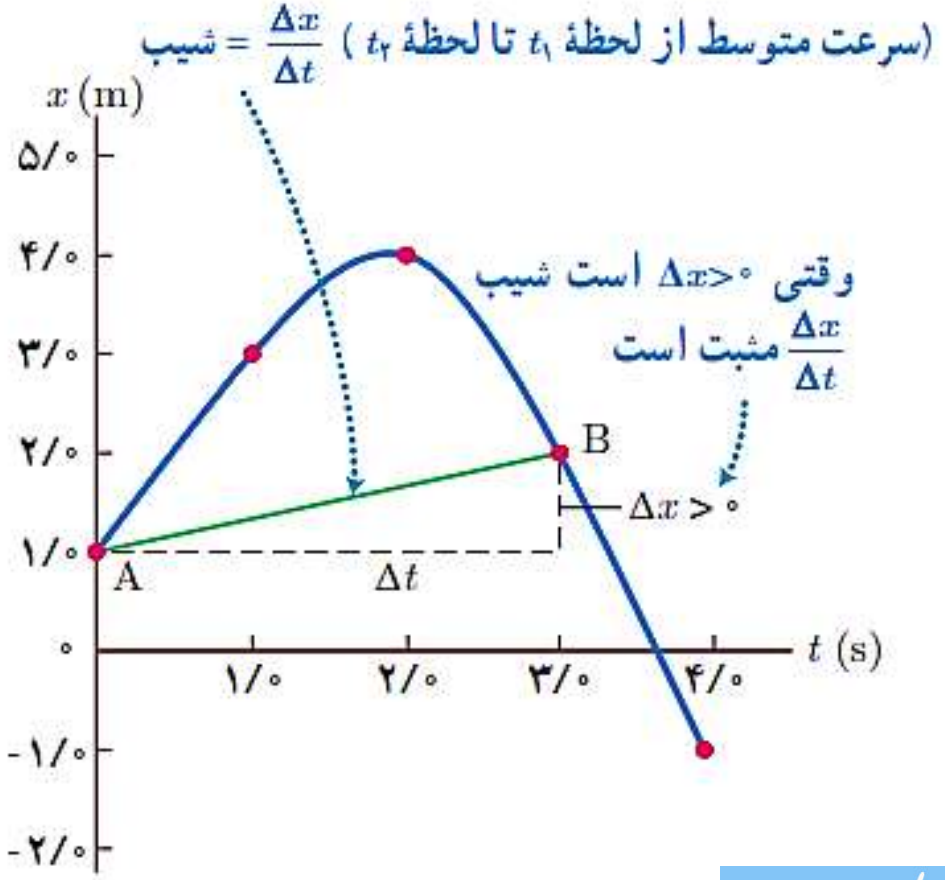
$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۲۰\,cm}{۸/۰\,s - ۴/۰\,s} = ۵/۰\,cm/s$$

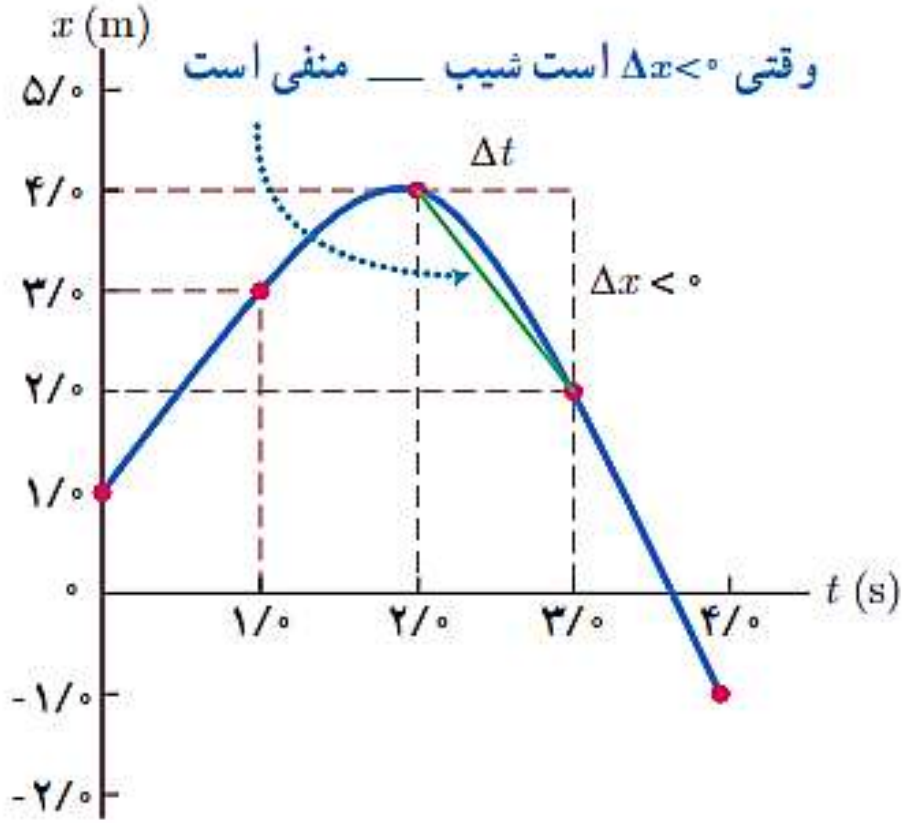
علامت مثبت نشان می‌دهد که مورچه در جهت مثبت محور x جابه‌جا شده است.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

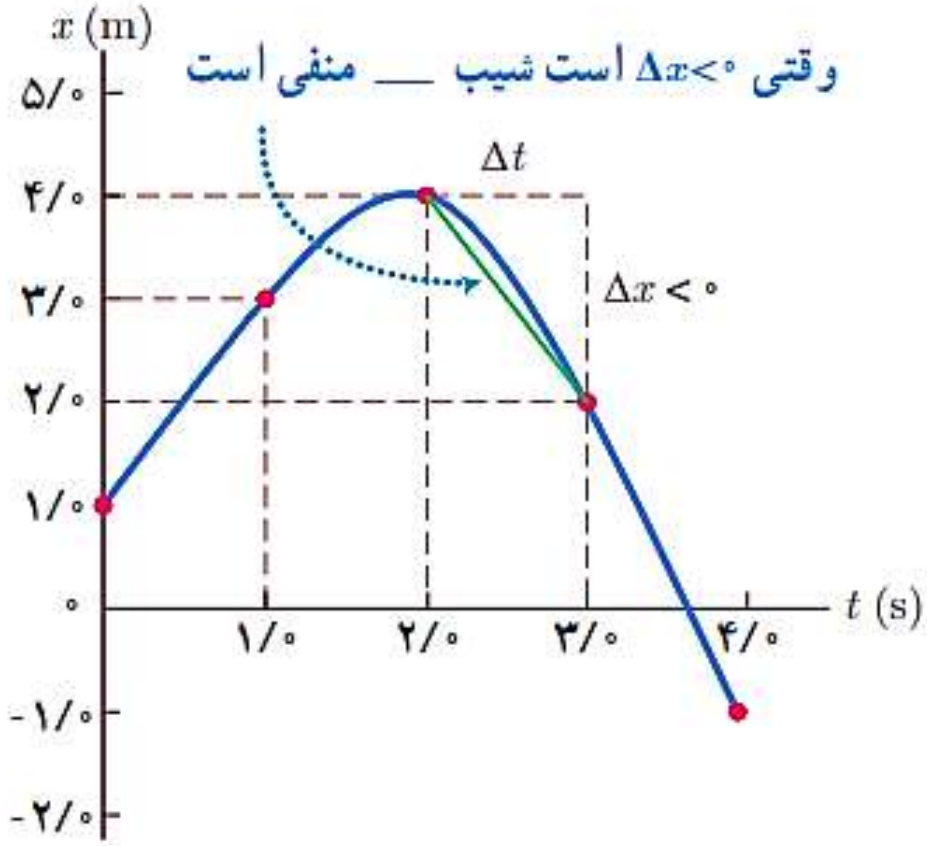
تعیین سرعت متوسط به کمک نمودار مکان ــ زمان

سرعت متوسط متحرک بین دو لحظه از زمان برابر شیب پاره‌خطی است که نقاط نظیر آن دو لحظه در نمودار مکان ـ زمان را به یکدیگر وصل می‌کند.





دانلود از اپلیکیشن پادرس



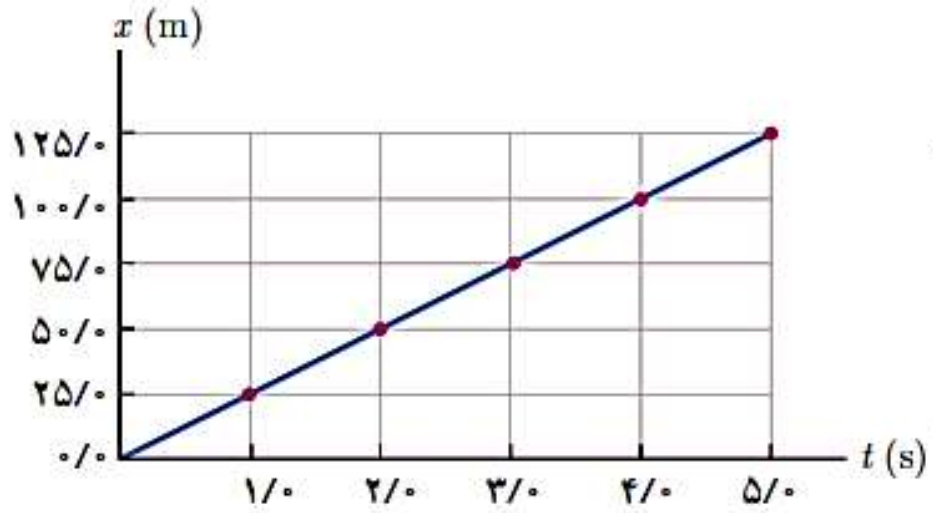
با توجه به نمودار مکان ــ زمان شکل ۱ــ۴، سرعت متوسط ذره را در بازهٔ زمانی $t_1 = ۲/۰\,s$ تا $t_2 = ۳/۰\,s$ به‌دست آورید.

پاسخ : از رابطهٔ ۱ــ۴ داریم :

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۲/۰\,m - ۴/۰\,m}{۳/۰\,s - ۲/۰\,s} = -۲/۰\,m/s$$

علامت منفی v_{av} نشان می‌دهد که شیب خط واصل بین این دو نقطه از نمودار مکان ــ زمان، منفی است. توجه کنید که بدون محاسبهٔ v_{av} نیز، با توجه به فهم هندسی‌ای که از منفی بودن شیب خط واصل دو نقطهٔ نمودار داریم، می‌توانستیم به منفی بودن v_{av} پی ببریم.

دانلود از اپلیکیشن پادرس



نمودار مکان ــ زمان موتورسواری که بر خط راست حرکت می‌کند مطابق شکل روبه‌رو است. سرعت متوسط موتورسوار را در هر یک از بازه‌های زمانی ۰/۰s تا ۱/۰s، ۲/۰s تا ۴/۰s، ۱/۰s تا ۵/۰s محاسبه کنید. نتایج به‌دست آمده را با هم مقایسه و تفسیر کنید.

پاسخ : با توجه به داده‌های روی نمودار و بنا به رابطهٔ ۱ــ۴، سرعت متوسط موتورسوار، برای هر یک از بازه‌های زمانی خواسته شده، برابر است با :

بازهٔ زمانی ۰/۰ s تا ۱/۰s

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۲۵/۰\,\text{m} - ۰/۰\,\text{m}}{۱/۰\,\text{s} - ۰/۰\,\text{s}} = ۲۵\,\text{m/s}$$

بازهٔ زمانی ۲/۰s تا ۴/۰s

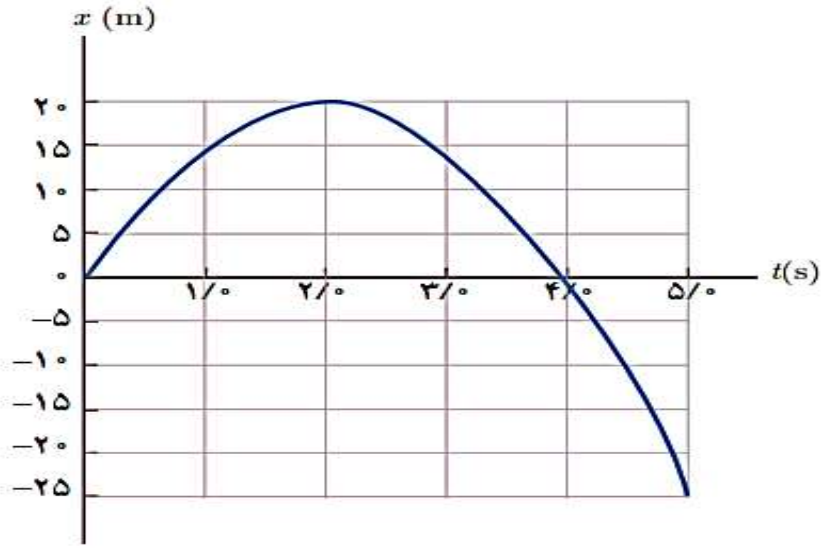
$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۱۰۰/۰\,\text{m} - ۵۰/۰\,\text{m}}{۴/۰\,\text{s} - ۲/۰\,\text{s}} = ۲۵\,\text{m/s}$$

بازهٔ زمانی ۱/۰s تا ۵/۰s

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۱۲۵/۰\,\text{m} - ۲۵/۰\,\text{m}}{۵/۰\,\text{s} - ۱/۰\,\text{s}} = ۲۵\,\text{m/s}$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

مثال ۱ــ ۶



شکل روبه‌رو، نمودار مکان ــ زمان خودرویی را نشان می‌دهد که روی خط راست حرکت می‌کند.

الف) با استفاده از داده‌های روی شکل، سرعت متوسط خودرو را در هر یک از بازه‌های زمانی ۰/۰s تا ۲/۰s، ۰/۰s تا ۴/۰s، ۲/۰s تا ۴/۰s، ۲/۰s تا ۵/۰s، ۴/۰s تا ۵/۰s حساب کنید.

ب) در کدام یک از این بازه‌های زمانی، سرعت متوسط در جهت محور x و در کدام یک در خلاف جهت محور x است؟

پاسخ : الف) با توجه به داده‌های روی نمودار و بنا به رابطهٔ ۱ــ۳، سرعت متوسط خودرو برای هر یک از بازه‌های زمانی خواسته شده، برابر است با :

بازهٔ زمانی ۰/۰ s تا ۲/۰s

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۲۰\,\mathrm{m}-۰\,\mathrm{m}}{۲/۰\,\mathrm{s}-۰/۰\,\mathrm{s}}=۱۰\,\mathrm{m/s}$$

بازهٔ زمانی ۰/۰ s تا ۴/۰s

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۰\,\mathrm{m}-۰\,\mathrm{m}}{۴/۰\,\mathrm{s}-۰/۰\,\mathrm{s}}=۰\,\mathrm{m/s}$$

بازهٔ زمانی ۲/۰ s تا ۴/۰s

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۰\,\mathrm{m}-۲۰\,\mathrm{m}}{۴/۰\,\mathrm{s}-۲/۰\,\mathrm{s}}=-۱۰\,\mathrm{m/s}$$

بازهٔ زمانی ۲/۰ s تا ۵/۰s

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{-۲۵\,\mathrm{m}-۲۰\,\mathrm{m}}{۵/۰\,\mathrm{s}-۲/۰\,\mathrm{s}}=-۱۵\,\mathrm{m/s}$$

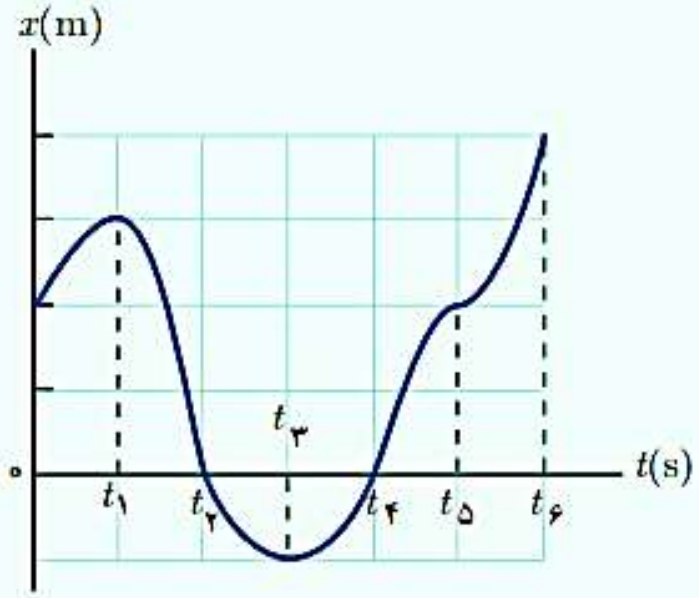
بازهٔ زمانی ۴/۰ s تا ۵/۰s

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{-۲۵\,\mathrm{m}-۰\,\mathrm{m}}{۵/۰\,\mathrm{s}-۴/۰\,\mathrm{s}}=-۲۵\,\mathrm{m/s}$$

ب) در بازه‌های زمانی‌ای که سرعت متوسط خودرو مثبت است، سرعت متوسط خودرو در جهت محور x و در بازه‌های زمانی‌ای که سرعت متوسط منفی است، سرعت متوسط خودرو در خلاف جهت محور x است.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

پرسش ۱ـ۳



با توجه به نمودار مکان ــ زمان شکل روبه‌رو به پرسش‌های زیر پاسخ دهید :

الف) متحرک چند بار از مبدأ مکان عبور می‌کند؟

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

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

ت) جهت حرکت چند بار تغییر کرده است؟ در چه لحظه‌هایی؟

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

الف) در زمان های $t_۲$ و $t_۴$

ب) در بازه (صفر تا $t_۱$) و ($t_۲$ تا $t_۳$) و ($t_۴$ تا $t_۶$)

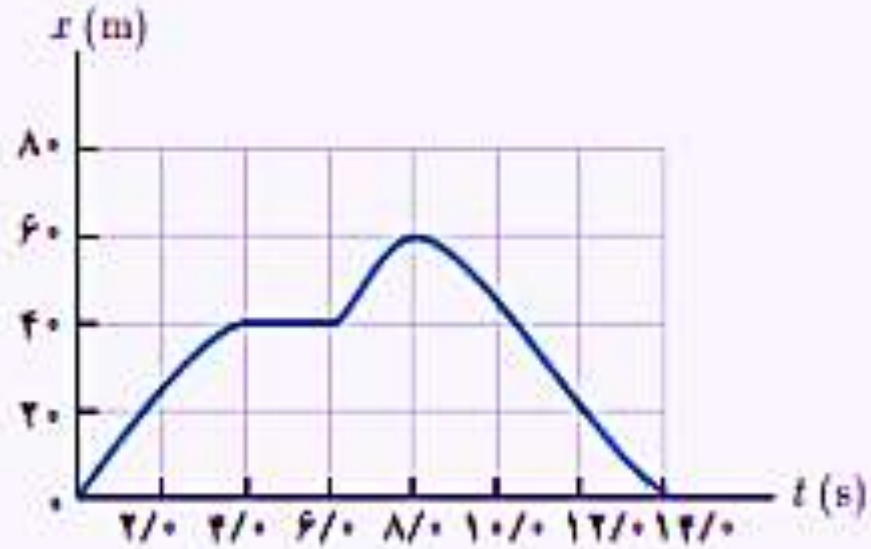
پ) در بازه ($t_۱$ تا $t_۲$) و ($t_۳$ تا $t_۴$)

ت) دو بار – $t_۱$ و $t_۳$

ث) در جهت محور x

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تمرین ۱ـ۲



شکل روبه‌رو نمودار مکان ـ زمان دوچرخه‌سواری را نشان می‌دهد که روی مسیری مستقیم در حال حرکت است.

الف) در کدام لحظه‌ای دوچرخه‌سوار بیشترین فاصله از مبدأ را دارد؟

ب) در کدام بازه‌های زمانی دوچرخه‌سوار در جهت محور x حرکت می‌کند؟

پ) در کدام بازهٔ زمانی دوچرخه‌سوار در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند؟

ت) در کدام بازهٔ زمانی، دوچرخه‌سوار ساکن است؟

ث) تندی متوسط و سرعت متوسط دوچرخه‌سوار را در هر یک از بازه‌های زمانی $0/0\,s$ تا $2/0\,s$، $4/0\,s$ تا $6/0\,s$، $2/0\,s$ تا $5/0\,s$، $8/0\,s$ تا $14/0\,s$، $0/0\,s$ تا $14/0\,s$ حساب کنید.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

الف) در لحظه ۸ s ب) در بازه صفر تا ۴s و ۶s تا ۸s پ) دربازه ۸s تا ۱۴s

ت) ۴s تا ۶s

ث)

بازه زمانی $\Delta t = t_f - t_i$	تندی متوسط $s_{av} = \frac{L}{\Delta t}$
$\Delta t_1 = ۲s - ۰s$	$s_{av} = \frac{\approx ۲۰m}{۲s} = ۱۰ \frac{m}{s}$
$\Delta t_2 = ۶s - ۴s$	$s_{av} = \frac{۰}{۲} = ۰ \frac{m}{s}$
$\Delta t_3 = ۵s - ۲s$	$s_{av} = \frac{\approx ۲۰m}{۳s} = ۶/۶۶ \frac{m}{s}$
$\Delta t_4 = ۱۴s - ۸s$	$s_{av} = \frac{۶۰m}{۶s} = ۱۰ \frac{m}{s}$
$\Delta t_5 = ۱۴s - ۰s$	$s_{av} = \frac{۱۲۰m}{۱۴s} = ۸/۵۷ \frac{m}{s}$

بازه زمانی $\Delta t = t_f - t_i$	سرعت متوسط $V_{av} = \frac{d}{\Delta t}$
$\Delta t_1 = ۲s - ۰s$	$V_{av} = \frac{\approx ۲۰m}{۲s} = ۱۰ \frac{m}{s}$
$\Delta t_2 = ۶s - ۴s$	$V_{av} = \frac{۴۰ - ۴۰}{۲} = ۰ \frac{m}{s}$
$\Delta t_3 = ۵s - ۲s$	$V_{av} = \frac{\approx ۲۰m}{۳s} = ۶/۶۶ \frac{m}{s}$
$\Delta t_4 = ۱۴s - ۸s$	$V_{av} = \frac{-۶۰m}{۶s} = -۱۰ \frac{m}{s}$
$\Delta t_5 = ۱۴s - ۰s$	$V_{av} = \frac{۰m}{۱۴s} = ۰ \frac{m}{s}$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

سرعت متوسط

سرعت متوسط از طریق محاسبات

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

سرعت متوسط از طریق نمودار مکان زمان

سرعت متوسط متحرک بین دو لحظه از زمان برابر شیب پاره‌خطی است که نقاط نظیر آن دو لحظه در نمودار مکان ــ زمان را به یکدیگر وصل می‌کند.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تندی لحظه‌ای ←

تندی متحرک در هر لحظه از زمان

شکل ۱ــ۶ عقربهٔ تندی‌سنج، تندی لحظه‌ای خودرو را نشان می‌دهد و هیچ گونه اطلاعی در خصوص جهت حرکت خودرو به ما گزارش نمی‌کند.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

سرعت لحظه‌ای

سرعت متحرک در هر لحظه یا تندی متحرک به همراه جهت آن

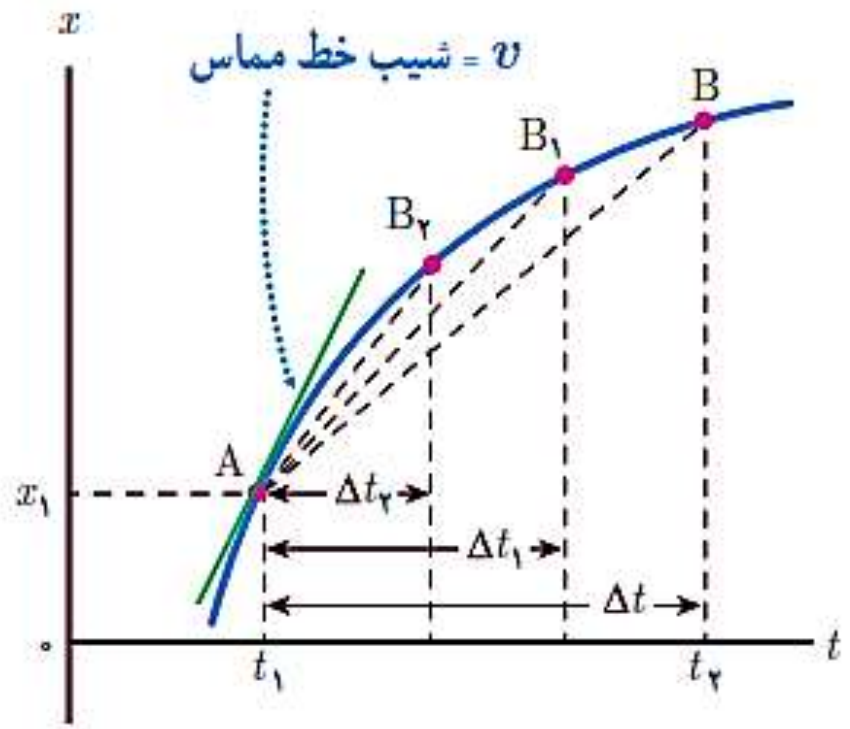
سرعت لحظه‌ای

- سرعت از طریق محاسبات که از طریق مشتق گیری از معادله حرکت (مکان) نسبت به زمان بدست می آید (حذف شده است)
- شیب خط مماس در هر لحظه روی نمودار مکان زمان است

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تعیین سرعت لحظه‌ای به کمک نمودار مکان ــ زمان

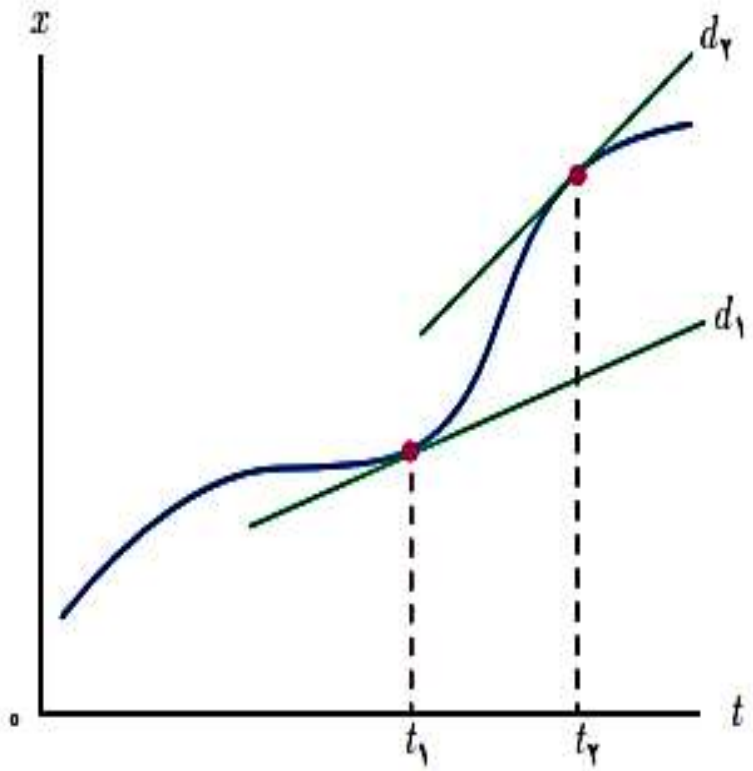
برابر شیب خط مماس بر نمودار مکان ــ زمان در آن لحظه است.



شکل ۱ــ۷ با کوچک شدن تدریجی Δt، نقطهٔ B به نقطهٔ A نزدیک می‌شود. در این صورت خط واصل بین این دو نقطه، در حالتی که بازهٔ زمانی Δt خیلی خیلی کوچک شود، به خط مماس بر منحنی در نقطهٔ A میل می‌کند. به این ترتیب شیب این خط، برابر با سرعت متحرک در لحظهٔ t_1 است.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

مثال ۱ـ ۷



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

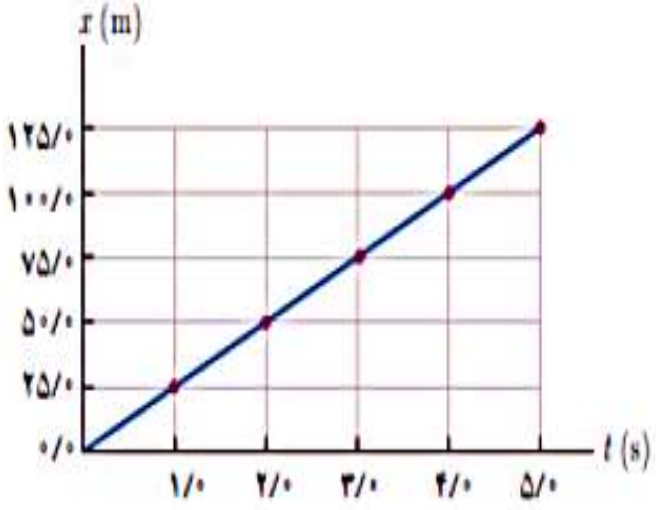
پاسخ: با توجه به شکل، شیب خط d_2 بیشتر از شیب خط d_1 است. بنابراین سرعت متحرک در لحظهٔ t_2 بیشتر از سرعت آن در لحظهٔ t_1 است ($v_2 > v_1$). توجه کنید که شیب هر دو خط مثبت است و بنابراین سرعت نیز در هر دو لحظه مثبت، یعنی در جهت محور x است.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

پرسش ۱ـ۴

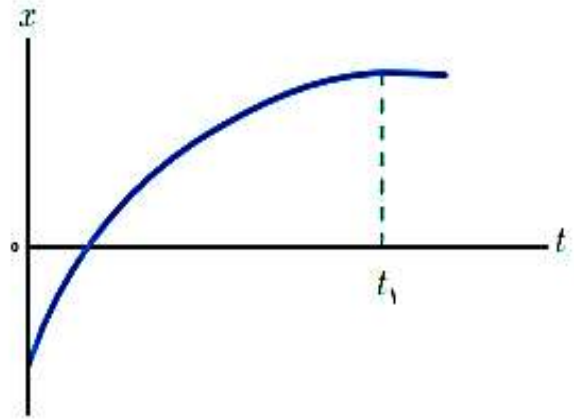
از روی نمودار مکان ـ زمان توضیح دهید در چه صورت سرعت لحظه‌ای متحرک همواره با سرعت متوسط آن برابر است.

با توجه به مثال ۱-۵، با توجه به ثابت بودن شیب نمودار مکان – زمان برای هر بازه زمانی دلخواه ثابت است. و هم چنین در هر لحظه خط مماس بر نمودار برابر با سرعت متوسط می باشد می توان نتیجه گرفت سرعت لحظه ای متحرک با سرعت متوسط برابر است



دانلود از اپلیکیشن پادرس

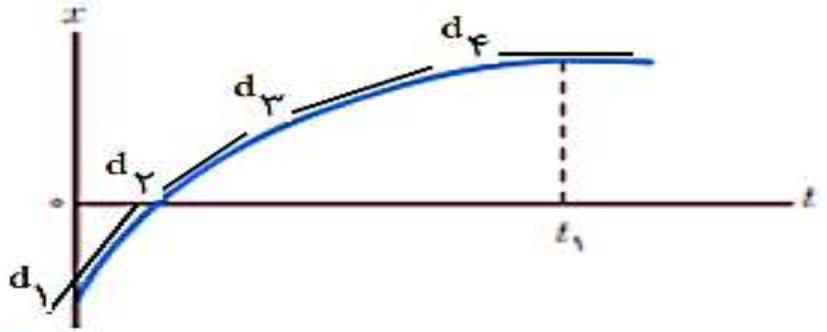
پرسش ۱ـ۵



شکل روبه‌رو نمودار مکان ـ زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x در حرکت است.

الف) از لحظهٔ صفر تا لحظهٔ t_1 سرعت متحرک رو به افزایش است یا کاهش؟

ب) اگر در لحظهٔ t_1 خط مماس بر منحنی موازی محور زمان باشد، سرعت متحرک در این لحظه چقدر است؟



شیب خط d_4 > شیب خط d_3

شیب خط d_3 > شیب خط d_2

شیب خط d_2 > شیب خط d_1

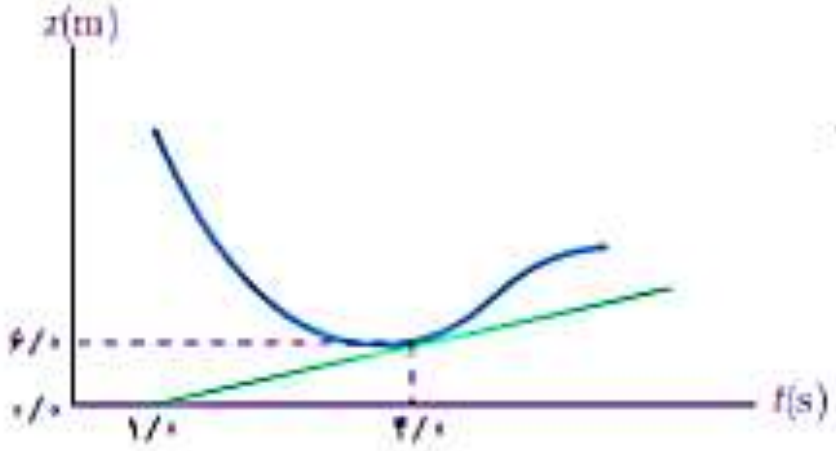
$$V_1 > V_2 > V_3 > V_4$$

الف) سرعت متحرک رو به کاهش است.

ب) در لحظه ی t_1 شیب خط موازی محور زمان است و سرعت برابر صفر می شود.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تمرین ۱ــ۳



شکل روبه‌رو نمودار مکان ــ زمان متحرکی را نشان می‌دهد. خط مماس بر منحنی در لحظهٔ $t = ۴/۰\,s$، رسم شده است. سرعت متحرک را در این لحظه پیدا کنید.

شیب خط مماس در لحظه ۴s = V

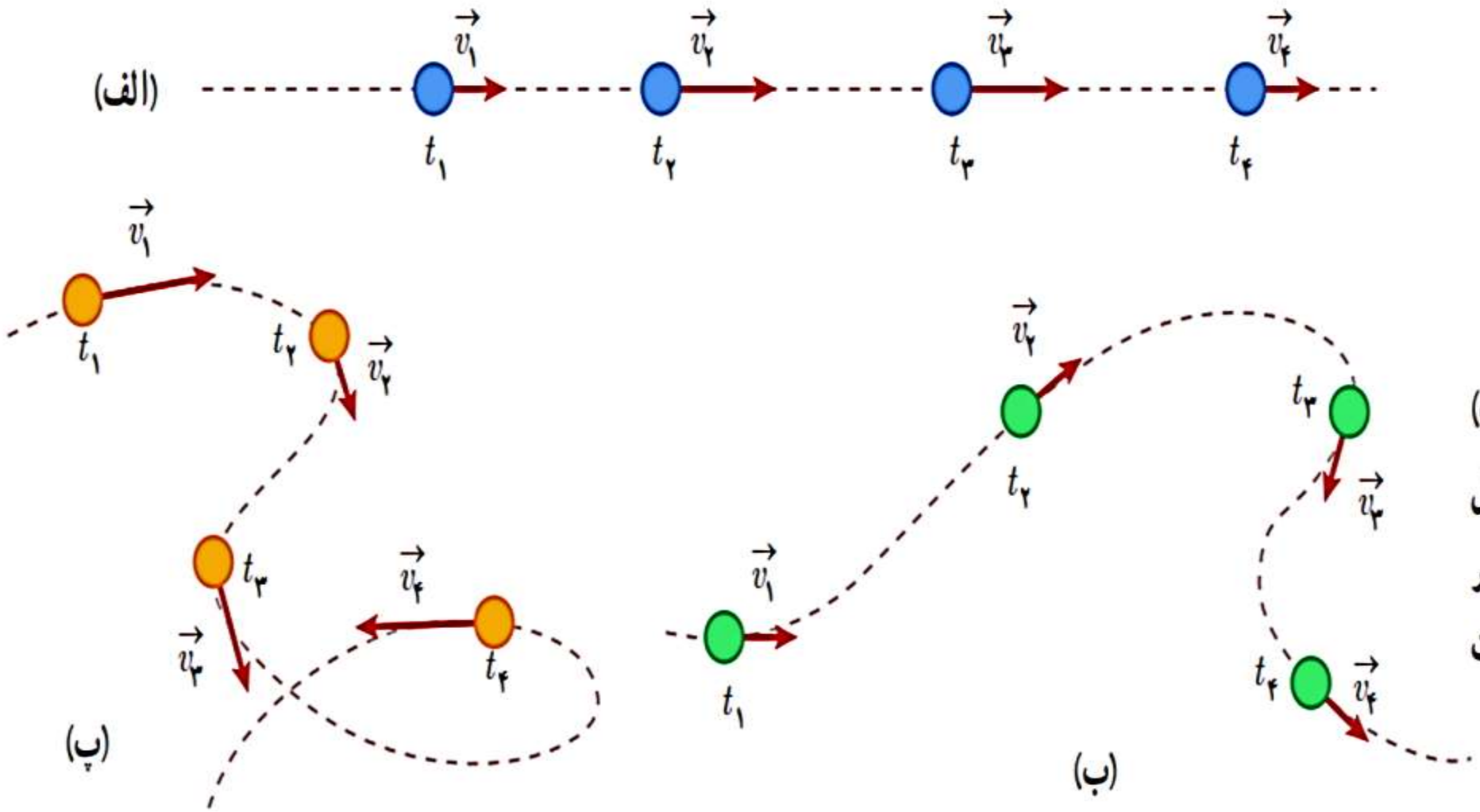
$$= \frac{x_۲ - x_۱}{t_۲ - t_۱} = \frac{۶m - ۰}{۴s - ۱s} = ۲\ \frac{m}{s}$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

علل ایجاد شتاب در حرکت

با توجه به اینکه بردار سرعت در هر نقطه از مسیر، بر مسیر حرکت مماس است تغییر سرعت جسم در نقاط مختلف مسیر حرکت می‌تواند به دلیل تغییر در اندازهٔ بردار سرعت (تندی) جسم باشد (شکل ۱ــ۸ الف)، یا می‌تواند به‌دلیل تغییر در جهت بردار سرعت آن باشد (شکل ۱ــ۸ ب)، یا همچنین می‌تواند به‌دلیل تغییر در اندازه و جهت بردار سرعت متحرک باشد (شکل ۱ــ۸ پ).

دانلود از اپلیکیشن پادرس



شکل ۱ــ۸ وقتی سرعت جسمی (الف) به‌دلیل تغییر اندازهٔ آن، (ب) به‌دلیل تغییر جهت آن و (پ) به‌دلیل تغییر اندازه و جهت آن تغییر کند، حرکت جسم شتاب‌دار است.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

شتاب متوسط

تغییرات بردار سرعت در واحد زمان

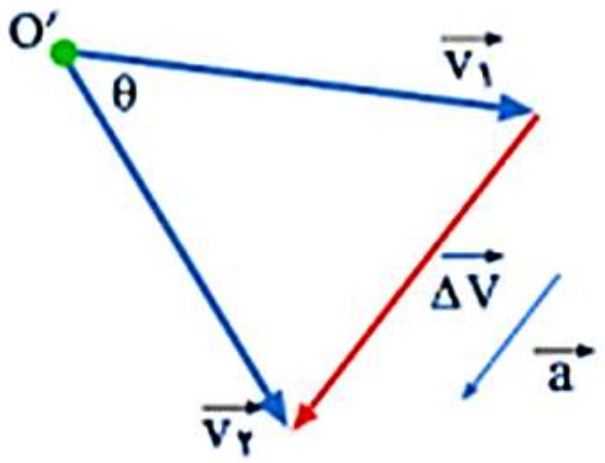
$$\vec{a}_{av} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

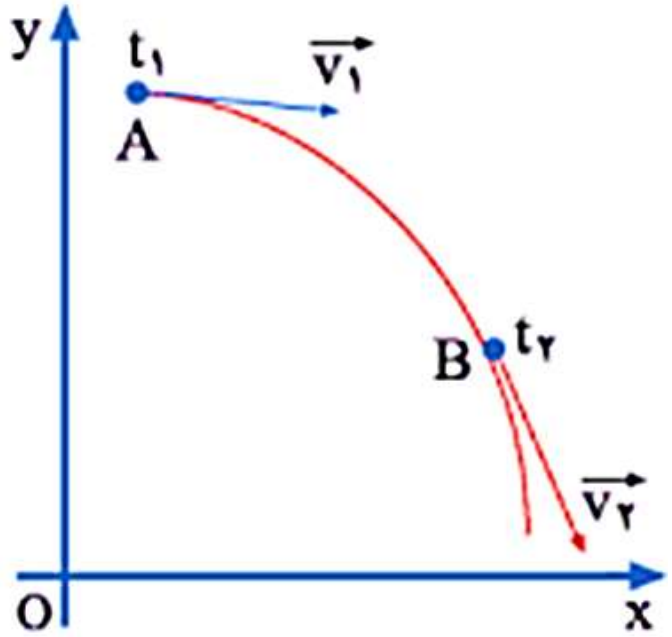
شتاب متوسط ($\vec{a}_{av}$)، کمیتی برداری و هم‌جهت با بردار تغییر سرعت ($\Delta \vec{v}$) است

دانلود از اپلیکیشن پادرس

شتاب متوسط کمیتی است برداری

که با بردار تغییر سرعت هم جهت است.





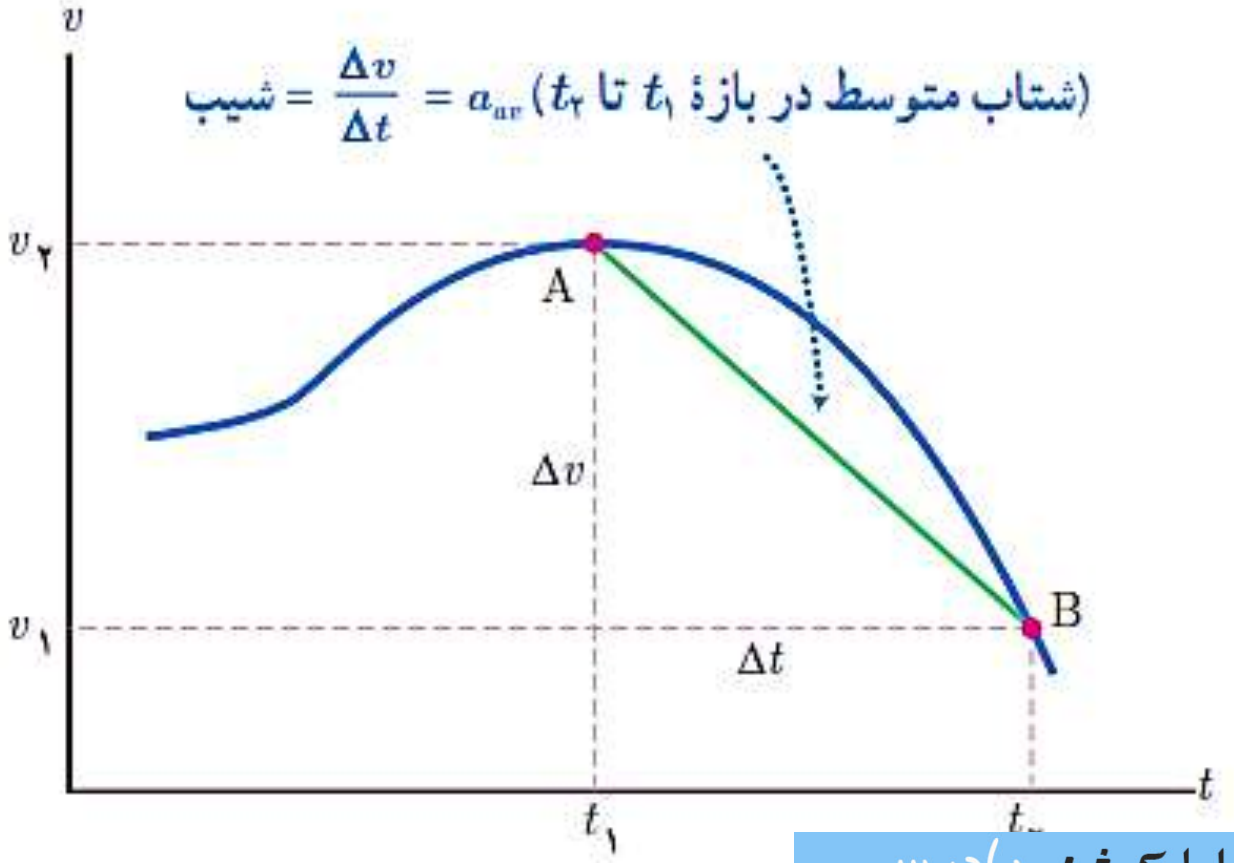
دانلود از اپلیکیشن پادرس

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

شتاب متوسط

از طریق محاسبات تغییرات سرعت در واحد زمان

از طریق شیب خطی که دو نقطه نمودار سرعت زمان ر در آن دو لحظه قطع می کند



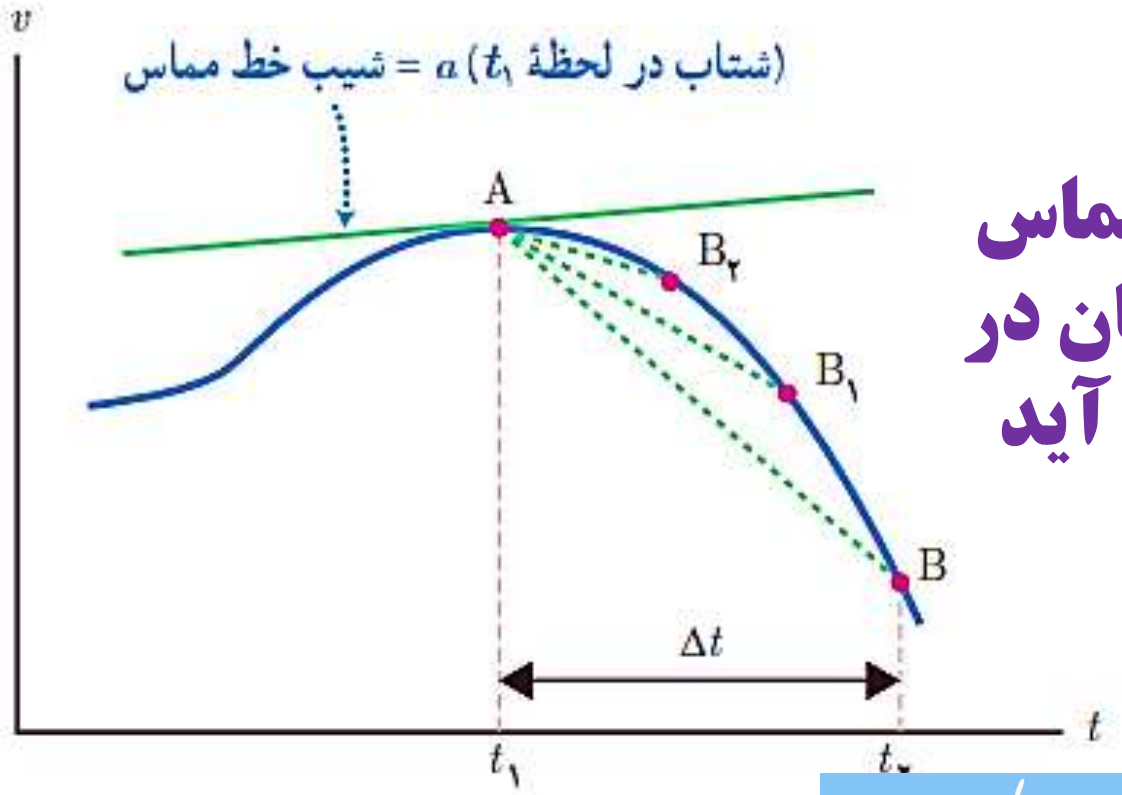
دانلود از اپلیکیشن پادرس

شتاب لحظه ای : **شتاب متحرک در هر لحظه است**

شتاب لحظه ای

از طریق مشتق گیری از معادله سرعت متحرک بدست می آید (حذف شده است)

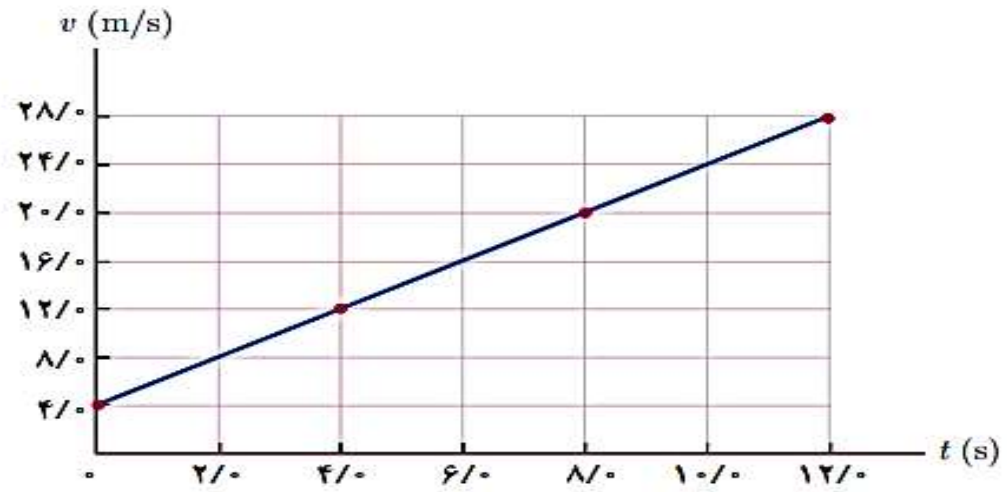
از طریق شیب خط مماس بر نمودار سرعت زمان در هر لحظه بدست می آید



دانلود از اپلیکیشن پادرس

مثال ۱ــ۹

نمودار سرعت ــ زمان موتورسواری که در امتداد محور x حرکت می‌کند در بازهٔ زمانی ۰/۰s تا ۱۲/۰s، مطابق شکل روبه‌رو است. شتاب متوسط موتورسوار و جهت آن را در هر یک از بازه‌های زمانی ۰/۰s تا ۲/۰s، ۴/۰s تا ۸/۰s، ۱۰/۰s تا ۱۲/۰s بیابید.



پاسخ : با توجه به داده‌های روی نمودار و بنا به رابطهٔ ۱ــ۶، شتاب متوسط موتورسوار، برای هر یک از بازه‌های زمانی خواسته شده، برابر است با :

بازهٔ زمانی ۰/۰ s تا ۲/۰s

$$a_{av} = \frac{v_۲ - v_۱}{t_۲ - t_۱} = \frac{۸/۰\,\mathrm{m/s} - ۴/۰\,\mathrm{m/s}}{۲/۰\,\mathrm{s} - ۰/۰\,\mathrm{s}} = ۲/۰\,\mathrm{m/s^۲}$$

بازهٔ زمانی ۴/۰ s تا ۸/۰s

$$a_{av} = \frac{v_۲ - v_۱}{t_۲ - t_۱} = \frac{۲۰/۰\,\mathrm{m/s} - ۱۲/۰\,\mathrm{m/s}}{۸/۰\,\mathrm{s} - ۴/۰\,\mathrm{s}} = ۲/۰\,\mathrm{m/s^۲}$$

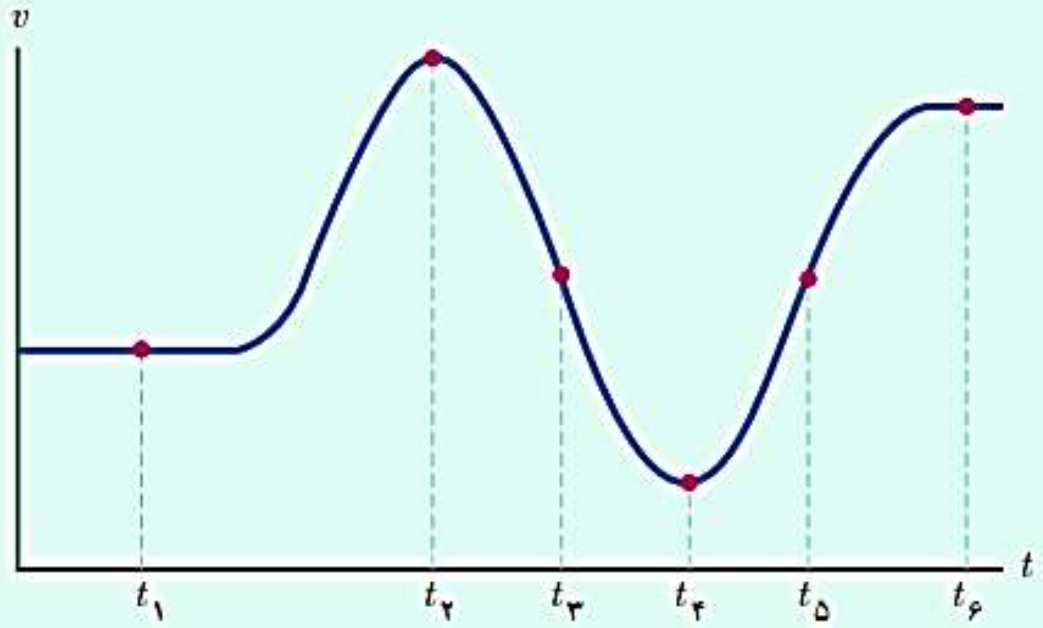
بازهٔ زمانی ۱۰/۰ s تا ۱۲/۰s

$$a_{av} = \frac{v_۲ - v_۱}{t_۲ - t_۱} = \frac{۲۸/۰\,\mathrm{m/s} - ۲۴/۰\,\mathrm{m/s}}{۱۲/۰\,\mathrm{s} - ۱۰/۰\,\mathrm{s}} = ۲/۰\,\mathrm{m/s^۲}$$

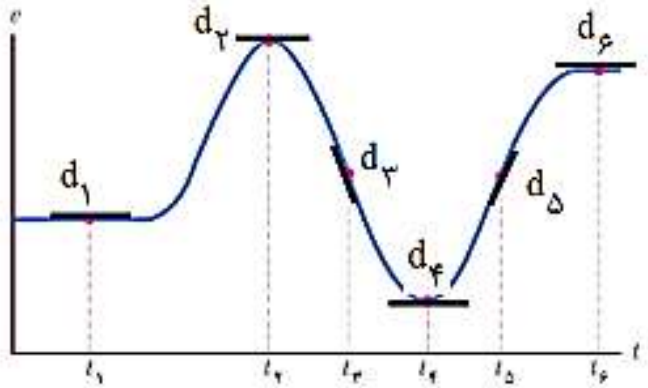
با توجه به علامت مثبت a_{av} در هر سه بازهٔ زمانی، شتاب متوسط در جهت مثبت محور x است. اگر در هر بازهٔ زمانی دلخواه دیگری نیز شتاب متوسط موتورسوار را حساب کنید با توجه به ثابت بودن شیب نمودار سرعت ــ زمان، اندازه و جهت یکسانی برای شتاب به‌دست می‌آید.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

پرسش ۱ـ۶



شکل روبه‌رو نمودار سرعت ــ زمان دوچرخه‌سواری را نشان می‌دهد که در امتداد محور x در حرکت است. جهت شتاب دوچرخه‌سوار را در هر یک از لحظه‌های $t_۱$، $t_۲$، ... و $t_۶$ تعیین کنید.



شیب $d_۳$ در لحظه $t_۳$ در نمودار V-t منفی است در نتیجه شتاب منفی است.

شیب $d_۵$ در لحظه $t_۵$ در نمودار V-t مثبت است در نتیجه شتاب مثبت است.

شیب $d_۱$، $d_۲$، $d_۴$ و $d_۶$ در لحظه های $t_۱$، $t_۲$، $t_۴$ و $t_۶$ در نمودار V-t ، موازی محور زمان است در نتیجه شتاب صفر است.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

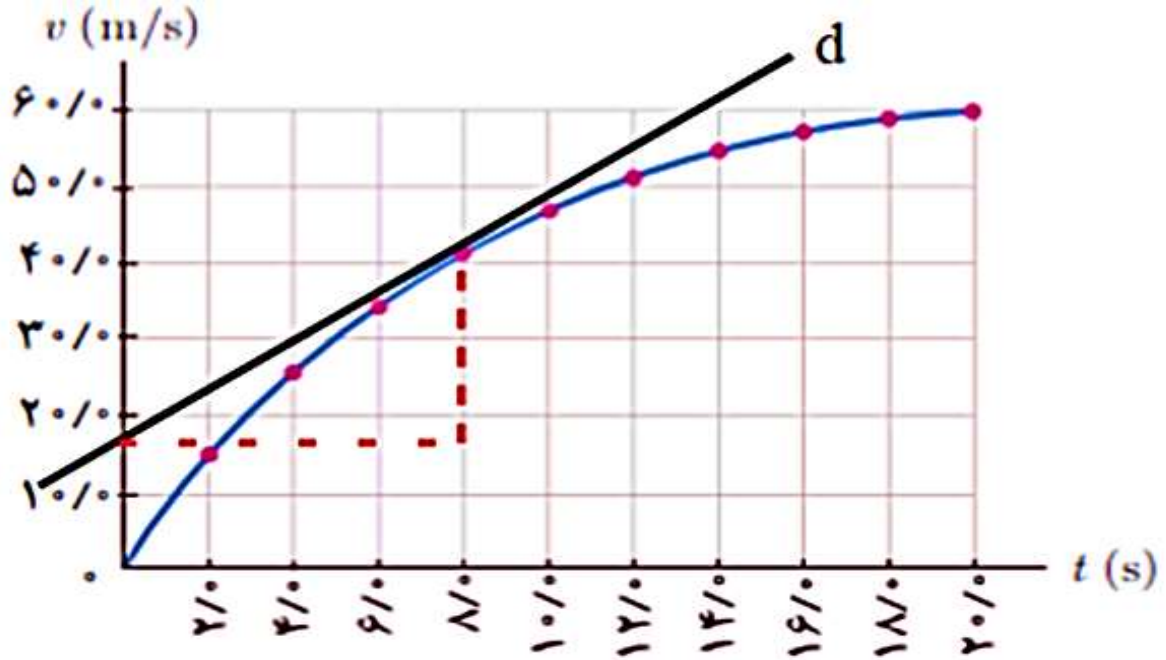
نمرین ۱ـ۴

نمودار سرعت ـ زمان خودرویی که در راستای محور x حرکت می‌کند در بازهٔ زمانی $0/0\,s$ تا $20/0\,s$ مطابق شکل روبه‌رو است.

الف) شتاب متوسط خودرو در این بازهٔ زمانی چقدر است؟

ب) شتاب خودرو را در لحظهٔ $t = 8/0\,s$ به‌دست آورید.

دانلود از اپلیکیشن پادرس



الف)

$$a_{av} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \frac{۶۰(m/s) - ۰}{۲۰s - ۰} = ۳\frac{m}{s^2}$$

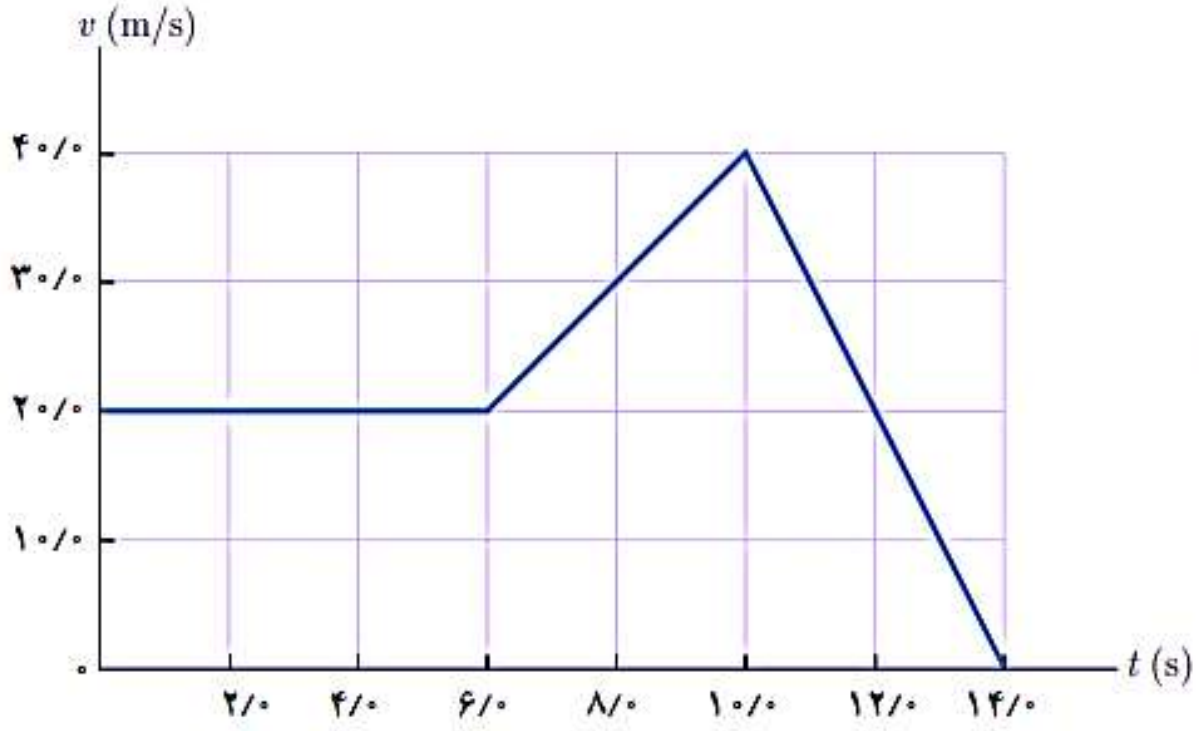
ب) a =V-t در نمودار ۸s = شیب خط مماس در لحظه

$$\frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \frac{(\approx ۴۰m/s) - \approx (۱۶m/s)}{۸s - ۰s} = \frac{۲۴(m/s)}{۸s} = ۳\frac{m}{s^2}$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تمرین ۱ــ۵

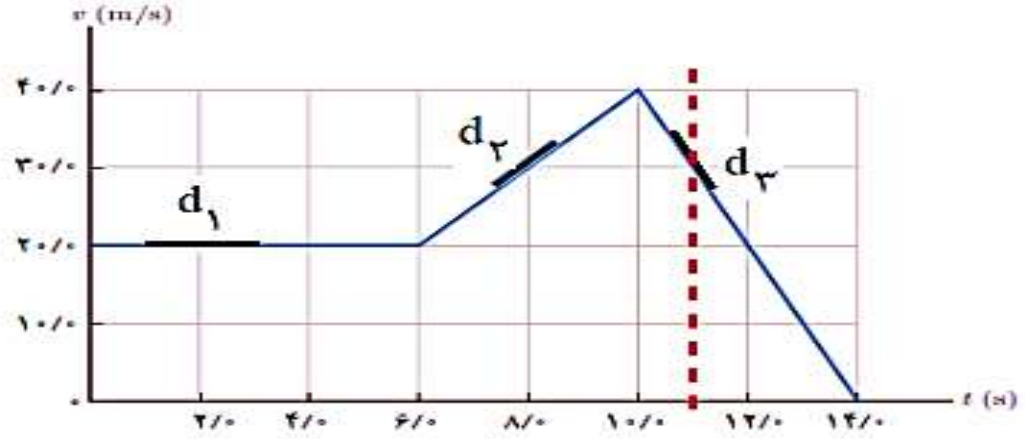
نمودار سرعت ــ زمان خودرویی که در راستای محور x حرکت می‌کند در بازهٔ زمانی صفر تا $۱۴/۰\,s$ مطابق شکل روبه‌رو است.



الف) شتاب متوسط خودرو در این بازهٔ زمانی چقدر است؟

ب) شتاب خودرو را در هر یک از لحظه‌های $t = ۲/۰\,s$، $t = ۸/۰\,s$ و $t = ۱۱/۰\,s$ به‌دست آورید.

دانلود از اپلیکیشن پادرس



الف)

$$a_{av} = \frac{V_f - V_i}{t_f - t_i} = \frac{۰ - ۲۰(m/s)}{۱۴s - ۰} = -۱/۴ \frac{m}{s^۲}$$

ب)

شیب $d_۱$ در لحظه های $t = ۲S$ در نمودار V-t، موازی محور زمان است در نتیجه شتاب صفر است.

شیب $d_۲$ در بازه زمانی ۶s تا ۱۰s در نمودار V-t، ثابت است در نتیجه شتاب ثابت است.

$$a_۱ = a_{av} = \frac{V_۲ - V_۱}{t_۲ - t_۱} = \frac{۴۰(m/s) - ۲۰(m/s)}{۱۰s - ۶s} = ۵ \frac{m}{s^۲}$$

شیب $d_۳$ دربازه زمانی ۱۰s تا ۱۴s در نمودار V-t، ثابت است در نتیجه شتاب ثابت می-باشد.

$$a_۲ = a_{av} = \frac{V_۴ - V_۳}{t_۴ - t_۳} = \frac{۰ - ۴۰(m/s)}{۱۴s - ۱۰s} = -۱۰ \frac{m}{s^۲}$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

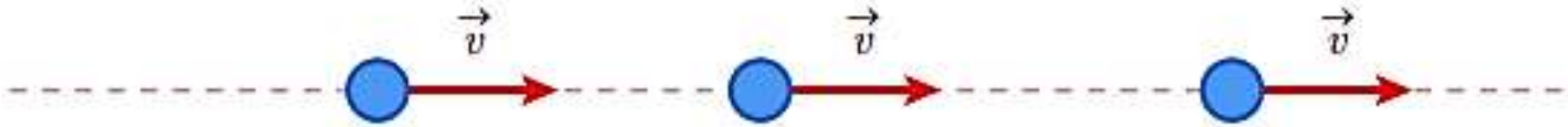
حرکت با سرعت ثابت

ساده‌ترین نوع حرکت، حرکت با سرعت ثابت است.

در این نوع حرکت در کل مسیر اندازه و جهت سرعت ثابت است

سرعت متوسط متحرک در هر بازهٔ زمانی دلخواه، برابر سرعت لحظه‌ای آن است.

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

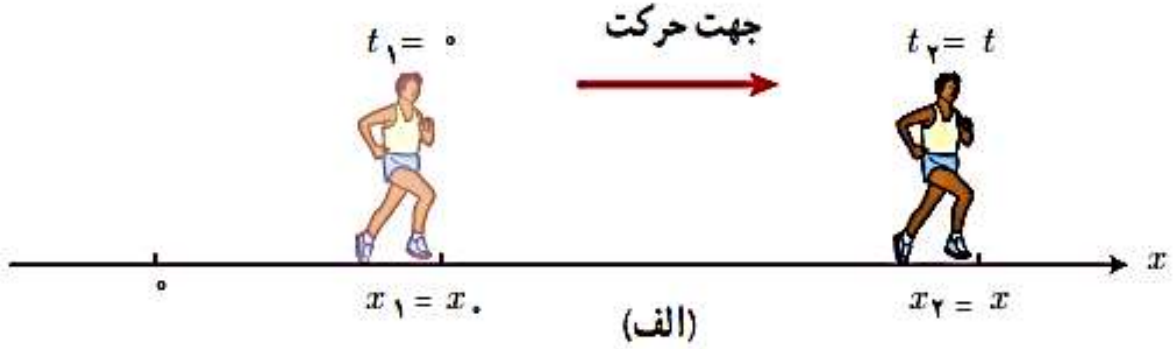


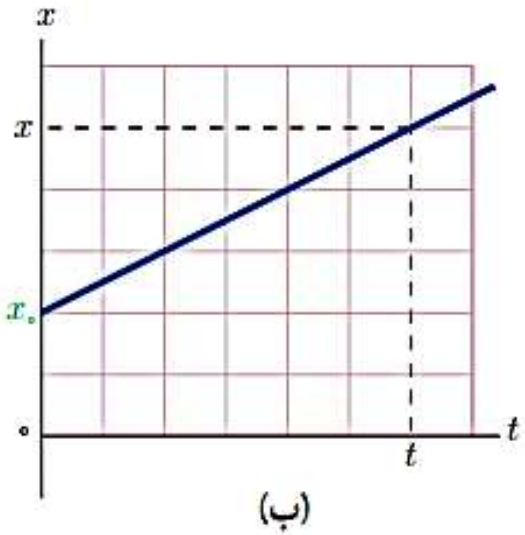
شکل ۱ــ۱۰ در حرکت با سرعت ثابت، هم جهت سرعت و هم اندازهٔ آن (تندی) ثابت است.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

$$x = vt + x_0 \qquad \text{(معادلهٔ مکان ــ زمان در حرکت با سرعت ثابت)} \qquad (۱ــ۷)$$

در معادلهٔ ۱ــ۷ معمولاً x_0 را که مکان متحرک در لحظهٔ $t = 0$ است مکان اولیهٔ متحرک می‌نامند. توجه کنید که مکان‌های x_0 و x می‌توانند مثبت، منفی یا صفر باشند. سرعت متحرک هم به‌دلیل ماهیت برداری آن، در صورتی که حرکت در جهت محور x باشد مثبت و در غیر این صورت منفی است.



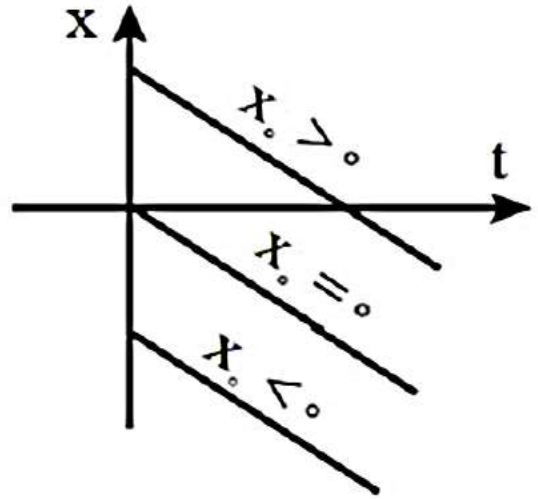


شکل ۱ــ۱۱ الف) مکان یک دونده در دو لحظهٔ متفاوت. ب) نمودار مکان ـ زمان دونده‌ای که در جهت محور x با سرعت ثابت می‌دود.

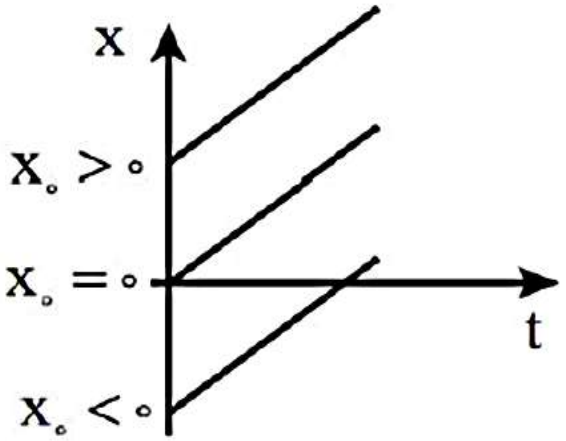
دانلود از اپلیکیشن پادرس

نمودارهای حرکت یکنواخت روی خط راست

نمودارهای مکان – زمان در حرکت یکنواخت:



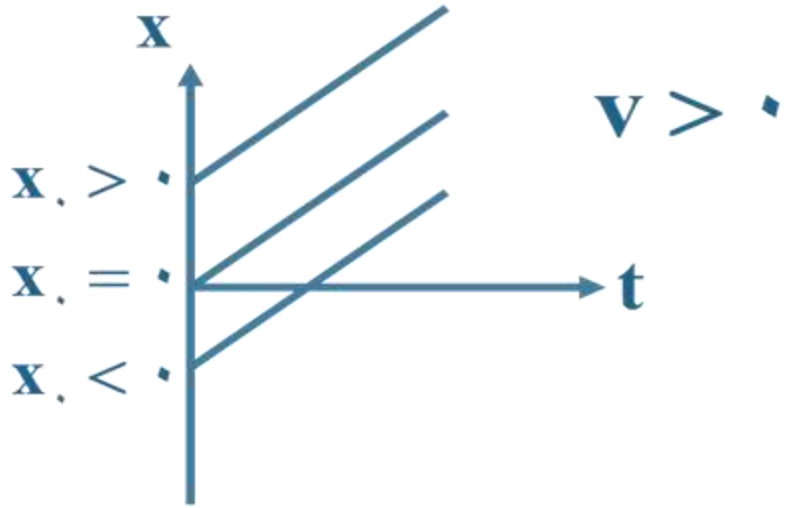
متحرک در خلاف جهت محور xها حرکت می‌کند و سرعت آن منفی است $(V < 0)$

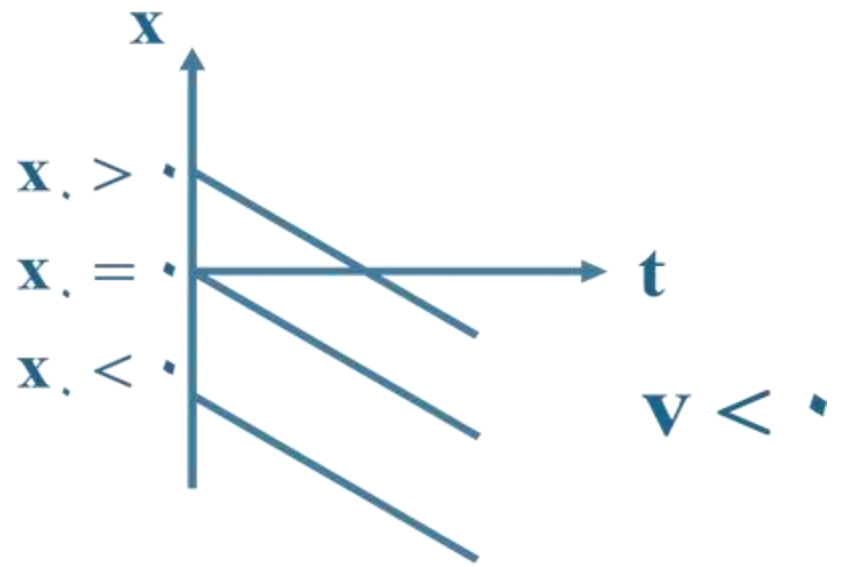


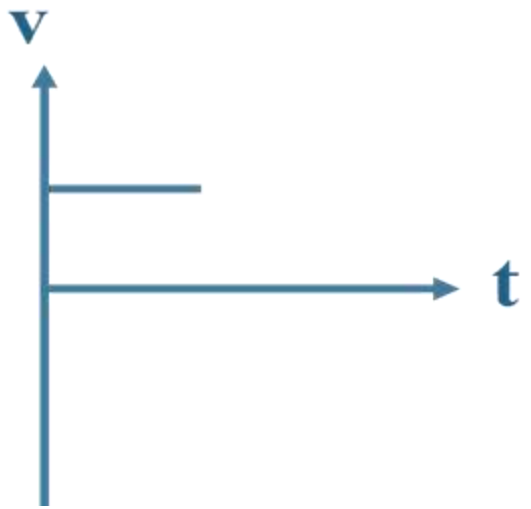
متحرک در جهت محور xها حرکت می‌کند و سرعت آن مثبت است $(V > 0)$

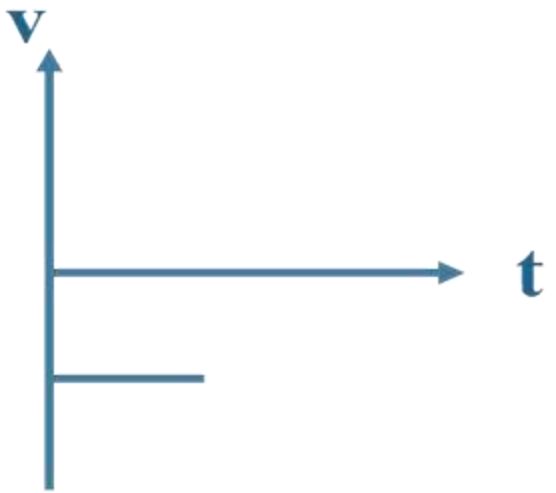
دانلود از اپلیکیشن پادرس

نمودار مکان–زمان و سرعت زمان در حرکت یکنواخت



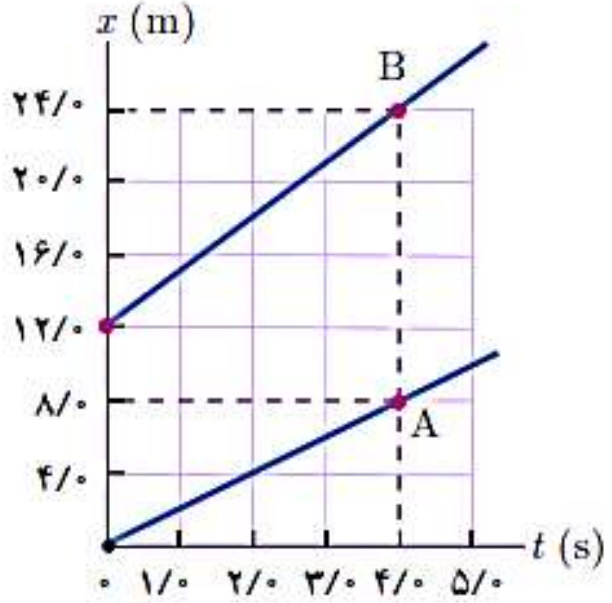






دانلود از اپلیکیشن پادرس

تمرین ۱ـ۶



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

سرعت هر متحرک را پیدا کنید و معادلهٔ مکان ــ زمان آنها را بنویسید.

شیب خط متحرک B $V_B = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۲۴\,m - ۱۲\,m}{۴\,s} = ۳\frac{m}{s}$

شیب خط متحرک A $V_A = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۸(m) - ۰}{۴s} = ۲\frac{m}{s}$

$$x = vt + x_۰ \rightarrow \begin{cases} x_B = ۳t + ۱۲ \\ x_A = ۲t + ۰ \end{cases}$$

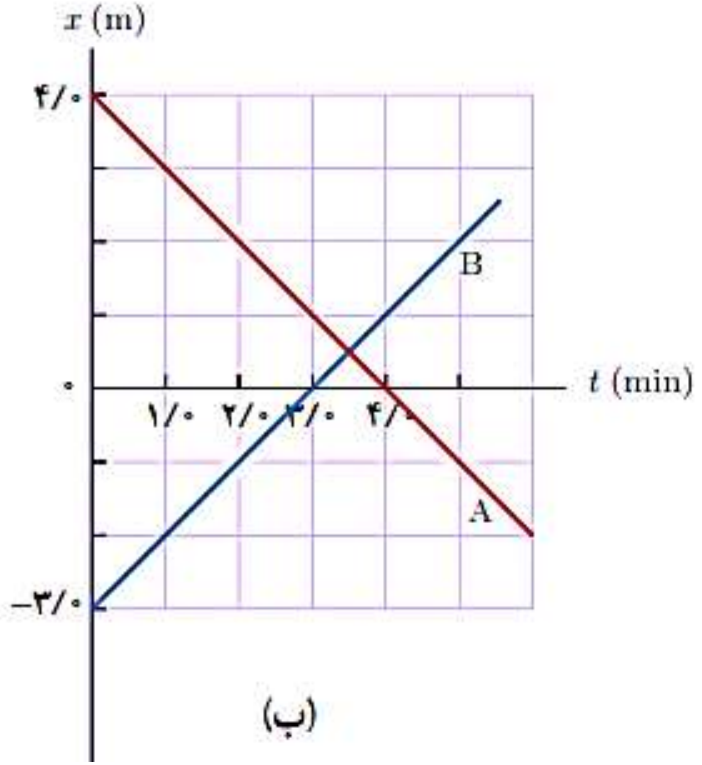
دانلود از اپلیکیشن پادرس

تمرین ۱ـ۷

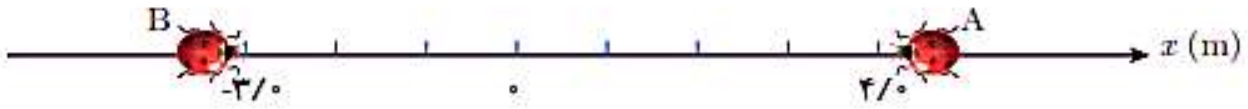
شکل الف، مکان دو کفش‌دوزک A و B را که در راستای محور x حرکت می‌کنند در لحظهٔ $t = 0\,s$ نشان می‌دهد. نمودار مکان ــ زمان این کفش‌دوزک‌ها در شکل ب رسم شده است.

الف) از روی نمودار به‌طور تقریبی تعیین کنید کفش‌دوزک‌ها در چه لحظه و در چه مکانی به یکدیگر می‌رسند.

ب) با استفاده از معادلهٔ مکان ــ زمان، زمان و مکان هم‌رسی کفش‌دوزک‌ها را پیدا کنید.



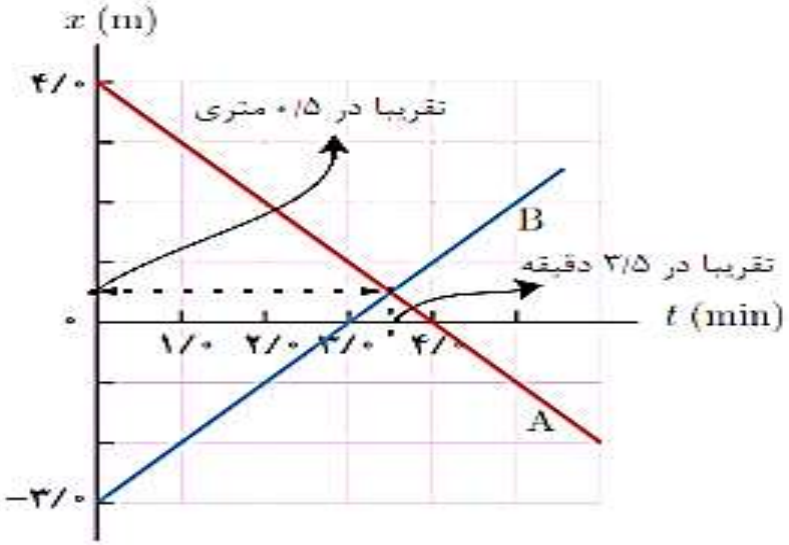
(ب)



(الف)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

الف)



ب)

$$V_A = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۰(m) - ۴(m)}{۴ min} = -۱ \frac{m}{min}$$

$$V_B = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۰\ m - (-۳)\ m}{۳\ min} = ۱ \frac{m}{min}$$

$$x = vt + x_۰ \rightarrow \begin{cases} x_A = -۱(m/min)t + ۴m \\ x_B = ۱(m/min)t - ۳m \end{cases}$$

$$x_A = x_B \rightarrow -۱(m/min)t + ۴m = ۱(m/min)t - ۳m \rightarrow$$

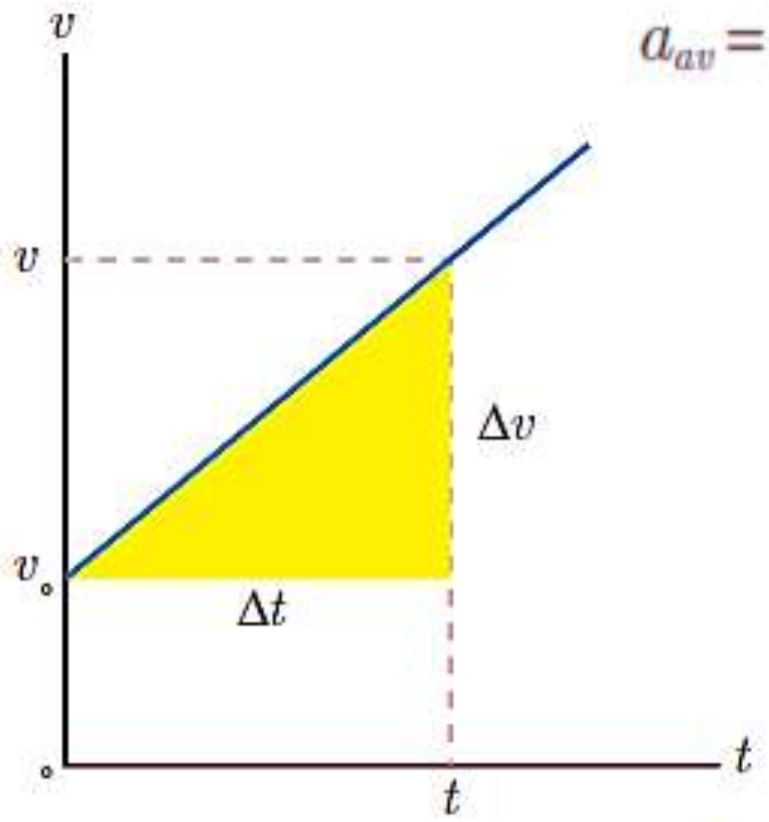
$$۲t = ۷ min \rightarrow t = ۳/۵ min$$

$$x_A = -۱(m/min) \times ۳/۵ min + ۴m = ۰/۵ m$$

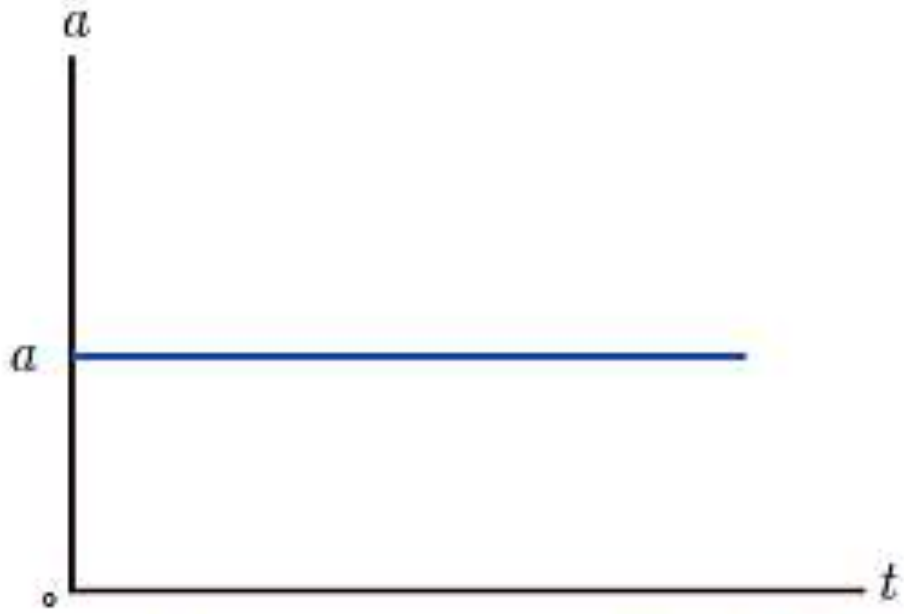
دانلود از اپلیکیشن پادرس

حرکت با شتاب ثابت

هر گاه شتاب متحرکی در لحظه‌های مختلف یکسان باشد یعنی $a_{av}=a$



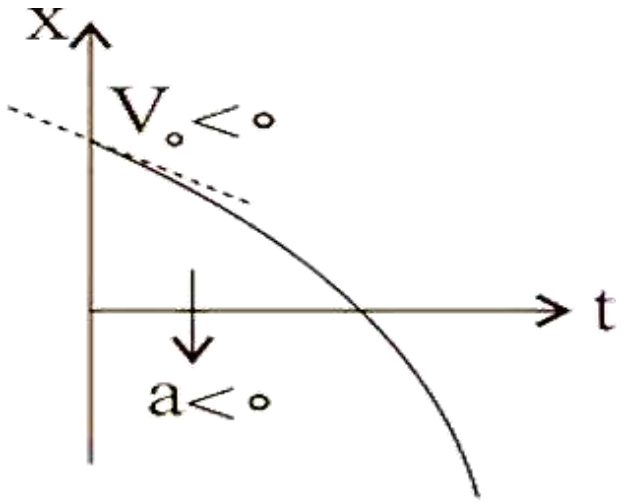
شکل ۱ـ۱۲ نمودار $v-t$ در حرکت با شتاب ثابت با فرض مثبت بودن v_0 و a

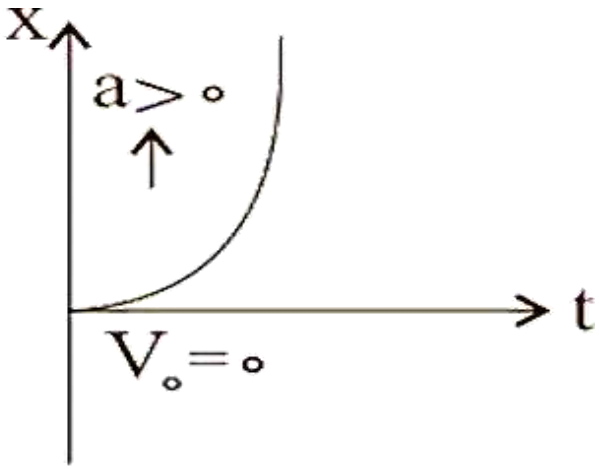


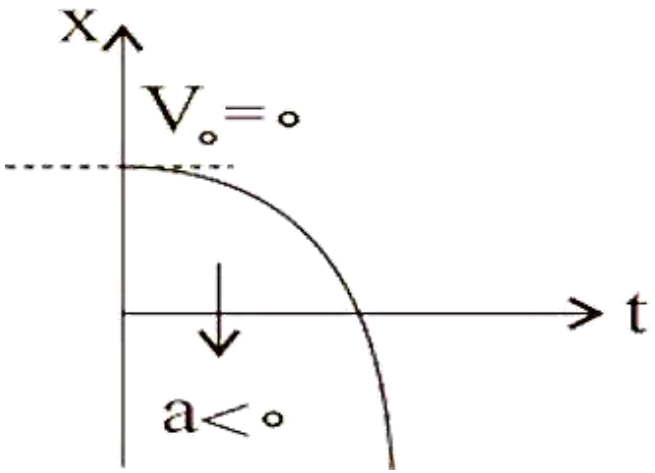
شکل ۱ـ۱۳ نمودار $a-t$ در حرکت با شتاب ثابت با فرض مثبت بودن a

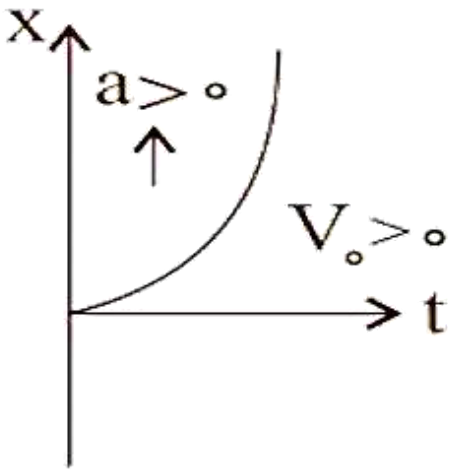
دانلود از اپلیکیشن پادرس

نمودارهای مکان زمان حرکت شتابدار ثابت:



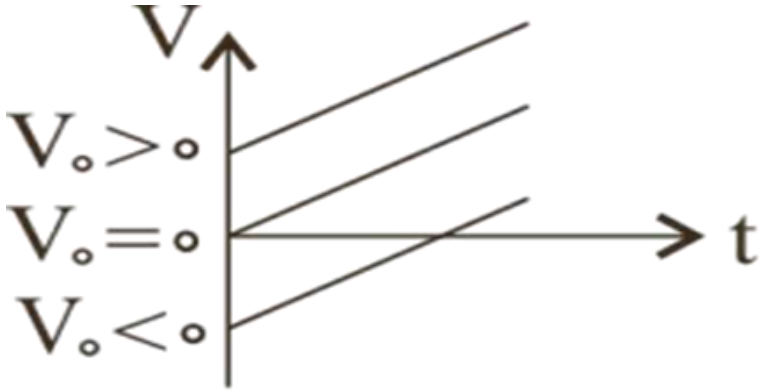


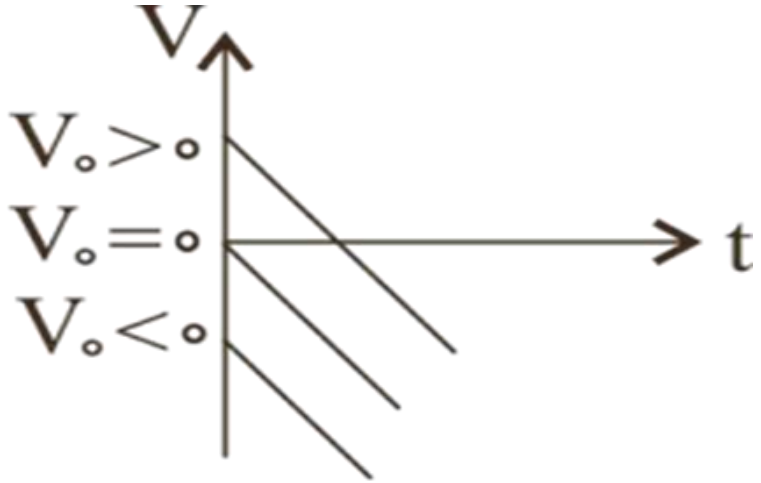


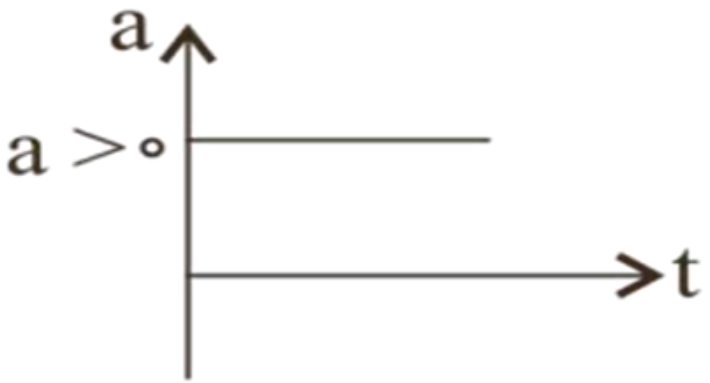


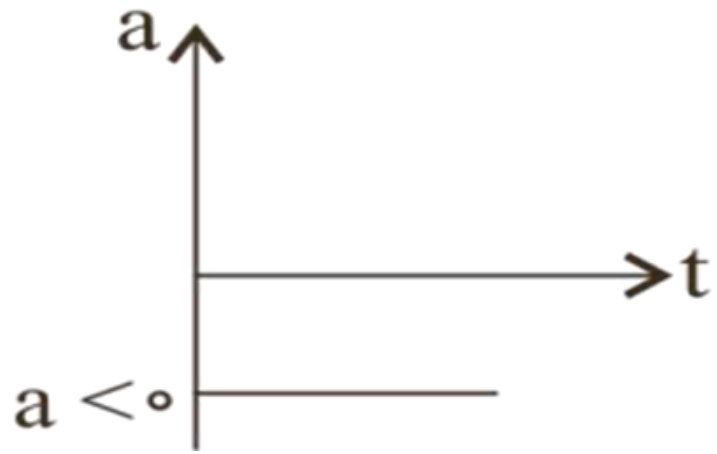
دانلود از اپلیکیشن پادرس

نمودارهای سرعت زمان و شتاب زمان حرکت شتابدار ثابت:









دانلود از اپلیکیشن پادرس

$v = at + v_0$ (معادلهٔ سرعت ــ زمان در حرکت با شتاب ثابت)

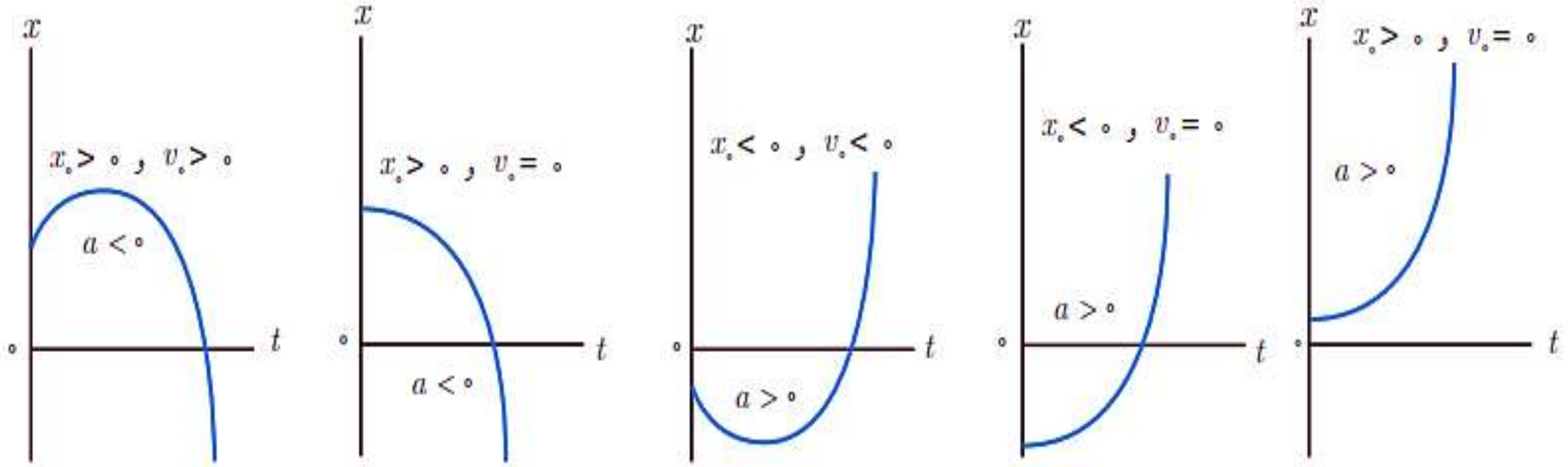
$v_{av} = \frac{v_0 + v}{2}$ (معادلهٔ سرعت متوسط در حرکت با شتاب ثابت)

$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$ (معادلهٔ مکان ــ زمان در حرکت با شتاب ثابت)

$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$ (معادلهٔ سرعت ــ جابه‌جایی در حرکت با شتاب ثابت)

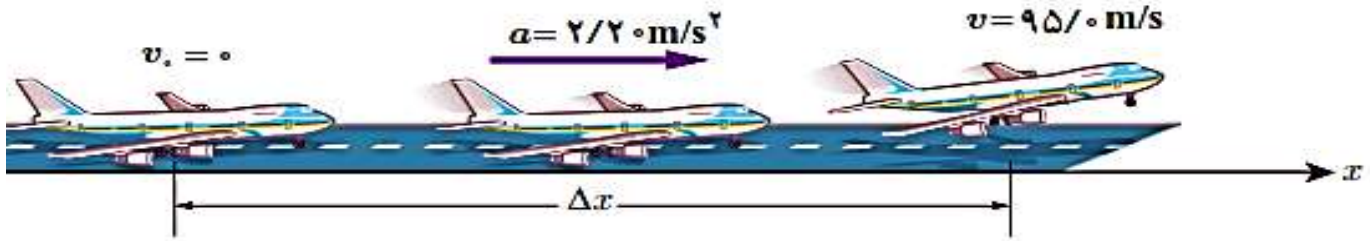
دانلود از اپلیکیشن پادرس

در این نوع حرکت، مکان متحرک تابعی درجهٔ دوم از زمان است.



دانلود از اپلیکیشن پادرس

مثال ۱ــ۱۱



شکل روبه‌رو هواپیمایی را نشان می‌دهد که از حال سکون و با شتاب ثابت روی باند پرواز و در امتداد محور x شروع به حرکت می‌کند.

الف) چه مدت طول می‌کشد تا هواپیما به شرایط برخاستن برسد؟

ب) سرعت متوسط هواپیما در این بازهٔ زمانی چقدر است؟

پ) جابه‌جایی هواپیما در این مدت چقدر است؟

پاسخ : الف) با توجه به ثابت بودن شتاب حرکت هواپیما روی باند پرواز، داده‌های روی شکل را می‌توان در معادلهٔ ۱ــ۱ جای‌گذاری کرد. به این ترتیب داریم :

$$v = at + v_0 \Rightarrow ۹۵/۰ \text{ m/s} = (۲/۲۰ \text{ m/s}^۲)t + ۰/۰ \text{ m/s} \Rightarrow t = ۴۳/۲ \text{ s}$$

در اولین فرصتی که سوار هواپیما شدید، نتیجهٔ به‌دست آمده را وارسی کنید!

ب)

$$v_{av} = \frac{v_0 + v}{۲} = \frac{۰/۰ \text{ m/s} + ۹۵/۰ \text{ m/s}}{۲} = ۴۷/۵ \text{ m/s}$$

پ) از رابطهٔ ۱ــ۴ داریم :

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta x = v_{av}\Delta t = (۴۷/۵ \text{ m/s})(۴۳/۲ \text{ s}) = ۲/۰۵ \times ۱۰^۳ \text{ m}$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تمرین ۱ـ۸

معادلهٔ سرعت ـ زمان متحرکی که در امتداد محور x حرکت می‌کند در SI به‌صورت $v=-۱/۸t+۲/۲$ است.

الف) سرعت متحرک در لحظهٔ $t=۴/۰\,s$ چقدر است؟ ب) سرعت متوسط متحرک و جابه‌جایی آن در بازهٔ زمانی صفر تا $t=۴/۰\,s$ چقدر است؟ پ) نمودار سرعت ـ زمان این متحرک را رسم کنید.

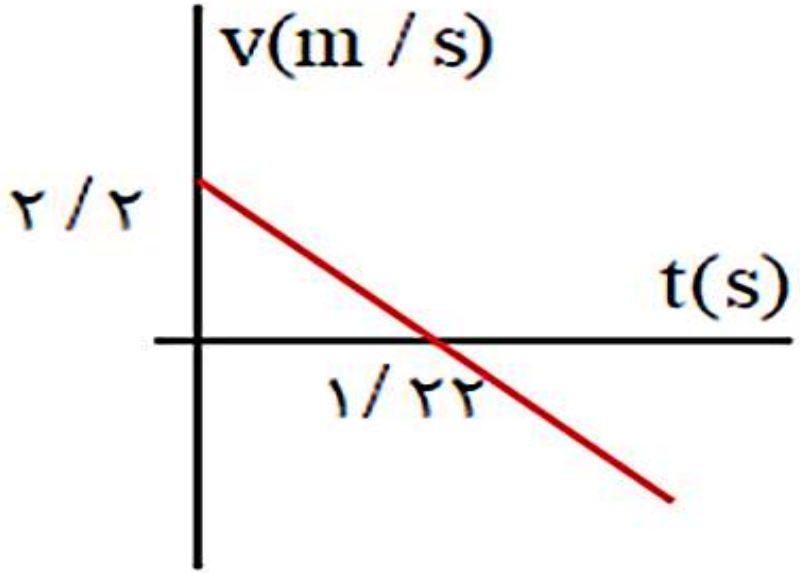
دانلود از اپلیکیشن پادرس

$$v = -۱/۸(m/s) \times ۴s + ۲/۲(m/s) = -۵(m/s)$$

$$\left.\begin{array}{l} t = ۰ \rightarrow v_{۰} = ۲/۲(m/s) \\ t = ۴s \rightarrow v = -۵(m/s) \end{array}\right\} \rightarrow v_{av} = \frac{v + v_{۰}}{۲}$$

$$v_{av} = \frac{-۵(m/s) + ۲/۲(m/s)}{۲} = -۱/۴(m/s)$$

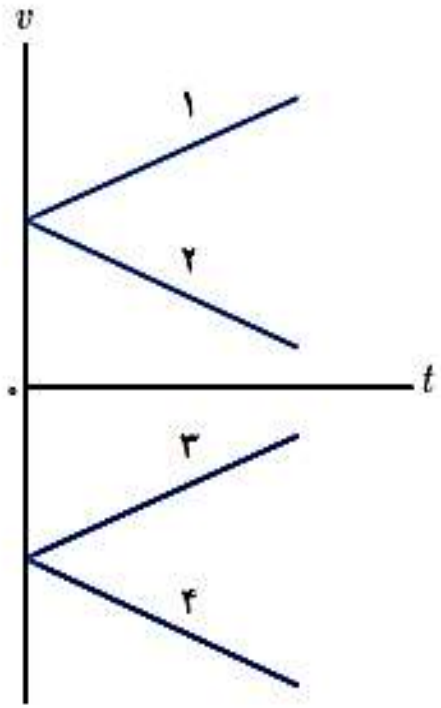
$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow \Delta x = -۱/۴(m/s) \times ۴s = -۵/۶m$$

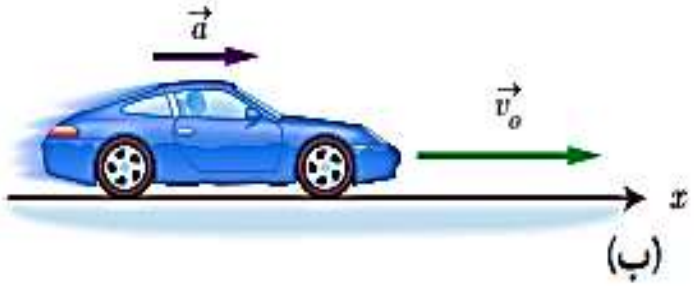


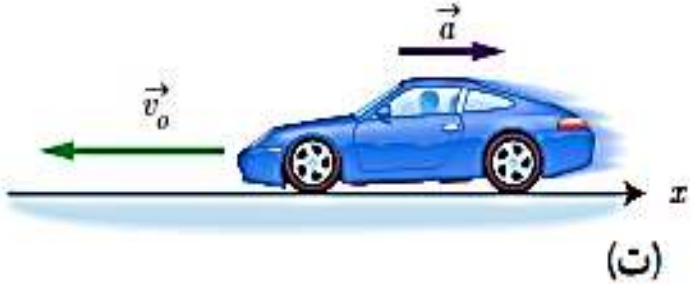
دانلود از اپلیکیشن پادرس

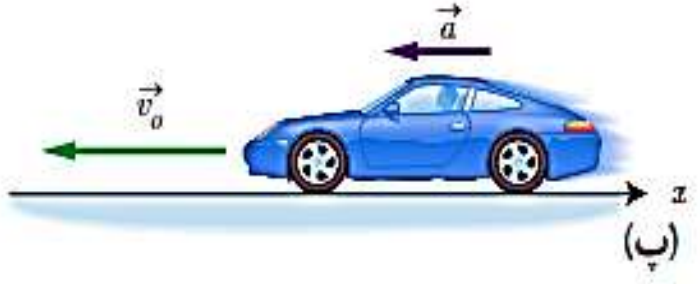
فعالیت ۱ـ۲

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 توضیح دهید تندی کدام خودرو در حال افزایش (حرکت تندشونده) و تندی کدام خودرو در حال کاهش (حرکت کُندشونده) است.









دانلود از اپلیکیشن پادرس

الف) تندی متحرک شکل ب در حال افزایش است.

$$\left.\begin{matrix} v > 0 \\ a < 0 \end{matrix}\right\} \rightarrow (۲)$$

ب) تندی متحرک شکل الف در حال کاهش است.

$$\left.\begin{matrix} v > 0 \\ a > 0 \end{matrix}\right\} \rightarrow (۱)$$

پ) تندی متحرک شکل ت در حال افزایش است.

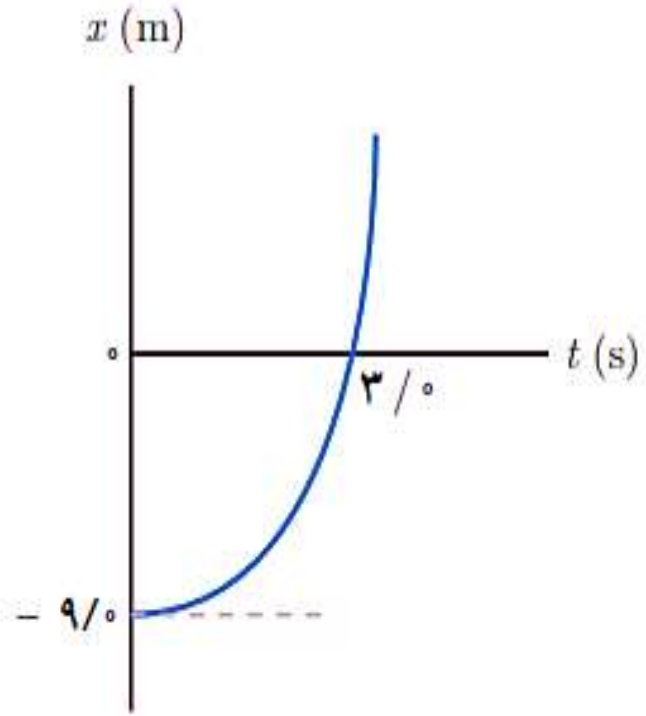
$$\left.\begin{matrix} v < 0 \\ a < 0 \end{matrix}\right\} \rightarrow (۴)$$

ت) تندی متحرک شکل پ در حال کاهش است.

$$\left.\begin{matrix} v < 0 \\ a > 0 \end{matrix}\right\} \rightarrow (۳)$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

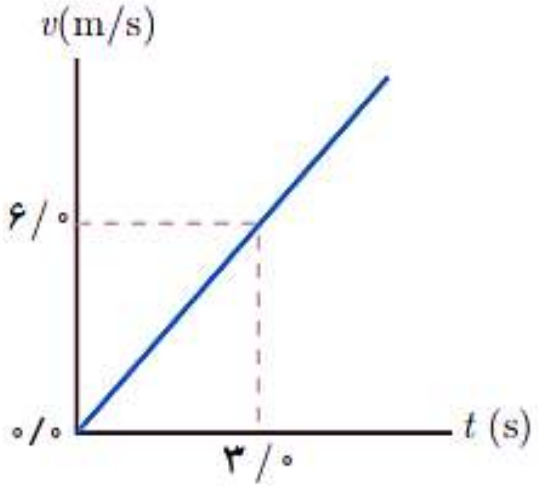
مثال ۱ـ ۱۲



شکل روبه‌رو نمودار مکان ـ زمان متحرکی را نشان می‌دهد که با شتاب ثابت در امتداد محور x حرکت می‌کند. الف) شتاب متحرک را پیدا کنید. ب) معادلهٔ سرعت ـ زمان متحرک را بنویسید و نمودار آن را رسم کنید. پ) جابه‌جایی متحرک را در بازهٔ زمانی صفر تا ۳/۰s پیدا کنید. ت) با توجه به اینکه سطح بین نمودار سرعت ـ زمان و محور زمان در هر بازهٔ زمانی برابر جابه‌جایی در آن بازه است، جابه‌جایی متحرک را در بازهٔ زمانی صفر تا ۳/۰s حساب کنید و نتیجه را با قسمت پ مقایسه کنید. ث) سرعت متوسط متحرک را در بازهٔ زمانی صفر تا ۳/۰s پیدا کنید.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

پاسخ : الف) شیب خط‌چین مماس بر منحنی در $t=۰/۰\,s$ برابر صفر است و نشان‌دهندهٔ این است که سرعت متحرک در این لحظه صفر است ($v_۰=۰/۰\ m/s$). با توجه به داده‌های روی نمودار و معادلهٔ ۱ــ۱۰ داریم :



$$x_۰=-۹/۰m \quad , \quad t=۳/۰s \rightarrow x=۰/۰m \quad , \quad v_۰=۰/۰m/s$$

$$x=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰t+x_۰ \Rightarrow ۰=\frac{۱}{۲}a(۳/۰s)^۲+۰+(-۹/۰m) \Rightarrow a=۲/۰\,m/s^۲$$

ب) از معادلهٔ ۱ــ۸ داریم :

$$v=at+v_۰ \Rightarrow v=(۲/۰\,m/s^۲)t+۰ \Rightarrow v=(۲/۰\,m/s^۲)t$$

نمودار این معادله در شکل روبه‌رو رسم شده است.

پ) با توجه به نمودار مکان ــ زمان، جابه‌جایی متحرک در بازهٔ زمانی $(۰/۰s, ۳/۰s)$ برابر $\Delta x=۰/۰-(-۹/۰m)=۹/۰m$ است.

ت) سطح بین منحنی سرعت و محور زمان در نمودار سرعت ــ زمان، برابر $(\frac{۱}{۲}\times ۶/۰\,m/s)(۳/۰\,s)=۹/۰\,m$ است که با نتیجهٔ قسمت پ سازگار است.

ث) از رابطهٔ ۱ــ۴ داریم :

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۹/۰m}{۳/۰s}=۳/۰\,m/s$$

توجه کنید که می‌توانستیم سرعت متوسط در این بازهٔ زمانی را از رابطهٔ $v_{av}=\frac{(v_۰+v)}{۲}$ نیز حساب کنیم که به همین نتیجه می‌رسد.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تمرین ۱ــ۹

خودرویی با سرعت ۱۸/۰km/h در امتداد مسیری مستقیم از چهارراهی می‌گذرد تندی آن با شتاب ۱/۰m/s^۲ افزایش می‌یابد. سرعت خودرو پس از ۳۰۰m جابه‌جایی چقدر است؟

$$x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t \rightarrow ۳۰۰m = \frac{۱}{۲} \times ۱(m/s^۲)t^۲ + ۵(m/s)t$$

$$۶۰۰s^۲ = t^۲ + ۱۰st \rightarrow (t - ۲۰s)(t + ۳۰s) = ۰ \rightarrow t = ۲۰s$$

$$v = at + v_۰ = ۱m/s^۲ \times ۲۰s + ۵m/s = ۲۵m/s$$

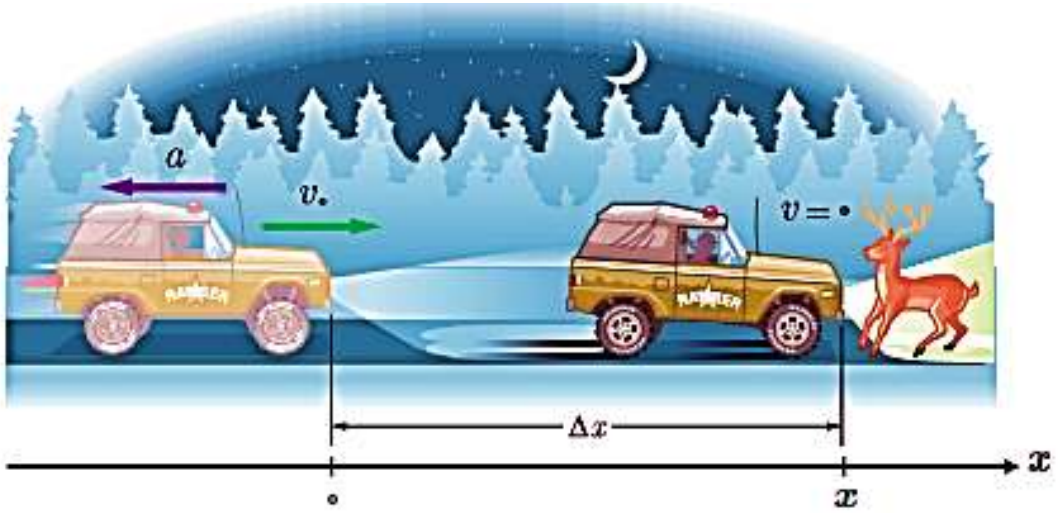
راه دیگر، پس از مطالعه قسمت بعدی کتاب

$$v_۰ = ۱۸km/h = ۱۸ \times \frac{m}{۳/۶s} = ۵m/s$$

$$v^۲ - v_۰^۲ = ۲a\Delta x \rightarrow v^۲ - (۵m/s)^۲ = ۲ \times ۱m/s^۲ \times ۳۰۰m$$

$$v = \sqrt{۶۲۵(m^۲/s^۲)} = ۲۵m/s$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس



محیط‌بان یک پارک حفاظت شده هنگام گشت شبانه، با تندی ۴۰/۰km/h در جاده‌ای مستقیم در حرکت است که ناگهان گوزنِ بدون حرکتی را در جلوی خود می‌بیند و ترمز می‌گیرد (شکل روبه‌رو). حرکت خودرو با شتابی به اندازهٔ $3/80 m/s^2$ کُند می‌شود تا سرانجام متوقف شود. اگر لحظه‌ای که محیط‌بان ترمز می‌گیرد، گوزن در فاصلهٔ ۲۲/۰ متری از خودرو باشد،

الف) خودرو در چه فاصله‌ای از گوزن متوقف می‌شود؟

ب) چه مدت طول می‌کشد تا خودرو متوقف شود؟

دانلود از اپلیکیشن پادرس

پاسخ : الف) حرکت خودرو را در جهت مثبت محور x فرض می‌کنیم. همچنین برای سادگی، مبدأ زمان و مکان را جایی می‌گیریم که محیط‌بان ترمز گرفته و در نتیجه $x_0 = 0/0\,\text{m}$ و $v_0 = 40/0\,\text{km/h} = 11/1\,\text{m/s}$ است. از طرفی، چون سرعت خودرو در جهت محور x به‌تدریج در حال کاهش است، شتاب آن بر خلاف جهت محور x و در نتیجه منفی خواهد شد. به این ترتیب از معادلهٔ ۱ــ۱۱ داریم :

$$v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0) \Rightarrow 0 - (11/1\,\text{m/s})^2 = 2(-3/80\,\text{m/s}^2)(x - 0)$$

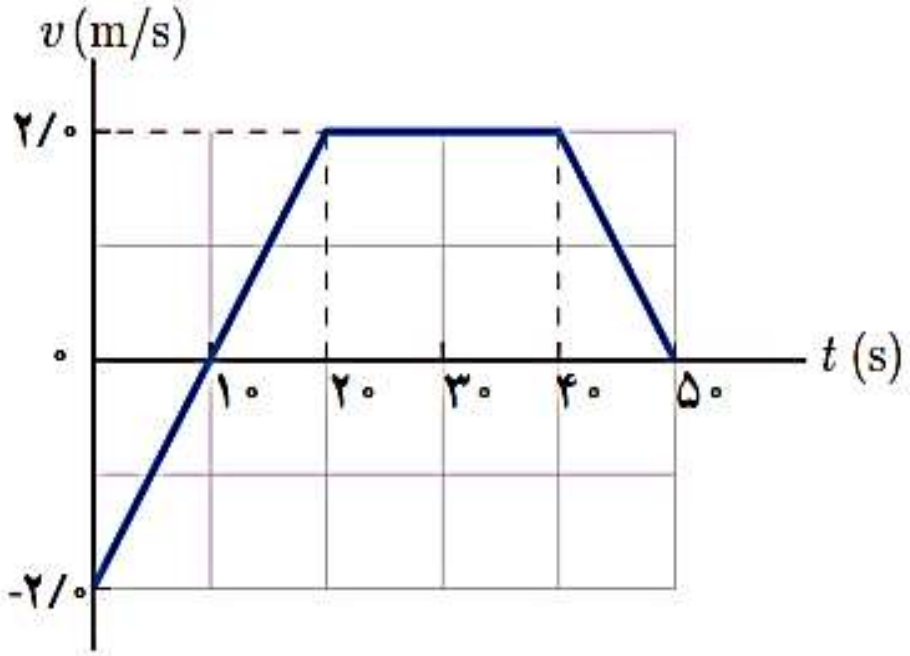
در نتیجه $x = 16/2\,\text{m}$ و خودرو در فاصلهٔ $(22/0\,\text{m} - 16/2\,\text{m}) = 5/80\,\text{m}$ از گوزن متوقف می‌شود و خوشبختانه برخوردی بین خودرو و گوزن صورت نمی‌گیرد.

ب) از رابطهٔ ۱ــ۸ داریم :

$$v = at + v_0 \Rightarrow 0/0\,\text{m/s} = (-3/80\,\text{m/s}^2)t + 11/1\,\text{m/s} \Rightarrow t = 2/92\,\text{s}$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

مثال ۱ــ ۱۴



متحرکی که در راستای محور x حرکت می‌کند در لحظهٔ $t=0$ از مکان $x_0=0$ می‌گذرد. نمودار سرعت ــ زمان این متحرک مطابق شکل روبه‌رو است.

الف) متحرک در کدام بازهٔ زمانی، در جهت محور x و در کدام بازهٔ زمانی در خلاف جهت محور x حرکت کرده است؟

ب) در چه لحظه یا لحظه‌هایی جهت حرکت متحرک تغییر کرده است؟

پ) با توجه به نمودار سرعت ــ زمان توضیح دهید در کدام بازه‌های زمانی حرکت جسم تندشونده و یا کُندشونده است.

ت) مکان متحرک را در هر یک از لحظه‌های $t_1=10\,s$، $t_2=20\,s$، $t_3=40\,s$ و $t_4=50\,s$ پیدا کنید و روی محور x نشان دهید.

ث) مسیر حرکت متحرک را رسم کنید و با توجه به آن، جابه‌جایی و مسافت طی شده را در کل زمان حرکت پیدا کنید.

ج) مساحت سطح زیر نمودار $v-t$ را حساب کنید و مقدار آن را با جابه‌جایی متحرک در قسمت قبل مقایسه کنید. مساحت بخشی از سطح را که زیر محور است منفی بگیرید.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

پاسخ : الف) با توجه به نمودار، در بازهٔ زمانی صفر تا $t_1=10\,s$، سرعت متحرک منفی است و بنابراین در جهت منفی محور x حرکت کرده است. همچنین در بازهٔ زمانی $t_1=10\,s$ تا $t_2=50\,s$، سرعت متحرک مثبت است و بنابراین در جهت مثبت محور x حرکت کرده است.

ب) تنها در لحظهٔ $t_1=10\,s$ علامت سرعت و در نتیجه جهت حرکت متحرک تغییر کرده است.

پ) در بازهٔ زمانی صفر تا $t_1=10\,s$، تندی در حال کاهش و در نتیجه حرکت کُندشونده است.

در بازهٔ زمانی $t_1=10\,s$ تا $t_2=20\,s$، تندی در حال افزایش و در نتیجه حرکت تندشونده است.

در بازهٔ زمانی $t_2=20\,s$ تا $t_3=40\,s$، حرکت با سرعت ثابت است.

در بازهٔ زمانی $t_3=40\,s$ تا $t_4=50\,s$، تندی در حال کاهش و در نتیجه حرکت کُندشونده است.

ت) در بازهٔ زمانی صفر تا $t_2=20\,s$ حرکت با شتاب ثابت است. به این ترتیب از معادلهٔ ۱ــ۸ داریم :

$$v = at + v_0 \Rightarrow (2/0\,m/s) = a(20\,s) + (-2/0\,m/s) \Rightarrow a = 0/20\,m/s^2$$

در این صورت با توجه به معادلهٔ ۱ــ۱۰، در لحظهٔ $t_1=10\,s$ داریم :

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \Rightarrow x_1 = \frac{1}{2}(0/20\,m/s^2)(10\,s)^2 + (-2/0\,m/s)(10\,s) + 0 \Rightarrow x_1 = -10\,m$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

در لحظهٔ $t_۲ = ۲۰\,s$ داریم :

$$x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰ \Rightarrow x_۲ = \frac{۱}{۲}(۰/۲۰\,m/s^۲)(۲۰\,s)^۲ + (-۲/۰\,m/s)(۲۰\,s) + ۰ \Rightarrow x_۲ = ۰$$

در بازهٔ زمانی $۲۰\,s$ تا $۴۰\,s$، حرکت با سرعت ثابت روی خط راست است. به این ترتیب با توجه به معادلهٔ ۱ــ۷، جابه‌جایی در این بازهٔ زمانی برابر است با :

$$\Delta x = v\Delta t \Rightarrow \Delta x = (۲/۰\,m/s)(۴۰\,s - ۲۰\,s) = ۴۰\,m$$

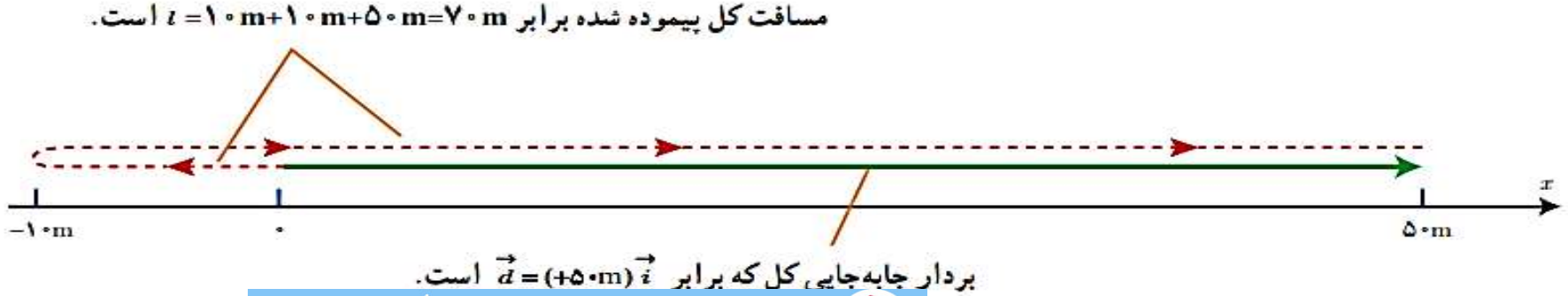
در نتیجه متحرک در لحظهٔ $t_۳ = ۴۰\,s$ در مکان $x_۳ = x_۲ + \Delta x = ۰ + ۴۰\,m = ۴۰\,m$ قرار دارد.

در بازهٔ زمانی $۴۰\,s$ تا $۵۰\,s$، حرکت با شتاب ثابت است. به این ترتیب داریم :

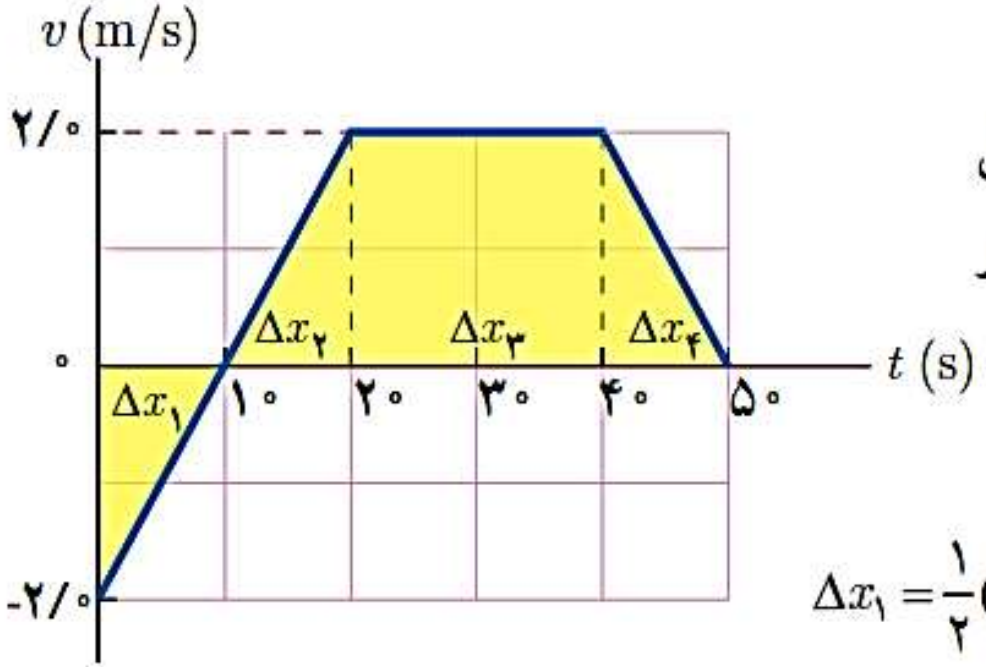
$$\Delta x = (\frac{v_۱ + v_۲}{۲})\Delta t = (\frac{۲/۰\,m/s + ۰}{۲})(۱۰\,s) \Rightarrow \Delta x = ۱۰\,m$$

در نتیجه متحرک در لحظهٔ $t_۴ = ۵۰\,s$ در مکان $x_۴ = x_۳ + \Delta x = ۴۰\,m + ۱۰\,m = ۵۰\,m$ قرار دارد.

ث) در شکل زیر جابه‌جایی و مسافت طی شده توسط متحرک در کل زمان حرکت نشان داده شده است.



دانلود از اپلیکیشن پادرس



ج) مساحت سطح زیر نمودار سرعت ــ زمان که با رنگ زرد در شکل مشخص شده است، برابر جابه‌جایی متحرک است. به این ترتیب برای هر یک از بازه‌های زمانی داریم :

$$\Delta x_۱ = \frac{۱}{۲}(-۲/۰\,\mathrm{m/s})(۱۰\,\mathrm{s}) = -۱۰\,\mathrm{m} \qquad \Delta x_۲ = \frac{۱}{۲}(۲/۰\,\mathrm{m/s})(۱۰\,\mathrm{s}) = ۱۰\,\mathrm{m}$$

$$\Delta x_۳ = (۲/۰\,\mathrm{m/s})(۲۰\,\mathrm{s}) = ۴۰\,\mathrm{m} \qquad \Delta x_۴ = \frac{۱}{۲}(۲/۰\,\mathrm{m/s})(۱۰\,\mathrm{s}) = ۱۰\,\mathrm{m}$$

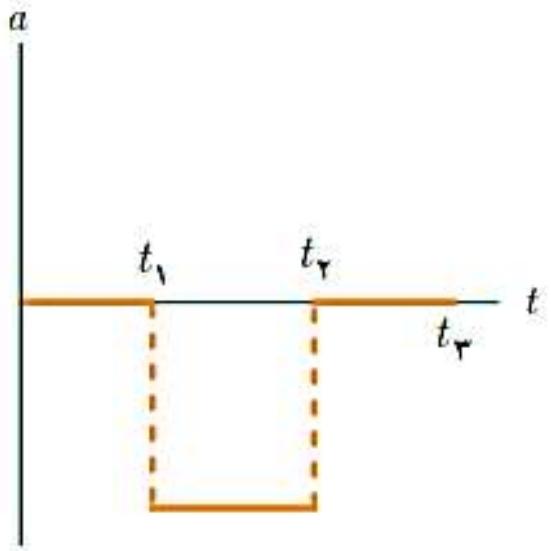
$$\Delta x = \Delta x_۱ + \Delta x_۲ + \Delta x_۳ + \Delta x_۴ = -۱۰\,\mathrm{m} + ۱۰\,\mathrm{m} + ۴۰\,\mathrm{m} + ۱۰\,\mathrm{m} = ۵۰\,\mathrm{m}$$

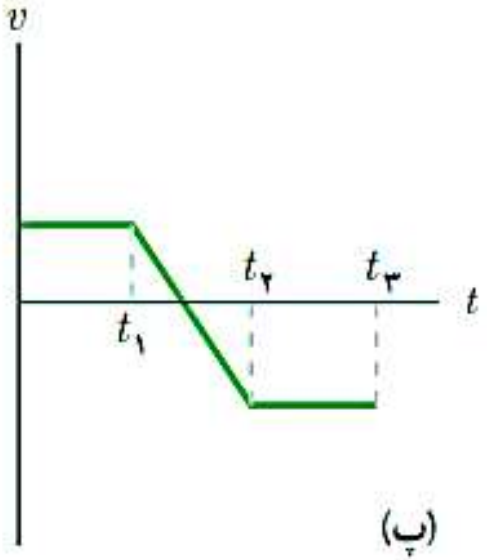
همان‌طور که از نتیجهٔ بالا دیده می‌شود، مساحت سطح بین نمودار سرعت ــ زمان و محور زمان در کل زمان حرکت، با جابه‌جایی متحرک برابر است.

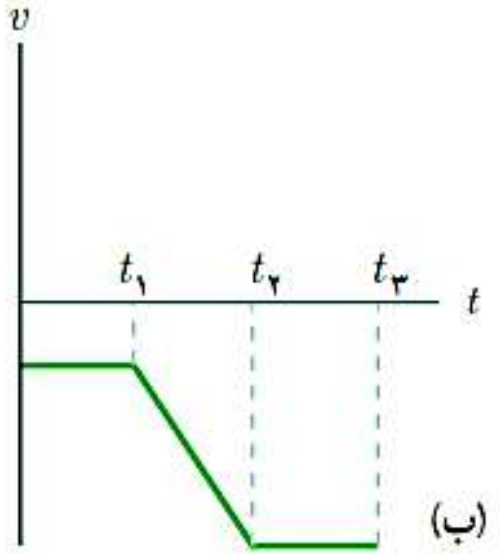
دانلود از اپلیکیشن پادرس

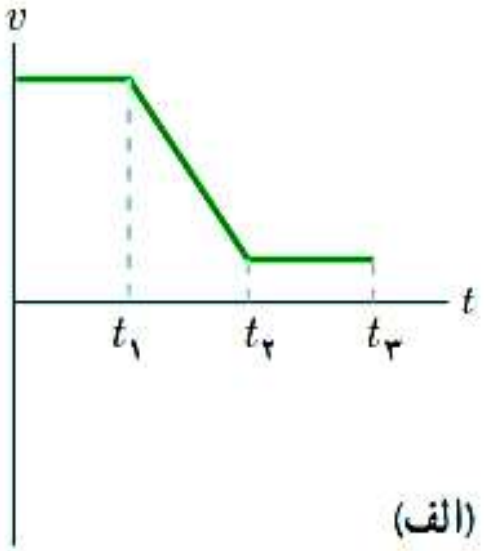
پرسش ۱ـ۷

نمودار شتاب ـ زمان متحرکی که در امتداد محور x حرکت می‌کند مطابق شکل زیر است. توضیح دهید چگونه هر یک از نمودارهای سرعت ـ زمان شکل‌های الف، ب و پ می‌تواند متناظر با این نمودار شتاب ـ زمان باشد.









دانلود از اپلیکیشن پادرس

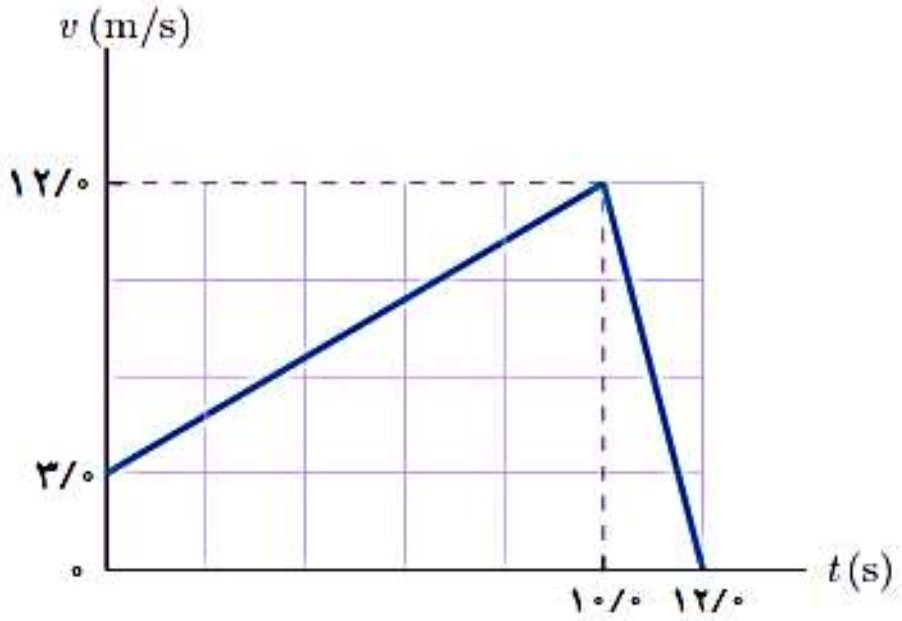
در تمام شکل های الف، ب و پ دربازه صفر تا t_1 سرعت ثابت است و شتاب صفر است.

در تمام شکل های الف، ب و پ دربازه t_1 تا t_2 سرعت با زمان تغییر می کند و شیب خط منفی می باشد و شتاب منفی است.

در تمام شکل ها الف، ب و پ دربازه t_2 تا t_3 سرعت ثابت است و شتاب صفر است.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تمرین ۱ـ۱۰



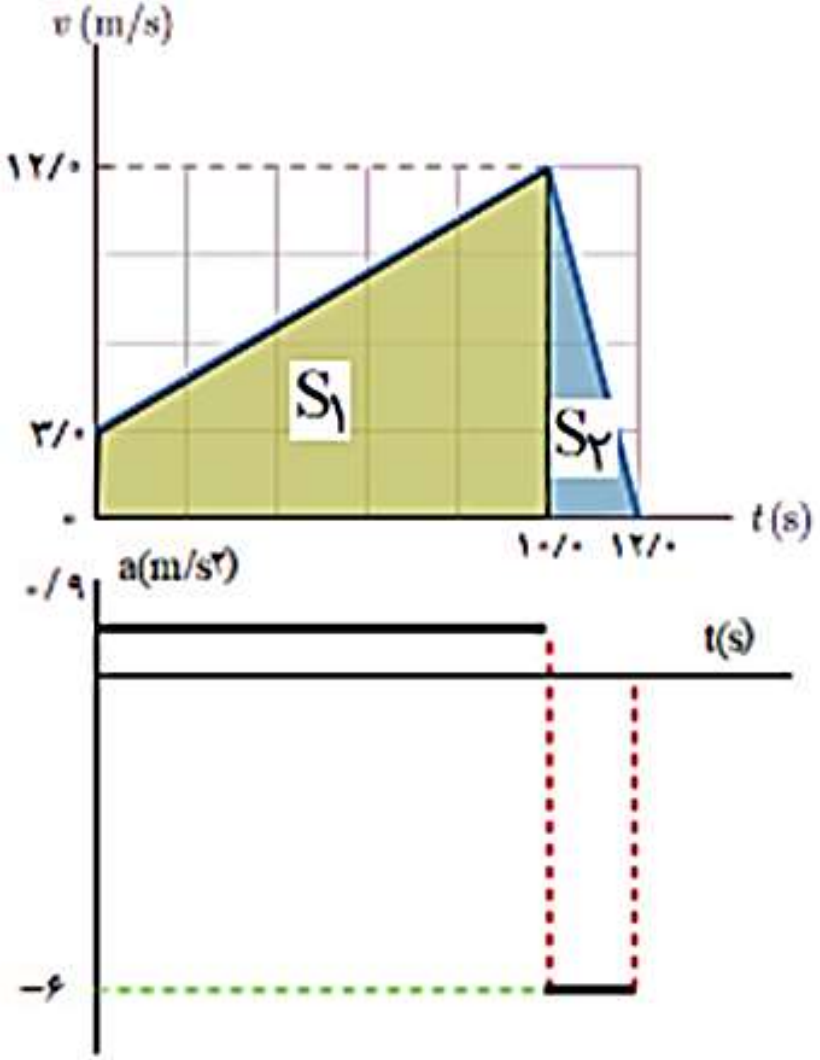
آهویی در مسیری مستقیم در امتداد محور x می‌دود. نمودار سرعت ــ زمان آهو در بازهٔ زمانی صفر تا ۱۲/۰s مطابق شکل است. در این بازهٔ زمانی

الف) مسافت کل پیموده شده توسط آهو را به‌دست آورید.

ب) جابه‌جایی آهو را پیدا کنید.

پ) نمودار شتاب ــ زمان آهو را رسم کنید.

دانلود از اپلیکیشن پادرس



الف) جهت حرکت تغییر نکرده لذا مسافت و جابجایی برابر است.

$$s = s_۱ + s_۲ =$$

$$= \left(\frac{۳(m/s) + ۱۲(m/s)}{۲} \right) \times ۱۰s + \frac{۱}{۲} \times ۱۲(m/s) \times ۲s$$

$$= ۸۷m$$

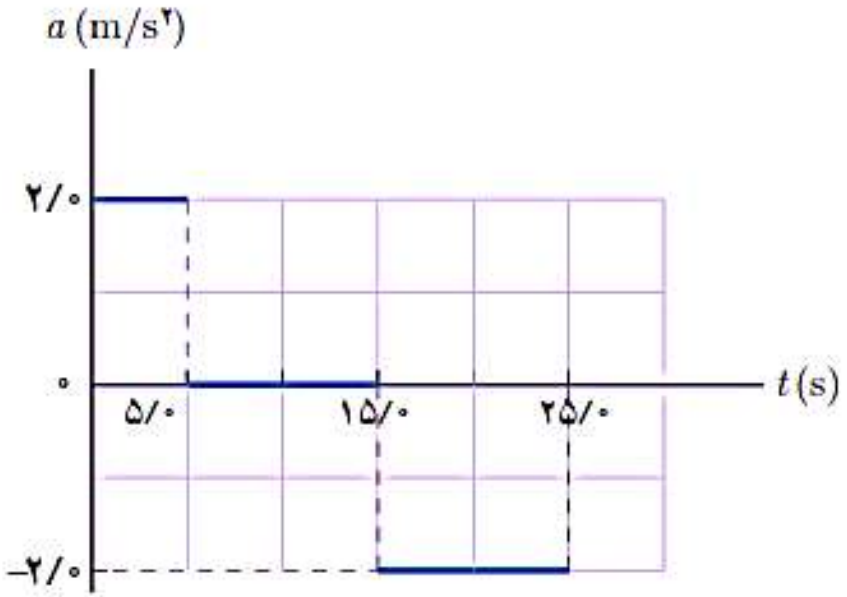
ب) $$\Delta x = s = ۸۷m$$

پ) $$a_۱ = \frac{۱۲(m/s) - ۳(m/s)}{۱۰s} = ۰/۹m/s^۲$$

$$a_۲ = \frac{۰ - ۱۲(m/s)}{۲s} = -۶m/s^۲$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تمرین ۱ـ۱۱



شکل مقابل نمودار شتاب ــ زمان یک ماشین اسباب بازی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x حرکت می‌کند. با فرض $x_0=0$ و $v_0=0$، در بازهٔ زمانی صفر تا ۲۵/۰s،

الف) نمودارهای سرعت ــ زمان و مکان ــ زمان این ماشین را رسم کنید.

ب) با توجه به نمودار سرعت ــ زمان، مشخص کنید در کدام یک از بازه‌های زمانی، حرکت ماشین تندشونده، کُندشونده یا با سرعت ثابت است.

پ) شتاب متوسط ماشین را پیدا کنید.

ت) جابه‌جایی ماشین را پیدا کنید.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

الف)

$$v = at + v_0$$

$$\Delta t_1 = 5s \rightarrow v_1 = 2\left(m/s^2\right) \times 5s + 0 = 10(m/s)$$

$$\Delta t_2 = 10s \rightarrow v_2 = v_1 = 10(m/s)$$

$$\Delta t_3 = 10s \rightarrow v_3 = -2\left(m/s^2\right) \times 10s + 10 = -10(m/s)$$

$$\Delta t_1 = 5s \rightarrow x_1 = \left(\frac{0 + 10m/s}{2}\right)5s + 0m = 25m$$

$$\Delta t_2 = 10s \rightarrow x_2 = 10m/s \times 10s + 25m = 125m$$

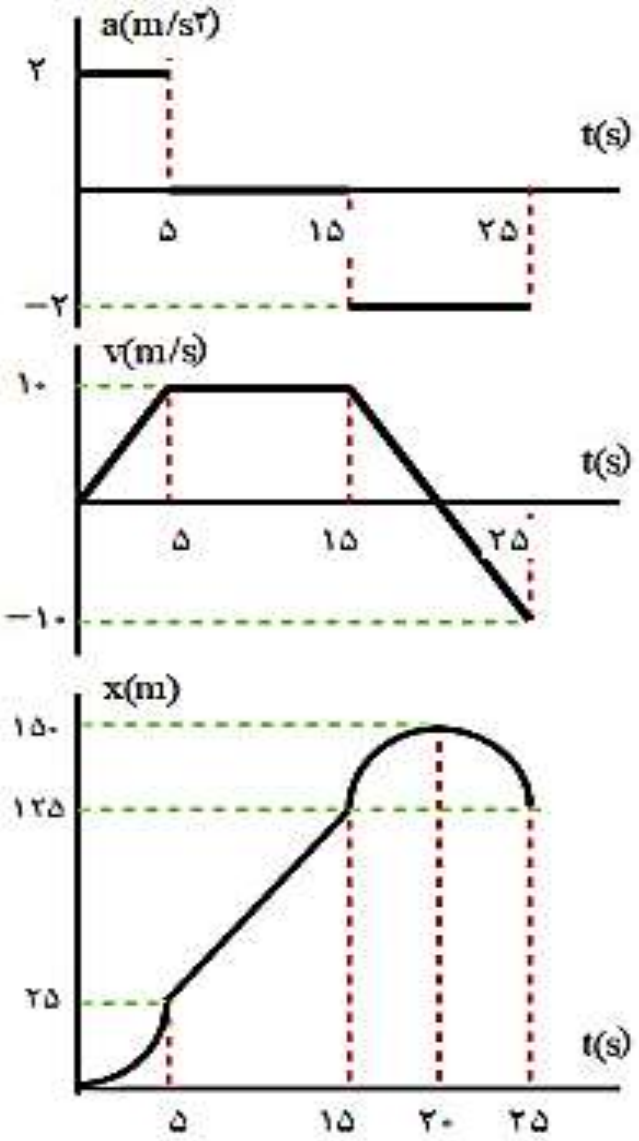
مکان ماشین را ابتدا در لحظه ی که سرعت صفر است را بدست می آوریم.

$$v = at + v_0$$

$$-2(m/s^2)\Delta t + 10m/s = 0 \rightarrow \Delta t = 5s$$

$$\Delta t_3 = 5s \rightarrow x_3 = \left(\frac{0 + 10m/s}{2}\right)5s + 125m = 150m$$

$$\Delta t_4 = 5s \rightarrow x_4 = \left(\frac{0 - 10m/s}{2}\right)5s + 150m = 125m$$

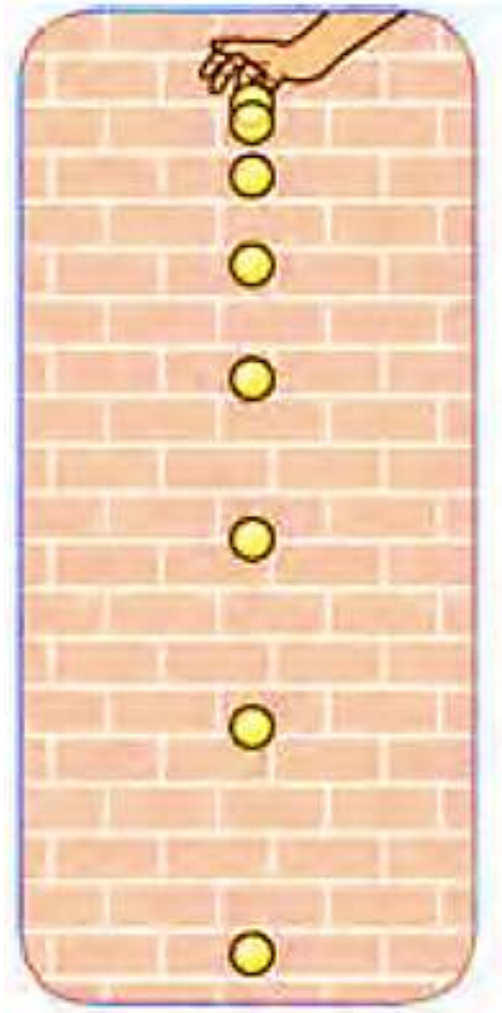


دانلود از اپلیکیشن پادرس

سقوط آزاد

به حرکت سقوط آزادانه جسمی که در نزدیکی سطح زمین فقط در اثر نیروی گرانش زمین بدون در نظر گرفتن مقاومت هوا گفته می شود

یا حرکت سقوطی جسم فقط تحت تاثیر نیروی وزن را می گویند

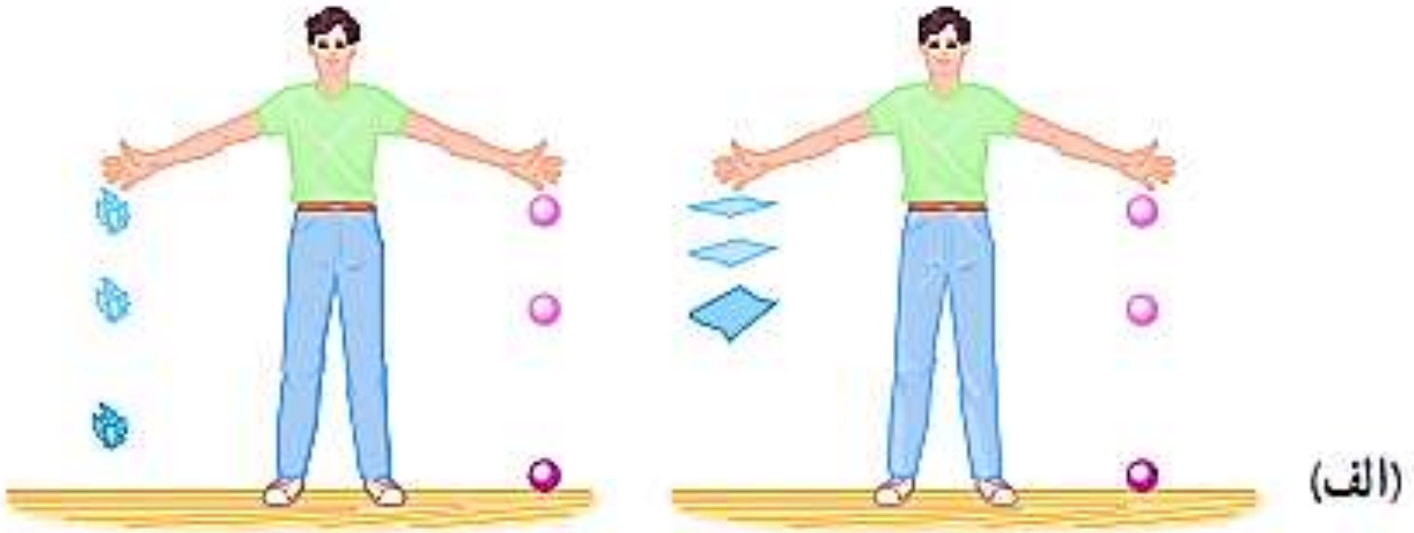


شکل ۱ـ۱۶ تصویری از یک توپ در حال سقوط آزاد، که در بازه‌های زمانی مساوی و متوالی رسم شده است.

فاصلهٔ رو به افزایش بین تصویرها نشان می‌دهد که سرعت توپ به‌طور پیوسته در حال افزایش است؛ یعنی توپ به طرف پایین شتاب می‌گیرد.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

حرکت سقوط آزاد، افزون بر رها کردن جسم، شامل پرتاب کردن جسم رو به پایین یا رو به بالا نیز می‌شود. در هر سه حالت یاد شده، جهت شتاب رو به پایین و اندازهٔ آن ثابت است و معمولاً $g = ۹/۸\ m/s^۲$ فرض می‌شود. در اینجا تنها حرکت سقوط آزاد اجسام بدون سرعت اولیه بررسی می‌شود



(ب) (الف)

شکل ۱ــ۱۵ تجربه‌ای ساده برای مقایسهٔ اثر مقاومت هوا روی حرکت سقوط آزاد گلوله، برگهٔ کاغذ و برگهٔ کاغذ مچاله شده

دانلود از اپلیکیشن پادرس

سقوط آزاد بدون سرعت اولیه : با توجه به اینکه در این کتاب تنها سقوط آزاد بدون سرعت اولیه بررسی می‌شود، معادله‌های مورد استفاده برای حل مسئله‌های این حرکت، با فرض اینکه جهت رو به بالا را مثبت بگیریم، با قرار دادن $v_0 = 0$، y به‌جای x و $-g$ به‌جای a در معادله‌های حرکت با شتاب ثابت بر مسیر مستقیم به‌دست می‌آید. به این ترتیب معادله‌های سقوط آزاد بدون سرعت اولیه به‌صورت زیر است :

$$v = -gt \qquad (۱-۱۲)$$

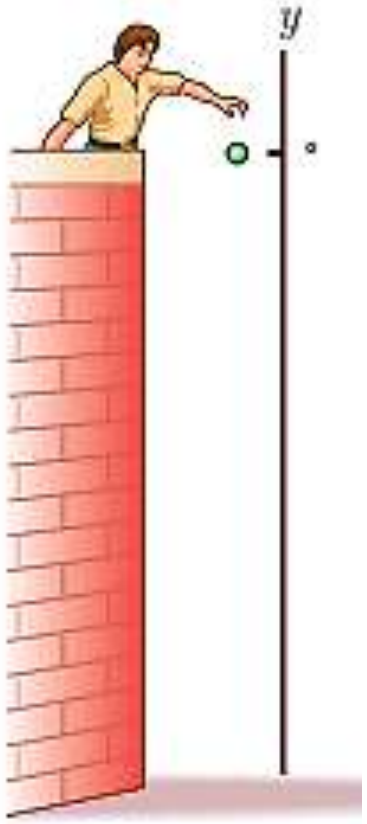
$$y = -\frac{۱}{۲}gt^۲ + y_0 \qquad (۱-۱۳)$$

$$v^۲ = -۲g(y - y_0) \qquad (۱-۱۴)$$

اگر در $t = 0$ جسم در مبدأ مکان باشد ($y_0 = 0$) معادله‌ها را به شکل ساده‌تری نیز می‌توان نوشت.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

مثال ۱ــ ۱۵



شکل مقابل شخصی را نشان می‌دهد که از بالای دیواری بلند، گلوله‌ای را رها می‌کند.

الف) پس از ۱/۰s گلوله چه مسافتی را طی می‌کند و سرعت آن به چقدر می‌رسد؟

ب) اگر ارتفاع دیوار ۱۰/۰m باشد سرعت برخورد گلوله به سطح زمین و مدت زمان کل حرکت آن را پیدا کنید.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

جهت بالا را مثبت و مبدأ مکان را محل رها شدن جسم فرض می کنیم.

$$y=-\frac{۱}{۲}gt^{۲}+y_{۰}\Rightarrow y=-\frac{۱}{۲}(۹/۸\,\mathrm{m/s^{۲}})(۱/۰\,\mathrm{s})^{۲}+۰\Rightarrow y\simeq -۴/۹\,\mathrm{m}$$

جابه‌جایی گلوله در این مدت $\Delta y=y-y_{۰}=-۴/۹\mathrm{m}$ و مسافت طی شده $۴/۹\mathrm{m}$ است.

$$v=-gt=-(۹/۸\mathrm{m/s^{۲}})(۱/۰\,\mathrm{s})=-۹/۸\,\mathrm{m/s}$$

$$v^{۲}=-۲g(y-y_{۰})=-۲(۹/۸\mathrm{m/s^{۲}})(-۱۰/۰\mathrm{m}-۰)=۱۹۶\,\mathrm{m^{۲}/s^{۲}}\Rightarrow v=\pm ۱۴\mathrm{m/s}$$

چون جهت بالا را مثبت فرض کردیم، علامت منفی برای سرعت برخورد گلوله با سطح زمین قابل قبول است، یعنی $v=-۱۴\ \mathrm{m/s}$.

$$v=-gt\Rightarrow -۱۴/۰\mathrm{m/s}=-(۹/۸\,\mathrm{m/s^{۲}})t\Rightarrow t=۱/۴\mathrm{s}$$

$$y=-\frac{۱}{۲}gt^{۲}+y_{۰}=-۱۰\mathrm{m}=-\frac{۱}{۲}(۹/۸\,\mathrm{m/s^{۲}})t^{۲}+۰\Rightarrow t^{۲}=۲/۰\Rightarrow t=۱/۴\,\mathrm{s}$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

مثال ۱ـ ۱۶

سنگی از صخره‌ای به ارتفاع ۱۲۲/۵m نسبت به سطح زمین آزادانه سقوط می‌کند.

الف) زمان سقوط آزاد سنگ را به‌دست آورید.

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

پ) جابه‌جایی سنگ را بین دو لحظهٔ $t_1=3/0\,s$ و $t_2=4/0\,s$ به‌دست آورید.

ت) نمودارهای مکان ــ زمان، سرعت ــ زمان و شتاب ــ زمان سنگ را رسم کنید.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

جهت بالا را مثبت و مبدأ مکان را محل رها شدن سنگ فرض می کنیم

$$y=-\frac{۱}{۲}gt^{۲}+y_{۰}\Rightarrow -۱۲۲/۵\,\mathrm{m}=-\frac{۱}{۲}(۹/۸\,\mathrm{m/s^{۲}})t^{۲}+۰\Rightarrow t=۵/۰\,\mathrm{s}$$

$$v_{av}=\frac{\Delta y}{\Delta t}=\frac{-۱۲۲/۵\,\mathrm{m}}{۵/۰\,\mathrm{s}}=-۲۴\,\mathrm{m/s}$$

$$y=-\frac{۱}{۲}gt^{۲}+y_{۰}\Rightarrow y_{۱}=-\frac{۱}{۲}(۹/۸\,\mathrm{m/s^{۲}})(۳/۰\,\mathrm{s})^{۲}+۰\Rightarrow y_{۱}=-۴۴\,\mathrm{m}$$

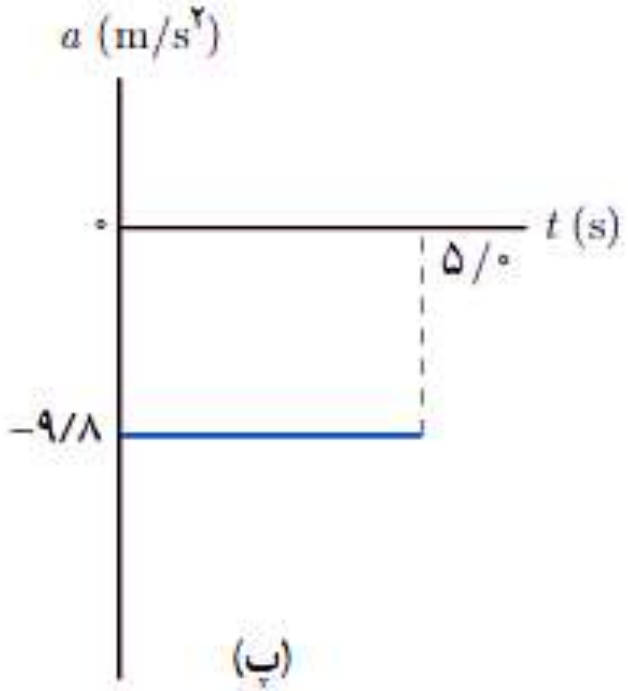
$$y=-\frac{۱}{۲}gt^{۲}+y_{۰}\Rightarrow y_{۲}=-\frac{۱}{۲}(۹/۸\,\mathrm{m/s^{۲}})(۴/۰\,\mathrm{s})^{۲}+۰\Rightarrow y_{۴}=-۷۸\,\mathrm{m}$$

$$\Delta y=y_{۲}-y_{۱}=-۷۸\mathrm{m}-(-۴۴\mathrm{m})=-۳۴\mathrm{m}$$

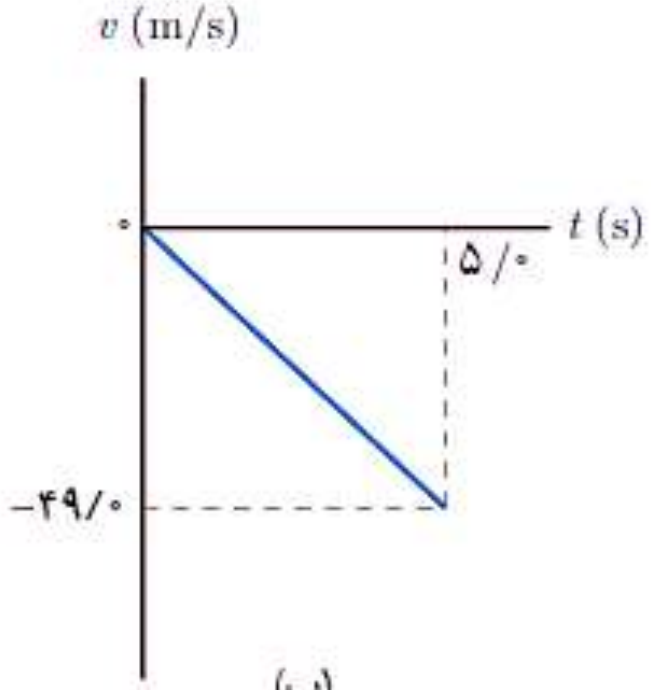
$v=-gt=-(۹/۸\mathrm{m/s^{۲}})(۵/۰\mathrm{s})=-۴۹\mathrm{m/s}$ برخورد سنگ با زمین برابر

دانلود از اپلیکیشن پادرس

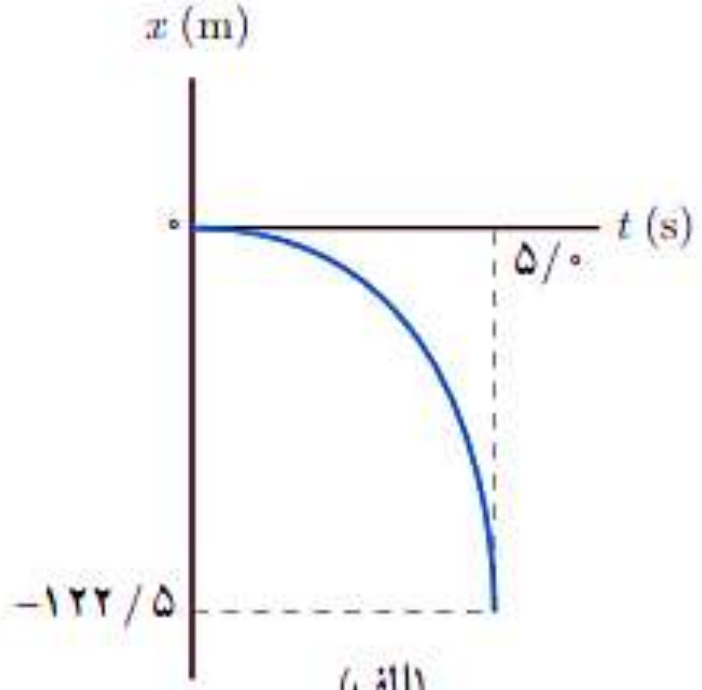
نمودارها



(پ)



(ب)

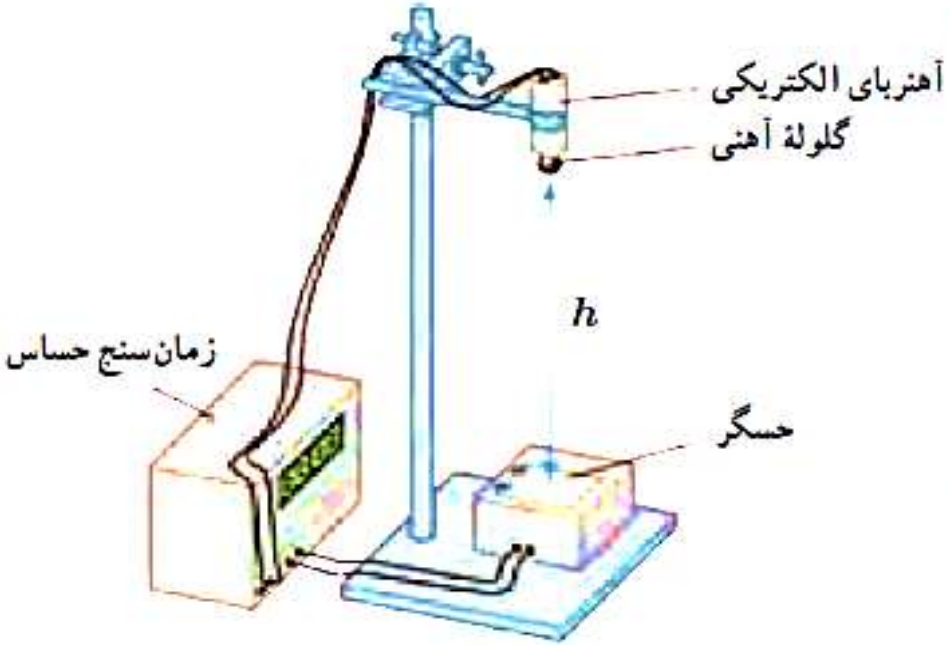


(الف)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تمرین ۱ـ۱۲

شکل مقابل اسباب انجام آزمایش ساده‌ای را نشان می‌دهد که به کمک آن می‌توان شتاب گرانش را در محل آزمایش اندازه گرفت.



الف) به نظر شما این وسیلهٔ آزمایش چگونه کار می‌کند؟

ب) در یک آزمایش نوعی، داده‌های زیر به‌دست آمده است :

$t = ۰/۲۳۰\,s$ و $h = ۰/۲۷m$

با توجه به این داده‌ها، اندازهٔ شتاب گرانش در محل آزمایش چقدر به‌دست می‌آید؟ (اشاره : اگر وسایل مشابهی در آزمایشگاه مدرسه دارید، شتاب گرانش محل خود را به کمک آن اندازه‌گیری کنید.)

الف) با رها شدن گلوله، زمان سنج دستگاه شروع به حرکت می‌کندو زمانیکه به حسگر برخود می کند، زمان سنج متوقف می شود، با اندازه گیری زمان و فاصله h به کمک خط کش، می توان شتاب گرانشی را بدست آورد.

$$g = \frac{۲h}{t^۲}$$

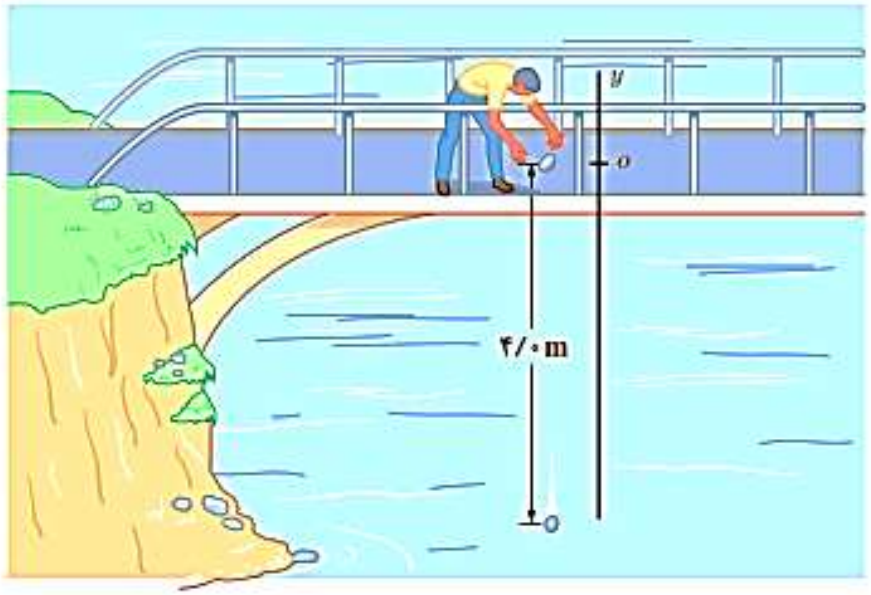
ب)

$$y = -\frac{۱}{۲}gt^۲ \rightarrow -۰/۲۷m = -\frac{۱}{۲}g(۰/۲۳s)^۲ \rightarrow g = ۱۰/۲(m/s^۲)$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تمرین ۱ـ۱۳

شکل مقابل شخصی را نشان می‌دهد که ابتدا سنگی را از بالای پلی به داخل رودخانه‌ای رها کرده است. وقتی سنگ مسافت ۴/۰m را طی می‌کند سنگ دیگری دوباره از همان ارتفاع توسط شخص رها می‌شود. توضیح دهید آیا با گذشت زمان و تا قبل از برخورد سنگ اول به سطح آب رودخانه، فاصلهٔ بین دو سنگ کاهش یا افزایش می‌یابد یا تغییری نمی‌کند.



نکته سنگ بعد از ۴ متر هنوز با سطح آب برخورد نکرده است

افزایش می یابد.

با گذشت زمان، سرعت سنگ افزایش می یابد. فاصله دو سنگ بعلت افزایش سرعت بیشتر سنگ اولی بیشتر می شود

دانلود از اپلیکیشن پادرس

دانلود از اپلیکیشن پادرس

دانلود از اپلیکیشن پادرس

دانلود از اپلیکیشن پادرس

پـــا یـــا ن

دانلود از اپلیکیشن پادرس