

کتاب کار فیزیک (۳)

تهیه کننده: کارگروه

بررسی فیزیک دوازدهم

حرکت در راستای
خط راست

اعضای کارگروه فیزیک دوازدهم :

آقای عابدینی، آقای ظهیری، آقای

انصاری تبار، آقای کردستانی، آقای

امینی نسب، سرکار خانم زارعی، سرکار

خانم علایی، سرکار خانم شهرام فروز

مفاهیم اولیه: جابجایی - مسافت - تندی - سرعت و ...

طراح و گزینشگر سوالات: آقا یان عابدینی، کردستانی، ظهیری، انصاری تبار، امینی نسب و خانمها زارعی، شهرام فروز و علایی

۱- درستی و نادرستی جملات زیر را تعیین کنید:

الف) طول یک مسیر را مسافت گویند.

ب) بردار جابجایی، پاره خط جهت داری است که مکان آغازین را به مکان پایانی متصل می‌کند.

پ) بردار جابجایی یک جسم به مسیر حرکت بستگی دارد.

ت) بردار جابجایی یک جسم به مبدا مختصات بستگی دارد.

ث) بردار جابجایی یک جسم، اطلاعاتی در مورد مسیر حرکت آن در اختیار ما قرار نمی‌دهد.

ج) بردار جابجایی یک جسم در یک مسیر بسته همواره صفر است.

پاسخ: الف) درست	ب) درست	پ) نادرست	ت) نادرست	ث) درست	ج) درست
-----------------	---------	-----------	-----------	---------	---------

۲- حرکت را تعریف کنید.

پاسخ: تغییر مکان یک جسم طی گذشت زمان نسبت به یک مرجع لخت، حرکت در فیزیک به معنی تغییر مکان جسم در ارتباط با زمان است. حرکت در فیزیک از نیرو ناشی می‌شود و با مفاهیم سرعت، شتاب، جابجایی و زمان مرتبط است. بنا بر قانون اول نیوتن، سرعت یک جسم تنها در حالتی تغییر می‌کند که نیرویی به آن وارد شود.

حرکت همیشگی بر اساس یک مرجع بررسی می‌شود و اگر مرجع ثابتی وجود نداشته باشد حرکت مطلق قابل مشاهده نیست، بنا بر همین استدلال، باید از حرکت نسبی سخن گفت. در این نگاه اگر چیزی بنا به یک مرجع ثابت باشد، به شکل نسبی در حال حرکت نسبت به مراجع دیگر است و به همین دلیل ادعا می‌شود که در جهان، همه چیز حرکت می‌کند.

۳- حرکت و سکون یک امر نسبی هستند. یعنی چه؟

پاسخ: حرکت نسبی است به این صورت که وقتی ما یک حرکتی را بیان می‌کنیم در واقع داریم موقعیت آن نسبت به یک مرجعی را آدرس می‌دهیم و در واقع حرکت تغییر موقعیت نسبت به یک مرجع است و رایج ترین مرجع کره زمین یا چیزی هایی که نسبت به کره زمین ثابت هستند است. همه نسبت به یک چیزی حرکت می‌کنند و یک ساکن مطلق نداریم. مثلاً فرد توی قطار نسبت به قطار ساکن است ولی نسبت به فرد توی ایستگاه با همان سرعت قطار در حال حرکت است.

۴- در چه صورتی می‌گوییم ذره‌ای در یک بازه زمانی در حرکت است؟

پاسخ: در صورتی که مختصات مکانی آن ذره طی گذشت زمان تغییر کند.



۵- بردار مکان چیست؟

پاسخ: برداری که ابتدای آن مبدا مختصات و انتهای آن مکان جسم باشد.

۶- بردار جابه جایی را تعریف کنید. آیا با تغییر دستگاه مختصات، بردار جابه جایی تغییر می کند؟

پاسخ: بردار جابه جایی: پاره خط جهت داری است که مکان ابتدای حرکت را به مکان پایانی حرکت متصل می کند، بردار جابه جایی به مبدا مختصات بستگی ندارد و تغییر نمی کند به ابتدا و انتهای حرکت جسم بستگی دارد. در صورتی اندازه جابه جایی با مسافت پیموده شده برابر است که جسم روی خط راست بدون تغییر جهت، حرکت کند.

۷- در چه صورت اندازه جابجایی یک جسم با مسافت پیموده شده آن برابر خواهد بود؟

پاسخ: وقتی حرکت روی خط راست باشد هم راستا و هم جهت باشند.

۸- الف) تندی متوسط و سرعت متوسط را با یکدیگر مقایسه کنید؟

ب) در چه صورت اندازه سرعت متوسط یک متحرک با تندی متوسط آن برابر است؟

پاسخ: الف) تندی متوسط نسبت به مسافت به زمان و کمیت زده ای است. سرعت متوسط نسبت جابه جایی به زمان و کمیت برداری است. همچنین سرعت متوسط در یک بازه زمانی، برابر با شیب خطی است که دو نقطه نمودار مکان- زمان مربوط به ابتدا و انتهای آن بازه را به یکدیگر وصل می کند.

ب) وقتی اندازه مسافت با جابه جایی برابر باشند، به عبارت دیگر اگر جهت سرعت تغییر نکند.

۹- دو متحرک همزمان از یک نقطه در مسیر یکسان به حرکت درمی آیند. سرعت متحرک اول در هر لحظه از متحرک دوم بیشتر است. آیا ممکن است سرعت متوسط متحرک دوم در یک بازه زمانی دلخواه بیشتر از اولی باشد؟

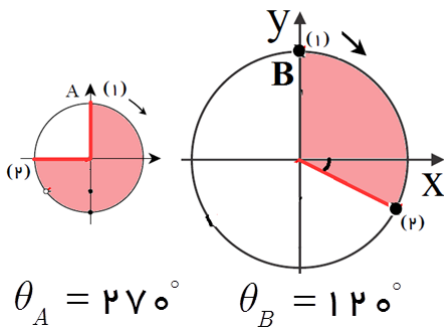
پاسخ: بله، در صورتی که مسیر خط راست نباشد؛ ممکن است جابه جایی در یک بازه زمانی برای جسم دوم بیشتر از اولی باشد و سرعت متوسط جسم دوم بزرگتر از اول شود. به عنوان مثال حرکت یک متحرک روی مسیر راست و مستقیم که برگشت هم داشته باشد، و همچنین حرکت روی مسیر دایره ای بهترین مثالها برای توجیه این پرسش هستند. دو شناگر رو تصور کنید که در مسیر رفت و برگشت یک استخر مسابقه می دهند، وقتی شناگر اول به محل اولیه برگردد سرعت متوسط صفره در صورتی که شناگر دوم که آهسته تر حرکت می کرده سرعت متوسط صفر نخواهد شد.

۱۰- به هنگام مسافرت به شمال، تینا در لحظه‌ی شروع حرکت، کیلومتر اتومبیل و لحظه‌ی جاری را یادداشت می‌کند. به هنگام رسیدن به مقصد نیز همین کار را انجام می‌دهد. او با داشتن این اعداد چگونه می‌تواند سرعت متوسط اتومبیل را حساب کند؟ آیا به اطلاعات بیشتری نیاز است؟

پاسخ: خیر نمی‌تواند مسافت پیموده شده ثبت شده است و با جابه‌جایی برابر نیست، می‌توان با داشتن نقشه و متصل کردن نقاط ابتدا و انتهای سفر جابه‌جایی را مشخص و سرعت متوسط را از تقسیم آن به زمان حرکت محاسبه کرد.

۱۱- دو متحرک A و B روی دو دایره هم مرکز به شعاع‌های $r_A = 4\text{cm}$ و $r_B = 18\text{cm}$ با تندی ثابت $s_A = 5 \frac{m}{s}$ و $s_B = 10 \frac{m}{s}$ می‌چرخند، در مدتی که متحرک A سه چهارم مسیر دایره را طی می‌کند؛ نسبت اندازه سرعت متوسط متحرک B به اندازه سرعت متوسط متحرک A را تعیین کنید. ($\pi = 3$)

پاسخ: محیط دایره از رابطه $2\pi r$ بدست می‌آید که برای متحرک A ، برابر 24cm می‌شود. داریم:



$$\Delta t_A = \Delta t_B \Rightarrow \frac{l_A}{s_A} = \frac{l_B}{s_B} \Rightarrow \frac{3}{4} \times 24 = \frac{l_B}{10} \Rightarrow l_B = 36\text{cm}$$

تعداد دور متحرک روی مسیر دایره‌ای از رابطه $N = \frac{l}{2\pi r}$ بدست می‌آید، بنابراین برای

$$N_B = \frac{l_B}{2\pi r_B} = \frac{36}{2 \times 3 \times 18} = \frac{1}{3} \text{ متحرک } B \text{ داریم:}$$

$$\begin{cases} A: \Delta x_A = 2r_A \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) = 2 \times 4 \times \sin 22.5^\circ = 4\sqrt{2} \\ B: \Delta x_B = 2r_B \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) = 2 \times 18 \times \sin 30^\circ = 18\sqrt{3} \end{cases}$$

در گام آخر، سرعت متوسط از رابطه $\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ محاسبه می‌شود. داریم: $\frac{\bar{V}_B}{\bar{V}_A} = \frac{\Delta x_B}{\Delta x_A} = \frac{18\sqrt{3}}{4\sqrt{2}} = \frac{9}{4}\sqrt{6}$

طراح و گزینشگر سوالات: آقایان عابدینی، کردستانی، ظهیری، انصاری تبار، امینی نسب و خانمها زارعی، شهرام فروز و علایی

۱۲- الف) مسافت و جابجایی را تعریف کنید. ب) مشخص کنید، هر کدام چه نوع کمیتی می‌باشد؟

پاسخ: مسافت مقدار طول مسیری است که در زمان حرکت طی می‌شود و کمیتی نرده‌ای هست. جابجایی برداری است که نقطه شروع حرکت را به نقطه پایان حرکت وصل می‌کند.

مسافت طول مسیر پیموده شده بدون در نظر گرفتن جهت هست و کمیتی نرده‌ای

ولی جابجایی کوتاهترین پاره خطی که از ابتدا به انتها رسم می‌شود و کمیتی برداری می‌باشد

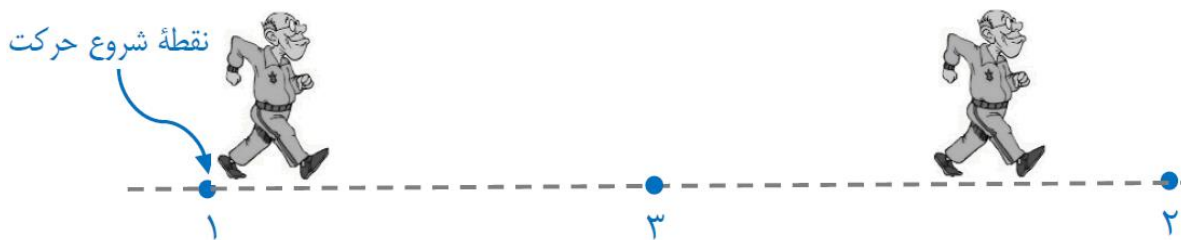
بردار جابه جایی: پاره خط جهت داری است که مکان ابتدای حرکت را به مکان پایانی حرکت متصل می کند
بردار جابه جایی به مبدا مختصات بستگی ندارد و تغییر نمی کند به ابتدا و انتهای حرکت جسم بستگی دارد.
مسافت؛ طول واقعی مسیر را نشان می دهد

جابه جایی: برداریست که نقطه شروع حرکت را به نقطه پایان حرکت متصل می کند
مسافت همیشه بزرگتر یا مساوی اندازه جابه جایی است، مسافت کمیت نرده ای ولی جابه جایی برداری است.

۱۳- مطابق شکل مقابل، شخصی از شهر (۱) روی خط راست به سمت شهر (۲) حرکت می کند. (پرسش - (کتاب درسی)

(الف) در این صورت جابجایی و مسافت طی شده توسط شخص را با هم مقایسه کنید. مسیر حرکت و جابجایی شخص را رسم کنید.

(ب) اگر شخص از شهر (۱) به شهر (۲) برود و سپس روی خط مستقیم به شهر (۳) بازگردد، در این حالت نیز مسافت و جابجایی طی شده توسط شخص را با هم مقایسه کنید. مسیر حرکت و جابجایی شخص را رسم کنید.



پاسخ: (الف) اندازه جابه جایی و مسافت برابر است، در این چون جهت و اندازه برابر است مسافت و اندازه جابجایی یکسان است.

(ب) چون شخص برگشته، اندازه جابه جایی کمتر از مسافت پیموده است، در این حالت شخص برگشته پس مسافت و جابجایی یکسان نیستند.
در هر دو تصویر جهت جابجاییها یکسانه ولی اندازه جابجایی ها فرق می کند.

۱۴- شکل زیر، مسیر حرکت ماه به دور زمین را نشان می دهد. وقتی ماه در جهت ساعتگرد از مکان (۱) به مکان (۲) برود، مسیر حرکت و بردار جابجایی آن را روی شکل مشخص و اندازه بردار جابجایی و مسافت را با هم مقایسه کنید.



(پرسش - (کتاب درسی)

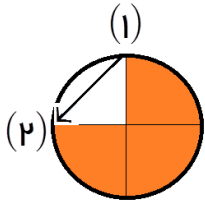
پاسخ: مسافت، قسمتی از محیط دایره از نقطه ۱ به ۲ در جهت پادساعتگرد است ولی جابه جایی برداریست که نقطه ۱ به ۲ را مستقیم و صل می کند. در مسیرهای منحنی شکل، مسافت همیشه بیشتر از

اندازه جابجایی است؛ مسافت قسمتی از محیط دایره می باشد، اما جابجایی پاره خطی که نقطه ی یک رو به دو وصل می کند (وتر دایره)

۱۵- اتومبیلی در مدت $40s$ یک بار محیط دایره‌ای افقی به شعاع $40m$ را طی می‌کند. الف) در مدت زمان $30s$ مسافت و جابجایی این اتومبیل را حساب کنید.

ب) در مدت $30s$ تندی متوسط اتومبیل چند $\frac{m}{s}$ است؟
ج) در مدت $30s$ سرعت متوسط اتومبیل چند $\frac{m}{s}$ است؟ ($\pi = 3$)

پاسخ: هنگامی اتومبیل در مدت $40s$ یک دور محیط دایره را طی می‌کند، یعنی دوره تناوب اتومبیل $40s$ است و در این مدت مسافت $2\pi r = 2 \times 3 \times 40 = 240m$ (برابر محیط دایره) را طی می‌کند. اکنون در مدت زمان $30s$ مسافت و جابجایی خواسته شده، بنابراین داریم:



$$30s \text{ در مدت } l = \frac{3}{4} \times 2\pi r = \frac{3}{4} \times 240 = 180m$$

$$30s \text{ در مدت } \Delta x = \sqrt{r^2 + r^2} = \sqrt{2}r = 40\sqrt{2}m$$

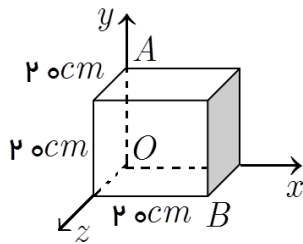
$$\bar{S} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{180}{30} = \frac{180}{30} \frac{m}{s}$$

ب) تندی متوسط نسبت مسافت به زمان است.

$$\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{40\sqrt{2}}{30} = \frac{4\sqrt{2}}{3} \frac{m}{s}$$

ج) سرعت متوسط نسبت جابجایی به زمان است.

۱۶- در شکل مقابل، متحرکی با حرکت بر روی سطوح جانبی یک مکعب توپر به ضلع $20cm$ ، خود را از نقطه A به نقطه B میرساند.



الف) اندازه بردارهای مکان و اندازه جابه‌جایی متحرک در این تغییر مکان چند سانتیمتر است؟

ب) اگر در لحظه $t = 0s$ در نقطه A و در لحظه $t = 10s$ در نقطه B قرار داشته باشد، سرعت متوسط متحرک چقدر است؟

$$\text{پاسخ: بردارهای مکان } \vec{OA} \text{ و } \vec{OB} \text{ به ترتیب برابرند با: } \vec{OA} = 20cm \text{ و } \vec{OB} = 20\sqrt{2}cm$$

$$\text{بردار جابجایی: } \Delta x = AB = \sqrt{20^2 + (20\sqrt{2})^2} = 20\sqrt{3}cm$$

$$\text{ب) سرعت متوسط: } \bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{20\sqrt{3}}{10} = 2\sqrt{3} \frac{cm}{s}$$

۱۷- پرسش: در شکل مقابل، چرخ به شعاع ۲۰cm بدون لغزش روی زمین می چرخد، جابه جایی نقطه A وقتی مرکز چرخ ۸cm جابه جا می شود، را بدست آورید؟ ($\pi = ۳$)



پاسخ: جابجایی افقی نقطه A برابر است با: $۲۰\text{cm} + ۸\text{cm} + ۱۰\text{cm} = ۳۸\text{cm}$

جابجایی قائم نقطه A برابر است با: $۱۰\sqrt{۳}\text{cm}$

$$n = ۳ \Rightarrow \Delta\theta = \frac{۴\pi}{۳} = \pi + \frac{\pi}{۳}$$

$$\Delta r = \sqrt{۱۱۰^2 + ۳۰^2} = ۱۱۱/۳۵\text{cm}$$

۱۸- تفاوت سرعت متوسط و تندی متوسط چیست؟

پاسخ: سرعت متوسط: نسبت جابه جایی متحرک به مدت زمان حرکت می باشد و کمیتی برداری است.

تندی متوسط: نسبت مسافت طی شده به مدت زمان حرکت می باشد و کمیتی نرده ای است.

۱۹- در چه صورت اندازهی تندی متوسط يك متحرك با سرعت متوسط آن متحرك برابر است؟ (پرسش -۲ کتاب درسی)

پاسخ: در صورتی که مسافت پیموده شده و جابه جایی متحرک در زمانهای یکسان برابر باشند، و این در صورتی امکان پذیر است که متحرک بر روی مسیر خط راست حرکت کند و جهت متحرک تغییر نکند.

۲۰- آیا امکان دارد اندازه سرعت متوسط از تندی متوسط بیشتر باشد؟

پاسخ: خیر، چون مسافت همیشه مساوی یا بزرگتر از جابه جایی است، در یک زمان معین تندی متوسط هم مساوی یا بیشتر از سرعت متوسط می باشد.

طراح و گزینشگر سوالات: آقایان عابدینی، کردستانی، ظهیری، انصاری تبار، امینی نسب و خانمها زارعی، شهرام فروز و علایی

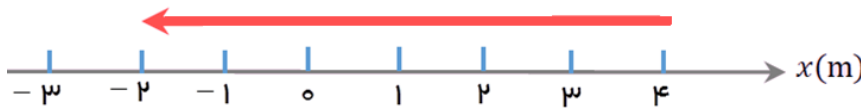
۲۱- جهت بردار سرعت متوسط هم جهت با است و هنگامی متحرکی به مبدأ حرکت خود باز می گردد، سرعت متوسط است.

پاسخ: هم جهت با بردار جابه جایی - صفر

۲۲- سرعت متوسط و جابجایی یک متحرک، از نظر علامت نسبت به هم چگونه هستند؟

پاسخ: چون زمان کمیته نرده ای و مثبت است، طبق رابطه $\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ بردارهای سرعت و جابه جایی هم جهت اند. همچنین در حرکت روی خط راست بردارهای مکان و جابجایی همراستا هستند، ولی ممکن هم جهت نباشند.

۲۳- در شکل مقابل، متحرک A از ۴m جلوی مبدأ در جهت نشان داده شده شروع به حرکت می کند و پس از ۳s به ۲m پشت مبدأ می رسد. (بیشتر از مثال ۲- کتاب درسی)



الف) در مورد علامت مکان در لحظه شروع حرکت و همچنین اندازه و علامت جابجایی متحرک A بحث کنید.

ب) در مورد علامت سرعت متوسط و اندازه آن بحث کنید.

ج) جهت حرکت در شروع چگونه خواهد بود؟ (مثبت یا منفی)

د) بردار مکان را در لحظه شروع و پایان حرکت رسم کنید.

پاسخ: الف) مکان در لحظه شروع $x = +4m$ است، چون متحرک در خلاف جهت محور x در حال حرکت است، پس علامت جابجایی و تندی آن منفی خواهد شد. $\Delta x = x_p - x_1 = -2 - (+4) = -6m$

ب) علامت سرعت متوسط، هم علامت با جابجایی متحرک است. $\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-6}{3} = -2 \frac{m}{s}$ علامت منفی سرعت بیانگر این موضوع است که متحرک در خلاف جهت محور x در حال حرکت است.

نکته) علامت سرعت بیانگر جهت حرکت متحرک است.

ج) جهت حرکت در شروع حرکت منفی است.

۲۴- در سوال بالا، اگر متحرک در جهت محور x حرکت کند، چه تغییراتی در بردارهای مکان، جابه جایی و سرعت متوسط (نسبت به مثال) بوجود می آید؟

پاسخ: وقتی جهت حرکت تغییر کند، رسم بردارهای مکان تغییری نمی کند؛ فقط جهت بردار مکان لحظه اول و دوم جابه جا می شود، بردار جابه جایی و سرعت متوسط در جهت محور x می شود.

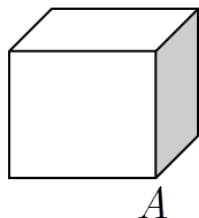
نکته مهم: بردار مکان به مبدأ دستگاه مختصات بستگی دارد، اما بردار جابجایی مستقل از مبدأ مختصات است.

۲۵- جدول زیر را برای هر چهار متحرك کامل کنید، به شرطی که متحرك در مدت زمان ۴s فاصله بین مکان آغازین و مکان پایانی را طی کند. (فعالیت ۲- کتاب درسی)

جهت حرکت	سرعت متوسط	جابجایی	مکان پایانی	مکان آغازین	
+x	$\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{10}{4} = 2.5 \frac{m}{s}$	$\Delta x = 8 - (-2) = 10m$	+8m	-2m	متحرك A
-x	$\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-10}{4} = -2.5 \frac{m}{s}$	$\Delta x = -8 - (+2) = -10m$	-8m	+2m	متحرك B
+x	$\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{8}{4} = 2 \frac{m}{s}$	$\Delta x = 16 - 8 = 8m$	+16m	+8m	متحرك C
-x	$\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-16}{4} = -4 \frac{m}{s}$	$\Delta x = -16 - (-4) = -12m$	-16m	-4m	متحرك D

B

۲۶- مورچه‌ای روی سطح خارجی يك مكعب از نقطه A به نقطه B می‌رود. بیشینه نسبت اندازه سرعت متوسط به تندی متوسط این مورچه را تعیین کنید.



پاسخ: مطابق شکل زیر، جابجایی مورچه برابر است با طول پاره خط آبی رنگ در شکل (الف):

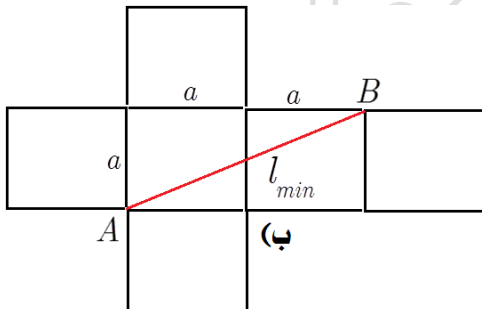
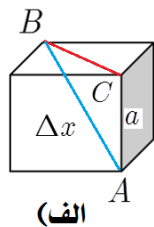
$$\Delta x = \sqrt{a^2 + (\sqrt{2}a)^2} = \sqrt{3}a$$

مسافتی که مورچه طی می‌کند، برابر است با طول پاره خط قرمز رنگ در شکل (ب):

$$l_{\min} = \sqrt{a^2 + (2a)^2} = \sqrt{a^2 + 4a^2} = \sqrt{5}a$$

$$\frac{\bar{V}}{S_{\min}} = \frac{\Delta x}{l_{\min}} = \frac{\sqrt{3}a}{\sqrt{5}a} = \sqrt{\frac{3}{5}}$$

در نهایت داریم:



۲۷- متحرکی روی خط راست در حال حرکت است، در مورد درستی و یا نادرستی گفته‌های زیر بحث کنید.

(الف) اندازه‌ی سرعت متوسط يك جسم با تندی متوسط آن برابر است.

(ب) اندازه‌ی سرعت يك جسم با تندی آن برابر است.

(پ) اگر سرعت يك جسم ثابت باشد، سرعت متوسط آن در تمامی بازه‌های زمانی با سرعت لحظه‌ای جسم برابر می‌شود.

(ت) اگر سرعت متوسط يك جسم در بازه‌های زمانی مختلف برابر باشد، آنگاه سرعت جسم ثابت است.

(ت) نادرست

(پ) درست

(ب) درست

پاسخ: اگر حرکت روی خط راست باشد؛ (الف) نادرست

۲۸- متحرکی روی مسیری که ممکن است منحنی باشد، در حال حرکت است، در مورد درستی و یا نادرستی گفته‌های زیر بحث کنید.

الف) اندازه‌ی سرعت متوسط یک جسم با تندی متوسط آن برابر است.

ب) اندازه‌ی سرعت یک جسم با تندی آن برابر است.

پ) اگر سرعت متوسط یک جسم در بازه‌های زمانی مختلف برابر باشد، آنگاه سرعت جسم ثابت است.

پاسخ: الف) نادرست

ب) درست

پ) نادرست

۲۹- با توجه به نمودار مکان - زمان مقابل، به سوالات زیر پاسخ دهید. (پیشتر از مثال ۳-۱) کتاب درسی

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

ب) در چه بازه زمانی متحرک می‌ایستد؟ و در چند

متری مبدأ ایستاده است؟

ج) در چه لحظه یا لحظاتی متحرک به $۳۰m$

مبدأ می‌رسد؟

د) در چه بازه زمانی متحرک بیشترین فاصله از

مبدأ را دارد؟ و در چند متری مبدأ قرار دارد؟

ه) جابجایی و سرعت متوسط متحرک را در بازه‌های

زمانی $(۰ - ۶s)$ ، $(۱۰s - ۱۴s)$ و

$(۱۸s - ۱۸s)$ بدست آورید.

و) در مورد جهت حرکت در هر یک از بازه‌های زمانی $(۰ - ۶s)$ ، $(۱۴s - ۱۸s)$ و $(۱۸s - ۱۸s)$ بحث کنید.

ی) در چه بازه زمانی متحرک در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند؟

ن) تندی متوسط متحرک را در کل مسیر حساب کنید.

پاسخ: الف) اگر شیب نمودار مثبت و نمودار صعودی باشد، متحرک در جهت محور $+x$ حرکت کرده است. $(۰ - ۸s)$

ب) در بازه زمانی $(۸s - ۱۲s)$ متحرک ساکن است و در $۴۰m$ مبدأ قرار دارد.

ج) در لحظات $۶s$ و $۱۳s$ در بازه زمانی $(۸s - ۱۲s)$ متحرک ساکن است و در $۴۰m$ مبدأ قرار دارد.

$$(۱۴s - ۱۰s) \Rightarrow \begin{cases} \Delta x = x_{10} - x_{14} = 40 - 20 = 20m \\ \bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{20}{10 - 14} = \frac{10}{3} \frac{m}{s} \end{cases} \quad (۰ - ۶s) \Rightarrow \begin{cases} \Delta x = x_6 - x_0 = 30 - 0 = 30m \\ \bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{30}{6} = 5 \frac{m}{s} \end{cases} \quad (۵)$$

$$(18s - 18s) \Rightarrow \begin{cases} \Delta x = x_{18} - x_8 = 20 - 40 = -20m \\ \bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-20}{18-8} = -2 \frac{m}{s} \end{cases}$$

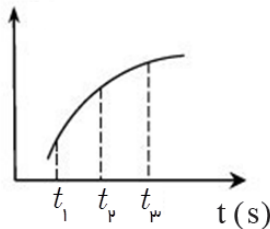
و در بازه های زمانی $(0 - 6s)$ متحرک در جهت $+x$ در حرکت است. در بازه زمانی $(6s - 18s)$ ، ابتدا در جهت $+x$ و سپس ساکن است و در بازه زمانی $(18s - 18s)$ با توجه به نمودار، متحرک ابتدا ساکن، سپس در خلاف جهت محور x و در نهایت ساکن می باشد.

ی) اگر نمودار نزولی باشد، خلاف جهت محور x حرکت کرده است. $(12s - 14s)$

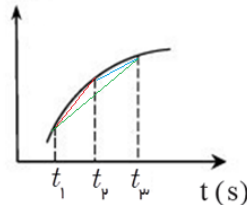
ن) کل مسافتی که متحرک طی کرده، برابر است با: $l = 40 + 20 = 60m$ آنگاه داریم: $S = \frac{l}{\Delta t} = \frac{60}{18} = \frac{10}{3} \frac{m}{s}$

۳۰- با توجه به نمودار مکان - زمان مقابل، سرعت متوسط متحرک در کدام بازه زمانی بیشتر است؟

x (cm)



x (cm)



پاسخ: در نمودار مکان - زمان شیب نمودار همیشه برابر سرعت متوسط متحرک است. بنابراین سرعت متوسط در بازه t_1 تا t_2 بیشتر است، زیرا شیب خطی که نمودار را در این دو لحظه قطع می کند؛ بیشتر است.

$$\bar{V}(t_1 - t_2) > \bar{V}(t_1 - t_3) > \bar{V}(t_2 - t_3)$$

نکته مهم: اگر نمودار مکان - زمان خط راست باشد، سرعت متوسط در تمام بازه های زمانی یکسان است و در زمان های برابر جابه جایی ها یکسان است.

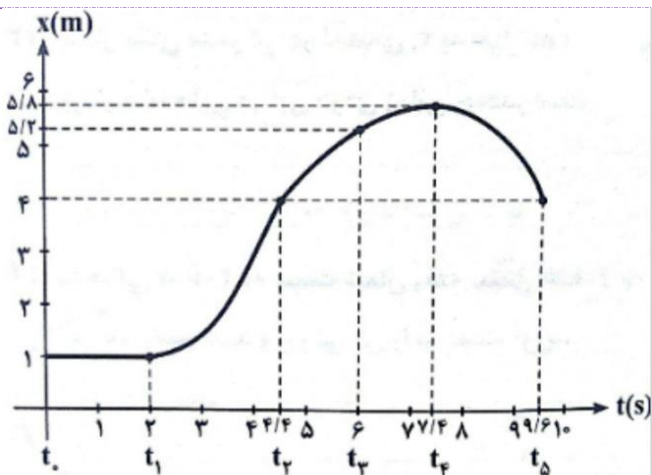
۲۱- در مورد رابطه جهت حرکت با علامت مکان، جابه جایی و علامت سرعت متوسط چه می توان گفت.

پاسخ: اگر متحرک در جهت محور x حرکت کند، بردارهای جابه جایی و سرعت متوسط مثبت و در خلاف محور x منفی است و به مکان ذره بستگی ندارد؛ یعنی مکان میتواند مثبت و یا منفی باشد.

۲۲- اگر متحرک برای لحظه ای از حرکت بایستد، سرعت متوسط متحرک صفر می شود؟

پاسخ: خیر، در یک بازه زمانی متوقف شده و سرعت متوسط صفر نیست زیرا برای سرعت متوسط نسبت کل جابه جایی به زمان کل را در نظر می گیریم.

۲۳- با توجه به نمودار مکان زمان مقابل:



الف) در هر يك از بازه های زمانی $(t_0 - t_1)$ و $(t_1 - t_2)$ و $(t_2 - t_3)$ جابه جایی چقدر است؟

ب) بیشترین فاصله متحرك تا مبدا چقدر است؟ و متحرك در چه لحظه ای در این فاصله است؟

پ) سرعت متوسط در بازه $(t_2 - t_5)$ چقدر است؟ جهت حرکت متحرك را معلوم کنید.

ت) در کدام لحظه جهت حرکت تغییر می کند؟

$$\Delta x = x_5 - x_2 = 4 - 4 = 0$$

$$\Delta x = x_3 - x_1 = 5 - 1 = 4m$$

$$\Delta x = x_1 - x_0 = 1 - 1 = 0 \quad \text{پاسخ: الف)}$$

$$\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{4 - 5/4}{1} = -1/4 \frac{m}{s} \quad \text{ب)}$$

$$t = 7/4s \text{ و } 5/4m \quad \text{ب)}$$

$$t = 7/4s \quad \text{ت)}$$

۲۴- با توجه به نمودار مکان - زمان مقابل،

الف) سرعت متوسط متحرك در ۲۰s اول چقدر است؟

ب) سرعت متوسط متحرك در بازه ۵s تا ۱۵s چقدر است؟ علامت سرعت متوسط در این بازه معرف چیست؟

ج) در کدام لحظات متحرك تغییر مسیر می دهد؟

د) در چه بازه زمانی متحرك در خلاف جهت محور x حرکت می کند؟

ه) در چه بازه زمانی متحرك در جهت محور x حرکت می کند؟

ی) نسبت جابجایی به مسافت این متحرك را در بازه زمانی صفر تا ۱۵s بدست آورید؟

ن) مسیر حرکت متحرك را بر روی پاره خط راست در بازه زمانی صفر تا ۱۵s رسم کنید.

$$\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-12 - 12}{15 - 5} = \frac{-24}{10} = -2/5 \frac{m}{s} \quad \text{ب)}$$

$$\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0 - 0}{20} = 0 \quad \text{پاسخ: الف)}$$

متوسط بیانگر این است که متحرك در خلاف جهت محور x حرکت می کند.

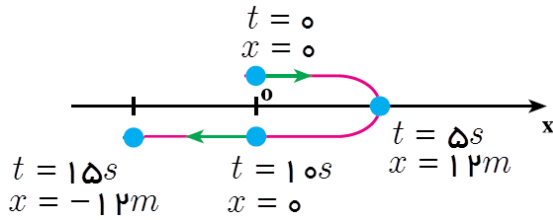
و) در بازه زمانی ۵s تا ۱۵s و بازه زمانی ۱۵s تا ۲۰s

د) در بازه زمانی ۵s تا ۱۵s

ج) در لحظات ۵s و ۱۵s ،

$$\left. \begin{aligned} \Delta x = x_{15} - x_0 = -12 - 0 = -12m \\ d = 12 + 12 + 12 = 36m \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\Delta x}{d} = \frac{12}{36} = \frac{1}{3} \quad \text{ی)}$$

ن) مسیر حرکت، مکان هندسی نقاطی است که متحرک از آنها می‌گذرد، به عبارت دیگر همان رد پای متحرک است. این مسیر با خط قرمز نشان داده شده است.



۲۵- دو متحرک A و B به فاصله $160m$ از یکدیگر قرار دارند. اگر A با سرعت ثابت $\frac{m}{s}$ و B با سرعت ثابت V همزمان به سوی هم حرکت کنند، پس از $4s$ به هم می‌رسند. V چند متر بر ثانیه است؟



پاسخ: روش اول) همازند شکل به کمک سرعت نسبی داریم:

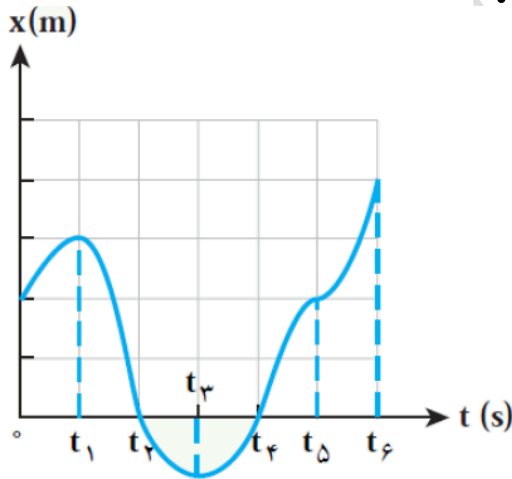
$$\Delta x = (V_A + V_B) \times \Delta t \Rightarrow 160 = (8 + V_B) \times 4 \Rightarrow (8 + V_B) = 40 \Rightarrow V_B = 32 \frac{m}{s}$$

روش دوم: مکان متحرک A را مبدأ در نظر می‌گیریم، و معادله هر متحرک را می‌نویسیم. دو متحرک زمانی به هم می‌رسند که $x_A = x_B$ داریم:

$$\begin{cases} x_A = 8t \\ x_B = -Vt + 160 \end{cases} \xrightarrow{x_A = x_B, t = 4s} 8 \times 4 = -V \times 4 + 160 \Rightarrow V = 32 \frac{m}{s}$$

طراح و گزینشگر سوالات: آقایان عابدینی، کردستانی، ظهیری، انصاری تبار، امینی نسب و خانها زارعی، شهرام فروز و علایی

۳۶- با توجه به نمودار مکان-زمان شکل روبرو، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید. (پیشتر از پرسش (-۳ کتاب درسی))



الف) متحرک چند بار از مبدأ مکان عبور می‌کند؟

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

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

د) سوی حرکت چند بار تغییر کرده است؟ در چه لحظاتی؟

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

و) در چه لحظه یا لحظاتی سرعت متحرک صفر شده است؟

ز) در چه لحظه یا لحظاتی متحرک از مبدأ می‌گذرد؟

پاسخ: الف) دو بار، در لحظه‌های t_2 و t_4

ب) در بازه‌های $(0 - t_1)$ ، $(t_1 - t_3)$ ، $(t_4 - t_6)$

ج) بازه‌های $(t_3 - t_4)$ و $(t_5 - t_6)$

ه) جابه‌جایی کل در جهت مثبت محور x است، زیرا شیب نمودار به سمت بالاست

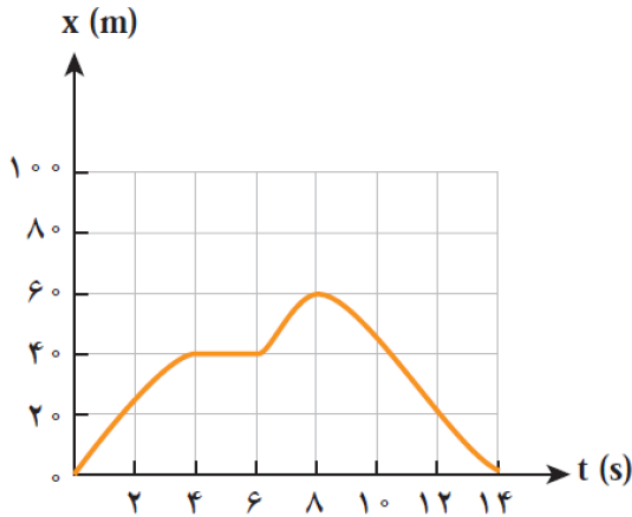
و) در لحظه‌های t_3 و t_5

د) دو بار، در لحظه‌های t_1 و t_3

ز) در لحظاتی t_2 و t_4

۲۷- شکل زیر، نمودار مکان - زمان دوچرخه سواری را نشان می دهد که روی مسیر مستقیم در حال حرکت است. (پیشتر از تمرین ۱- کتاب)

درسی



الف) در چه لحظه ای دوچرخه سوار بیشترین فاصله از مبدأ را دارد؟ این فاصله چند متر است؟

ب) در چه بازه زمانی دوچرخه سوار در جهت محور حرکت x می کند؟

ج) در چه بازه زمانی دوچرخه سوار در خلاف جهت محور x حرکت می کند؟

د) در چه بازه زمانی دوچرخه سوار ساکن است؟

ه) جابجایی دوچرخه سوار در کل مدت حرکت چقدر است؟

و) سرعت متوسط دوچرخه سوار را در هر یک از بازه های زمانی $(0, 2s)$ ، $(4s, 6s)$ ،

$(2s, 5s)$ و $(8s, 14s)$ بدست آورید؟

ی) در مدت زمانی که دوچرخه سوار به مبدأ نزدیک می شود، سرعت متوسطش را حساب کنید.

پاسخ: الف) در لحظه ای $t = 8s$ و $60m$ (ب)

در بازه های $(0 - 4s)$ ، $(6s - 8s)$ ،

ج) بازه ای $(8s - 14s)$

د) بازه ای $(4s - 6s)$

ه) جابه جایی کل برابر است با: $\Delta x = x_p - x_1 = 0$ \Rightarrow $\begin{cases} t_1 = 0, x_1 = 0 \\ t_p = 14s, x_p = 0 \end{cases}$

$$(2s, 5s) \bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{40 - 20}{5 - 2} = \frac{20}{3} \frac{m}{s} , (4s, 6s) \bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{40 - 40}{6 - 4} = 0 , (0, 2s) \bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{20 - 0}{2} = 10 \frac{m}{s}$$

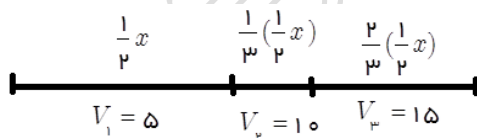
$$(8s, 14s) \bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0 - 60}{14 - 8} = -10 \frac{m}{s} : \text{داریم، در بازه ای زمانی } (8s, 14s) \text{ دوچرخه سوار به مبدأ نزدیک می شود، داریم:}$$

۲۸- متحرکی که بر روی خط راست حرکت می کند، $\frac{1}{2}$ کل مسیری را با سرعت ثابت $\frac{m}{s}$ ، $\frac{1}{3}$ باقی مانده مسیر را با سرعت ثابت $10 \frac{m}{s}$ و

بقیه ی مسیر را با سرعت ثابت $15 \frac{m}{s}$ طی می کند. اگر این متحرک جهت حرکت خود را در طول مسیر عوض نکرده باشد، سرعت متوسط متحرک در

کل مسیر حرکت چند متر بر ثانیه است؟

پاسخ: مطابق شکل مقابل داریم:



$$\bar{V} = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{t_1 + t_2 + t_3} = \frac{x}{\frac{x}{V_1} + \frac{x}{V_2} + \frac{x}{V_3}} = \frac{x}{\frac{1}{2} \frac{x}{5} + \frac{1}{3} \frac{x}{10} + \frac{2}{3} \frac{x}{15}}$$

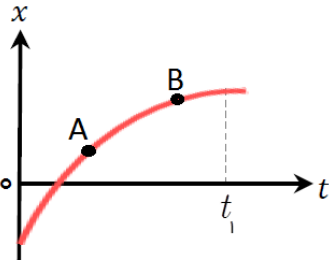
$$\bar{V} = \frac{1}{\frac{1}{10} + \frac{1}{60} + \frac{1}{45}} = \frac{360}{50} = 7.2 \frac{m}{s}$$

۳۹- متحرکی که بر روی خط راست حرکت می کند، چه کسری از فاصله ی بین دو نقطه را با سرعت $\frac{m}{s}$ و بقیه ی آن را در همان جهت با سرعت

$\frac{m}{s}$ طی کند تا سرعت متوسط در کل مسیر برابر $\frac{m}{s}$ گردد؟

- (۱) $\frac{1}{2}$ (۲) $\frac{2}{3}$ (۳) $\frac{3}{4}$ (۴) $\frac{4}{5}$

۴۰- شکل روبرو، نمودار مکان-زمان متحرکی است که در راستای محور x در حال حرکت است. (پیشتر از تمرین (۲- کتاب درسی)



(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 زمان باشد، سرعت متحرک چقدر است؟

(ج) سرعت متحرک را در دو نقطه A و B با هم مقایسه کنید.

پاسخ: (الف) سرعت متحرک رو به کاهش است، زیرا شیب خط مماس بر نمودار کاهش می یابد.

(ب) سرعت در این لحظه صفر است، زیرا شیب خط افقی که نشان دهنده سرعت در لحظه t_1 است،

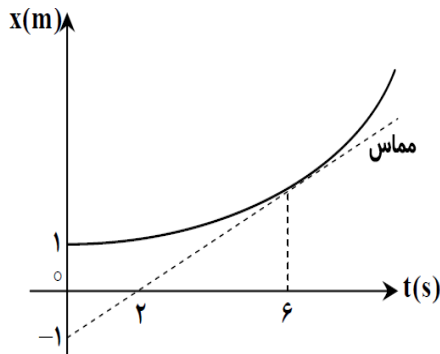
صفر است.

(ج) شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان در هر لحظه، بیانگر سرعت متحرک است؛ بنابراین شیب در نقطه A بیشتر از شیب نقطه

B است، در نتیجه $V_A > V_B$

۴۱- در نمودار مکان- زمان سهمی نشان داده شده، با توجه به مماس رسم شده سرعت متحرک در لحظه $t = 6s$ ، $\frac{1}{2} \frac{m}{s}$ می باشد، سرعت متوسط متحرک را در

بازه زمانی $(0, 6s)$ حساب کنید.



پاسخ: با توجه به اینکه شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان در هر لحظه، بیانگر

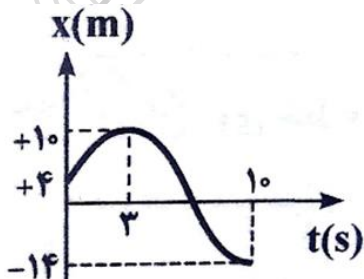
سرعت متحرک است؛

$$v = \frac{1}{2} \frac{m}{s} \Rightarrow v = \tan \alpha \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{x_6 - (-1)}{6 - 0} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{x_6 + 1}{6 - 0} \Rightarrow x_6 = 2m$$

$$\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_6 - x_0}{6 - 0} = \frac{2 - 1}{6} = \frac{1}{6} \frac{m}{s}$$

۴۲- (الف) مکان اولیه متحرک را معلوم کنید و مشخص کنید در کدام لحظه متحرک در بیشترین فاصله از مبدا قرار دارد؟

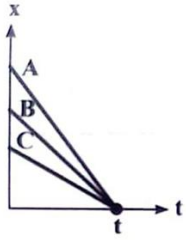
(ب) سرعت متوسط متحرک در $0s$ اول چند برابر سرعت متوسط متحرک در $3s$ اول است؟



پاسخ: (الف) $x_0 = +4m$ ، در لحظه $t = 1s$ بیشترین فاصله از مبدا را دارد.

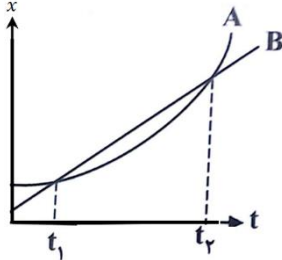
$$\left. \begin{aligned} (0, 1s) \quad \bar{V} &= \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-14 - 4}{1 - 0} = -18 \frac{m}{s} \\ (0, 3s) \quad \bar{V} &= \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{10 - 4}{3 - 0} = 2 \frac{m}{s} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{18}{2} = 9$$

۴۳- بزرگی سرعت متوسط متحرك ها در t ثانیه اول را با یکدیگر مقایسه کنید.



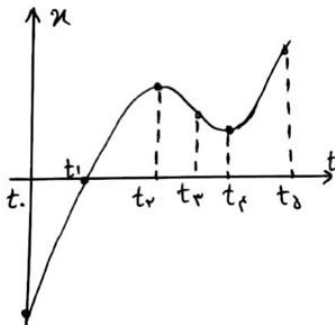
پاسخ: هر چه شیب نمودار بیشتر باشد، سرعت متوسط بیشتر خواهد شد، زیرا بازه ی زمانی هر سه نمودار یکسان است، بنابراین داریم: $\bar{V}_A > \bar{V}_B > \bar{V}_C$

۴۴- سرعت متوسط متحرك های A و B را در بازه های زمانی t_1 تا t_p مقایسه کنید.



پاسخ: سرعت متوسط هر دو متحرك برابر است، زیرا در بازه ی زمانی یکسان $(\Delta t = t_p - t_1)$ ، جابجایی هر دو متحرك یکسان است.

۴۵- نمودار متحركی در حرکت بر روی خط راست، مطابق شکل زیر است.



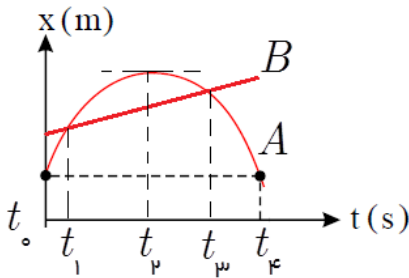
(الف) در چه لحظه (لحظاتی) جهت حرکت عوض می شود؟

(ب) در کدام بازه زمانی، حرکت خلاف جهت محور است و اندازه سرعت زیاد می شود؟

پاسخ: الف) لحظات t_1 و t_2

(ب) بازه t_2 تا t_3 تا t_4 حرکت خلاف جهت محور x می باشد، و در بازه t_3 تا t_4 سرعت افزایش یافته است.

۴۶- نمودار مکان - زمان دو متحرك A و B مطابق شکل مقابل است.



(الف) در بازه ی زمانی که سرعت متوسط برابر دارند، تندى متحرك A چگونه تغییر کرده است؟

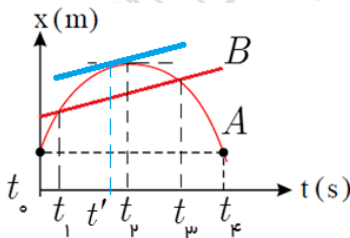
(ب) آیا لحظه ای داریم که سرعت دو متحرك (تندی و جهت حرکت) یکسان باشند؟

(ج) تندای سرعت متحرك A در چه لحظه ای بیشینه است؟

پاسخ: الف) تندى یا سرعت لحظه ای متحرك A ابتدا کاهش و سپس افزایش می یابد.

(ب) بله، در لحظه ای که شیب خط مماس بر منحنی A، موازی خط B باشد. این لحظه را با t' در شکل زیر نشان داده ایم.

(ج) در لحظه t_2

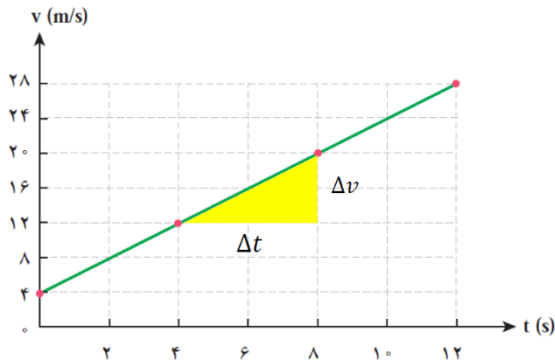


۴۷- نمودار سرعت - زمان متحرکی که بر روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر در $۱۲s$ رسم شده است. (بیشتر از مثال ۸- کتاب

درسی)

الف) اندازه و جهت شتاب متحرک را در بازه‌های زمانی $(0, ۲s)$ ، $(۴s, ۸s)$ و $(۱۰s, ۱۲s)$ بدست آورید و با هم مقایسه کنید.

ب) اندازه شتاب بدست آمده را با شیب نمودار مقایسه کنید و نتیجه را بیان کنید.
ج) این نمودار مختص چه نوع حرکتی خواهد بود؟



پاسخ: الف) $(0, ۲s) \Rightarrow \bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{۸ - ۴}{۲ - 0} = ۲ \frac{m}{s^2}$

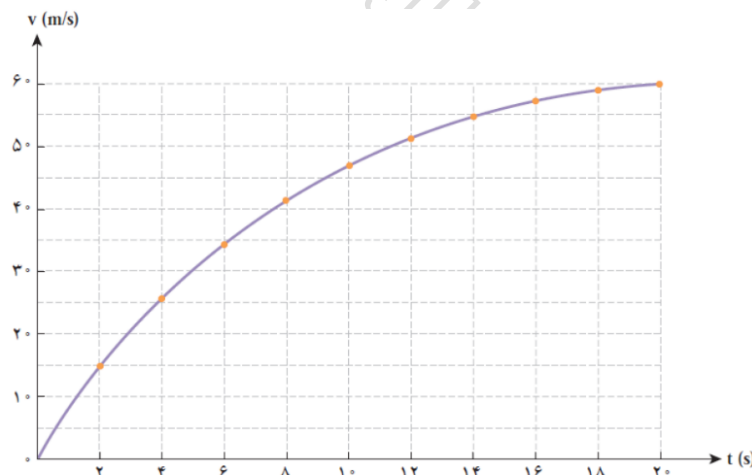
$(۴s, ۸s) \Rightarrow \bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{۲۰ - ۱۲}{۸ - ۴} = ۲ \frac{m}{s^2}$

$(۱۰s, ۱۲s) \Rightarrow \bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{۲۸ - ۲۴}{۱۲ - ۱۰} = ۲ \frac{m}{s^2}$

اندازه شتاب متوسط در همه بازه زمانی یکسان است، زیرا شیب نمودار سرعت - زمان ثابت و مثبت است و در جهت مثبت محور x است.

ب) شیب نمودار، با توجه به مثلث زرد رنگ برابر است با: $\tan \alpha = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{۲۰ - ۱۲}{۸ - ۴} = ۲ \frac{m}{s^2}$ ، این شیب با مقدار شتاب در هر بازه زمانی برابر است. نتیجه: شیب نمودار سرعت - زمان همان شتاب متحرک است.
ج) این نمودار مختص حرکت شتابدار با شتاب ثابت است.

۴۸- نمودار سرعت - زمان متحرکی که بر روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر در $۲۰s$ رسم شده است. اندازه و جهت شتاب متحرک را در بازه‌های زمانی $(0, ۲s)$ ، $(۶s, ۱۲s)$ و $(۱۶s, ۲۰s)$ بدست آورید و با هم مقایسه کنید. (تمرین ۳- کتاب درسی)



پاسخ: الف) (ف)

$(0, ۲s) \Rightarrow \bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{۱۵ - 0}{۲ - 0} = ۷.۵ \frac{m}{s^2}$

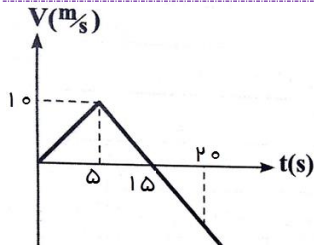
$(۶s, ۱۲s) \Rightarrow \bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{۵۰ - ۳۵}{۱۲ - ۶} = ۲.۵ \frac{m}{s^2}$

$(۱۶s, ۲۰s) \Rightarrow \bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{۶۰ - ۵۷}{۲۰ - ۱۶} = ۰.۷۵ \frac{m}{s^2}$

اندازه شتاب متوسط در همه بازه‌های زمانی یکسان نیست،

زیرا شیب نمودار سرعت - زمان متغیر است و در جهت مثبت محور x است.

نتیجه: هر گاه نمودار سرعت - زمان به صورت منحنی باشد، متحرک دارای شتاب متغیر است.



۴۹- با توجه به نمودار سرعت - زمان مقابل، محاسبه کنید:

الف) شتاب متوسط و سرعت متوسط در ۵ ثانیه اول حرکت

ب) در کدام لحظه متحرک تغییر جهت می دهد؟ شتاب در این لحظه چقدر است؟

ج) سرعت متوسط متحرک در مدت زمان ۲۰ s بدست آورید.

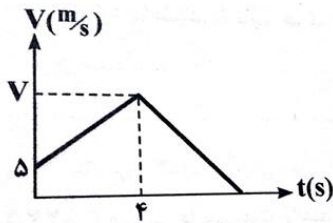
پاسخ: الف) $\Delta x = S = \frac{1}{2} \times 5 \times 10 = 25m \Rightarrow \bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{25}{5} = 5 \frac{m}{s}$ و $a = \frac{V_5 - V_0}{t_5 - t_0} = \frac{10 - 0}{5 - 0} = +2 \frac{m}{s^2}$

ب) در لحظه ۱۵s و شتاب لحظه‌ای با شتاب متوسط برابر است و مقدار آن عبارت است از: $a = \frac{V_{15} - V_5}{15 - 5} = \frac{0 - 10}{10} = -1 \frac{m}{s^2}$

ج) ابتدا سرعت را در لحظه $t = 20s$ ، با تشابه مثلثات بدست می آوریم: $\frac{10}{15 - 5} = \frac{|V_{20}|}{20 - 15} \Rightarrow |V_{20}| = 5 \Rightarrow V_{20} = -5 \frac{m}{s}$

$\Delta x = S_1 - S_2 = \frac{1}{2} \times 15 \times 10 - \frac{1}{2} \times 5 \times 5 = 75 - 12.5 = 62.5m \Rightarrow \bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{62.5}{20} = 3.125 \frac{m}{s}$

۵۰- با توجه به نمودار مقابل، اگر شتاب حرکت در قسمت اول و دوم حرکت به ترتیب $2 \frac{m}{s^2}$ و $7 \frac{m}{s^2}$ باشد.



الف) V را بیابید.

ب) متحرک تا لحظه توقف چند متر جابه جا می شود؟

پاسخ: الف) $\frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V - 5}{4} = 2 \Rightarrow V = 15 \frac{m}{s}$

ب) $a = \frac{\Delta V}{\Delta t} \Rightarrow -7 \frac{m}{s^2} = \frac{0 - 15}{t - 4} \Rightarrow -7(t - 4) = -15 \Rightarrow t = 6s$

ب) $\Delta x = S_1 + S_2 = \frac{5 + 15}{2} \times 4 + \frac{1}{2} \times 2 \times 15 = 40 + 15 = 55m$

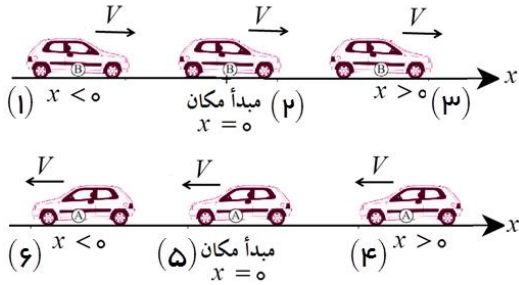
حرکت مستقیم الخط یکنواخت

طراح و گزینشگر سوالات: آقایان عابدینی، کردستانی، ظهیری، انصاری تبار، امینی نسب و خانمها زارعی، شهرام فروز و علایی

۵۱- در تمامی حالت‌های شکل زیر، خودروها در امتداد محور x و با سرعت ثابت در حرکت‌اند.

(الف) علامت سرعت اولیه و مکان اولیه را برای هر یک از خودروها بیان کنید.

(ب) نمودارهای $x - t$ حرکت هر یک از خودروها، را رسم کنید.



۵۲- الف) در چه صورت نمودار مکان-زمان متحرکی خط راست مورب است؟

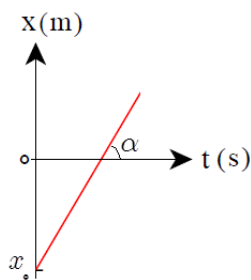
(ب) چگونه می‌توان با توجه به این نمودار، سرعت متوسط متحرک را بدست آورد؟

(پ) نمودار سرعت-زمان آن چگونه است؟

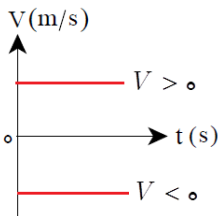
پاسخ: الف) وقتی سرعت متوسط و لحظه‌ای متحرک در تمام بازه‌های زمانی یکسان و حرکت یکنواخت باشد.

(ب) معادله‌ی حرکت جسمی که با سرعت ثابت حرکت می‌کند، یک معادله‌ی درجه اول است که ضریب t همان تندی جسم و ثابت معادله، مکان اولیه جسم است. با استفاده از شیب خط مورب، می‌توان سرعت را

$$\text{بدست آورد. } V = \bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \tan \alpha$$



(پ) نمودار مکان-زمان متحرکی که با سرعت ثابت حرکت می‌کند، خطی است، موازی محور زمان (افق)



۵۳- شکل مقابل، نمودار مکان-زمان دو متحرک A و B را نشان می‌دهد که در راستای محور x حرکت می‌کند. (بیشتر از تمرین ۵-)

(کتاب درسی)

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

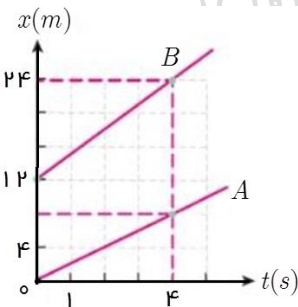
ج) معادله مکان-زمان هر متحرک را بنویسید.

د) با استفاده از نمودار و همچنین با استفاده از معادله‌ی حرکت دو جسم، فاصله‌ی آنها را در لحظات $t = ۴s$ و

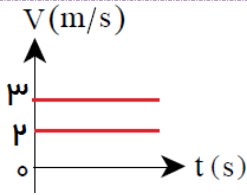
$t = ۶s$ تعیین کنید.

د) اگر حرکت یکنواخت دو متحرک ادامه یابد، آیا ممکن است با گذشت زمان به یکدیگر برسند؟ توضیح

دهید.



$$\text{پاسخ: الف) } V_A = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۸ - ۰}{۴ - ۰} = ۲ \frac{m}{s}, \quad V_B = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۲۴ - ۱۲}{۴ - ۰} = ۳ \frac{m}{s}$$



$$x = Vt + x_0 \Rightarrow \begin{cases} x_A = 2t \\ x_B = 3t + 12 \end{cases} \quad (\text{ب})$$

(ج)

$$t = 4s \Rightarrow \begin{cases} x_A = 2t \\ x_B = 3t + 12 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_A = 2 \times 4 = 8m \\ x_B = 3 \times 4 + 12 = 24m \end{cases} \Rightarrow x_B - x_A = 24 - 8 = 16m$$

$$t = 6s \Rightarrow \begin{cases} x_A = 2t \\ x_B = 3t + 12 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_A = 2 \times 6 = 12m \\ x_B = 3 \times 6 + 12 = 30m \end{cases} \Rightarrow x_B - x_A = 30 - 12 = 18m$$

(د) این دو متحرک هیچ گاه به هم نمی‌رسند، زیرا در هر لحظه فاصله‌ی آنها از یکدیگر، زیاد و زیادتر می‌شود.

روش دوم: دو متحرک زمانی به هم می‌رسند که مکان آنها نسبت به مبدأ یکسان باشد، داریم:

$$x_A = x_B \Rightarrow 2t = 3t + 12 \Rightarrow t = -12s$$

زمان منفی بدست آمده، زمان منفی نداریم.

۵۴- نمودار مکان - زمان دو متحرک \$A\$ و \$B\$، که بر روی محور \$x\$ در حرکتاند، رسم شده است.

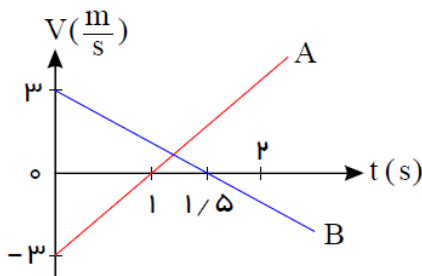
(الف) سرعت هر متحرک را بدست آورید. (پیشتر از تمرین (۶- کتاب درسی))

(ب) در چه لحظه‌ای و در چه مکانی دو متحرک به هم می‌رسند؟

(ج) مکان اولیه هر دو متحرک را بر روی محور \$x\$، در لحظه \$t = 0\$ رسم کنید.

(د) در چه لحظه یا لحظاتی فاصله‌ی دو متحرک به \$4m\$ می‌رسد؟ نشان دهید که در این لحظات

فاصله‌ی دو متحرک واقعاً \$4m\$ است.

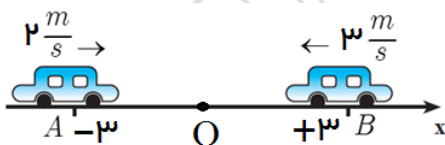


پاسخ: (الف) $V_A = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0 - (-3)}{1 - 0} = +3 \frac{m}{s}$, $V_B = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0 - 3}{1/5 - 0} = -15 \frac{m}{s}$

$$x = Vt + x_0 \Rightarrow \begin{cases} x_A = 3t - 3 \\ x_B = -15t + 3 \end{cases} \xrightarrow{x_A = x_B} 3t - 3 = -15t + 3 \Rightarrow 18t = 6 \Rightarrow t = \frac{1}{3} s$$

(ب)

$$t = \frac{1}{3} s \Rightarrow x_A = 3 \times \frac{1}{3} - 3 = 0 / 3m$$



(ج)

$$\begin{cases} x_A = 3t - 3 \\ x_B = -15t + 3 \end{cases} \xrightarrow{x_A - x_B = 4m} 3t - 3 - (-15t + 3) = 4 \Rightarrow 18t - 6 = 4 \Rightarrow 18t = 10 \Rightarrow t = \frac{5}{9} s$$

$$\xrightarrow{x_B - x_A = 4m} -15t + 3 - (3t - 3) = 4 \Rightarrow -18t + 6 = 4 \Rightarrow -18t = -2 \Rightarrow t = \frac{1}{9} s = 0.111 s$$

(د)

اکنون اگر لحظات \$t = 0 / 3s\$ و \$t = 1/3s\$ را در معادلات مکان - زمان قرار دهیم، و مکان‌های بدست آمده را از هم کم کنیم به عدد

\$4m\$ خواهیم رسید.

۵۵- دو متحرك كه به فاصله 400 m از هم قرار دارند، یکی با سرعت ثابت $4 \frac{m}{s}$ و دیگری با سرعت ثابت $6 \frac{m}{s}$ در يك لحظه روی خط راست در حال حرکت هستند. این دو متحرك پس از چند ثانیه و در چه مکانی به هم می‌رسند.
 الف) دو متحرك به سمت هم حرکت کنند. ب) دو متحرك در يك جهت حرکت کنند.

پاسخ: الف) روش سرعت نسبی: هر گاه دو متحرك جدا از هم در خلاف جهت یکدیگر به سمت هم حرکت کنند، سرعت نسبی آنها از رابطه $V = V_1 + V_2$ بدست می‌آید.

$$x = (V_1 + V_2)t \Rightarrow 400 = (4 + 6)t \Rightarrow t = 40\text{ s}$$

$$t = 40\text{ s} \Rightarrow x_1 = 4t = 160\text{ m}$$

یعنی متحرك اول 160 m از کل مسیر را طی کرده و ما بقی را متحرك دوم طی کرده تا به هم برسند.

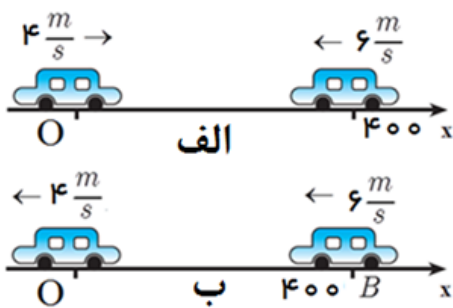
ب) هر گاه دو متحرك جدا از هم در يك جهت یکدیگر به دنبال هم حرکت کنند، سرعت نسبی آنها از رابطه $V = |V_1 - V_2|$ بدست می‌آید.

$$x = |V_1 - V_2|t \Rightarrow 400 = (2)t \Rightarrow t = 200\text{ s}$$

$$t = 200\text{ s} \Rightarrow x_1 = 4t = 800\text{ m}$$

یعنی متحرك اول پس از طی 800 m به متحرك دوم می‌رسد.

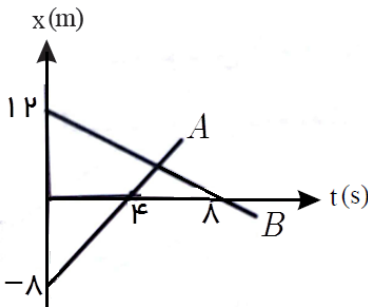
روش دوم: به کمک نوشتن معادله مکان - زمان هر متحرك می‌توان مسئله را حل کرد. در این روش باید به انتخاب مبدأ حرکت توجه کرد و محاسبات را نسبت به مبدأ انتخابی انجام داد. جسم اول را مبدأ در نظر می‌گیریم، داریم:



$$\left. \begin{aligned} x_1 &= 4t \\ x_2 &= -6t + 400 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} x_1 &= x_2 \\ 4t &= -6t + 400 \Rightarrow t = 40\text{ s}, x = 160\text{ m} \end{aligned} \quad \text{الف)}$$

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= -4t \\ x_2 &= -6t + 400 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} x_1 &= x_2 \\ -4t &= -6t + 400 \Rightarrow t = 200\text{ s}, x = 800\text{ m} \end{aligned} \quad \text{ب)}$$

۵۶- نمودار مکان زمان دو متحرك مطابق شکل است. در چه مکانی دو متحرك از کنار هم عبور می‌کنند؟



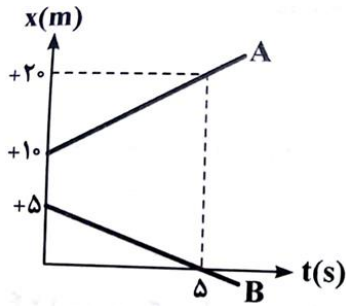
پاسخ: $V_A = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0 - (-8)}{4 - 0} = +2 \frac{m}{s}$, $V_B = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0 - 12}{4 - 0} = -3 \frac{m}{s}$

$$x = Vt + x_0 \Rightarrow \begin{cases} x_A = 2t - 8 \\ x_B = -3t + 12 \end{cases} \xrightarrow{x_A = x_B}$$

$$2t - 8 = -3t + 12 \Rightarrow 5t = 20 \Rightarrow t = \frac{20}{5} = 4\text{ s}$$

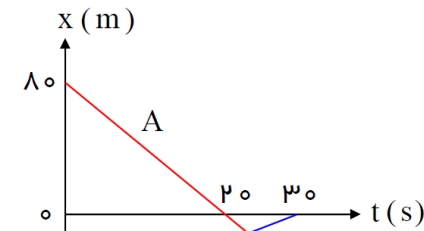
$$t = 4\text{ s} \Rightarrow x_A = 2 \times 4 - 8 = 0\text{ m}$$

۵۷- نمودار مکان زمان دو متحرک A و B مطابق شکل است. در لحظه ۱۰s فاصله دو متحرک از یکدیگر چند متر است؟

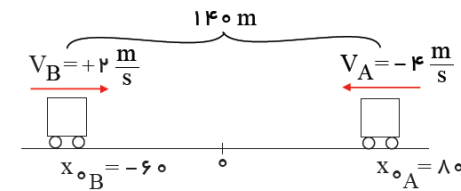


۵۸- نمودار مکان زمان دو متحرک A و B مطابق شکل زیر است. چند ثانیه بعد از $t = ۲۰s$ ، فاصله‌ی دو متحرک به $۱۰۰m$ می‌رسد؟

(قلمچی - ۹۶)



پاسخ: روش اول) می‌دانیم فاصله‌ی اولیه‌ی دو متحرک از هم $۱۴۰m$ است. این دو متحرک دو بار به فاصله‌ی $۱۰۰m$ از هم می‌رسند، یکبار قبل از رسیدن به هم و یکبار بعد از رسیدن به هم.



$$\begin{cases} x_A = -4t + 80 \\ x_B = 2t - 60 \end{cases} \Rightarrow |x_A - x_B| = 100 \Rightarrow$$

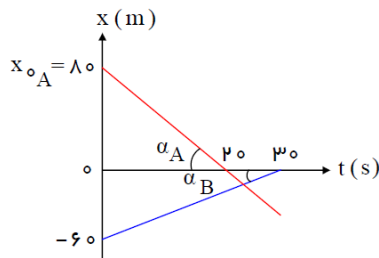
$$|-4t + 80 - (2t - 60)| = 100 \Rightarrow |-6t + 140| = 100 \Rightarrow$$

$$\begin{cases} -6t + 140 = 100 \Rightarrow t = \frac{20}{3} s \\ -6t + 140 = -100 \Rightarrow t = 40 s \end{cases}$$

ملاحظه می‌کنید که $\frac{20}{3} s$ قبل از رسیدن دو متحرک به هم فاصله‌ی آنها به $۱۰۰m$ می‌رسد.

بنابراین جواب قابل قبول مسئله $t = 40s$ است و داریم:

$$\Delta t = 40 - 20 = 20s$$

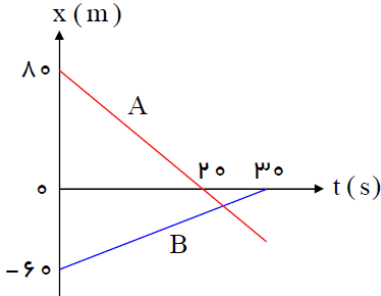


$$\begin{cases} \tan \alpha_A = v_A = \frac{80}{20} = -4 \\ \tan \alpha_B = v_B = \frac{60}{30} = +2 \end{cases} \Rightarrow \text{روش دوم: سرعت نسبی}$$

سرعت نسبی آنها برابر $\frac{6}{5} m/s$ است. پس داریم:

$$\begin{cases} \Delta x = v \cdot \Delta t \Rightarrow 40 = 6 \times \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{20}{3} s \\ \Delta x = v \cdot \Delta t \Rightarrow 240 = 6 \times \Delta t \Rightarrow \Delta t = 40 s \end{cases}$$

۵۹- نمودار مکان-زمان دو متحرک A و B که همزمان شروع به حرکت کرده اند، مطابق شکل مقابل است. حداکثر چند ثانیه پس از شروع حرکت، فاصله دو متحرک از یکدیگر $20m$ است؟



۲۵ (۱)

۲۰ (۲)

۳۰ (۳)

$\frac{80}{3}$ (۴)

۶۰- درستی و یا نادرستی جملات زیر را تعیین کنید:

الف) وقتی که می‌گوییم سرعت جسمی ثابت است، یعنی اندازه و جهت سرعت تغییر نمی‌کند.

ب) معادله‌ی حرکت جسمی که با سرعت ثابت حرکت می‌کند، یک معادله‌ی درجه اول است که ضریب t همان سرعت جسم و ثابت معادله، مکان اولیه جسم است.

پ) نمودار مکان-زمان متحرکی که با سرعت ثابت حرکت می‌کند، خطی است که شیب آن همان سرعت جسم و عرض از مبدأ آن مکان اولیه جسم است.

ت) هنگامی که منحنی‌های مکان-زمان دو متحرک در یک نقطه همدیگر را قطع می‌کنند، به این معنی است که دو متحرک در آن نقطه به هم می‌رسند.

ث) هنگامی که منحنی مسیر دو متحرک در یک نقطه همدیگر را قطع می‌کنند، به این معنی است که دو متحرک در آن نقطه به هم می‌رسند.

ج) معادله‌ی مکان-زمان اطلاعاتی در مورد جهت حرکت در اختیار قرار نمی‌دهد.

چ) ملاک یکنواخت بودن حرکت یک متحرک، ثابت ماندن تندی آن در طول مسیر و تغییر نکردن جهت حرکت متحرک می‌باشد.

پاسخ: الف) درست ب) درست پ) درست ت) درست ث) نادرست ج) نادرست چ) نادرست

طراح و گزینشگر سوالات: آقایان عابدینی، کردستانی، ظهیری، انصاری تبار، امینی نسب و خانم‌ها زارعی، شهرام فروز و علایی

۶۱- درستی و یا نادرستی جملات زیر را تعیین کنید:

الف) شتاب یک جسم مستقل از سرعت آن است.

ب) هنگامی که جسمی در حال سکون است، شتاب آن صفر است.

پ) علامت شتاب یک جسم بستگی به دستگاه مختصات دارد.

ت) معادله‌ی سرعت جسمی که با شتاب ثابت در حرکت است یک معادله‌ی درجه اول بوده که ضریب t همان شتاب جسم و ثابت معادله همان سرعت اولیه جسم است.

ث) نمودار سرعت-زمان جسمی که با شتاب ثابت حرکت می‌کند، خطی مورب است که شیب آن برابر با شتاب جسم و عرض از مبدأ آن همان سرعت اولیه جسم است.

ج) تندی سنج یک اتومبیل بر روی یک عدد، ثابت شده است، این اتومبیل شتاب ندارد.

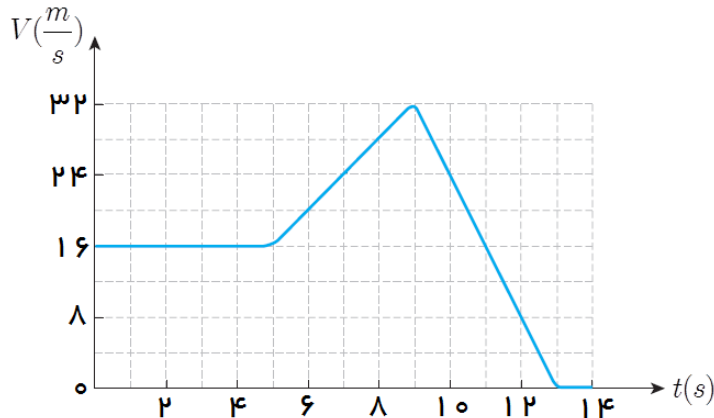
چ) یک مورچه از حال سکون به راه می‌افتد، در همین حال یک هواپیما با سرعت ثابت در حال پرواز است؛ شتاب مورچه بیشتر از هواپیماست.

ح) جسمی با سرعت V_1 به یک مانع برخورد کرده و با سرعت V_2 بازمی‌گردد، شتاب این جسم در اثر تغییر در اندازه‌ی سرعت است.

پاسخ: الف) درست ب) نادرست پ) درست ت) درست ث) درست ج) نادرست چ) درست ح) نادرست

۶۲- نمودار سرعت - زمان خودرویی که در راستای محور x حرکت می کند، در بازه زمانی صفر تا $۱۴s$ رسم شده است. (پیشتر از تمرین ۴-)

کتاب درسی



الف) شتاب خودرو را در هر یک از لحظات $t = ۲s$ ، $t = ۱۱s$ و $t = ۱۳s$ بدست آورید.

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

ج) جابجایی خودرو در بازه زمانی $t_1 = ۲s$ تا $t_2 = ۱۳s$ چند متر است؟

پاسخ: الف) شیب نمودار سرعت - زمان، در هر لحظه بیانگر شتاب متحرک در همان لحظه است، در بازه زمانی $(۵s - ۰)$ شیب خط مماس صفر است؛ در نتیجه شتاب در تمام لحظات این بازه زمانی صفر است.

$$a_p = a_{(۰,۴)} = \frac{V_5 - V_0}{5 - 0} = \frac{16 - 16}{5} = 0$$

به همین ترتیب برای لحظات دیگر داریم:

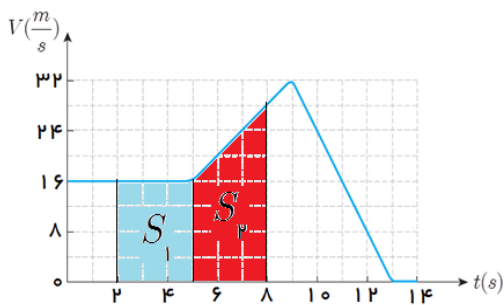
$$a_{11} = a_{(۹,۱۳)} = \frac{V_{13} - V_9}{13 - 9} = \frac{0 - 32}{4} = -8 \frac{m}{s^2}$$

$$a_{(۰,۱۴)} = \frac{V_{14} - V_0}{14 - 0} = \frac{0 - 16}{14} = -\frac{8}{7} \frac{m}{s^2} \quad \text{ب)}$$

ج) سطح محصور بین نمودار سرعت - زمان و محور افق (زمان)، برابر جابجایی متحرک است.

$$\Delta x = S_1 + S_2 = 3 \times 16 + \frac{1}{2}(16 + 28) \times 3 = 48 + 66 = 114m$$

$$a_5 = a_{(۵,۹)} = \frac{V_9 - V_5}{9 - 5} = \frac{32 - 16}{4} = 4 \frac{m}{s^2}$$



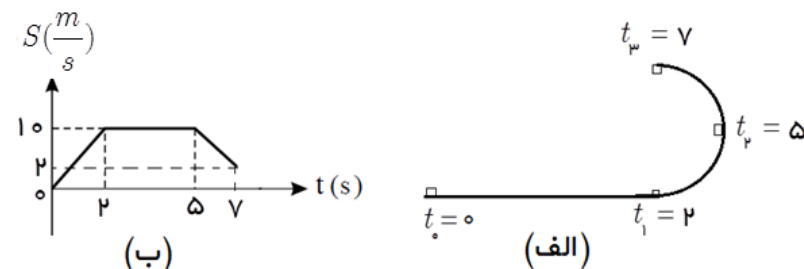
۶۳- در شکل «الف» مسیر حرکت جسمی مشخص شده که قسمتی از آن روی محیط دایره است. در شکل «ب» نمودار تندی - زمان جسم در سه

بازه زمانی $(0, 2s)$ ، $(2s, 5s)$ و $(5s, 7s)$ مشخص شده است.

الف) علت شتابدار بودن حرکت جسم را در هر بازه زمانی تعیین کنید.

ب) بار رسم شکل به طور واضح شرح دهید، چرا در بازه زمانی (t_1, t_2) با وجود ثابت ماندن تندی جسم روی مسیر دایره، حرکت شتابدار است؟

ج) اندازه شتاب متوسط جسم را در هر بازه زمانی تعیین کنید.



پاسخ: الف) در بازه زمانی $(0, 2s)$ ، جهت سرعت ثابت اما اندازه‌ی سرعت (تندی) در حال افزایش است، پس حرکت شتابدار است. در

بازه‌ی زمانی $(2s, 5s)$ تندی متحرک ثابت است، اما جهت سرعت تغییر می کند، (خط مماس بر محیط دایره در هر نقطه بیانگر جهت

سرعت در آن نقطه است.) و حرکت شتابدار است. در بازه زمانی $(\Delta s, \Delta t)$ هم تندی و هم جهت سرعت تغییر کرده است، در نتیجه حرکت در این بازه نیز شتابدار است.

(ب) مطابق شکل زیر، جهت سرعت متحرک در این بازه تغییر کرده است و طبق رابطه $\Delta V = v_2 \times \sin \theta$ ، تغییرات سرعت باعث

تغییرات شتاب می شود.

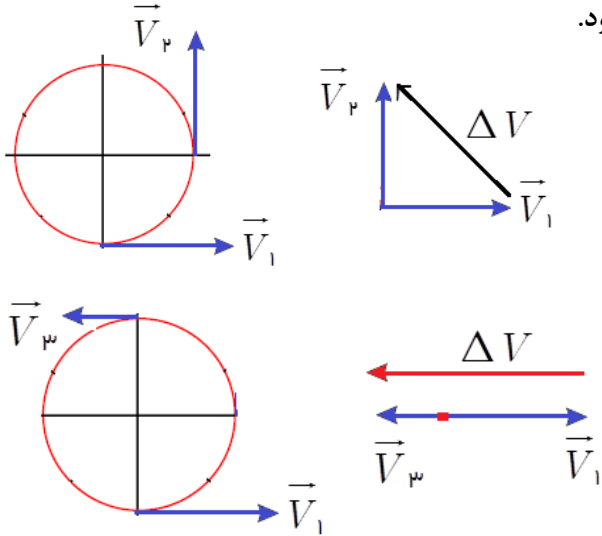
$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{v_2 \times \sin 90^\circ}{\Delta t} = \frac{\sqrt{2}v_1}{3} = \frac{\sqrt{2} \times 10}{3} = \frac{10\sqrt{2}}{3} \frac{m}{s^2}$$

(ج) اندازه شتاب در بازه $(0, 2s)$ برابر است با:

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{10 - 0}{2} = 5 \frac{m}{s^2}$$

اندازه شتاب در بازه $(5s, 7s)$ برابر است با:

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{10 + 2}{2} = 6 \frac{m}{s^2}$$



۶۴- الف) حرکت یکنواخت (حرکت با سرعت ثابت) را تعریف کنید.

ب) آیا در حرکت یکنواخت، شتاب همیشه صفر است. با ذکر مثال

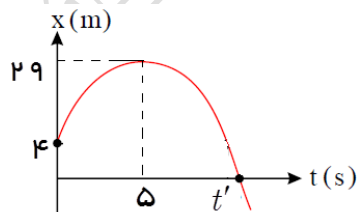
پا سخ: الف) حرکتی که با تندی ثابت، بر روی خط راست بدون تغییر در جهت سرعت انجام گیرد.

ب) خیر، در حرکت دایره‌ای یکنواخت که با تندی ثابت بر روی دایره انجام می‌گیرد، شتاب حرکت مخالف صفر است. در حرکت یکنواخت بر روی خط راست، همیشه شتاب حرکت صفر است.

حرکت شتابدار با شتاب ثابت بر روی خط راست

طراح و گزینشگر سوالات: آقایان عابدینی، کردستانی، ظهیری، انصاری تبار، امینی نسب و خانمها زارعی، شهرام فروز و علایی

۶۵- نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل روبرو، به صورت سهمی است، در لحظه $t = 4s$ اندازه سرعت متحرک $2 \frac{m}{s}$ است.



الف) اندازه و جهت شتاب متوسط در ۲ ثانیه سوم را مشخص کنید.

ب) سرعت اولیه متحرک را تعیین کنید.

ج) معادله مکان - زمان متحرک را بنویسید.

د) معادله سرعت - زمان متحرک را بنویسید.

ه) در چه لحظه‌ای متحرک به مبدأ مکان می‌رسد؟

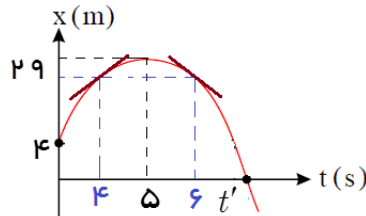
و) در لحظه‌ای که متحرک به مبدأ مکان می‌رسد، سرعتش چقدر است؟

پاسخ: الف) روش اول: چون نمودار مکان-زمان سهمی است، پس حرکت شتابدار با شتاب ثابت است. با توجه به نمودار؛ چون تغییر نمودار رو به پایین است، در نتیجه شتاب منفی است. از طرفی شیب خط مماس بر نمودار در لحظه $t = 0$ مثبت است، در نتیجه سرعت اولیه نیز عددی مثبت است. می‌دانیم در لحظه $t = 5s$ سرعت متحرک صفر است؛ داریم:

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = a \Rightarrow a = \frac{V_5 - V_0}{5 - 0} \Rightarrow a = \frac{0 - 2}{5} = -\frac{2}{5} \frac{m}{s^2}$$

اندازه‌ی شتاب متوسط در هر بازه‌ی زمانی، با شتاب لحظه‌ای متحرک در هر لحظه برابر است. بنابراین در ۲ ثانیه سوم؛ یعنی از ۴s تا ۶s شتاب همین مقدار است.

روش دوم: با توجه به اینکه ۲ ثانیه سوم؛ یعنی از ۴s تا ۶s، نسبت به ثانیه پنجم حرکت تقارن



$$\left\{ \begin{array}{l} t_1 = 4s \Rightarrow V_1 = 2 \frac{m}{s} \\ t_2 = 6s \Rightarrow V_2 = -2 \frac{m}{s} \end{array} \right. \Rightarrow a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{-2 - 2}{6 - 4} = -2 \frac{m}{s^2}$$

دارد، مطابق شکل داریم:

ب) روش اول: در بازه‌ی زمانی صفر تا ۵s داریم:

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = a \Rightarrow a = \frac{V_5 - V_0}{5 - 0} \Rightarrow -2 = \frac{0 - V_0}{5} \Rightarrow V_0 = +10 \frac{m}{s}$$

$$\Delta x = \frac{V_0 + V_5}{2} \times \Delta t \Rightarrow (29 - 4) = \frac{V_0 + 0}{2} \times 5 \Rightarrow V_0 = 10 \frac{m}{s}$$

روش دوم: در بازه‌ی زمانی صفر تا ۵s داریم:

$$x = \frac{1}{2} at^2 + V_0 t + x_0 \xrightarrow{a = -2 \frac{m}{s^2}, V_0 = 10 \frac{m}{s}, x_0 = 4m} x = -t^2 + 10t + 4 \quad (ج)$$

$$V = at + V_0 \Rightarrow V = -2t + 10 \quad (د)$$

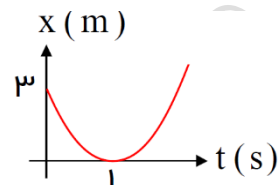
$$x = -t^2 + 10t + 4 \xrightarrow{x=0} -t^2 + 10t + 4 = 0 \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 9/5s \\ t_2 = -0/5s \times \end{cases}$$

ه) مورد پرسش در این قسمت همان t' روی شکل است.

$$V'^2 - V_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow V'^2 - 100 = 2 \times (-2) \times (-29) \Rightarrow V'^2 = 216 \Rightarrow V' = 14.7 \frac{m}{s} \quad (و)$$

۶۶- نمودار مکان-زمان متحرکی که با شتاب ثابت در مسیری مستقیم حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است. دو ثانیه پس از عبور متحرک

از مبدأ مکان، سرعت متحرک چند متر بر ثانیه می‌شود؟ (قلمچی - ۹۶)



- ۱) ۶
۲) ۱۲
۳) ۱۳
۴) ۵/۶

$$\Delta x = \frac{v_0 + v}{2} \times \Delta t \Rightarrow -3 = \frac{v_0 + 0}{2} \times 1 \Rightarrow v_0 = -6 \frac{m}{s}$$

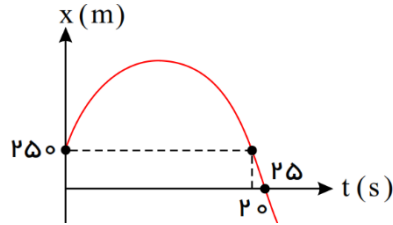
پاسخ: گزینه (۲) صحیح است.

$$v = at + v_0 \Rightarrow 0 = a \times 1 - 6 \Rightarrow a = 6 \frac{m}{s^2}$$

$$v = at + v_0 \xrightarrow{t=1+2=3s} v = 6 \times 3 - 6 = 12 \frac{m}{s}$$

دو ثانیه پس از عبور از مبدأ مکان، یعنی $t = 3s$

۶۷- نمودار مکان - زمان در یک حرکت بر خط راست سهمی شکل مقابل است. در چه مکانی جهت حرکت تغییر می کند؟



۲۰۰m (۲)

۴۵۰m (۱)

۳۵۰m (۴)

۵۰۰m (۳)

پاسخ: سهمی نسبت به نقطه اکسترم (رأس) تقارن دارد، پس زمان تقارن $t = ۱۰s$ می باشد. همچنین در این لحظه سرعت متحرک صفر است و متحرک تغییر جهت می دهد. با نوشتن

معادله ی مکان - زمان بین دو لحظه ی $t = ۰$ تا $t = ۲۵s$ داریم:

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + V_0 t \Rightarrow -250 = \frac{1}{2}a(25)^2 + V_0(25) \Rightarrow -10 = \frac{25}{2}a + V_0 \quad (1)$$

$$V = at + V_0 \Rightarrow 0 = 10a + V_0 \quad (2)$$

از طرفی با نوشتن معادله ی سرعت - زمان بین دو لحظه ی $t = ۰$ تا $t = ۱۰s$ داریم:

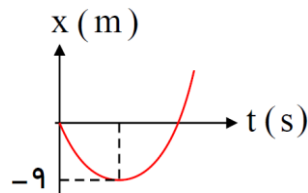
$$\begin{cases} -10 = \frac{25}{2}a + V_0 \\ 0 = 10a + V_0 \end{cases} \Rightarrow a = -4 \frac{m}{s^2}, V_0 = 40 \frac{m}{s}$$

با توجه به رابطه ی (۱) و (۲) داریم:

با نوشتن معادله ی حرکت و جایگذاری $t = ۱۰s$ داریم:

$$x = \frac{1}{2}at^2 + V_0 t + x_0 \Rightarrow x = \frac{1}{2}(-4)(10)^2 + 40(10) + 250 \Rightarrow x = 450m$$

۶۸- نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت روی محور x حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. اگر سرعت جسم در مکان



$x = 27m$ برابر $12 \frac{m}{s}$ باشد، سرعت اولیه متحرک چند متر بر ثانیه است؟ (قلم چی - ۹۶)

-۳ (۲)

۳ (۱)

۶ (۴)

-۶ (۳)

پاسخ: گزینه (۳) صحیح است. با توجه به نمودار، می دانیم در مکان $x = -9m$ ، سرعت متحرک صفر

است، زیرا مماس بر نمودار مکان - زمان موازی محور افقی است. پس معادله ی مستقل از زمان:

$$\begin{cases} x_1 = -9m : v_1 = 0 \\ x_2 = 27m : v_2 = 12 \frac{m}{s} \end{cases} \Rightarrow v_2^2 - v_1^2 = 2a \cdot \Delta x \Rightarrow 144 - 0 = 2 \times a \times (27 - (-9)) \Rightarrow a = 2 \frac{m}{s^2}$$

$$\begin{cases} x_1 = 0m : v_0 = ? \\ x_2 = -9m : v_2 = 0 \end{cases} \Rightarrow v_2^2 - v_0^2 = 2a \cdot \Delta x \Rightarrow 0 - v_0^2 = 2 \times 2 \times (-9) \Rightarrow v_0 = \pm 6 \frac{m}{s} \Rightarrow v_0 = -6 \frac{m}{s}$$

طراح و گزینشگر سوالات: آقایان عابدینی، کردستانی، ظهیری، انصاری تبار، امینی نسب و خانمها زارعی، شهرام فروز و علایی

پاسخ سوالات: آقایان دلسوز، قره نقدهی، صمدی، باقرپور، آیتی، حسینی، کردستانی، عابدینی، امینی نسب و خانمها زارعی، صدی، شهرام فروز



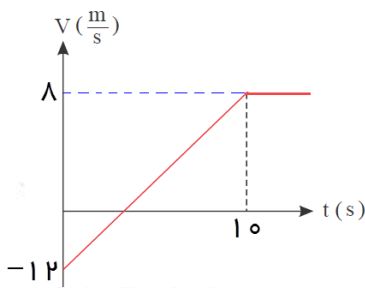
۶۹- در شکل مقابل، نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی خط راست در حرکت است رسم شده است.

(الف) در چه لحظه ای این متحرک به مکان اولیه اش بازمی‌گردد؟

(ب) سرعت متوسط متحرک را در ۱۰ ثانیه اول حرکت بدست آورید؟

(ج) سرعت متوسط متحرک را در بازه زمانی که حرکت در خلاف جهت محور x انجام می‌گیرد، بدست آورید.

(د) مسافت طی شده را در ۱۰ ثانیه اول حرکت بدست آورید؟



پاسخ: (الف) زمانی متحرک به مکان اولیه اش بازگردد، جابجایی متحرک صفر می‌شود. ابتدا باید

لحظه صفر شدن سرعت را به کمک تشابه مثلثات حساب کنیم. داریم:

$$\frac{t}{10-t} = \frac{12}{8} \Rightarrow t = 6s$$

فرض کنید لحظه صفر شدن جابجایی را t' بنامیم.

$$\Delta x = 0 \Rightarrow S_1 + S_2 + S_3 = 0 \Rightarrow$$

$$\frac{1}{2} \times (-12) \times 6 + \frac{1}{2} \times (+8) \times 4 + 8 \times (t' - 10) = 0 \Rightarrow$$

$$-36 + 16 + 8t' - 80 = 0 \Rightarrow t' = 12 / 8s$$

(ب) سطح محصور بین نمودار سرعت - زمان و محور افق (زمان) همیشه برابر با جابجایی متحرک است، اگر سطح محصور بالای محور

افق باشد؛ علامت آن مثبت و اگر پایین محور افق باشد؛ منفی در نظر گرفته می‌شود.

$$\Delta x = S_1 + S_2 \Rightarrow \frac{1}{2} \times (-12) \times 6 + \frac{1}{2} \times (+8) \times 4 \Rightarrow -36 + 16 = -20$$

$$\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-20}{10} = -2 \frac{m}{s}$$

$$\Delta x = S_1 \Rightarrow \frac{1}{2} \times (-12) \times 6 = -36m$$

$$\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-36}{10} = -3.6 \frac{m}{s}$$

(ج) در بازه زمانی (۶s - ۰)، متحرک در خلاف جهت محور x انجام می‌گیرد. داریم:

$$d = |S_1| + |S_2| \Rightarrow \frac{1}{2} \times 12 \times 6 + \frac{1}{2} \times (+8) \times 4 = 36 + 16 = 52m$$

(د)

۷۰- معادله سرعت - زمان متحرکی که در امتداد محور x حرکت می‌کند، در SI به صورت $V = -2t + 4$ است. (مشابه تمرین ۷-)

کتاب درسی)

(الف) سرعت متحرک در لحظه $t = 4s$ چقدر است؟ (ب) سرعت متوسط متحرک در ۴s دوم حرکت چقدر است؟

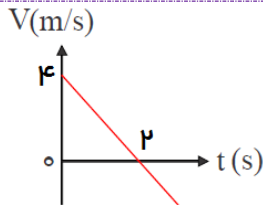
(ج) نمودار $V - t$ این متحرک را رسم کنید. (د) معادله مکان - زمان متحرک را بنویسید. (متحرک در مبدأ زمان در $8m$ پشت مبدأ قرار دارد.)

$$t = 4s \Rightarrow V = -2t + 4 = -2 \times 4 + 4 = -4 \frac{m}{s}$$

پاسخ: (الف)

$$\bar{V} = \frac{V_f + V_i}{2} = \frac{-4 + (-12)}{2} = -8 \frac{m}{s}$$

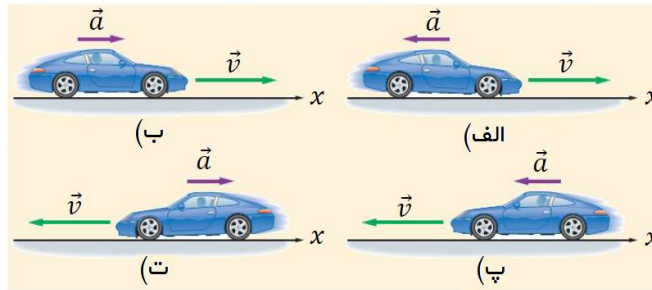
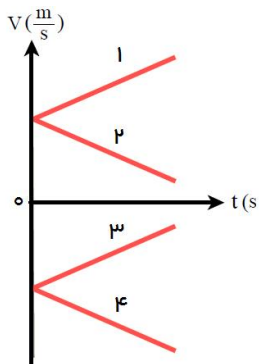
(ب) چهار ثانیه دوم، یعنی از ثانیه چهارم تا ثانیه هشتم، داریم:



(ج)

$$a = -\mu \frac{m}{s^2}, V_0 = 14 \frac{m}{s}, x_0 = +8m \Rightarrow x = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + x_0 = -t^2 + 14t + 8 \quad (د)$$

۷۱- در تمامی حالت‌های شکل زیر، خودروها در امتداد محور x و با شتاب ثابت در حرکت‌اند. الف) حرکت هر یک از خودروها، توسط کدامیک از نمودارهای $V - t$ توصیف می‌شود. ب) با ذکر دلیل توضیح دهید، حرکت کدام خودرو تندشونده و کدام یک کندشونده است؟ ج) علامت شتاب، سرعت اولیه را برای هر یک از خودروها بیان کنید.



پا سخ: الف) خودرو الف = نمودار ۲، خودرو ب = نمودار ۱، خودرو پ = نمودار ۴، خودرو ت = نمودار ۳
ب) حرکت خودروهای ۱ و ۴ همیشه تند شونده هستند، زیرا حاصل ضرب $aV > 0$ است. حرکت خودروهای ۲ و ۳ ابتدا کندشونده و سپس تندشونده هستند.

نکته: هر گاه نمودار سرعت - زمان به محور افق (زمان) نزدیک شود، حرکت کندشونده و هر گاه از محور افق دور شود، حرکت تندشونده است.

خودرو ب: $V > 0, a > 0$ خودرو پ: $V < 0, a < 0$ خودرو ت: $V < 0, a > 0$ خودرو الف: $V > 0, a < 0$

۷۲- متحرکی روی محور x با شتاب ثابت حرکت می‌کند. اگر در لحظه‌های $t_1 = 0/s$ و $t_2 = 4/s$ بزرگی سرعت متحرک یکسان باشد و متحرک در بازه زمانی t_1 تا t_2 ، مسافت $40m$ را طی کند، بزرگی سرعتش در لحظه $t = 2s$ ، چند متر بر ثانیه است؟

۲۰ (۴)

۱۵ (۲)

۱۰ (۲)

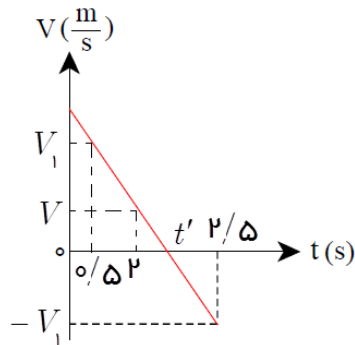
۵ (۱)

پاسخ: گزینه ۱ صحیح است. چون بزرگی سرعت متحرک در لحظات t_1 و t_2 یکسان است، می‌توان نتیجه گرفت که در لحظه $t' = 2/s$ سرعت متحرک به صفر می‌رسد؛ و در بازه $t_1 = 0/s$ تا $t' = 2/s$ اندازه جابجایی آن $20m$ است. پس داریم:

$$\Delta x = \frac{V' + V_1}{2} \times t \Rightarrow 20 = \frac{0 + V_1}{2} \times 2 \Rightarrow V_1 = 20 \frac{m}{s}$$

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{0 - 20}{2} = -10 \frac{m}{s^2}, \quad V = at + V_0 = -10 \times 1 / 5 + 20 = 5 \frac{m}{s}$$

روش دوم: به کمک نمودار $V - t$ مسئله را حل می کنیم. با توجه به اینکه سرعت متحرک در دو لحظه t_1 و t_2 یکسان است، و سرعت در لحظه



$$t_2 - t' = t' - t_1 \Rightarrow t' = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{5}{2} = 2 / 5 s \text{ می توان نوشت:}$$

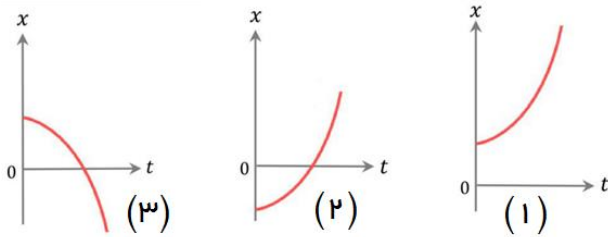
$$\Delta x_1 = |\Delta x_2| = \frac{40}{2} = 20 m$$

$$\Delta x_1 = \frac{0 + V_1}{2} \times (t' - t_1) \Rightarrow 20 = \frac{V_1}{2} \times 2 \Rightarrow V_1 = 20 \frac{m}{s}$$

$$\frac{V}{V_1} = \frac{t' - t}{t' - t_1} \Rightarrow \frac{V}{20} = \frac{2/5 - 2}{2/5 - 0/5} \Rightarrow V = 5 \frac{m}{s}$$

۷۳- الف) نمودارها در شکل به صورت سهمی است، در مورد مکان اولیه و شتاب حرکت بحث کنید.

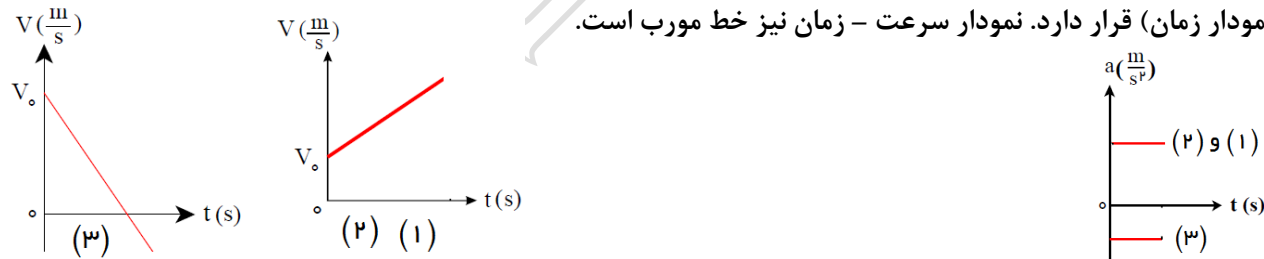
ب) با توجه به نمودارهای مکان - زمان نمودار، نمودارهای سرعت - زمان و شتاب - زمان این متحرکها را رسم کنید.



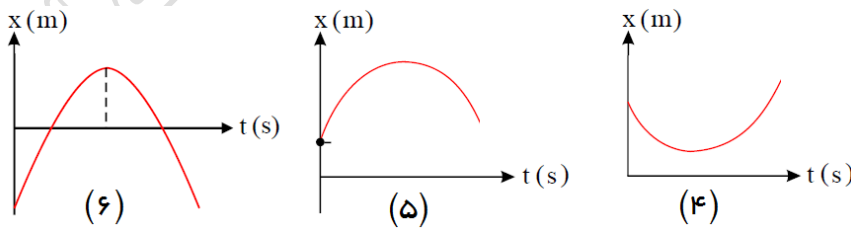
با سخ: الف) هرگاه نمودار مکان - زمان سهمی شکل، تقعر داشته باشد

شتاب مثبت است و هرگاه تحدب داشته باشد، شتاب منفی است پس در نتیجه نمودارهای شکل ۱ و شکل ۲ دارای شتاب مثبت و نمودار شکل ۳ دارای شتاب منفی است. مکان اولیه هم با توجه به نمودارها، در شکل ۱ مثبت و در شکل ۲ منفی است.

ب) نمودار شتاب - زمان هر سه نمودار با توجه به ثابت بودن شتاب خط موازی با محور زمان می باشد فقط نمودار سوم در قسمت منفی (پایین نمودار زمان) قرار دارد. نمودار سرعت - زمان نیز خط مورب است.

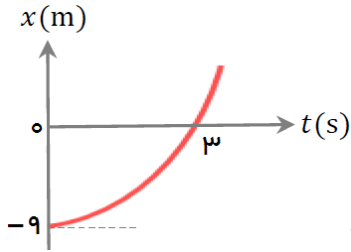


۷۴- نمودارهای مکان - زمان چند متحرک مطابق شکلهای مقابل است، علامت مکان اولیه، تندی اولیه و شتاب متحرک را بین کنید.



پاسخ: ۴ $\begin{cases} x_0 > 0 \\ V_0 < 0 \\ a > 0 \end{cases}$ ، ۵ $\begin{cases} x_0 > 0 \\ V_0 > 0 \\ a > 0 \end{cases}$ و ۶ $\begin{cases} x_0 < 0 \\ V_0 > 0 \\ a < 0 \end{cases}$

۷۵- شکل روبرو، نمودار $x-t$ متحرکی را نشان می‌دهد، که با شتاب ثابت در امتداد محور x حرکت می‌کند. (پیشتر از مثال ۱- (کتاب درسی) الف) شتاب متحرک را بیابید.



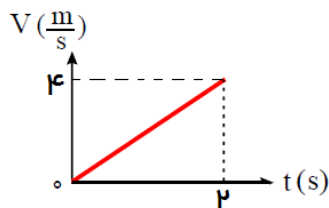
ب) معادله $V-t$ متحرک را بنویسید و آن را رسم کنید.

ج) در لحظه‌ای که متحرک از مبدأ مکان می‌گذرد، سرعتش چند متر بر ثانیه است؟

د) معادله مکان - زمان متحرک را بنویسید.

پاسخ: الف) در لحظه $t = 3s$ ، مکان متحرک صفر است؛ یعنی متحرک از مبدأ مکان عبور کرده است. از طرفی در لحظه شروع حرکت، مماس بر مسیر حرکت موازی محور افق است؛ یعنی $V_0 = 0$. در بازه زمانی $(0, 3s)$ داریم:

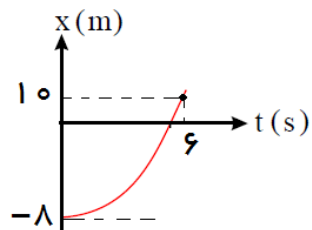
$$\begin{cases} V = 0 \\ \Delta x = \frac{V_0 + V_3}{2} \times \Delta t \end{cases} \rightarrow 9 = \frac{0 + V_3}{2} \times 3 \Rightarrow V_3 = 6 \frac{m}{s}, V = at + V_0 \Rightarrow 6 = a \times 3 + 0 \Rightarrow a = +2 \frac{m}{s^2}$$



ب) $V = at + V_0 = 2t$

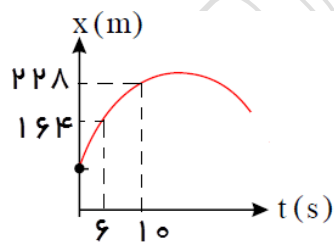
ج) $a = +2 \frac{m}{s^2}, V_0 = 0, x_0 = -9m \Rightarrow x = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + x_0 = t^2 - 9$

۷۶- نمودار مکان - زمان متحرکی با شتاب ثابت روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. سرعت متحرک هنگامی که از مبدأ مختصات عبور می‌کند، چقدر است؟



- ۱) صفر
۲) ۴
۳) ۸
۴) ۱۲

۷۷- در نمودار مقابل به صورت سهمی است، اگر سرعت در لحظه $10s$ برابر با $12 \frac{m}{s}$ باشد، در کدام لحظه جهت حرکت عوض می‌شود؟



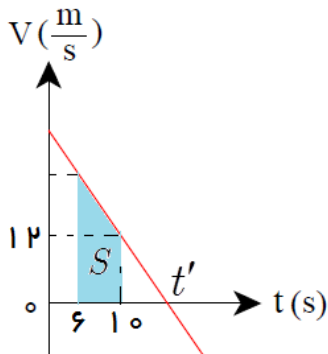
پاسخ: در بازه زمانی $(6s - 10s)$ داریم:

$$\begin{cases} V_{10} = 12 \frac{m}{s} \\ \Delta x = \frac{V_0 + V_3}{2} \times \Delta t \end{cases} \rightarrow 228 - 164 = \frac{V_6 + V_{10}}{2} \times 4 \Rightarrow 64 = \frac{V_6 + 12}{2} \times 4 \Rightarrow V_6 = 20 \frac{m}{s}$$

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_{10} - V_6}{10 - 6} = \frac{12 - 20}{4} = -2 \frac{m}{s^2}$$

در بازه زمانی $(6s - 10s)$ شتاب را محاسبه می‌کنیم، داریم:

فرض کنید، در لحظه t' سرعت متحرک صفر شود و متحرک تغییر جهت دهد، برای محاسبه t' در بازه زمانی $(10s - t's)$ داریم:
 $V = -2t' + V_0 = -2t' + 12 = 0 \Rightarrow t' = 6s$ یعنی $6s$ بعد از ثانیه دهم، سرعت متحرک صفر شده و تغییر جهت می‌دهد و پاسخ سوال $10s + 6s = 16s$ می‌باشد.



$$S = \Delta x = \frac{1}{2}(12 + V_6) \times 6 = 64 \Rightarrow 12 + V_6 - 32 \Rightarrow$$

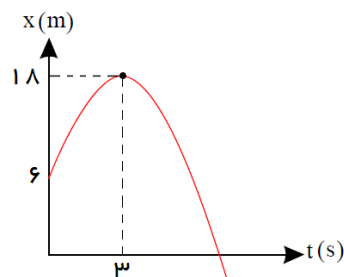
$$V_6 = 20 \frac{m}{s}$$

روش دوم: روش $V-t$:

اکنون به کمک تشابه مثلثات داریم:

$$\frac{t' - 10}{12} = \frac{t' - 6}{20} \Rightarrow 5t' - 50 = 3t' - 18 \Rightarrow 2t' = 32 \Rightarrow t' = 16s$$

۷۸- نمودار مکان-زمان متحرکی که بر روی خط راست حرکت می‌کند، به صورت سهمی مقابل است. سرعت متوسط آن از لحظه‌ای که تغییر



جهت می‌دهد تا به مبدأ مکان باز گردد، چند $\frac{m}{s}$ است؟ (آزمون مدارس برتر)

$$2\sqrt{6} \quad (1)$$

$$4\sqrt{6} \quad (2)$$

$$4\sqrt{6} \quad (3)$$

$$-4\sqrt{6} \quad (4)$$

پاسخ: گزینه ۳ صحیح است. در لحظه $t = 3s$ تندی متحرک صفر است. در بازه زمانی $(0, 3s)$ داریم:

$$t = 3s \Rightarrow \begin{cases} V_3 = 0 \\ \Delta x = \frac{V_0 + V_3}{2} \times \Delta t \end{cases} \rightarrow 12 = \frac{V_0 + 0}{2} \times 3 \Rightarrow V_0 = 8 \frac{m}{s}$$

$$V = at + V_0 \Rightarrow 0 = a \times 3 + 8 \Rightarrow a = -\frac{8}{3} \frac{m}{s^2}$$

حال معادله مستقل از زمان را برای بازه ثانیه ۳ به بعد می‌نویسیم. و سرعت در لحظه برخورد با مبدأ مکان را بدست می‌آوریم.

$$V^2 - V_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow V^2 - 8^2 = 2 \times \left(-\frac{8}{3}\right) \times (-18) \Rightarrow V = -4\sqrt{6} \frac{m}{s}$$

$$\bar{V} = \frac{V_3 + V_t}{2} = \frac{0 - 4\sqrt{6}}{2} = -2\sqrt{6} \frac{m}{s} \text{ در نهایت سرعت متوسط برابر است با:}$$

$$x = -\frac{8}{3}(t-3)^2 + 18 \Rightarrow x = 0 \Rightarrow \frac{8}{3}(t-3)^2 = 18 \Rightarrow t-3 = \Delta t = \frac{3\sqrt{6}}{2}$$

$$\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-18}{\frac{3\sqrt{6}}{2}} = -2\sqrt{6} \frac{m}{s}$$

روش دوم: معادله سهمی را می‌نویسیم:

۷۹- اتومبیل A با سرعت ثابت $۲۰ \frac{m}{s}$ در حال حرکت می‌باشد. در فاصله $۵۰m$ جلوتر از آن اتومبیل B از حال سکون با شتاب ثابت a به حرکت درمی‌آید. حداقل شتاب a چند متر بر مجذور ثانیه باشد، تا A به B برخورد ننماید؟ (آزمون مدارس برتر-۹۷)

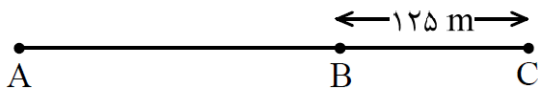
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵ (۵)

پاسخ: گزینه ۳ صحیح است. شرط برخورد دو خودرو $\Delta x_A = \Delta x_B$

$$۲۰ \cdot t = \frac{1}{2} a t^2 + ۵۰ \Rightarrow \frac{1}{2} a t^2 - ۲۰ t + ۵۰ = ۰$$

شرط برخورد نکردن، این است که این معادله ریشه نداشته باشد. $\Delta < ۰ \Rightarrow ۴۰۰ - ۱۰۰a < ۰ \Rightarrow a > ۴$. بنابراین حداقل شتاب اتومبیل B باید $۴ \frac{m}{s^2}$ باشد.

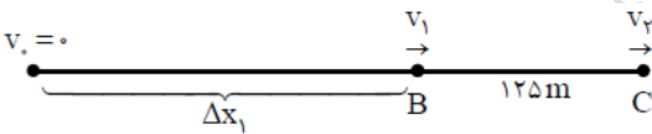
۸۰- خودرویی با شتاب $۲ \frac{m}{s^2}$ از نقطه A از حال سکون به راه می‌افتد و با سرعت $۳۰ \frac{m}{s}$ به نقطه C می‌رسد. این خودروفا صله AB را در چند ثانیه پیموده است؟ (آزمون مدارس برتر-۹۷)



پاسخ: گزینه ۲ صحیح است.

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵ (۵)

- ۱۵ (۱) ۲۰ (۲) ۲۵ (۳) ۳۰ (۴) ۳۵ (۵)



$$V_2^2 - V_1^2 = ۲a\Delta x \Rightarrow ۳۰^2 - V_1^2 = ۲ \times ۲ \times ۱۲۵ \Rightarrow$$

$$V_1^2 = ۴۰۰ \Rightarrow V_1 = ۲۰ \frac{m}{s}$$

$$V_1 = at + V_0 \Rightarrow ۲۰ = ۲t + ۰ \Rightarrow t = ۱۰s$$

۸۱- خودرویی با شتاب ثابت $۲ \frac{m}{s^2}$ و با سرعت $۷۲ \frac{km}{h}$ در امتداد مسیر مستقیم از چهاراهی می‌گذرد. (بیشتر از تمرین (۸- کتاب درسی))

الف) سرعت متوسط خودرو پس از $۱ / ۲ km$ جابجایی چقدر است؟

ب) مسافت $۲ km$ / ۱ را در چند ثانیه طی می‌کند؟

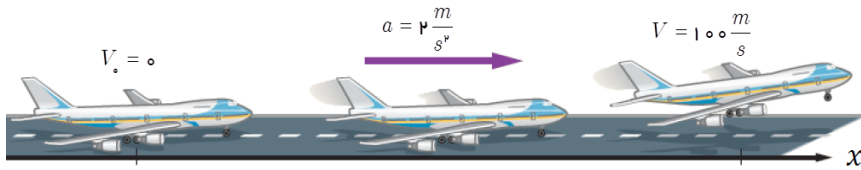
۸۲- شکل زیر هواپیما بی را نشان می دهد که از حال سکون و با شتاب ثابت روی باند پرواز و در امتداد محور x شروع به حرکت می کند.

(الف) چه مدت طول می کشد، تا هواپیما به شرایط برخاستن برسد؟ (مثال (۰- و تمرین (۸- کتاب درسی)

(ب) سرعت متوسط هواپیما در این بازه زمانی چقدر است؟

(ج) مسافتی را که هواپیما روی باند پرواز می پیماید تا

به شرایط برخاستن برسد، بدست آورید.



$$V = at + V_0 \Rightarrow 100 = 2t + 0 \Rightarrow t = 50s$$

(پاسخ: الف)

$$\bar{V} = \frac{V_0 + V}{2} = \frac{0 + 100}{2} = 50 \frac{m}{s}$$

(ب)

$$V^2 - V_0^2 = 2a \cdot \Delta x \Rightarrow 100^2 = 2 \times 2 \times \Delta x \Rightarrow \Delta x = 2500m \text{ و } \Delta x = \frac{V_0 + V}{2} \times \Delta t = \frac{0 + 100}{2} \times 50 = 2500m \text{ (ج)}$$

۸۳- اندازه شتاب متحرکی ثابت و برابر $5 \frac{m}{s^2}$ است، متحرکی بر روی محور x شروع به حرکت می کند. در صورتی که اندازه جابه جایی متحرک در

ثانیه های دوم و سوم حرکت با یکدیگر برابر باشد، مقدار سرعت اولیه آن چقدر می تواند باشد؟

۱۵(۴)

۳۰(۳)

۲۰(۲)

۱۰(۱)

۸۴- مودار مکان-زمان دو اتومبیل که یکی با سرعت ثابت $2 \frac{m}{s}$ و دیگری با شتاب ثابت $2 \frac{m}{s^2}$ بر روی محور x حرکت می کنند، مطابق شکل

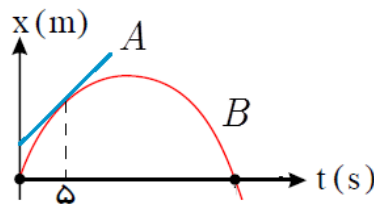
است. فاصله دو اتومبیل از یکدیگر در مبدأ زمان چند متر است؟

۱۲(۲)

۵(۱)

۳۰(۴)

۲۵(۳)



پاسخ: گزینه ۳ صحیح است. در لحظه $t = 5s$ نمودار اتومبیل A بر اتومبیل B مماس است،

یعنی تنیدی دو اتومبیل در این لحظه یکسان است.

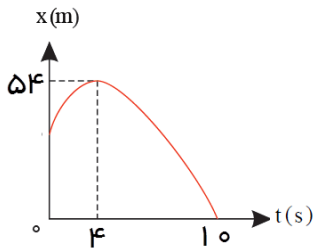
$$t = 5s \Rightarrow \begin{cases} V_A = 2 \frac{m}{s} \\ V_B = -2t + V_{0B} \end{cases} \xrightarrow{V_A = V_B, t=5s} 2 = -2 \times 5 + V_{0B} \Rightarrow V_{0B} = 12 \frac{m}{s}$$

در لحظه $t = 5s$ مکان دو اتومبیل نیز یکسان است، داریم:

$$\begin{cases} x_B = -t^2 + 12t \\ x_A = 2t + x_{0A} \end{cases} \xrightarrow{t=5s, x_A = x_B} -25 + 60 = 10 + x_{0A} \Rightarrow x_{0A} = 25m$$

از طرفی مکان اولیه اتومبیل B ، صفر است، بنابراین فاصله دو اتومبیل در مبدأ زمان $25m$ است.

۸۵- نمودار مکان - زمان متحرکی با شتاب ثابت روی خط راست در حال حرکت است، مطابق شکل مقابل است. مکان اولیه این متحرک چقدر است؟



۸۶- متحرکی بر روی محور x با شتاب ثابت در حرکت است و در ابتدا زمان با سرعت $20 \frac{m}{s}$ از مکان $10 m$ می‌کند. اگر این متحرک در لحظات $1 s$ و $3 s$ از یک نقطه روی محور x عبور کند، در چه فاصله‌ای از مبدأ بردار سرعت آن تغییر جهت داده است؟

(۱) ۱۵ (۲) ۲۰ (۳) ۳۰ (۴) ۴۰

۸۷- متحرکی با شتاب ثابت $10 \frac{m}{s^2}$ از حالت سکون بر روی محور x شروع به حرکت کرده است. در صورتی که در t ثانیه از حرکت آنرا بررسی نماییم، سرعت متوسط آن در $2 s$ آخر این بازه زمانی برابر $30 \frac{m}{s}$ است. کل مسافت پیموده شده توسط متحرک در این بازه زمانی چند متر است؟

(۱) ۸۰ (۲) ۱۲۵ (۳) ۶۰ (۴) ۲۱۵

طراح و گزینشگر سوالات: آقایان عابدینی، کردستانی، ظهیری، انصاری تبار، امینی نسب و خانمها زارعی، شهرام فروز و علایی

پا سخ سوالات: آقایان عابدینی، کردستانی، ظهیری، انصاری تبار، امینی نسب، باقری، آیتی، پایدار، علوی، باقری، دیدار، ابوالج سینی، م ب، AZ، @ \$ و خانمها زارعی، شهرام فروز، علایی، والی، حیدری، صدری، سحر، خدابخش، مجیا و محمدی

۸۸- نفتکشی بر روی جاده مستقیم در حال حرکت است. قطرات نفتی از نفتکش بر روی سطح جاده می‌ریزد، به کمک فواصل این قطرات روی جاده نوع حرکت متحرک را تعیین کنید.

پاسخ: اگر فاصله قطرات روی جاده، یکسان و با هم برابر باشد، نفتکش با حرکت یکنواخت بر روی خط راست در حال حرکت است.

اگر فاصله قطرات روی جاده، رو به افزایش باشد، نفتکش با حرکت شتابدار تندشونده بر روی خط راست در حال حرکت است.

اگر فاصله قطرات روی جاده، رو به کاهش باشد، نفتکش با حرکت شتابدار کندشونده بر روی خط راست در حال حرکت است.

۸۹- در یک مسیر مستقیم، اتومبیلی با سرعت $20 \frac{m}{s}$ در حرکت است. از $36 m$ جلوتر، کامیونی با شتاب $2 \frac{m}{s^2}$ از حال سکون در همان جهت به راه می‌افتد. در این حرکت اتومبیل و کامیون دو بار از هم سبقت می‌گیرند. فاصله‌ی زمانی این دو سبقت چند ثانیه است؟

$$\begin{cases} x_1 = 20t \\ x_2 = t^2 + 36 \end{cases} \xrightarrow{x_1=x_2} 20t = t^2 + 36 \Rightarrow t^2 - 20t + 36 = 0 \Rightarrow \begin{cases} t_1 = \frac{20+16}{2} = 18s \\ t_2 = \frac{20-16}{2} = 2s \end{cases}$$

پاسخ:

فاصله زمانی دو سبقت ۱۶s می باشد.

- ۹۰- اتومبیلی با سرعت ثابت $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ به مدت ۵s حرکت می کند، راننده اتومبیل ناگهان مانعی را می بیند و ترمز می کند. هر گاه شتاب حرکت کند شونده اتومبیل $4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ و مانع در ۴۰m اتومبیل باشد، الف) آیا اتومبیل به مانع برخورد می کند؟ با ذکر دلیل. ب) راننده اتومبیل حداقل با چه شتابی ترمز کند، تا به مانع برخورد نکند؟

پاسخ: الف) برخورد می کند، زیرا خط ترمز بیشتر از ۴۰m است. $V^2 - V_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 0 - 20^2 = 2(-4)\Delta x \Rightarrow \Delta x = 50m$

ب) اگر $\Delta x = 40m$ در نظر بگیریم، اتومبیل با شتاب بیشتر از $5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ باید ترمز کند.

$$V^2 - V_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 0 - 20^2 = 2(a) \times 40 \Rightarrow a = -5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

- ۹۱- اتومبیلی با سرعت $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ در حال حرکت است که راننده آن ناگهان متوجه مانعی شده و ترمز می کند. اگر اندازه شتاب حاصل از ترمز $4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ و زمان عکس العمل راننده $\frac{1}{4}$ ثانیه باشد، مسافتی که اتومبیل از لحظه دیده شدن مانع تا توقف کامل طی می کند، چقدر است؟

پاسخ: مسافتی که با سرعت ثابت می پیماید. $\Delta x_1 = V.t = 20 \times \frac{1}{4} = 5m$

مسافت خط ترمز برابر است با: $V^2 - V_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 0 - 20^2 = 2(-4)\Delta x \Rightarrow \Delta x_2 = 50m$

کل مسافت برابر است با: $\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = 5 + 50 = 55m$

- ۹۲- بی شینهی شتاب خودرویی در حین ترمز کردن، در جادهای $5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ است. اگر این خودرو با سرعت $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ در حرکت باشد و راننده مانعی را در فاصله ۴۵m خود ببیند، با فرض اینکه زمان تأخیر راننده ۰/۵ ثانیه باشد، آیا خودرو به مانع برخورد می کند؟

۹۲- اگر سرعت متوسط متحرکی که از حال سکون روی مسیر مستقیم به حرکت درمی آید، در t ثانیه اول حرکت $\frac{m}{s}$ و در t ثانیه دوم حرکت

$\frac{m}{s}$ و در t ثانیه سوم حرکت نیز $\frac{m}{s}$ باشد، نوع حرکت آن (با توجه به این که شتاب هر مرحله ثابت است) از شروع حرکت به ترتیب کدام است؟

(۲) تندشونده، تندشونده، یکنواخت

(۱) تندشونده، کندشونده، کندشونده

(۴) تندشونده، کندشونده، تندشونده

(۳) تندشونده، کندشونده، یکنواخت

پاسخ: گزینه (۴) صحیح است.

$$\bar{V} = \frac{V_1 + V_2}{2} \Rightarrow 4 = \frac{0 + V_2}{2} \Rightarrow V_2 = 8 \frac{m}{s}$$

در t ثانیه اول، سرعت از صفر به $8 \frac{m}{s}$ افزایش یافته پس تندشونده است.

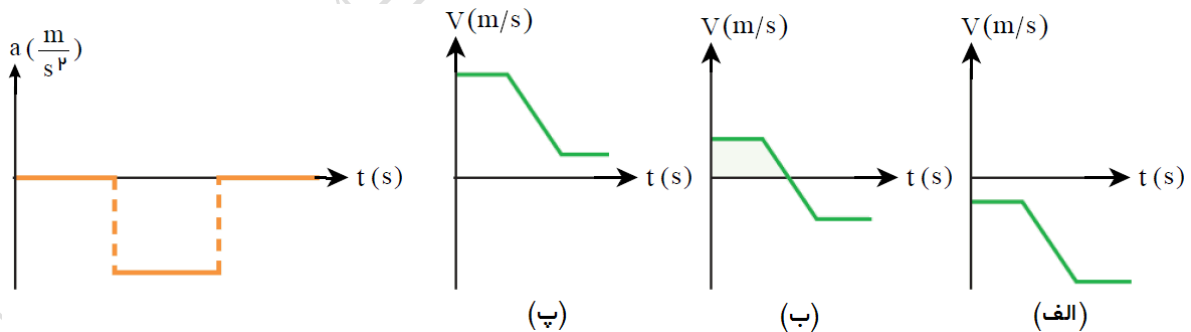
$$\bar{V} = \frac{V_1 + V_2}{2} \Rightarrow 6 = \frac{8 + V_2}{2} \Rightarrow V_2 = 4 \frac{m}{s}$$

در t ثانیه دوم، سرعت از $8 \frac{m}{s}$ به $4 \frac{m}{s}$ کاهش یافته پس کندشونده است.

$$\bar{V} = \frac{V_1 + V_2}{2} \Rightarrow 6 = \frac{4 + V_2}{2} \Rightarrow V_2 = 8 \frac{m}{s}$$

در t ثانیه سوم، سرعت از $4 \frac{m}{s}$ به $8 \frac{m}{s}$ افزایش یافته پس تندشونده است.

۹۴- نمودار شتاب - زمان متحرکی که در امتداد محور x حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. با ارائه دلیل کافی توضیح دهید هر یک از نمودارهای سرعت - زمان شکل های «الف»، «ب» و «پ» در چه شرایطی متناظر با این نمودار شتاب - زمان هستند.

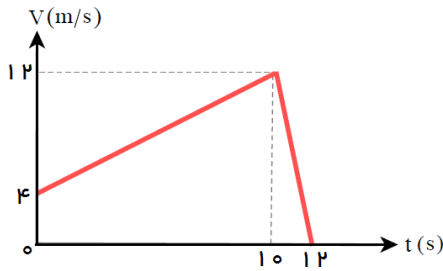


پاسخ: الف) متحرک خلاف محور x با سرعت ثابت در حال حرکت بوده، سپس سرعت آن افزایش یافته و دوباره با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می دهد.

ب) متحرک جهت محور x با سرعت ثابت در حال حرکت بوده، سپس سرعت آن کاهش یافته، به صفر می رسد و پس از تغییر جهت در خلاف جهت محور x سرعتش افزایش یافته و در نهایت با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می دهد.

پ) متحرک جهت محور x با سرعت ثابت در حال حرکت بوده، سپس سرعت آن کاهش یافته، و پس از آن در جهت محور x با سرعت ثابتی کمتر از سرعت قبل به حرکت خود ادامه می دهد.

۹۵- آهویی در راستای محور افقی x می‌دود. نمودار $V - t$ این حیوان در $12s$ اول حرکتش مطابق شکل زیر است. (تمرین ۱-۹ کتاب درسی)



(الف) مسافت کل پیموده شده توسط آهو چند متر است؟

(ب) جابجایی آهو در این بازه زمانی چند متر است؟

(ج) نمودار $a - t$ آهورا در $12s$ اول حرکتش رسم کنید.

(د) سرعت متوسط آهورا در $10s$ اول حرکتش بدست آورید.

(ه) تندی متوسط آهورا در $10s$ اول حرکتش بدست آورید.

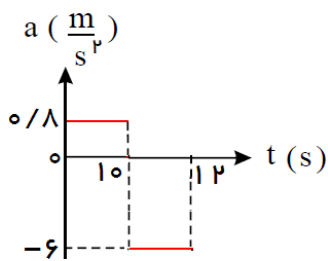
(و) شتاب متوسط آهورا در هر مرحله حرکتش بدست آورید.

پاسخ: (الف) $l = |S| = \frac{1}{2} \times (4 + 12) \times 10 + \frac{1}{2} \times 2 \times 12 = 92m$

(ب) چون متحرک در این بازه در جهت محور حرکت می‌کند، و تغییر جهت نیز نداده، پس جابجایی با

مسافت برابر است. $\Delta x = l = 92m$

(ج)



(د) $\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{S_{(0-10)}}{10} = \frac{\frac{1}{2} \times (4 + 12) \times 10}{10} = 8 \frac{m}{s}$

(ه) در 10 ثانیه اول جابجایی و مسافت با هم برابر است، پس تندی با سرعت متوسط برابر است. $s = \frac{l}{\Delta t} = 8 \frac{m}{s}$

(و) $\bar{a}_1 = \frac{12 - 4}{10} = 0.8 \frac{m}{s^2}$, $\bar{a}_2 = \frac{0 - 12}{2} = -6 \frac{m}{s^2}$

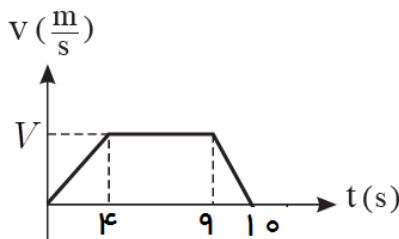
۹۶- متحرکی که از حال سکون به حرکت درمی‌آید، نمودار سرعت - زمانی به شکل مقابل دارد. اگر در مدت $10s$ ، 225 متر جابجا شود:

(الف) بیشترین سرعت در این حرکت چه قدر بوده است؟

(ب) در پنج ثانیه اول چه قدر جابجا شده است؟

(ج) نمودار شتاب - زمان آن را رسم کنید.

(د) در مدت $10s$ شتاب متوسط چه قدر است؟



پاسخ: (الف) $S = \Delta x \Rightarrow 225 = \frac{1}{2} (10 + 5) \times V \Rightarrow V = \frac{225}{7.5} = 30 \frac{m}{s}$

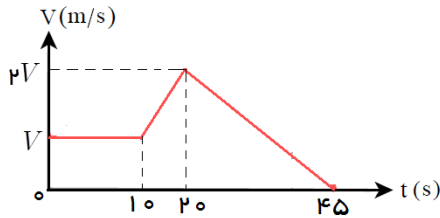
(ب) سطح زیر نمودار را تا ثانیه پنجم حساب می‌کنیم.

$S = \Delta x = \frac{1}{2} (5 + 1) \times 30 = 90m$

(ج)

(د) $\bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{0 - 0}{10} = 0$

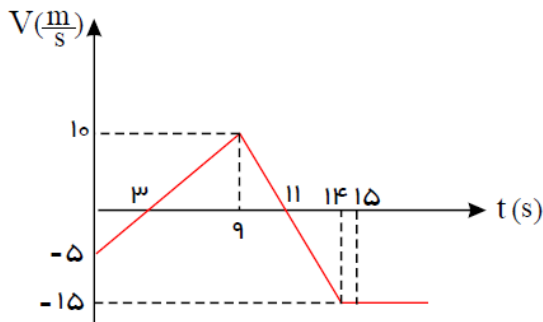
۹۷- نمودار سرعت- زمان متحرکی که بر مسیر مستقیم به شکل مقابل، و سرعت متوسط آن در کل مسیر $40 \frac{m}{s}$ است. بیشترین سرعت آن چند



$\frac{m}{s}$ است؟

۹۸- نمودار سرعت- زمان متحرکی که بر روی محور x حرکت می‌کند، به شکل مقابل است. این متحرک در مدتی که جهت آن مخالف محور x

است، چند متر مسافت طی کرده است؟ (گزینه ۲- ۹۵)



(۲) $32/5$

(۱) $22/5$

(۴) 45

(۳) 30

(ب) تندی متحرک را در مدت زمان $14s$ بدست آورید.

(ج) سرعت متوسط متحرک را در مدت زمان $14s$ بدست آورید.

(د) در مدتی که متحرک در جهت محور x در حرکت است، جابجایی، مسافت و سرعت متوسط آن را حساب کنید.

۹۹- نمودار سرعت- زمان متحرکی که بر مسیر مستقیم حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. مسافت پیموده شده در بازه زمانی t_1 تا t_2

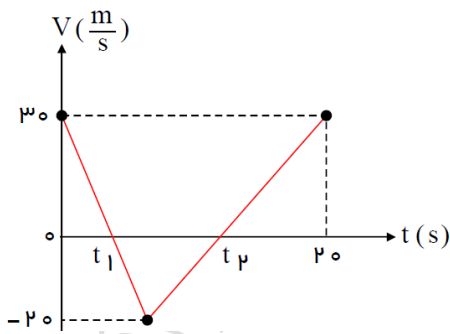
چند متر است؟ (قلمچی- ۹۶)

(۲) 40

(۱) 20

(۴) 80

(۳) 60

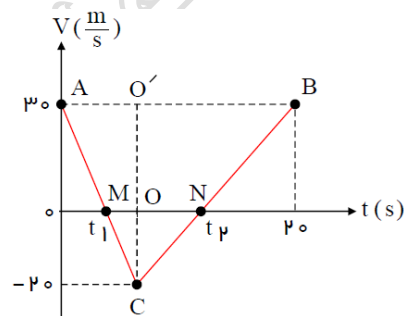


پاسخ: گزینه ۱ صحیح است. سطح محصور بین نمودار $V-t$ و محور زمان بیانگر

تغییرات مکان (جابجایی) متحرک است. در بازه زمانی $(t_1 - t_2)$ ، متحرک خلاف جهت

محور در حرکت است و تغییر جهت نداده، پس اندازه جابجایی همان مسافت طی شده

می‌باشد.

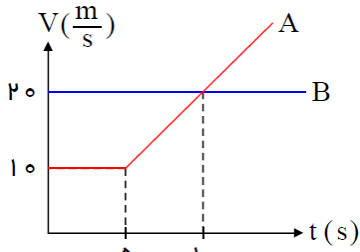


$$\triangle ABC \sim \triangle MNC \Rightarrow \frac{MN}{AB} = \frac{OC}{O'C} \Rightarrow \frac{MN}{20} = \frac{20}{50} \Rightarrow$$

$$MN = 8s \Rightarrow \Delta t = t_2 - t_1 = 8s$$

$$l = |\Delta x| = |S| = \frac{1}{2} \times 8 \times 20 = 80m$$

۱۰۰- دو متحرك A و B که روی محور x در حرکت هستند، در لحظه‌ی $t = 0$ از نقطه‌ی $x = 100m$ عبور می‌کنند، این دو متحرك در چه مکانی دوباره به هم می‌رسند؟ (گزینه ۲- ۹۵)



$$x = 200 - 100\sqrt{3}m \quad (۲)$$

$$x = 100 + 200\sqrt{3}m \quad (۱)$$

$$x = 400 - 100\sqrt{3}m \quad (۴)$$

$$x = 300 + 200\sqrt{3}m \quad (۳)$$

پاسخ: گزینه ۳ صحیح است. هر دو متحرك چون از یک مبدأ شروع به حرکت کرده‌اند، پس $\Delta x_A = \Delta x_B$ یعنی سطح زیر نمودار $V-t$ آنها باید با هم برابر باشند. اگر در لحظه t_1 دوباره به هم برسند.

$$S_B = 20t, \quad a_A = \frac{20-10}{10-5} = 2 \frac{m}{s^2}$$

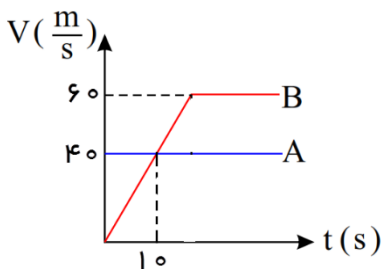
$$\tan \alpha = a = \frac{V_1 - 20}{t_1 - 10} \xrightarrow{a=2} V_1 = 20 + (t_1 - 10) \times 2 = 2t_1$$

$$S_A = 50 + \frac{10 + V_1}{2} \times (t_1 - 5) \Rightarrow S_A = 50 + (5 + t_1)(t_1 - 5) = t_1^2 + 25$$

$$S_A = S_B \Rightarrow t_1^2 + 25 = 20t_1 \Rightarrow t_1^2 - 20t_1 + 25 = 0 \Rightarrow t_1 = 10 + \sqrt{75} = 10 + 5\sqrt{3}s$$

$$x_A = x_B = 100 + 20(10 + 5\sqrt{3}) = 300 + 100\sqrt{3}m$$

۱۰۱- دو متحرك A و B به صورت هم زمان از يك نقطه شروع به حرکت می‌کنند، چند ثانیه پس از شروع حرکت این دو به یکدیگر می‌رسند؟



$$22/5 \quad (۲)$$

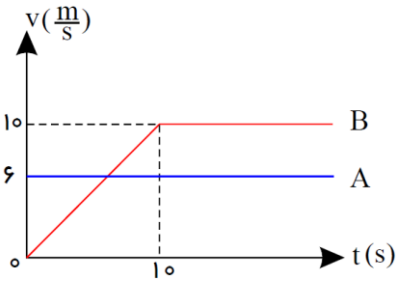
$$20/5 \quad (۱)$$

$$20 \quad (۴)$$

$$25/5 \quad (۳)$$

۱۰۲- در شکل زیر، نمودار سرعت - زمان دو متحرك A و B که در مسیری مستقیم حرکت می کنند، در يك دستگاه مختصات رسم شده است.

چند ثانیه پس از شروع حرکت، جابجایی دو متحرك با هم برابر است؟ (قلمچی - ۹۶)



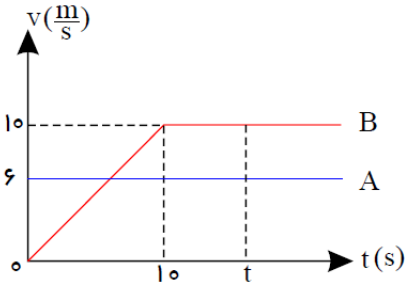
۱۵ (۲)

۶ (۱)

۱۲ / ۵ (۴)

۲۰ (۳)

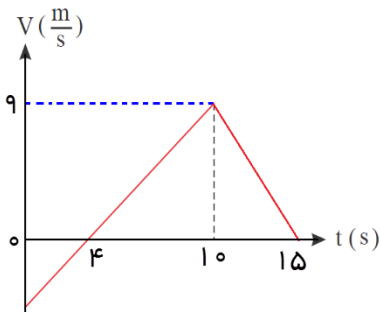
پاسخ: گزینه (۴) صحیح است.



$$\begin{cases} \Delta x_B = S = \frac{1}{2} \times (t + (t - 10)) \times 10 = 10t - 50 \\ \Delta x_A = S = 6t \\ \Delta x_B = \Delta x_A \rightarrow 6t = 10t - 50 \Rightarrow t = 12.5 \end{cases}$$

۱۰۳- نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور X حرکت می کند، مطابق شکل روبرو است. شتاب متوسط متحرك در بازه زمانی $t = 0$ تا

$t = 15s$ چند متر بر مجذور ثانیه است؟ (سراسری تجربی ۹۳- خارج از کشور)



۰ / ۶ (۲)

۰ / ۴ (۱)

۱ (۴)

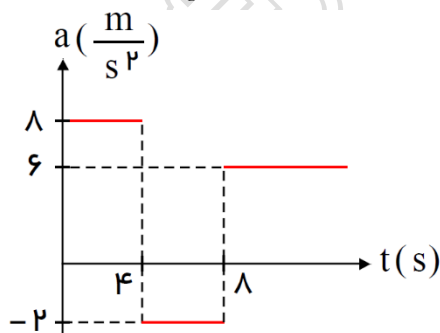
۰ / ۸ (۳)

۱۰۴- نمودار شتاب - زمان متحرکی که بر روی خط راست حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. اگر سرعت اولیه متحرك $20 \frac{m}{s}$ باشد،

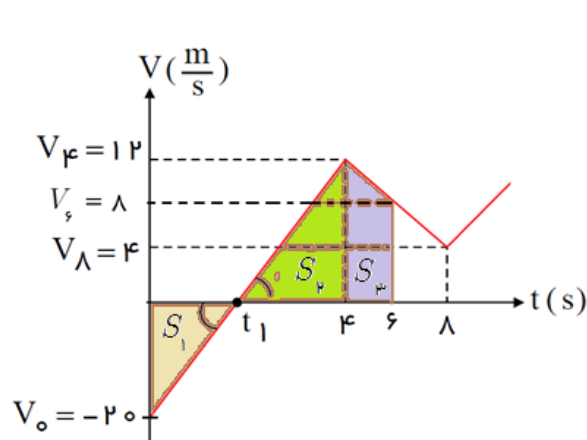
(الف) در کل زمان حرکت؛ چند ثانیه حرکت متحرك کندشونده می باشد؟

(ب) چند ثانیه حرکت تندشونده است؟ یا در چه بازه زمانی حرکت تندشونده است؟

(ج) جابجایی و مسافت پیموده شده توسط متحرك را در $6s$ اول حرکت بیابید؟



پاسخ: الف) سطح زیر نمودار شتاب - زمان برابر تغییرات سرعت است. از طرفی در نمودار سرعت - زمان هر گاه به محور افقی (t) نزدیک شویم، حرکت کند شویم و هر گاه از محور افقی (t) دور شویم، حرکت تند شویم. حرکت کند شویم است.



$$\begin{cases} S_{0-4} = \Delta v = v_4 - v_0 \Rightarrow 32 = v_4 - (-20) \Rightarrow v_4 = 12 \frac{m}{s} \\ S_{4-6} = \Delta v = v_6 - v_4 \Rightarrow -8 = v_6 - 12 \Rightarrow v_6 = 4 \frac{m}{s} \\ (0-4) : v = at + v_0 \Rightarrow 0 = 4t - 20 \Rightarrow t = 2 / 5s \end{cases}$$

در بازه زمانی $(0 - 2 / 5s)$ حرکت کند شونده است، همچنین در بازه زمانی $(4s - 8s)$ نیز حرکت کند شویم است، بنابراین جمعاً $2 / 5s + 4s = 6 / 5s$ حرکت کند شویم است.

ب) در بازه زمانی $2 / 5s$ تا $4s$ حرکت تند شویم است.

ج) می دانیم سطح زیر نمودار سرعت - زمان برابر جابجایی است. چون جابجایی و مسافت را در $6s$ اول خواسته، پس باید سرعت را

در لحظه $t = 6s$ حساب کنیم.

$$t = 6s \Rightarrow v_6 = -2t + 12 \xrightarrow{t=6s} v_6 = 8 \frac{m}{s}$$

$$\begin{cases} S_1 = \frac{1}{2} \times 2 / 5 \times 20 = 20 \\ S_2 = \frac{1}{2} \times 1 / 5 \times 12 = 9 \\ S_3 = \frac{1}{2} \times (12 + 8) \times 2 = 20 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \Delta x = |S_2| + |S_3| - |S_1| = 9 + 20 - 20 = 9m \\ d = |S_2| + |S_3| + |S_1| = 9 + 20 + 20 = 49m \end{cases}$$

۱۰-۱ شکل رویرو، نمودار $a - t$ یک متحرک را نشان می دهد که در امتداد محور x حرکت می کند. (پیشتر از تمرین ۰- (کتاب درسی)

$a (\frac{m}{s^2})$

۱) اگر در آغاز حرکت $x_0 = 0$ و $v_0 = 0$ باشد، در بازه زمانی صفر تا $5s$ معادله

سرعت - زمان و مکان - زمان متحرک را بنویسید.

۲) شتاب متوسط متحرک را در کل زمان حرکت بدست آورید.

۳) جابجایی متحرک را در بازه زمانی صفر تا $15s$ بدست آورید.

۴) در چه لحظه ای جهت حرکت متحرک عوض می شود؟

۵) نوع حرکت متحرک را در هر بازه زمانی، با ذکر دلیل بنویسید.

۶) نمودار سرعت - زمان متحرک را در کل زمان حرکت رسم کنید.

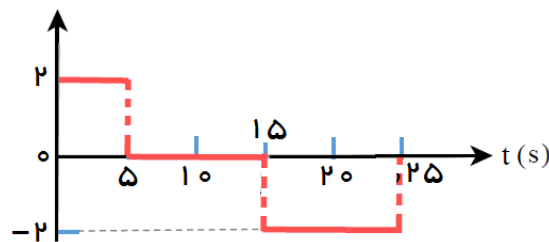
۷) در کل زمان حرکت، چند ثانیه حرکت متحرک تند شونده است؟

۸) سرعت متوسط متحرک را در کل زمان حرکت بدست آورید.

۹) در مدتی که متحرک هم سو با محور حرکت می کند، چه مسافتی را می پیماید؟

۱۰) تندی متحرک در زمانی که هم سو با محور حرکت می کند، چند متر بر ثانیه است؟

۱۱) بیشترین فاصله متحرک از مبدأ در طول مدت حرکت (25 ثانیه اول) چند متر است؟



پاسخ: (۱) $V = at + V_0 \Rightarrow V = vt$, $x = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + x_0 \Rightarrow x = t^2$

(۲) $a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{S_1 + S_2}{\Delta t} = \frac{5 \times 2 + (-2) \times 10}{25} = \frac{10 - 20}{25} = -0.4 \frac{m}{s^2}$

(۳) $\Delta x_1 = t^2 \xrightarrow{t=5s} \Delta x_1 = 25m$, $V' = at + V_0 \Rightarrow V' = 2 \times 5 = 10 \frac{m}{s}$, $\Delta x_2 = V't = 10 \times 10 = 100m$

$\Delta x_T = \Delta x_1 + \Delta x_2 = 25 + 100 = 125m$

(۳) روش دوم: محاسبه سطح زیر نمودار $V-t$: $\Delta x = S = \frac{1}{2} \times (15 + 10) \times 10 = 125m$

(۴) روش اول: تشابه مثلث $\frac{t' - 15}{10} = \frac{25 - t'}{10} \Rightarrow t' - 15 = 25 - t' \Rightarrow 2t' = 40 \Rightarrow t' = 20s$

روش دوم: برای ثانیه ۱۵ به بعد معادله سرعت - زمان می نویسیم.

به عبارت دیگر $5s + 15s = 20s$

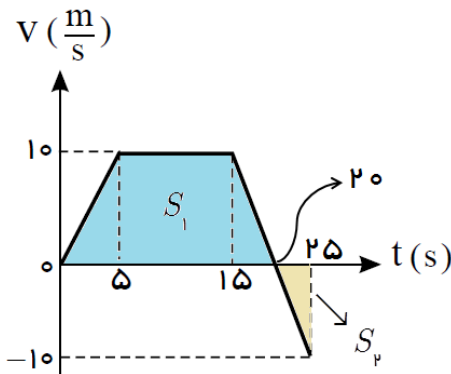
(۵) بازه $(0 - 5s)$ ، حرکت شتابدار تندشونده؛ زیرا شتاب مثبت و سرعت افزایش یافته

بازه $(5s - 15s)$ ، شتاب حرکت صفر می باشد و حرکت یکنواخت است.

بازه $(15s - 20s)$ ، حرکت شتابدار کندشونده؛ زیرا اندازه ی سرعت کاهش یافته

بازه $(20s - 25s)$ ، حرکت شتابدار تندشونده؛ زیرا اندازه ی سرعت افزایش یافته

(۶)



(۷) در بازه زمانی $(0 - 5s)$ و همچنین در بازه $(20s - 25s)$ متحرک دارای حرکت

تندشونده است، جمعاً $10s$ دارای حرکت تندشونده است.

(۸) سطح محصور بین نمودار سرعت - زمان و محور افق، برابر جای مثبتی متحرک است.

$\Delta x = S_1 - S_2 = \frac{1}{2} \times (20 + 10) \times 10 - \frac{1}{2} \times 5 \times 10 \Rightarrow \Delta x = 150 - 25 = 125m$

$\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{125}{25} = 5 \frac{m}{s}$

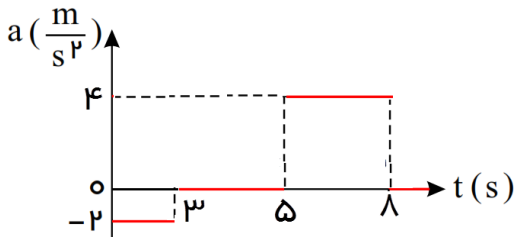
(۹) در بازه زمانی $(0 - 20s)$ متحرک دارای سرعت مثبت است و همسو با محور است. $l = |S_1| = \frac{1}{2} \times (20 + 10) \times 10 = 150m$

(۱۰) $s = \frac{l}{\Delta t} = \frac{150}{20} = 7.5 \frac{m}{s}$

(۱۱) بیشترین فاصله در لحظه ی تغییر جهت حرکت اتفاق می افتد. $\Delta x = S_1 = \frac{1}{2} \times (20 + 10) \times 10 \Rightarrow \Delta x = 150m$

۱۰۶- نمودار شتاب- زمان متحرکی که با سرعت اولیه $4 \frac{m}{s}$ در جهت محور x روی مسیر مستقیم حرکت می کند، مطابق شکل مقابل است.

مطلوبست محاسبه:



(۱) چند بار متحرک تغییر جهت می دهد؟

(۲) چند ثانیه متحرک در جهت محور x حرکت می کند؟

(۳) چند ثانیه حرکت تندشونده و چند ثانیه کندشونده است؟

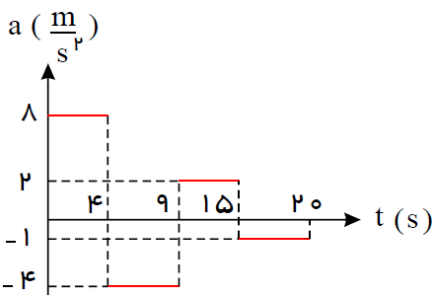
(۴) سرعت متوسط متحرک در بازه‌ی زمانی که متحرک در خلاف جهت محور حرکت می کند؟

(۵) اگر متحرک از مبدأ مکان شروع به حرکت کرده باشد، در چه لحظه‌ای بیشترین فاصله را از مبدأ مکان دارد؟

(۶) شتاب متوسط در $7s$ اول حرکت

(۷) مسافت طی شده توسط متحرک در مدت زمان $7s$ چند متر است؟

۱۰۷- نمودار شتاب- زمان متحرکی که با سرعت اولیه $12 \frac{m}{s}$ در مسیر مستقیم شروع به حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. جهت



حرکت این متحرک از لحظه‌ی شروع حرکت تا لحظه $t = 20s$ چند بار تغییر می کند؟

(قلمچی - ۹۶)

(۲) دو بار

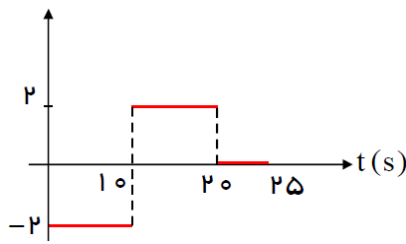
(۱) یک بار

(۴) جهت حرکت تغییر نمی کند.

(۳) سه بار

۱۰۸- نمودار شتاب- زمان متحرکی که با سرعت اولیه $10 \frac{m}{s}$ در مسیر مستقیم شروع به حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اندازه‌ی جابجایی این متحرک از لحظه‌ی شروع حرکت تا لحظه $t = 25s$ چند متر است؟ (قلمچی- ۹۶)

$a (\frac{m}{s^2})$



۵۰ (۲)

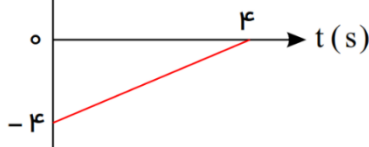
۱) صفر

۲۰۰ (۴)

۳) ۱۰۰

۱۰۹- شکل مقابل، نمودار شتاب- زمان متحرکی است که با سرعت اولیه‌ی $-2 \frac{m}{s}$ بر روی یک خط راست حرکت می‌کند.

$a (\frac{m}{s^2})$



الف) در مدت $4s$ اول حرکت، چند ثانیه حرکت متحرک تندشونده است؟ (قلمچی- ۹۵)

ب) در چه لحظه‌ای بر حسب ثانیه نوع حرکت (کند یا تندشونده) تغییر می‌کند؟

پاسخ: سطح زیر نمودار $a-t$ بیانگر تغییرات سرعت می باشد. پس داریم:

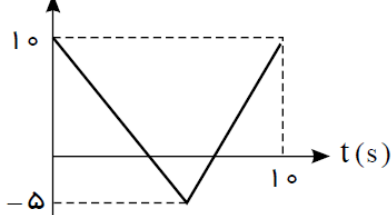
$$\Delta V = -S = -\frac{4 \times 4}{2} = -8 \frac{m}{s} \Rightarrow \Delta V = V_f - V_i \Rightarrow V_f = -10 \frac{m}{s}$$

بنابراین سرعت در این بازه زمانی همواره منفی و شتاب (شیب نمودار) نیز همواره منفی است، پس در مدت زمان $4s$ حرکت همواره تندشونده است.

۱۱۰- نمودار شتاب- زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اندازه شتاب متوسط این متحرک در مدت زمانی که

شتاب متحرک در خلاف جهت محور x هاست، چند متر بر مجذر ثانیه است؟ (قلمچی- ۹۶)

$a (\frac{m}{s^2})$



۵ (۲)

۱) ۵ / ۲

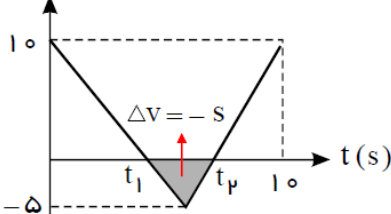
۱ / ۸ (۴)

۳) ۱ / ۶

پاسخ: گزینه ۱ صحیح است. سطح محصور بین نمودار $a-t$ و محور زمان بیانگر تغییرات

سرعت است. در بازه زمانی $(t_1 - t_2)$ ، متحرک خلاف جهت محور در حرکت است.

$a (\frac{m}{s^2})$



$$\bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{-S}{\Delta t} = \frac{-\frac{1}{2} \times 5 \times \Delta t}{\Delta t} = -2 / 5 \frac{m}{s^2} \Rightarrow |\bar{a}| = 2 / 5 \frac{m}{s^2}$$

سقوط آزاد

طراح و گزینشگر سوالات: آقایان عابدینی، کردستانی، ظهیری، انصاری تبار، امینی نسب و خانمها زارعی، شهرام فروز و علایی
پاسخ سوالات: آقایان عابدینی، کردستانی، ظهیری، انصاری تبار، امینی نسب، باقری، آیتی، پایدار، علوی، باقری، دیدار، ابوالحسن سینی، م ب، AZ،
@S و خانمها زارعی، شهرام فروز، علایی، والی، حیدری، صدری، سحر، خدابخش، محیا و محمدی

۱۱۱- الف) حرکت سقوط آزاد را تعریف نمایید؟ (ب) مقدار شتاب در این حرکت چقدر است؟

پاسخ: حرکتی است که تنها تحت نیروی وزن و در نزدیکی کره زمین با شد و از مقاومت هوا بتوان صرف نظر کرد، مقدار شتاب هم به جاذبه محل بستگی دارد و برای سطح کره‌ی زمین این مقدار تقریباً $\frac{m}{s^2} \approx 9.8$ می‌باشد.
همه اجسامی که از نزدیکی سطح زمین در راستای قائم به علت گرانش زمین به طرف زمین سقوط می‌کنند، به شرط آنکه مقاومت هوا در مقابل حرکت آن‌ها ناچیز باشد، سرعت آن‌ها با آهنگ یکسانی افزایش می‌یابد یعنی با شتاب ثابت سقوط می‌کند. اندازه این شتاب را که شتاب ناشی از گرانش نامیده می‌شود با g نشان می‌دهیم.

۱۱۲- آیا حرکت ماهواره سقوط آزاد محسوب می‌شود؟

در سقوط آزاد، الزاماً سرعت اولیه صفر نیست؛ معنی آزاد بودن حرکت صرفاً به معنی فقط وارد شدن نیروی گرانش زمین به جسم است و این حرکت در نزدیکی سطح زمین روی خط راست انجام می‌گیرد، ولی حرکت ماهواره تحت تأثیر نیروی جاذبه زمین می‌باشد ولی روی خط راست انجام نمی‌گیرد؛ بنابراین حرکت ماهواره‌ها بدور زمین سقوط آزاد نیست.

۱۱۳- صحیح یا غلط بودن عبارتهای زیر را در حرکت سقوط آزاد تعیین نمایید.

الف) حرکت سقوط آزاد حرکتی تند شونده است.

ب) اندازه سرعت در هر ثانیه به اندازه $\frac{m}{s} \approx 10$ تغییر می‌کند.

پ) هر چه جرم جسمی بیشتر باشد، (با صرف نظر از اصطکاک هوا) با سرعت بیشتری به زمین می‌رسد.

ت) جابجایی جسم در ثانیه‌های متوالی به اندازه‌ی شتاب اضافه می‌شود.

ث) برای جسمی که از ارتفاعی رها می‌شود، مدت زمان کل سقوط و سرعت برخورد به زمین هر دو با ارتفاع متناسب است.

ج) در حرکت سقوط آزاد، مسافتهای پیموده شده در ثانیه‌های متوالی تشکیل یک تصاعد حسابی می‌دهند که قدرنسبت آنها gt است.

چ) حرکت برگ کنده شده از درخت به سمت زمین، یک حرکت سقوط آزاد است.

ح) اگر دو گلوله با اختلاف زمانی یک ثانیه از هم رها شوند، در هر ثانیه فاصله‌ی آنها از هم 10 متر افزایش می‌یابد.

خ) برای گلوله‌ای که داخل یک آسانسور شتابدار، از دست شخص ایستاده در آسانسور رها می‌شود، میتوان از روابط سقوط آزاد استفاده کرد.

پاسخ: الف) غلط (ب) صحیح (پ) غلط (ت) صحیح (ث) غلط (ج) غلط (چ) غلط (ح) صحیح (خ) غلط

۱۱۴- صحیح و غلط بودن هر يك از جملات زیر را مشخص کنید:

(الف) در سقوط آزاد اندازه جابجایی با مسافت طی شده برابر است.

(ب) يك گلوله و يك كاغذ در شرایط خلأ با شتاب یکسان سقوط می کنند.

(ج) هر متحرکی که با شتاب g حرکت کند، سقوط آزاد انجام می دهد.

پاسخ: الف) غلط (ب) صحیح (ج) غلط

۱۱۵- الف) آیا ممکن است در حرکت روی خط راست، سرعت متحرك صفر شود، ولی شتاب حرکت صفر نباشد؟ توضیح دهید.

(ب) با چه شرطی، حرکت سقوط آزاد را می توان حرکت با شتاب ثابت بر روی مسیر مستقیم در نظر گرفت؟

پاسخ: الف) بلی، هر گاه متحرکی در راستای قائم روبه بالا پرتاب شود، در نقطه‌ی اوج (بالاترین نقطه) سرعت متحرك صفر می شود؛ به عبارت دیگر متحرك تغییر جهت می دهد ولی شتاب حرکت برابر g و رو به پایین است.

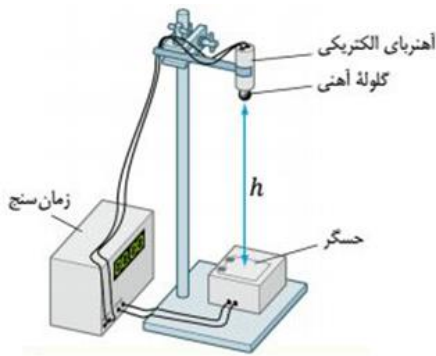
(ب) به شرطی که در نزدیکی سطح کره زمین انجام گیرد.

۱۱۶- شکل مقابل نحوه انجام آزمایش ساده‌ای را نشان می دهد که به کمک آن می توان شتاب گرانش را در محل آزمایش اندازه گرفت. در يك

آزمایش نوعی داده‌های زیر بدست آمده‌اند. $h = 0.27 \text{ m}$, $t = 0.25 \text{ s}$

الف) به نظر شما این وسیله آزمایش چگونه کار می کند؟

(ب) به توجه به این داده‌ها، اندازه شتاب گرانش در محل آزمایش چقدر بوده است؟



پاسخ: در ابتدا گلوله آهنی به آهنربای الکتریکی چسبیده است، با قطع کلید مدار، آهنربای موقت خاصیت خود را از دست می دهد و گلوله سقوط می کند، با عبور گلوله از

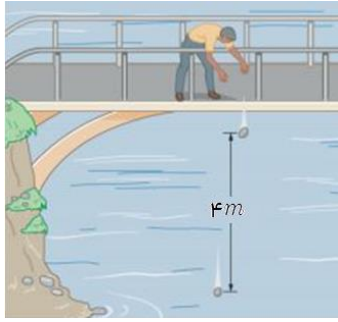
مقابل حسگر، زمان سنج شروع به کار می کند. گلوله پس از طی مسافت h به صفحه

فلزی که در زیر آن قرار دارد و به عنوان یک حسگر از آن استفاده می شود برخورد کرده و مدار قطع شده و زمان سنج قطع می شود.

با اندازه گیری ارتفاع سقوط گلوله و زمان سقوط گلوله می توان شتاب گرانش محل آزمایش را اندازه گیری کرد.

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow 0.27 = \frac{1}{2} \times g \times (0.25)^2 \Rightarrow g = 8.64 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

۱۱۷- در شکل مقابل، شخصی ابتدا سنگس را از بالای پلی به طرف رودخانه ای رها می کند. وقتی سنگ مسافت $4m$ را طی می کند، سنگ دیگری دوباره از همان ارتفاع توسط شخص رها می شود. با گذشت زمان و تا قبل از برخورد سنگ اول به سطح آب رودخانه، فاصله بین دو سنگ چگونه تغییر می کند؟ (تمرین ۰- (کتاب درسی، سراسری ۸۷)



۱) کاهش می یابد. ۲) افزایش می یابد.

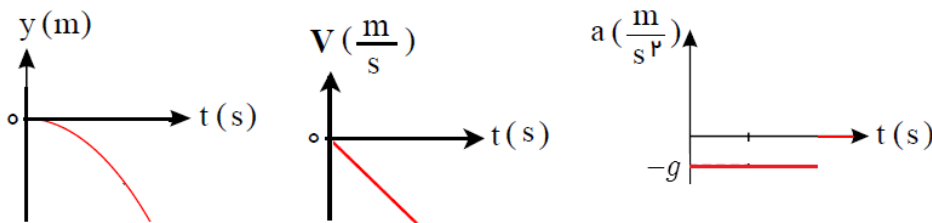
۳) تغییر نمی کند. ۴) بستگی به جرم گلوله ها دارد.

پاسخ: گزینه ۲ صحیح است. در لحظه ای که جسم دوم رها می شود، جسم اول دارای سرعت اولیه است پس مسافت بیشتری را طی می کند، مانند قطرات آب هرچه پایین تر می روند فاصله قطرات بیشتر می شود.

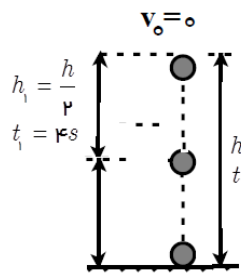
زیرا سنگ ها هر چه به زمین نزدیکتر می شوند، سرعتشان افزایش یافته و در زمانهای مساوی؛ جابجایی بیشتری را طی می کنند. پس فاصله دو سنگ بیشتر می شود.

۱۱۸- نمودار مکان- زمان، سرعت- زمان و شتاب- زمان در حرکت سقوط آزاد بدون سرعت اولیه را رسم نمایید.

پاسخ: مبدأ مکان را محل شدن جسم و جهت مثبت محور y رو به بالا فرض شود، بنابراین شتاب حرکت منفی خواهد شد.



۱۱۹- گلوله ای بدون سرعت اولیه از ارتفاع h رها می شود، اگر نیمی اول مسیر را در t ثانیه طی کند، کل مسیر را در چند ثانیه طی می کند؟



$$\frac{h_1}{h} = \left(\frac{t_1}{t}\right)^2 \Rightarrow \frac{1}{2} = \left(\frac{t_1}{t}\right)^2 \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{16}{t^2} \Rightarrow t = 4\sqrt{2}s$$

پاسخ:

۱۲۰- گلوله ای بدون سرعت اولیه در شرایط خلأ از بالای ساختمانی سقوط می کند و در آخرین ثانیه سقوط $34m$ / 3 را طی می کند.

الف) این گلوله با چه سرعتی به زمین می رسد؟ ($g = 9.8 \frac{m}{s^2}$)

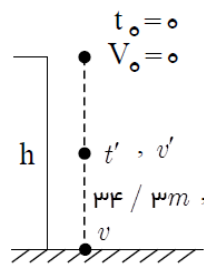
ب) ارتفاع ساختمان چقدر است؟

پاسخ: روش اول) $t = 1s, y = 34 / 3m \quad y = \frac{1}{2}gt^2 + v_0t \Rightarrow 34 / 3 = \frac{1}{2} \times 9.8 \times 1^2 + v_0 \times 1 \Rightarrow v_0 = 29 / 4 \frac{m}{s}$

$$v^2 - v_0^2 = -2g\Delta y \Rightarrow v^2 - 29/4^2 = 2 \times 9/8 \times 34/3 \Rightarrow v^2 - 864/36 = 672/28 \Rightarrow$$

$$v^2 = 1536/64 \Rightarrow v = 39/2 \frac{m}{s}$$

(ب) برای کل مسیر معادله مستقل از زمان می نویسیم. $v^2 - v_0^2 = 2g\Delta y \Rightarrow 39/2^2 - 0 = 2 \times 9/8 \times h \Rightarrow h = 78/4m$



$$t = 1s, y = 34/3m \quad y = \frac{1}{2}gt^2 + v't \Rightarrow 34/3 = \frac{1}{2} \times 9/8 \times 1^2 + v' \times 1 \Rightarrow$$

روش دوم: الف)

$$v' = 29/4 \frac{m}{s}$$

$$v' = gt' \Rightarrow 29/4 = 9/8 \times t' \Rightarrow t' = 3s$$

$$t_{Tot} = 3 + 1 = 4s$$

$$v = gt \Rightarrow v = 9/8 \times 4 \Rightarrow v = 39/2 \frac{m}{s}$$

$$y = \frac{1}{2}gt^2 + v_0t \xrightarrow{v_0=0, t=4s} y = \frac{1}{2} \times 9/8 \times 4^2 \Rightarrow y = 78/4m \quad (ب)$$

روش سوم: جابجایی در t ثانیه n ام:

$$\Delta y = \frac{1}{2}at^2 (2n-1) + v_0t \Rightarrow 34/3 = \frac{1}{2} \times 9/8 \times (2n-1) \Rightarrow 2n-1 = 8 \Rightarrow n = 4$$

$$t = 4s \Rightarrow v = gt = 9/8 \times 4 = 39/2 \frac{m}{s}, \quad y = \frac{1}{2}gt^2 = 4/9 \times 16 = 78/4m$$

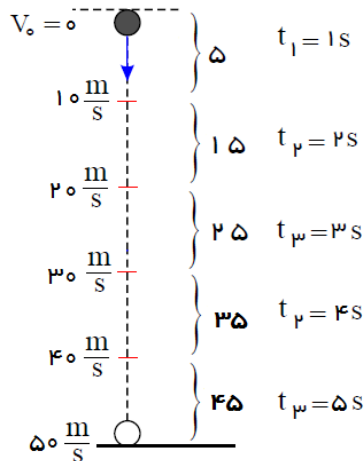
۱۲۱- در شرایط خلأ و از ارتفاع یک سان، دو گلوله A و B با اختلاف زمانی ۲s رها می شوند. اگر بیشترین فاصله آنها از یکدیگر در طی ۴s سیر

حرکتشان برابر ۸۰m باشد، این گلوله ها از چه ارتفاعی رها شده اند؟

$$\begin{cases} y_A = -5t^2 \\ y_B = -5(t-2)^2 \end{cases} \Rightarrow y_A - y_B = -20t + 20 = -80 \Rightarrow t = 5s, \quad y = -5 \times 5^2 = -125m$$

پاسخ: روش اول)

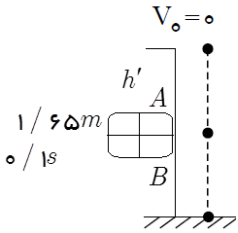
روش تصاعد:



۱۲۲- سنگ کوچکی از لبه یک پشت بام جدا شده و سقوط می کند. شخصی که پشت پنجره ایستاده است؛ مشاهده می کند، که سنگ طول

پنجره را که ۱۶۵cm است، را در مدت $۰/۱\text{s}$ می بیند. $(g = ۱۰ \frac{m}{s^2})$

الف) سرعت سنگ هنگام عبور از لبه بالایی و نیز لبه پایینی پنجره چقدر است؟
ب) ارتفاع لبه پشت بام تا بالای پنجره را بیابید.



پاسخ: روش اول: الف

$$\Delta y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_A t \Rightarrow -۱/۶۵ = -۵ \times ۰/۱^2 + v_A \times ۰/۱ \Rightarrow v_A = -۱۶ \frac{m}{s}$$

$$v_B = -gt + v_A = -۱۰ \times ۰/۱ - ۱۶ = -۱۷ \frac{m}{s}$$

ب)

$$v_A^2 - v_0^2 = -2g\Delta y \Rightarrow ۱۶^2 - ۰ = -2 \times ۱۰ \times h' \Rightarrow h' = -۱۲/۸m$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{۱/۶۵}{۰/۱} = ۱۶/۵ \frac{m}{s}, \bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2} \Rightarrow v_1 + v_2 = ۳۳ \quad (۱)$$

روش دوم:

$$v_2 = gt + v_1 \Rightarrow v_2 - v_1 = ۱ \quad (۲)$$

$$(۱), (۲) \Rightarrow \begin{cases} v_1 = ۱۶ \frac{m}{s} \\ v_2 = ۱۷ \frac{m}{s} \end{cases}$$

۱۲۳- از لبه یک چاه سنگ کوچکی را رها می کنیم و $۶/۵\text{s}$ بعد از رها شدن، صدای برخورد آن را به ته چاه می شنویم. اگر صوت با سرعت

$۳۶۰ \frac{m}{s}$ منتشر شود، عمق چاه را محاسبه کنید.

پاسخ:

$$\left. \begin{aligned} x = h = vt' = -۳۶۰t' \\ y = h = -۵t^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow ۳۶۰t' = ۵t^2 \Rightarrow \sqrt{۷۲}t' = t^2 \quad (۱), \quad t + t' = ۶/۵ \Rightarrow t' = ۶/۵ - t \quad (۲)$$

$$(۱), (۲) \Rightarrow t^2 + \sqrt{۷۲}t - ۴۶۸ = 0 \Rightarrow t = ۶s, \quad h = -۵t^2 = -۵ \times ۳۶ = -۱۸۰m$$

۱۲۴- گلوله کوچکی از لبه یک پل که تا سطح دریاچه $۵m$ ارتفاع دارد، بدون سرعت اولیه سقوط می کند و با سرعت V به سطح آب می رسد. مدت زمان $۵s$ طول می کشد تا گلوله از روی پل به ته دریاچه برسد. با فرض اینکه گلوله در داخل آب دریاچه با سرعت ثابت V (همان سرعتی است که گلوله به سطح آب رسیده است.) حرکت کند تا به ته دریاچه برسد. مطلوب است: الف) محاسبه عمق دریاچه؛ ب) فاصله پل تا ته دریاچه؛

$$y = -۵t^2 \Rightarrow -۵ = -۵t^2 \Rightarrow t = ۱s,$$

$$v = -۱۰t \xrightarrow{t=1s} v = -۱۰ \frac{m}{s}$$

پاسخ: گلوله پس از $۱s$ و با سرعت $۱۰ \frac{m}{s}$ به سطح آب دریاچه می رسد.

زمانی که گلوله در آب حرکت یکنواخت انجام می دهد برابر است با: $۵ - ۱ = ۴s$

$$x = vt = ۱۰ \times ۴ = ۴۰m$$

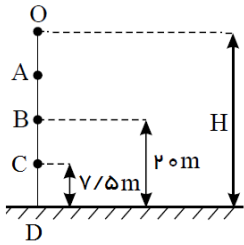
عمق دریاچه:

$$h = ۱۰ + ۴۰ = ۵۰m$$

ب)

۱۲۵- گلوله‌ای از ارتفاع $H > 20\text{ m}$ رها می‌شود. اگر سرعت این گلوله در ارتفاع 20 m متری $\frac{m}{s}$ باشد و در ارتفاع $5/7$ متری $\frac{m}{s}$ باشد،

گلوله حدوداً از چه ارتفاعی رها شده است؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$



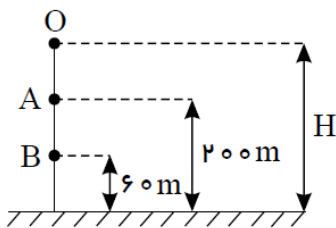
$$V_B^2 - V_A^2 = -2g \times AB \Rightarrow 25 - 0 = -20 \times AB \Rightarrow$$

$$AB = -\frac{25}{20} = -1/25\text{ m}$$

$$h = AB + BD = 1/25 + 20 = 21/25\text{ m}$$

پاسخ: مطابق شکل مقابل داریم:

۱۲۶- مطابق شکل زیر و در شرایط خلأ، گلوله‌ای از نقطه‌ی O و از حال سکون رها می‌شود و دو ثانیه طول می‌کشد تا فاصله‌ی بین دو نقطه‌ی A



و B را طی کند، H چند متر است؟ (قلمچی - ۹۵) $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

۳۳۰ (۲)

۳۰۰ (۱)

۳۸۰ (۴)

۳۶۰ (۳)

پاسخ: گزینه ۴ صحیح است.

$$\Delta y = \frac{1}{2}gt^2 + V_A t \Rightarrow (200 - 60) = 5 \times 2^2 + V_A \times 2 \Rightarrow V_A = 60 \frac{m}{s}$$

$$V_A^2 - V_O^2 = 2g \times (OA) \Rightarrow 60^2 = 20 \times (OA) \Rightarrow OA = 180\text{ m}, H = 200 + 180 = 380\text{ m}$$

۱۲۷- در شرایط خلأ گلوله‌ای را از نقطه‌ای به ارتفاع h رها می‌کنیم. اگر در لحظه‌ی برخورد به زمین، سرعت گلوله $41 \frac{m}{s}$ باشد، دو ثانیه قبل

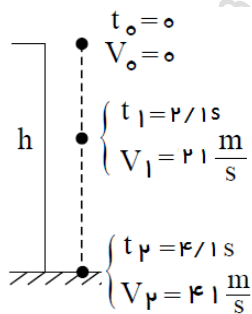
از برخورد به زمین، ارتفاع گلوله از سطح زمین چند متر بوده است؟ (قلمچی - ۹۵) $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

۸۲ (۴)

۶۲ (۳)

۱۰۲ (۲)

۲۲ (۱)



$$V = -gt + V_0 \Rightarrow -41 = -10t \Rightarrow t = 4/1\text{ s}$$

پاسخ: گزینه ۳ صحیح است.

دو ثانیه قبل از برخورد به زمین، زمان حرکت $10/1 - 2 = 2/1\text{ s}$ است، $V_1 = 10 \times 2/1 = 21 \frac{m}{s}$

$$V_2^2 - V_1^2 = 2g \times \Delta y \Rightarrow 41^2 - 21^2 = 20 \times \Delta y \Rightarrow \Delta y = 62\text{ m}$$

$$\Delta y = \frac{V_1 + V_2}{2} \times \Delta t = \frac{21 + 41}{2} \times 2 = 62\text{ m}$$

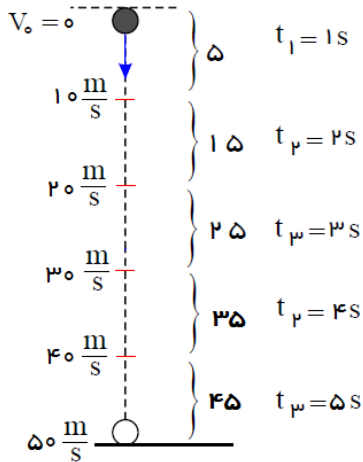
روش دوم:

$$\Delta y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 t \xrightarrow{v_0=41 \frac{m}{s}, t=2\text{ s}} \Delta y = -5 \times 2^2 + 41 \times 2 = 62\text{ m}$$

روش سوم: روش معکوس

۱۲۸- در شرایط خلأ، گلوله‌ای را از ارتفاع $125m$ سطح زمین رها می‌کنیم. چند ثانیه بعد، گلوله دیگری را از همان ارتفاع رها کنیم تا حداکثر

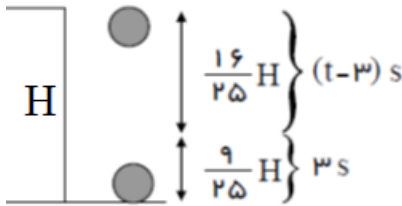
فاصله آنها در طول مسیر $45m$ شود؟ (قلمچی - ۹۶)



پاسخ: گزینه ۱ صحیح است. زمان حرکت گلوله اول $1.5s$ است، حداکثر ارتفاع دو گلوله زمانی است که گلوله‌ی اول به سطح زمین برسد، بنابراین گلوله دوم باید $125 - 45 = 80m$ را طی کند. و طبق شکل زمان حرکت گلوله دوم، $4s$ است و اختلاف زمانی آنها $1s$ می‌باشد.

۱۲۹- در شرایط خلأ گلوله‌ای از ارتفاع H از سطح زمین، بدون سرعت اولیه رها می‌شود. اگر گلوله در $3s$ ثانیه آخر حرکت، $\frac{9}{25}$ کل طول مسیر را طی کرده باشد، زمان سقوط چند ثانیه است؟ (قلمچی - ۹۵)

۱۵ (۴) ۱۲ (۳) ۷ / ۵ (۲) ۶ (۱)



$$\frac{H}{\frac{16}{25}H} = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{\frac{1}{2}g(t-3)^2} \Rightarrow \frac{25}{16} = \frac{t^2}{(t-3)^2} \Rightarrow \frac{5}{4} = \frac{t}{t-3} \Rightarrow 4t = 5t - 15 \Rightarrow t = 15s$$

پاسخ: گزینه ۴ صحیح است.

۱۳۰- در شرایط خلأ و در لحظه‌ی $t = 0$ ، گلوله‌ای از ارتفاع $180m$ سطح زمین رها می‌شود. یک ثانیه پس از آن گلوله دیگری از همان ارتفاع رها

می‌شود. فاصله‌ی دو گلوله در لحظه $t = 3s$ چند برابر فاصله‌ی بین آنها در لحظه‌ی $t = 5s$ است؟ (قلمچی - ۹۶)

$\frac{9}{8}$ (۴) $\frac{6}{13}$ (۳) $\frac{5}{9}$ (۲) $\frac{13}{41}$ (۱)

پاسخ: گزینه ۲ صحیح است. اگر مبدأ حرکت را محل رها کردن گلوله و جهت مثبت را روبه پایین در نظر بگیریم.

$$\left. \begin{aligned} y_1 &= \frac{1}{2}gt_1^2 \\ y_2 &= \frac{1}{2}g(t_1 - 1)^2 \end{aligned} \right\} \xrightarrow{y_1 - y_2} y_1 - y_2 = \frac{1}{2}g(t_1^2 - (t_1 - 1)^2) \Rightarrow \frac{(y_1 - y_2)_{t=3s}}{(y_1 - y_2)_{t=5s}} = \frac{3^2 - 2^2}{5^2 - 4^2} = \frac{5}{9}$$

۱۳۱- سنگی را در شرایط خلأ از ارتفاع h نسبت به سطح سیاره‌ای، رها می‌کنیم. اگر در ثانیه سوم، مسافت $5m$ را طی کند و هنگام برخورد به

سطح سیاره تندی آن $10 \frac{m}{s}$ باشد، ارتفاع h را تعیین کنید.

پاسخ: روش اول)

$$\Delta y = -\frac{1}{2} a (2t - 1) + v_0 \Rightarrow -5 = -\frac{1}{2} a (6 - 1) \Rightarrow a = 2 \frac{m}{s^2}$$

$$v^2 - v_0^2 = -2a\Delta y \Rightarrow 100 = -2 \times 2 \times \Delta y \Rightarrow \Delta y = 25m$$

$$\left. \begin{aligned} t_1 = 2s \Rightarrow y_1 = -\frac{1}{2} g' \times 4 = -2g' \\ t_2 = 3s \Rightarrow y_2 = -\frac{1}{2} g' \times 9 = -4.5g' \end{aligned} \right\} \Rightarrow 4.5g' - 2g' = 5 \Rightarrow g' = 2 \frac{m}{s^2}$$

روش دوم)

$$v = g't \Rightarrow 10 = 2t \Rightarrow t = 5s, y = -\frac{1}{2} \times 2 \times 25 = 25m$$

۱۲۲- گلوله A را در شرایط خلأ از ارتفاع h بدون سرعت اولیه رها می کنیم، سه ثانیه بعد گلوله B را از ارتفاع $\frac{h}{4}$ بدون سرعت اولیه رها می کنیم. سرعت

گلوله A در لحظه رسیدن به زمین چند برابر سرعت گلوله B در لحظه رسیدن به زمین است؟

پاسخ:

$$\begin{cases} y_A = h = -5t^2 \\ y_B = \frac{h}{4} = -5(t-3)^2 \end{cases} \Rightarrow \frac{y_A}{y_B} = \frac{h}{\frac{h}{4}} = 4 = \frac{t^2}{(t-3)^2} \Rightarrow \frac{t}{t-3} = 2 \Rightarrow \begin{cases} t_A = 6s \\ t_B = 3s \end{cases} \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \frac{t_A}{t_B} = \frac{6}{3} = 2$$

۱۲۳- در شرایط خلأ، گلوله ی کوچکی را از يك بلندی و از حالت سکون رها می کنیم. اگر این گلوله $\frac{3}{4}$ آخر طول مسیر حرکتش را در ۲s طی کند، بزرگی

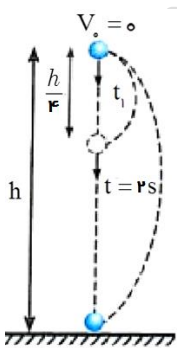
سرعت آن با زمین چند متر بر ثانیه است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

۴۵(۴)

۲۰(۲)

۲۵(۲)

۴۰(۱)

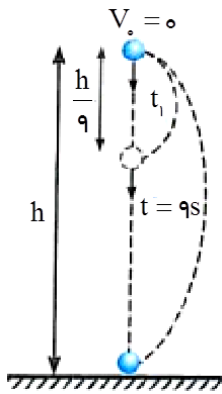


$$\frac{h/4}{h} = \frac{t_1^2}{(t_1+2)^2} \Rightarrow \frac{1}{4} = \left(\frac{t_1}{t_1+2}\right)^2 \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{t_1}{t_1+2} \Rightarrow t_1 = 2s$$

$$t_{Tot} = 4s \Rightarrow v = -gt = -4 \times 10 = -40 \frac{m}{s}$$

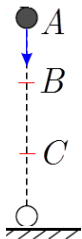
پاسخ: مطابق شکل مقابل داریم:

۱۳۴- در شرایط خلأ، گلوله‌ای از ارتفاع h بدون سرعت اولیه سقوط می‌کند. این گلوله پس از $۹s$ به زمین برخورد می‌کند. این جسم مسافت $\frac{\Lambda}{۹}h$ از آخر حرکت خود را در چه مدت طی می‌کند؟



۱۳۵- مطابق شکل زیر، گلوله‌ای در شرایط خلأ از نقطه A از حال سکون رها می‌شود. اگر سرعت گلوله در نقاط B و C به ترتیب $۲۰ \frac{m}{s}$ و $۴۰ \frac{m}{s}$ باشد،

(الف) نسبت جابجایی $\frac{BC}{AB}$ ؟ (ب) نسبت مدت زمانی که فاصله BC طی می‌کند، به مدت زمانی که فاصله AB را طی می‌کند، چقدر است؟

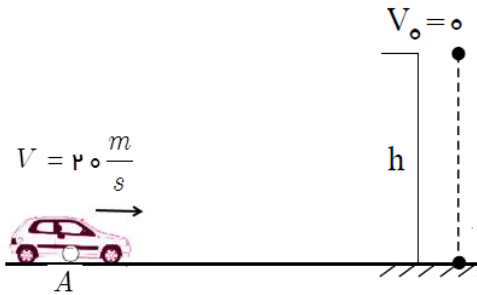


$$\left. \begin{aligned} v_B^2 - v_A^2 &= 2g(AB) \Rightarrow 400 = 20 \times (AB) \Rightarrow AB = 20m \\ v_C^2 - v_B^2 &= 2g(BC) \Rightarrow 1600 - 400 = 20 \times (BC) \Rightarrow BC = 60m \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{BC}{AB} = 3 \quad \text{(پاسخ: الف)}$$

$$\left. \begin{aligned} AB &= \frac{v_A + v_B}{2} \times \Delta t \Rightarrow 20 = \frac{0 + 20}{2} \times \Delta t \Rightarrow \Delta t = 2s \\ BC &= \frac{v_B + v_C}{2} \times \Delta t' \Rightarrow 60 = \frac{20 + 40}{2} \times \Delta t' \Rightarrow \Delta t' = 2s \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\Delta t}{\Delta t'} = 1 \quad \text{(ب)}$$

۱۳۶- مطابق شکل زیر، خودرویی با سرعت ثابت $۲۰ \frac{m}{s}$ در حال حرکت است. هنگام عبور از نقطه A راننده متوجه رها شدن سنگی از ارتفاع h می شود.

اگر زمان عکس العمل راننده $۰/۵$ ثانیه و اندازه شتاب حاصل از ترمز کردن خودرو $۵ \frac{m}{s^2}$ باشد، لحظه توقف کامل خودرو سنگ



مماس با خودرو روی زمین می افتد. با فرض ناچیز بودن مقاومت هوا: $(g = ۱۰ \frac{m}{s^2})$

(الف) نسبت $\frac{h}{d}$ را بیابید. (ب) سرعت سنگ هنگام برخورد به زمین چند $\frac{m}{s}$ است؟

پاسخ: الف) $x = vt = ۲۰ \times ۰/۵ = ۱۰m$, $x' = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{0 - 400}{2 \times (-5)} = 40m$, $d = x + x' = ۱۰ + 40 = ۵۰m$

$v = at' + v_0 \Rightarrow 0 = -5 \times t' + 20 \Rightarrow t' = 4s$, $t_{Tot} = 0/5 + 4 = 4/5s$

$h = -5t'^2 = -5 \times 4^2 / 5^2 = -101/25m$

$\frac{|h|}{d} = \frac{101/25}{50} = 2/025$

ب) $v = -gt + v_0 = -10 \times 4/5 + 0 = -45 \frac{m}{s}$

۱۳۷- در شرایطی که مقاومت هوا ناچیز است، گلوله ای از ارتفاع $۳۶۰m$ بدون سرعت اولیه سقوط می کند. اگر گلوله این مسیر را در ۳ بازه

زمانی مساوی و متوالی طی کرده باشد، مسافت های طی شده به ترتیب هر کدام چند متر است؟ $(g = ۱۰ \frac{m}{s^2})$

۱۸۰، ۱۲۰، ۶۰ (۴)

۲۰۰، ۱۲۰، ۴۰ (۳)

۱۲۰، ۱۲۰، ۱۲۰ (۲)

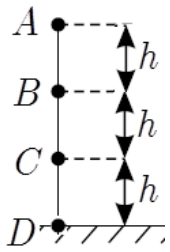
۲۱۰، ۱۲۰، ۳۰ (۱)

پاسخ: گزینه ۳ صحیح است. $d + 3d + 5d = 360 \Rightarrow d = 40$, $3d = 120$, $5d = 200$

$120 = \frac{40 + 200}{2}$

روش تستی: جمله دوم تصاعد همیشه برابر میانگین جمله اول و سوم است.

۱۳۹- گلوله‌ای از نقطه A در شرایط خلأ رها شده، گلوله فاصله A تا B را در زمان t_1 فاصله B تا C را در زمان t_2 و فاصله C تا D را در زمان t_3 طی می‌کند. اگر کل زمان حرکت گلوله ۸s باشد مقادیر t_1 ، t_2 و t_3 هر کدام چند ثانیه است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)



طی می‌کند. اگر کل زمان حرکت گلوله ۸s باشد مقادیر t_1 ، t_2 و t_3 هر کدام چند ثانیه است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

پاسخ:

$$y = -\frac{1}{2}gt''^2 \Rightarrow -3h = -5t''^2 \Rightarrow h = \frac{5 \times 64}{3} = \frac{320}{3}m$$

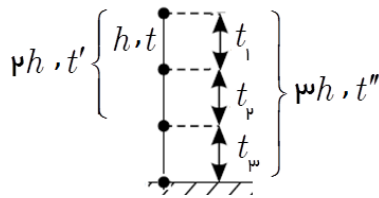
$$\frac{h}{3h} = \left(\frac{t}{t''}\right)^2 \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{t^2}{64} \Rightarrow t = \frac{8\sqrt{3}}{3} = 4/61s$$

$$\frac{h}{2h} = \left(\frac{t}{t'}\right)^2 \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{64}{t'^2} \Rightarrow t' = \frac{8\sqrt{2}}{3} = 6/53s$$

$$t_2 = t' - t = 6/53 - 4/61 = 1/92s$$

$$t_1 = 4/61s$$

$$t_3 = t'' - t' = 8 - 6/53 = 1/47s$$

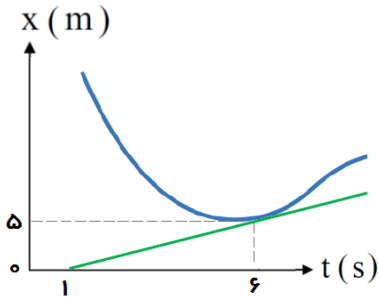


طراح و گزینشگر سوالات: آقایان عابدینی، کردستانی، ظهیری، انصاری تبار، امینی نسب و خانمها زارعی، شهرام فروز و علایی
پاسخ سوالات: آقایان عابدینی - انصاری تبار - کردستانی - ظهیری - امینی نسب - حسین حسینی - طبعی - علیخانی - مالکی و خانمها زارعی
- شهرام فروز - علایی - صدری - میردامادی - حمیده محمدی

سوالات تکمیلی فصل ۱ - حرکت در راستای خط راست

طراح و گزینشگر سوالات: آقا یان عابدینی، کردستانی، ظهیری، انصاری تبار، امینی نسب و خانمها زارعی، شهرام فروز و علایی

۱۴۰- شکل روبرو، نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان می‌دهد. مماس بر منحنی در لحظه‌ی $t = 6s$ رسم شده است. سرعت متحرک را در این لحظه پیدا کنید. (تمرین ۱- کتاب درسی)

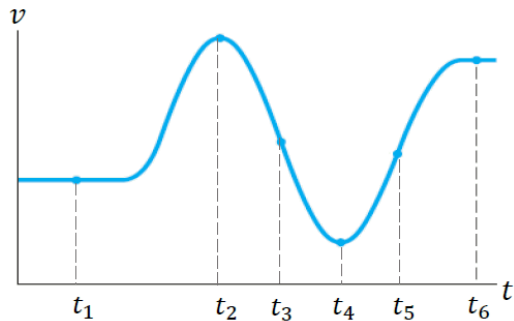


پاسخ: با توجه به اینکه شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان در هر لحظه، بیانگر سرعت

$$v = \tan \alpha \Rightarrow v = \frac{5 - 0}{6 - 1} = 1 \frac{m}{s}$$

متحرک است؛

۱۴۱- شکل روبرو، نمودار سرعت - زمان دوچرخه سواری را نشان می‌دهد که در امتداد محور x در حرکت است. در کدام لحظه یا لحظات نشان داده شده روی نمودار، شتاب دوچرخه سوار مثبت، منفی یا صفر است؟ (پرسش ۴- کتاب درسی)

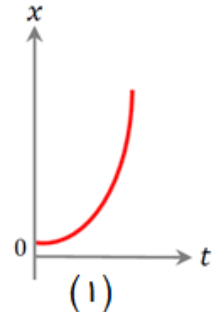
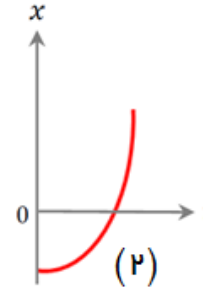
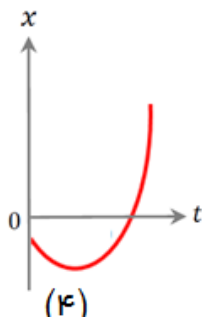
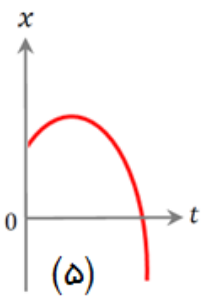


پاسخ: با توجه به اینکه شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان در هر لحظه،

بیانگر شتاب متحرک است. در لحظات t_1, t_2, t_3, t_4, t_5 و t_6 شتاب صفر؛ در لحظه t_3 شتاب منفی و در لحظه t_4 شتاب مثبت است.

۱۴۲- با توجه به نمودارهای مکان - زمان زیر، الف) علامت مکان اولیه، سرعت اولیه و شتاب متحرک را بیان کنید.

ب) نمودارهای سرعت - زمان هر یک را به طور کیفی رسم کنید.



۱۴۳- جسمی را از ارتفاع $5m$ / 122 بالای سطح زمین رها می‌کنیم. (مثال (۵- کتاب درسی)

(الف) زمان سقوط آزاد جسم را بدست آورید

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

(ج) جابجایی جسم را بین دو لحظه $t_1 = 3s$ و $t_2 = 4s$ به دست آورید.

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

$$y = -4/9t^2 \Rightarrow -122/5 = -4/9t^2 \Rightarrow t^2 = 25 \Rightarrow t = 5s$$

(پاسخ: الف)

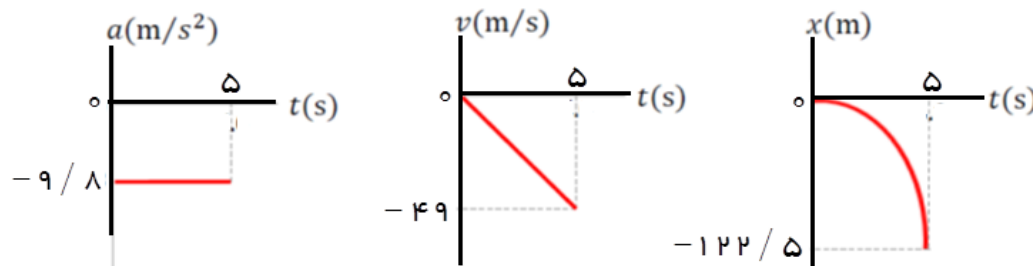
$$\bar{v} = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{-122/5}{5} = -24.4/5 \frac{m}{s} \quad \text{or} \quad \bar{v} = \frac{v + v_0}{2} \quad v = -9/8t = 9/8 \times 5 = -49.5 \rightarrow \frac{-49.5 + 0}{2} = -24.75/5 \frac{m}{s}$$

(ب)

$$\begin{cases} v_3 = -9/8 \times 3 = -27/8 \frac{m}{s} \\ v_5 = -9/8 \times 5 = -45/8 \frac{m}{s} \end{cases} \Rightarrow \Delta y = \bar{v} \Delta t = \frac{v_3 + v_5}{2} \times 2 = \frac{-27/8 - 45/8}{2} \times 2 = -72/8 m$$

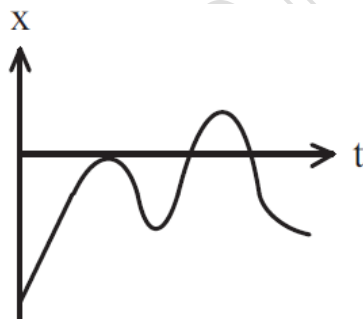
(ج)

(د) نمودار سرعت- زمان و شتاب- زمان با شما ♥♥♥ (یادتون نره)



۱۴۴- در شکل زیر نمودار مکان- زمان متحرکی که بر روی خط راست حرکت می‌کند دیده می‌شود. به ترتیب متحرک چند بار تغییر جهت داده است و چند بار

از مبدأ مکان گذشته است؟ (آزمون مدارس پرتگر)



۳-۲(۲)

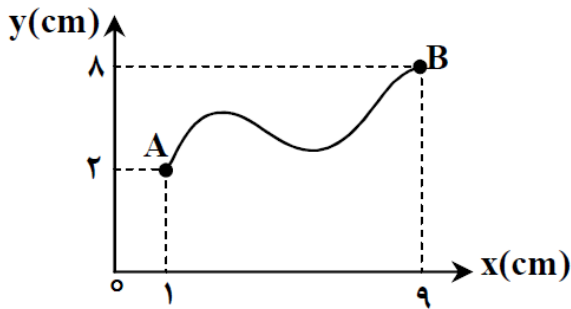
۳-۳(۱)

۲-۲(۴)

۲-۳(۳)

۱۴۵- در شکل زیر مسیر حرکت متحرکی در دستگاه مختصات نمایش داده شده است. اگر متحرک در مدت ۲s از نقطه‌ی A به نقطه‌ی B برود، سرعت

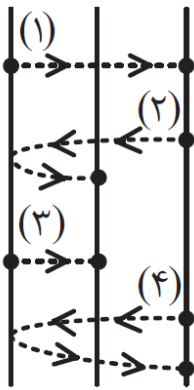
متوسط متحرک چند $\frac{m}{s}$ خواهد بود؟ (آزمون گزینه ۲)



۵ (۱) ۰ / ۵ (۲)

۰ / ۰۵ (۳) ۰ / ۰۴ (۴)

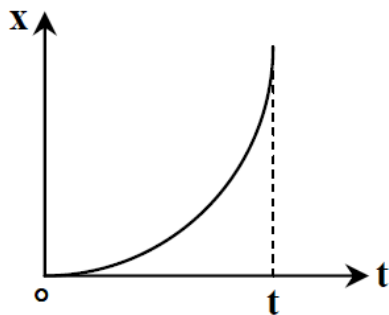
۱۴۶- در شکل زیر فاصله‌ی خطوط عمودی با هم برابر است و متحرک‌ها همزمان مسیرهای زیر را پیموده‌اند. در این حرکت اندازه‌ی سرعت متوسط آنها در کدام گزینه به درستی مقایسه شده است؟ (آزمون مدارس برتر)



$\bar{v}_1 > \bar{v}_2 > \bar{v}_3 > \bar{v}_4$ (۲) $\bar{v}_1 = \bar{v}_2 = \bar{v}_3 = \bar{v}_4$ (۱)

$\bar{v}_1 = \bar{v}_4 > \bar{v}_2 = \bar{v}_3$ (۴) $\bar{v}_1 > \bar{v}_2 = \bar{v}_3 > \bar{v}_4 = 0$ (۳)

۱۴۷- با توجه به نمودار مکان- زمان داده شده، از لحظه‌ی $t = 0$ تا لحظه‌ی t کدام گزینه درست است؟ (آزمون گزینه ۲)



(۱) سرعت متحرک در حال کاهش است.

(۲) سرعت متحرک در حال افزایش است.

(۳) حرکت متحرک مستقیم الخط یکنواخت است.

(۴) متحرک در خلاف جهت محور X ها در حرکت است.

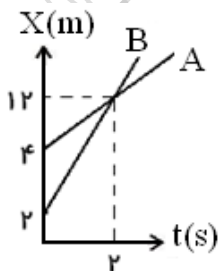
۱۴۸- نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B مطابق شکل است.

الف) سرعت هر یک را حساب کرده و نمودار سرعت - زمان هر یک را رسم کنید.

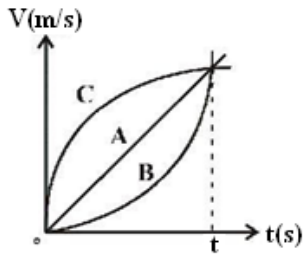
ب) معادله حرکت هر یک را بنویسید.

ج) دو متحرک در چه زمانی به هم می‌رسند و در این لحظه فاصله آنها از مبدأ چقدر است؟

د) حداکثر چند ثانیه طول می‌کشد، تا فاصله‌ی دو متحرک از یکدیگر $17m$ شود؟



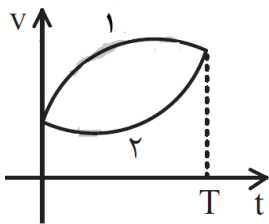
۱۴۹- شکل زیر، نمودار سرعت - زمان سه متحرك A، B و C را نشان می دهد که از يك نقطه بر خط راست شروع به حرکت می کنند. در بازه زمانی صفر تا t ثانیه کدام گزینه در مورد شتاب متوسط این سه متحرك صحیح است؟



(۱) $\bar{a}_A > \bar{a}_B > \bar{a}_C$ (۲) $\bar{a}_A = \bar{a}_B = \bar{a}_C$

(۳) $\bar{a}_C > \bar{a}_A > \bar{a}_B$ (۴) $\bar{a}_C < \bar{a}_A < \bar{a}_B$

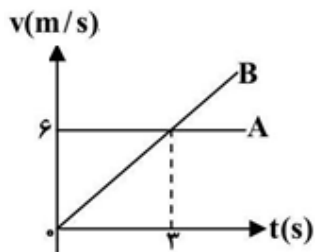
۱۵۰- نمودار سرعت - زمان دو متحرك در نمودار شکل مقابل آمده است. کدام مقایسه در مورد شتاب متوسط و سرعت متوسط آنها از صفر تا T درست است؟



(۱) $\bar{a}_r = \bar{a}_1, \bar{V}_r = \bar{V}_1$ (۲) $\bar{a}_r = \bar{a}_1, \bar{V}_r < \bar{V}_1$ (آزمون مدارس برتر)

(۳) $\bar{a}_r < \bar{a}_1, \bar{V}_r = \bar{V}_1$ (۴) $\bar{a}_r < \bar{a}_1, \bar{V}_r < \bar{V}_1$

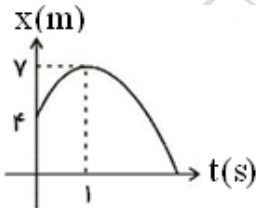
۱۵۱- نمودار سرعت - زمان دو متحرك A و B که بر روی خط راست در حرکت اند، مطابق شکل زیر است. اگر هر دو متحرك در مبدأ زمان، از مبدأ مکان عبور کنند، در چه لحظه ای بر حسب ثانیه مجدداً یکدیگر را ملاقات می کنند؟



(۱) ۲ (۲) ۶

(۳) ۲ (۴) ۴

۱۵۲- نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت بر خط راست در حرکت است، به صورت زیر است. معادله سرعت - زمان آن در SI کدام است؟



(۱) $V = -3t + 6$ (۲) $V = -6t - 6$

(۳) $V = -6t + 6$ (۴) $V = -3t - 6$

۱۵۳- شکل روبرو که قسمتی از یک سهمی است، نمودار مکان - زمان کدام یک از حرکت های زیر است؟

(۱) کند شونده با شتاب ثابت

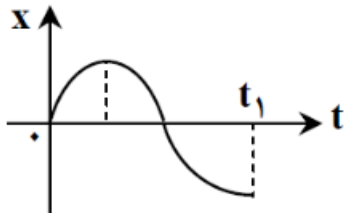
(۲) تند شونده بدون سرعت اولیه

(۳) ابتدا تند شونده و سپس کند شونده

(۴) ابتدا کند شونده و سپس تند شونده



۱۵۴- با توجه به نمودار مکان- زمان داده شده، نوع حرکت از لحظه $t = 0$ تا لحظه t_1 کدام است؟ (آزمون کزیه ۲)



(۱) کندشونده - تندشونده - تندشونده

(۲) کندشونده - تندشونده - کندشونده

(۳) تندشونده - تندشونده - کندشونده

(۴) کندشونده - کندشونده - تندشونده

۱۵۵- سنگی را از بالای صخره ای رها می کنیم و پس از ۸ ثانیه درون آب می افتد. $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

الف) ارتفاع صخره را از سطح آب پیدا کنید.

ب) سنگ پس از چه مدت به ۱۴۰ متری سطح آب می رسد؟

ج) سرعت سنگ در لحظه برخورد با سطح آب چند متر بر ثانیه است؟

۱۵۶- گلوله ای از بالای ساختمانی رها می شود وقتی به ارتفاع ۱۵ m زمین می رسد، سرعت آن $10 \frac{m}{s}$ است. ارتفاع ساختمان چند متر است؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

۱۵۷- گلوله ای از ارتفاع ۹۰ متری سطح زمین رها می شود. اگر سرعت آن در نقطه A از سطح زمین $20 \frac{m}{s}$ و در نقطه B از سطح زمین $30 \frac{m}{s}$ باشد. $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

الف) فاصله بین دو نقطه A و B چقدر است؟

ب) چه مدت طول می کشد تا جسم از A تا B برسد؟

۱۵۸- گلوله ای از ارتفاع h رها می شود و ۲ ثانیه قبل از رسیدن به زمین در ارتفاع ۴۰ متری سطح زمین قرار دارد. ارتفاع h چقدر است؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

۱۵۹- گلوله ای را از ارتفاع h بالای سطح زمین رها می کنیم. این گلوله پس از مدت ۳ ثانیه به لبه بام ساختمانی رسیده و ۲ ثانیه بعد از آن، به سطح زمین می رسد. معین کنید ارتفاع h و ارتفاع بام ساختمان هر یک چقدر است؟

۱۶۰- گلوله ای از ارتفاع h رها می شود. این گلوله در حین سقوط از لبه ی بام ساختمانی به ارتفاع ۲۵ m عبور می کند و یک ثانیه پس از آن به سطح زمین برخورد

می کند. ارتفاع h چند متر است؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

- ۲۰ (۱) ۲۵ (۲) ۴۵ (۳) ۶۰ (۴)

۱۶۱- مسافتی که جسمی در سقوط آزاد در ثانیه آخر می پیماید، مساوی تمام مسافت پیموده شده قبل از آن است. تمام ارتفاع پیموده شده چند متر است؟

$$(g = 10 \frac{m}{s^2})$$

- ۲۹ (۱) ۵۸ (۲) ۷۶ (۳) ۱۱۶ (۴)

۱۶۲- گلوله ای در شرایط خلاء از ارتفاع h متر از سطح زمین رها می شود. اگر در آخرین ثانیه سقوط، گلوله ۴۵ متر جابجا شود، ارتفاع h چند متر است؟

$$(g = 10 \frac{m}{s^2})$$

- ۸۰ (۱) ۱۲۵ (۲) ۱۵۵ (۳) ۱۸۰ (۴)

۱۶۳- دو گلوله به فاصله زمانی یک ثانیه از نقطه ای به ارتفاع h از سطح زمین در شرایط خلاء از حال سکون رها می شوند. اگر بیشترین فاصله آنها در حین

حرکت به ۳۵ m برسد، ارتفاع h چند متر است؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

- ۴۵ (۱) ۸۰ (۲) ۱۱۰ (۳) ۱۲۵ (۴)

طراح و گزینشگر سوالات: آقایان عابدینی، کردستانی، ظهیری، انصاری تبار، امینی نسب و خانمها زارعی، شهرام فروز و علایی