



دوشنبه
۱۴۰۴/۰۱/۱۱

دفترچه پاسخ

حرکت بر خط راست
(فصل ۱ دوازدهم)

دوبینگ ماز

گروه آزمایشی علوم تجربی
فیزیک

دور استاران	طراحان	مسئول درس	درس
محمدجواد سورچی پویا هدایتی	سجاد صادقی زاده - کامران ابراهیمی محسن قندچلر - آروین صالحی حسین عبدوی نژاد - امیررضا خوینی ها محمدجواد سورچی	سجاد صادقی زاده سعید احمدی	فیزیک

۴
دوازدهم

۳
دوازدهم

۲
دوازدهم

۱
دوازدهم

۳
یازدهم

۲
یازدهم

۱
یازدهم

۳ و ۴
دهم

۱ و ۲
دهم

هفته ششم

هفته پنجم

هفته چهارم

هفته سوم

هفته دوم

هفته اول

۵۵ روز جمع بندی تا کنکور اردیبهشت

حق چاپ و تکثیر سؤالات به هر روش (الکترونیکی و ...) پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز «گروه ماز» مجاز می باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می شود.
به دلیل عدم رضایت تیم ماز، هر گونه استفاده غیرقانونی از دفترچه سؤالات و پاسخنامه ماز برای تمامی اشخاص، شرعاً حرام است.



اهمیت مباحث این آزمون در کنکور...

فیزیک دوازدهم خودش به تنهایی نصف سوالاتی فیزیک کنکورتون رو شامل می‌شه، پس حتماً فیزیک دوازدهم رو جدی بگیرید! در این آزمون تست‌های خوبی از فصل «حرکت‌شناسی» براتون آماده کردیم که بدون اغراق می‌شه گفت همهٔ مباحث مهم این فصل رو پوشش داده و کلی می‌تونه برای یادگیری و مرور کمکتون کنه. قبل از بررسی سوالات آزمون، بهتره که یکم با فصل «حرکت‌شناسی» که اولین فصل فیزیک دوازدهمه آشنا بشیم.

فصل ۱ فیزیک دوازدهم

۱- مباحث اصلی این فصل چیا هستن؟

این فصل هم طولانیه و مباحث زیادی داره و هم این‌که مباحثش به راحتی با همدیگه و با فصلای دیگه (مثل کار و انرژی یا دینامیک) ترکیب می‌شن و اگه بخوایم مباحث رو تیتروار بهتون بگیم، به نمودار زیر می‌رسیم.



بچه‌ها حواستون باشه که همیشه امکان طرح تست‌های جدید و نوآورانه در این فصل وجود داره و ممکنه شما سر جلسهٔ کنکور با تست‌های چالش‌برانگیزی از فصل «حرکت‌شناسی» روبه‌رو بشین، پس نیاز به خیلی خوب مسلط بشین روی این فصل و تعداد تست‌های زیادی از اون حل کنین!

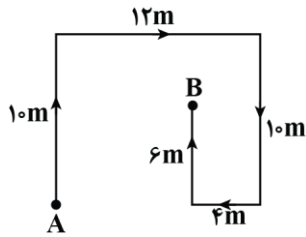
۲- در کنکورهای اخیر چند سؤال از این فصل اومده؟

در جدول زیر، تعداد سؤالاتی که از این فصل در کنکور اومده رو براتون آوردیم. همون‌طور که می‌بینید، معمولاً انتظار اومدن ۴ تست رو از این فصل داریم.

سال	۱۳۹۹	۱۴۰۰	۱۴۰۱	۱۴۰۲ (نوبت اول)	۱۴۰۲ (نوبت دوم)	۱۴۰۳ (نوبت اول)	۱۴۰۳ (نوبت دوم)
تجربی	۳	۴	۴	۴	۴	۴	۴
ریاضی	۵	۴	۵	۴	۴	۴	۴



۱- متحرکی مسیر A تا B را مطابق شکل زیر می بینید. بزرگی جابه جایی و مسافت طی شده توسط این متحرک به ترتیب از راست به چپ چند متر است؟



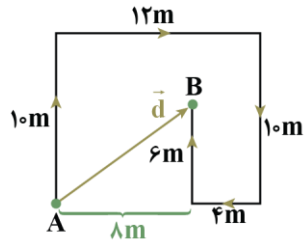
- (۱) ۴۲، ۱۰
- (۲) ۴۰، ۱۰
- (۳) ۴۲، ۱۴
- (۴) ۴۰، ۱۴

(آسان - مفهومی/محاسباتی - ۱۲۰)

پاسخ: گزینه ۱

گام اول:

جابه جایی برابر طول خط واصل بین نقاط A و B است.



$$d = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10\text{m}$$

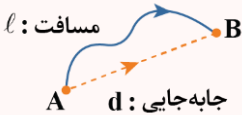
گام آخر:

مسافت طی شده برابر طول واقعی مسیر طی شده است.

$$\ell = 10 + 12 + 10 + 4 + 6 = 42\text{m}$$

مقایسه مسافت و جابه جایی، تندی متوسط و سرعت متوسط

۱- در شکل زیر، متحرک از مسیر نشان داده شده از A به B می رود. در این صورت طول مسیر واقعی برابر مسافت طی شده است و طول پارمختی که A را به B وصل می کند برابر اندازه جابه جایی متحرک است (درواقع جابه جایی کوتاه ترین مسافت میان دو نقطه است). به شکل زیر دقت کنید:



۲- مسافت، کمیتی نردهای است، درحالی که جابه جایی، کمیتی برداری است و جهت دارد.

۳- یکای مسافت و جابه جایی، هر دو در SI برابر متر (m) است.

۴- اندازه جابه جایی همواره کوچکتر یا مساوی مسافت طی شده است.

$$|\vec{d}| \leq \ell$$

۵- در شرایطی جابه جایی و مسافت هم اندازه هستند که متحرک تغییر جهت ندهد.

مثال

در کدامیک از حرکت های زیر، مسافت طی شده برابر اندازه جابه جایی متحرک است؟

الف: اتومبیلی که در مسیر مستقیم به سمت شمال حرکت می کند.

ب: اتومبیلی که ابتدا در مسیر مستقیم به سمت شمال حرکت می کند و سپس در مسیر مستقیم به سمت شرق می رود.

پ: ماهواره ای که در مسیر دایره ای دور کره زمین می چرخد.

ت: شناگری که طول استخر را شنا می کند و دوباره به مکان اولیه خود برمی گردد.

پاسخ: مطابق نکات فوق، برای آن که در حرکتی مسافت طی شده هم اندازه جابه جایی باشد، حرکت باید بدون هیچ گونه تغییر جهتی انجام شود و در مسیر مستقیم باشد. در بین عبارتهای داده شده، فقط در عبارت «الف» متحرک روی خط راست و بدون تغییر جهت حرکت می کند.

۶- با تقسیم مسافت طی شده بر زمان حرکت، تندی متوسط حرکت به دست می آید:

$$s_{av} = \frac{\text{مسافت}}{\text{زمان}} = \frac{\ell}{\Delta t}$$

۷- با تقسیم جابه جایی بر زمان حرکت، سرعت متوسط به دست می آید:

$$\vec{v}_{av} = \frac{\text{بردار جابه جایی}}{\text{زمان}} = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$$

۸- تندی متوسط، کمیتی نردهای است، درحالی که سرعت متوسط، کمیتی برداری است.

۹- اندازه سرعت متوسط همواره کوچکتر یا مساوی تندی متوسط است. هنگامی این دو کمیت هم اندازه هستند که متحرک روی مسیر مستقیم بدون تغییر جهت حرکت کند.

۱۰- در حرکت بر روی محور X برای محاسبه جابه جایی و سرعت متوسط داریم:

$$\vec{d} = \Delta \vec{x} = \vec{x}_2 - \vec{x}_1$$

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

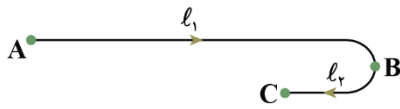


- ۲- متحرکی ابتدا بدون تغییر جهت در مدت ۴s در جهت محور x از نقطه A تا نقطه B حرکت می کند، سپس در نقطه B تغییر جهت می دهد و در مدت ۴s تا نقطه C بازمی گردد. اگر سرعت متوسط و تندی متوسط آن در این مسیر به ترتیب $\vec{a} \left(\frac{m}{s} \right)$ و $12 \frac{m}{s}$ باشد، فاصله AB چند متر است؟
- ۶۴ (۱) ۸۰ (۲) ۹۶ (۳) ۱۶ (۴)

(متوسط - مفهومی/محاسباتی - ۱۲۰۱)

پاسخ: گزینه ۲

با توجه به مثبت بودن سرعت متوسط، متحرک در مسیری مطابق شکل زیر، حرکت کرده است:



$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow 8 = \frac{l_1 - l_2}{8} \Rightarrow l_1 - l_2 = 64 \text{ m} \quad (1) \text{ رابطه}$$

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} \Rightarrow 12 = \frac{l_1 + l_2}{8} \Rightarrow l_1 + l_2 = 96 \text{ m} \quad (2) \text{ رابطه}$$

با جمع کردن دو طرف رابطه های (۱) و (۲) داریم:

$$2l_1 = 96 + 64 = 160 \text{ m} \Rightarrow l_1 = 80 \text{ m}$$

گروه آموزشی ماز

- ۳- کدام یک از عبارتهای زیر صحیح است؟

الف: در یک بازه زمانی، بردار سرعت متوسط هم جهت با بردار تغییرات سرعت است.

ب: اگر متحرک با تندی ثابت حرکت کند، سرعت متوسط و تندی متوسط آن هم اندازه اند.

پ: در یک بازه زمانی، بردار شتاب متوسط هم جهت با بردار تغییرات سرعت است.

۴ «پ»

۳ «الف»

۲ «ب» و «پ»

۱ «الف» و «ب»

(آسان - مفهومی - ۱۲۰۱)

پاسخ: گزینه ۴

بررسی موارد:

الف

طبق رابطه $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ، سرعت متوسط با بردار جابه جایی هم جهت است. (*)

ب

ممکن است جهت حرکت تغییر کند و سرعت متوسط و تندی متوسط برابر نشوند. (*)

پ

طبق رابطه $a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ ، شتاب متوسط با بردار تغییرات سرعت هم جهت است. (✓)

شتاب متوسط و شتاب لحظه ای

وقتی اندازه یا جهت بردار سرعت متحرک تغییر کند آن حرکت شتاب دار است.

نکته

با توجه به این که بردار سرعت در هر نقطه از مسیر، بر مسیر حرکت مماس است با تغییر مسیر حرکت قطعاً بردار سرعت نیز تغییر جهت دارد.

شتاب متوسط متحرک در هر بازه زمانی دلخواه t_1 تا t_2 به صورت رابطه زیر تعریف می شود که در آن \vec{v}_1 سرعت متحرک در لحظه t_1 و \vec{v}_2 سرعت متحرک در لحظه t_2 است:

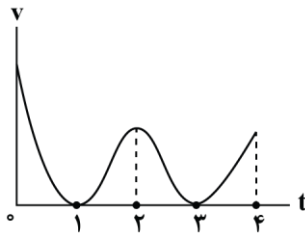
$$\vec{a}_{av} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1}$$

یکای شتاب متوسط $\frac{m}{s^2}$ است. شتاب متوسط، کمیتی برداری و هم جهت با بردار تغییر سرعت $\Delta \vec{v}$ است. اگر $\Delta t \rightarrow$ میل کند $t_1 \rightarrow t_2$ میل کرده و شتاب متوسط برابر شتاب در لحظه t_1 خواهد شد.

گروه آموزشی ماز



۴- نمودار سرعت - زمان حرکت متحرکی که بر روی محور X حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. چه تعداد از عبارتهای زیر درست است؟



الف: متحرک دو بار متوقف شده است.

ب: متحرک دو بار تغییر جهت می دهد.

پ: در ثانیه سوم حرکت، متحرک در خلاف جهت محور X در حال حرکت است.

ت: بردار شتاب متحرک در بازه زمانی $t = 1s$ تا $t = 4s$ همواره در جهت محور X است.

۱ (۱)	۲ (۲)
۳ (۳)	۴ (۴)

(متوسط - نموداری - ۱۲۰۱)

پاسخ: گزینه ۱

بررسی موارد:

الف

جسم در صورتی متوقف می شود که سرعت آن صفر شده باشد که در لحظات $t = 1s$ و $t = 3s$ سرعت متحرک صفر شده است. (✓)

ب

تغییر جهت دو شرط دارد (۱) سرعت صفر شود. (۲) علامت سرعت تغییر کند.

در لحظات $t = 1s$ و $t = 3s$ با آن که سرعت صفر شده ولی علامت سرعت تغییری نمی کند؛ بنابراین **تغییر جهت انجام نشده است**. (✗)

پ

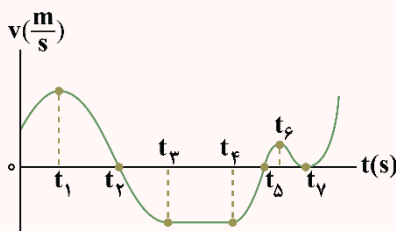
در ثانیه سوم، **سرعت مثبت** بوده؛ بنابراین حرکت در **جهت مثبت** محور X می باشد. (✗)

ت

با توجه به این که شیب نمودار سرعت - زمان برابر شتاب است، ابتدا در بازه $1s < t < 2s$ ، شتاب در جهت محور X است و سپس در بازه $2s < t < 3s$ در خلاف

جهت محور X است و در نهایت در بازه $3s < t < 4s$ در جهت محور X است. (✗)

نمودار سرعت - زمان



در این درسنامه به مرور نکاتی می پردازیم که می توان آن ها را از نمودار سرعت - زمان حرکت یک متحرک به دست آورد.

برای این منظور نمودار سرعت - زمان زیر را در نظر بگیرید که مربوط به متحرکی است که روی محور X در حرکت است.

۱- **جهت حرکت:** هنگامی که سرعت جسم مثبت باشد، جسم در حال حرکت در جهت محور X می باشد و هنگامی که سرعت منفی باشد، جسم در خلاف جهت محور X

در حرکت است. مثلاً در نمودار داده شده، در بازه صفر تا t_2 و از لحظه t_5 به بعد متحرک در حال حرکت در جهت محور X است و در بازه t_2 تا t_5 در حال حرکت

در خلاف جهت محور X است. البته دقت کنید در خود لحظات t_2 ، t_5 و t_7 سرعت برای لحظه ای صفر شده و متحرک به طور لحظه ای متوقف شده است.

۲- **لحظات تغییر جهت:** هنگامی که علامت سرعت تغییر کند، متحرک تغییر جهت داده است. در واقع لحظاتی که نمودار سرعت - زمان محور افقی را قطع کرده و از آن

عبور کند، لحظات تغییر جهت هستند. مثلاً در نمودار داده شده، در لحظات t_2 و t_5 ، جهت حرکت عوض شده است. دقت کنید در لحظه t_7 ، علامت سرعت

عوض نشده است و در نتیجه متحرک تغییر جهت نداده است.

۳- **شتاب لحظه ای حرکت:** شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان در هر لحظه نشان دهنده شتاب حرکت در آن لحظه است. مثلاً در نمودار داده شده، در بازه های صفر

تا t_1 ، t_4 تا t_6 و از لحظه t_7 به بعد، شتاب حرکت مثبت است و در بازه های t_1 تا t_3 و t_6 تا t_7 شتاب منفی است. دقت کنید در بازه t_3 تا t_4 ، نمودار افقی

است و شتاب حرکت صفر است و در نتیجه متحرک با سرعت ثابت در حال حرکت است.

۴- **شتاب متوسط حرکت:** اگر دو نقطه از نمودار سرعت - زمان را با خط راست به هم وصل کنیم، شیب خط حاصل برابر شتاب متوسط حرکت در بازه زمانی بین دو نقطه است.

۵- **تندشونده یا کندشونده بودن حرکت:** هرگاه نمودار سرعت - زمان به محور افقی نزدیک شود، حرکت کندشونده است و هرگاه در حال دور شدن از محور افقی باشد،

حرکت تندشونده خواهد بود. مثلاً در نمودار داده شده، در بازه های زمانی صفر تا t_1 ، t_2 تا t_3 ، t_4 تا t_5 و از لحظه t_7 به بعد حرکت تندشونده است و در بازه های

t_1 تا t_2 ، t_3 تا t_4 و t_6 تا t_7 حرکت کندشونده بوده است. تندشونده بودن حرکت به معنی آن است که تندی متحرک در حال افزایش است و کندشونده بودن

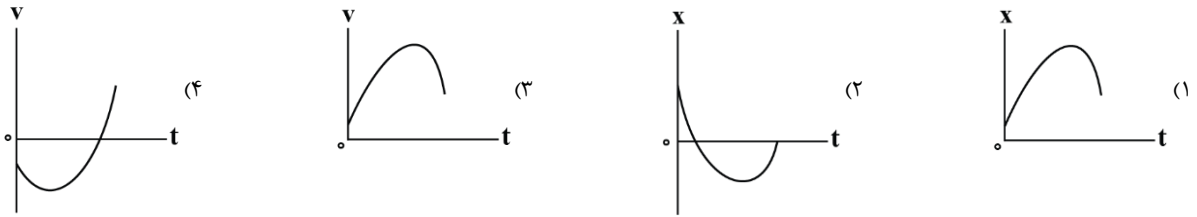
حرکت به معنی آن است که تندی متحرک در حال کاهش است.

۶- علاوه بر نکات فوق، با استفاده از نمودار سرعت - زمان، می توان کمیت هایی مثل جابه جایی، مسافت طی شده، سرعت متوسط و تندی متوسط را هم به دست آورد که

این مباحث را در آزمون بعد بررسی می کنیم.



۵- کدام سهمی زیر، مربوط به متحرکی است که با شتاب متغیر حرکت می‌کند و ابتدا دارای حرکت تندشونده است و ادامه مسیر را فقط به صورت کندشونده ادامه می‌دهد؟



(آسان - نموداری - ۱۲۰۱)

پاسخ: گزینه ۳

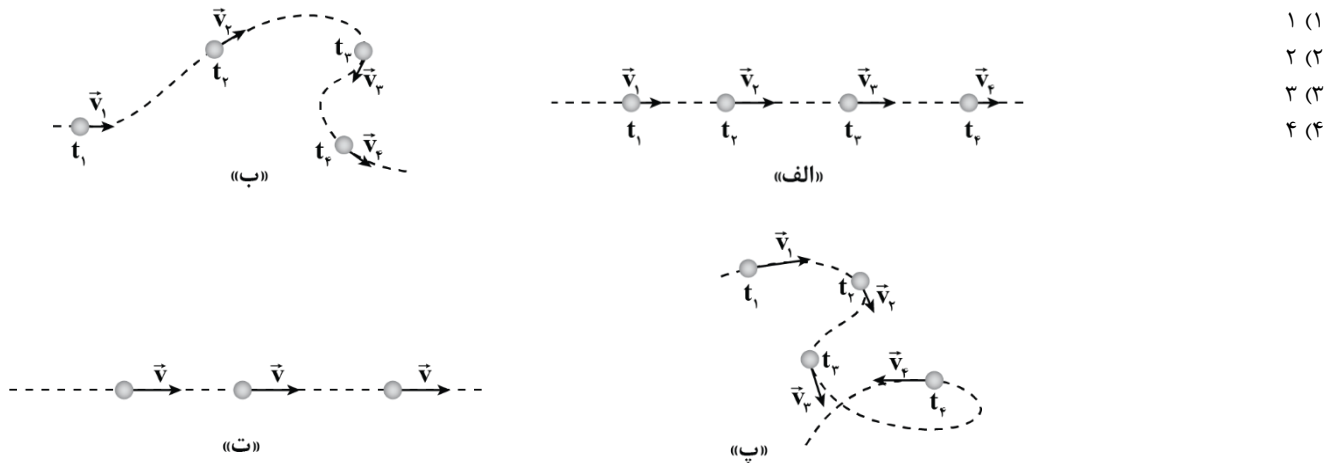
سهمی گزینه (۳) مربوط به این متحرک است.

بررسی گزینه‌ها:

- در گزینه‌های (۱) و (۲) چون نمودار مکان - زمان به صورت یک سهمی است، پس حرکت دارای شتاب ثابت است (رد گزینه‌های ۱ و ۲).
در گزینه‌های (۳) و (۴) چون نمودار سرعت - زمان دارای شیب متغیر است در نتیجه شتاب حرکت نیز متغیر است.
۳ ابتدا نمودار در حال دور شدن از محور t (تندشونده) و سپس در حال نزدیک شدن به محور t (کندشونده) است.
۴ ابتدا نمودار در حال دور شدن از محور t (تندشونده)، سپس در حال نزدیک شدن به محور t (کندشونده) و در پایان مجدد در حال دور شدن از محور t (تندشونده) است.

گروه آموزشی ماز

۶- در چه تعداد از شکل‌های زیر، متحرک با سرعت ثابت حرکت می‌کند؟



- ۱ (۱)
۲ (۲)
۳ (۳)
۴ (۴)

(آسان - مفهومی - ۱۲۰۱)

پاسخ: گزینه ۱

فقط در شکل «ت»، بردار سرعت جسم ثابت است؛ یعنی هم‌اندازه و هم‌جهت سرعت جسم، ثابت مانده و جسم با سرعت ثابت حرکت می‌کند. در بقیه شکل‌ها یا جهت سرعت یا اندازه سرعت و یا هر دو مورد تغییر کرده‌اند و حرکت جسم شتاب‌دار است.

گروه آموزشی ماز

۷- متحرکی با سرعت ثابت در حال حرکت است. اگر این متحرک در لحظات $t_1 = 4s$ و $t_2 = 7s$ به ترتیب از مکان‌های $x_1 = -16m$ و $x_2 = -4m$ عبور کند، در کدام لحظه از مبدأ مکان می‌گذرد؟

- (۱) پایان ثانیه هفتم (۲) پایان ثانیه هشتم (۳) پایان ثانیه نهم (۴) پایان ثانیه دهم

(آسان - محاسباتی - ۱۲۰۱)

پاسخ: گزینه ۲

معادله مکان - زمان حرکت را به دست می‌آوریم:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-4 - (-16)}{7 - 4} = \frac{12}{3} = 4 \frac{m}{s}$$

$$x = vt + x_0 = 4t + x_0 \xrightarrow[t = 4s]{x = -16m} -16 = 4 \times 4 + x_0 \Rightarrow x_0 = -32m$$

$$x = 4t - 32 \Rightarrow 0 = 4t - 32 \Rightarrow t = 8s$$

در ادامه لحظه عبور از مبدأ مکان ($x = 0$) را به دست می‌آوریم:



بنابراین در پایان ثانیه هشتم ($t = 8s$) متحرک از مبدأ مکان می‌گذرد.

حرکت با سرعت ثابت

اگر در یک حرکت، بردار سرعت تغییر نکند، یعنی هم اندازه سرعت (تندی) و هم جهت حرکت ثابت بماند، حرکت با سرعت ثابت انجام شده است. در حرکت با سرعت ثابت، متحرک بدون تغییر جهت و بر روی یک خط راست حرکت می‌کند و سرعت آن در هر لحظه دلخواه، با سرعت متوسط آن در هر بازه زمانی دلخواه برابر است. معادله مکان - زمان حرکت با سرعت ثابت برابر است با:

$$x = vt + x_0$$

$$v = \text{مقداری ثابت}$$

سرعت: v مکان اولیه: x_0

مثال

متحرکی با سرعت ثابت $v = (-4 \frac{m}{s})\hat{i}$ از مکان اولیه $x_0 = 6m$ شروع به حرکت می‌کند. در چه لحظه‌ای بر حسب ثانیه، متحرک از مبدأ محور x می‌گذرد؟

پاسخ تشریحی:

ابتدا معادله مکان - زمان را می‌نویسیم:

$$\begin{cases} x = vt + x_0 \\ v = -4 \frac{m}{s} \rightarrow x = -4t + 6 \\ x_0 = 6m \end{cases}$$

در هنگام عبور از مبدأ محور، $x = 0$ است، بنابراین داریم:

$$x = -4t + 6 \xrightarrow{x=0} 0 = -4t + 6 \rightarrow t = 1.5s$$

گروه آموزشی ماز

۸- متحرکی در حرکت روی خط راست و بدون تغییر جهت، $\frac{1}{4}$ مسیر را با تندی $10 \frac{m}{s}$ ، $\frac{1}{3}$ از باقی‌مانده مسیر را با تندی $20 \frac{m}{s}$ و ادامه مسیر را با

تندی $40 \frac{m}{s}$ طی می‌کند. تندی متوسط در کل مسیر چند واحد SI است؟

۲۴ (۴)

۲۰ (۳)

۱۶ (۲)

۱۲ (۱)

(متوسط - محاسباتی - ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۳

مطابق سؤال در صورتی که کل مسافت طی شده توسط متحرک d باشد؛ طبق گفته مسئله این مسافت را به قسمت‌های مختلف تقسیم می‌کنیم تا بازه زمانی هر بخش را پیدا کنیم:

گام اول:

متحرک مسافت $\frac{d}{4}$ را با تندی $10 \frac{m}{s}$ طی می‌کند؛ بنابراین زمان صرف‌شده در این بخش به صورت زیر است:

$$\Delta t_1 = \frac{l_1}{v_1} = \frac{\frac{d}{4}}{10} = \frac{d}{40}$$

گام دوم:

در ادامه متحرک $\frac{1}{3}$ باقی مسیر، یعنی $\frac{1}{3} \times \frac{3d}{4} = \frac{d}{4}$ را با تندی $20 \frac{m}{s}$ طی می‌کند. زمان صرف‌شده در این بازه به صورت زیر است:

$$\Delta t_2 = \frac{l_2}{v_2} = \frac{\frac{d}{4}}{20} = \frac{d}{80}$$

گام سوم:

متحرک باقی مسیر $(d - (\frac{d}{4} + \frac{d}{4}) = \frac{d}{2})$ را نیز با تندی $40 \frac{m}{s}$ طی می‌کند. زمان صرف‌شده در این بازه نیز به صورت زیر است:

$$\Delta t_3 = \frac{l_3}{v_3} = \frac{\frac{d}{2}}{40} = \frac{d}{80}$$



گام آخر

تندی متوسط متحرک را در کل مسیر از رابطه زیر به دست می آوریم:

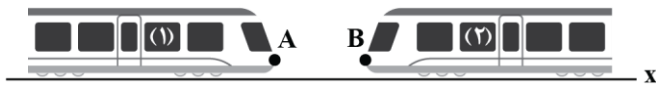
$$s_{av} = \frac{l_{کل}}{\Delta t_{کل}} = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3} = \frac{d}{\frac{d}{40} + \frac{d}{80} + \frac{d}{80}} = \frac{d}{\frac{20}{20}} = 20 \frac{m}{s}$$

نکته

اگر جابه‌جایی متحرکی در بازه‌های زمانی متوالی $\Delta t_1, \Delta t_2, \dots$ به ترتیب برابر $\Delta x_1, \Delta x_2, \dots$ و ... باشد، آن‌گاه جابه‌جایی کل متحرک برابر $\Delta x_{کل} = \Delta x_1 + \Delta x_2 + \dots$ است و سرعت متوسط متحرک در کل حرکت برابر $v_{av} = \frac{\Delta x_{کل}}{\Delta t_{کل}} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \dots}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots}$ است.

گروه آموزشی ماز

۹- مطابق شکل زیر، قطار (۱) به طول ۴۰۰ متر با تندی ثابت $72 \frac{km}{h}$ و قطار (۲) به طول ۳۰۰ متر با تندی ثابت $18 \frac{km}{h}$ به طرف یکدیگر در مسیری مستقیم و در دو ریل موازی در حال حرکت هستند. اگر مکان جلوی دو قطار در یک لحظه برابر $x_A = -550m$ و $x_B = 0$ باشد، در لحظه‌ای که دو قطار به‌طور کامل از کنار یکدیگر عبور می‌کنند، جلوی قطار (۱) در فاصله چندمتری از مبدأ مکان قرار دارد؟



- ۴۵۰ (۱)
- ۱۰۰ (۲)
- ۲۵۰ (۳)
- ۳۵۰ (۴)

(سخت - محاسباتی - ۱۲۰۱)

پاسخ: گزینه ۱

گام اول

تندی هر کدام از قطارها را به واحد SI ($\frac{m}{s}$) تبدیل می‌کنیم.

$$v_1 = 72 \frac{km}{h} \xrightarrow{\div 3.6} 20 \frac{m}{s}$$

$$v_2 = 18 \frac{km}{h} \xrightarrow{\div 3.6} 5 \frac{m}{s}$$

گام دوم

لازم است مدت‌زمانی که طول می‌کشد دو قطار به‌طور کامل از همدیگر عبور کنند را به دست آوریم. به این منظور می‌توانیم یکی از قطارها را ساکن در نظر گرفته و قطار دیگری با مجموع مقدار سرعت دو قطار در حال حرکت باشد.

$$v'_{نسبی} = |v_1| + |v_2|$$

همچنین مسافتی که باید طی شود، برابر با مجموع طول دو قطار و فاصله اولیه بین دو نقطه A و B است؛ زیرا هر کدام از قطارها برای آن که به‌طور کامل از دیگری عبور کند، باید علاوه بر فاصله بین B و A تمام طول خودش و تمام طول قطاری که ثابت فرض شده را طی کند:

$$d = v'_{نسبی} \Delta t \Rightarrow (400 + 300 + (x_B - x_A)) = (20 + 5) \times \Delta t$$

$$\Rightarrow 700 + (0 - (-550)) = 25 \Delta t \Rightarrow 1250 = 25 \Delta t \Rightarrow \Delta t = 50s$$

گام آخر

حال با توجه به این که Δt را حساب کرده‌ایم، رابطه سرعت ثابت را برای قطار (۱) می‌نویسیم:

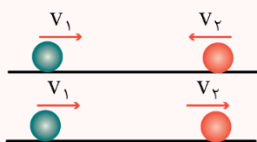
$$\Delta x = v \Delta t \Rightarrow \Delta x = 50 \times 20 \Rightarrow x'_A - (-550) = 1000 \Rightarrow x'_A = 1000 - 550 = 450m$$

بنابراین ابتدای قطار (۱) در فاصله ۴۵۰ متری مبدأ مکان قرار دارد.

تذکره

باید به این نکته توجه داشت که چون قطار (۲) در خلاف جهت محور x در حال حرکت است، سرعت آن $v_2 = -5 \frac{m}{s}$ است.

سرعت نسبی



$$v_{نسبی} = |v_1| + |v_2|$$

۱- اگر دو متحرک خلاف جهت یکدیگر حرکت کنند:

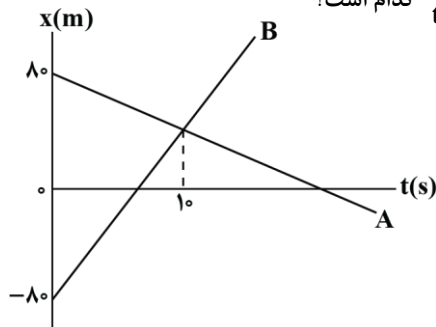
$$v_{نسبی} = |v_1 - v_2|$$

۲- اگر دو متحرک هم‌جهت حرکت کنند:



۱۰- نمودار مکان - زمان دو متحرک که با سرعت ثابت، بر روی محور x حرکت می کنند، مطابق شکل زیر است. اگر تندی متحرک B، $4 \frac{m}{s}$ بیش تر از تندی

متحرک A باشد و متحرک B در لحظه t_1 و متحرک A در لحظه t_2 از مبدأ مکان بگذرند، نسبت $\frac{t_2}{t_1}$ کدام است؟



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

(سخت - نموداری - ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۳

مطابق نمودار، فاصله اولیه دو متحرک برابر $160m = 80 - (-80)$ بوده است که در مدت 10 ثانیه، این فاصله به صفر رسیده است، بنابراین اندازه سرعت نسبی دو متحرک برابر است با:

$$v_{\text{نسبی}} = \frac{160}{10} = 16 \frac{m}{s}$$

طبق متن سؤال، اگر تندی A برابر v باشد، تندی حرکت B برابر $v + 4 \frac{m}{s}$ است و چون دو متحرک به هم نزدیک می شوند، داریم:

$$v_{\text{نسبی}} = v + v + 4 = 2v + 4 \Rightarrow 16 = 2v + 4 \Rightarrow v = 6 \frac{m}{s}$$

بنابراین سرعت A برابر $v_A = -6 \frac{m}{s}$ و سرعت B برابر $v_B = 10 \frac{m}{s}$ است و برای یافتن لحظه عبور آنها از مبدأ می توان نوشت:

$$x_B = v_B t + x_{0B} = 10t - 80 \xrightarrow[t=t_1]{x_B=0} 0 = 10t_1 - 80 \Rightarrow t_1 = 8s$$

$$x_A = v_A t + x_{0A} = -6t + 80 \xrightarrow[t=t_2]{x_A=0} 0 = -6t_2 + 80 \Rightarrow t_2 = \frac{40}{3}s$$

$$\Rightarrow \frac{t_2}{t_1} = \frac{\frac{40}{3}}{8} = \frac{5}{3}$$

حرکت با سرعت ثابت

حرکتی است که در آن اندازه سرعت (تندی) متحرک و جهت آن در طول مسیر، ثابت است. معادله مکان - زمان یک متحرک که با سرعت ثابت حرکت می کند، به شکل زیر است:

$$x = vt + x_0$$

سرعت متحرک $(\frac{m}{s})$ مکان اولیه متحرک (m)

مکان نهایی متحرک (m)

۱- سرعت لحظه ای و سرعت متوسط با هم برابرند: $v_{av} = v$

۲- شتاب حرکت، صفر است.

۳- اندازه جابه جایی و مسافت با هم برابرند ($|d| = L$)، در نتیجه در این حرکت اندازه سرعت برابر تندی است ($|v| = s$).

در حرکت با سرعت ثابت



به نمودارهای مکان - زمان و سرعت - زمان در حرکت با سرعت ثابت توجه کنید:

معادله	مکان - زمان	سرعت - زمان	نوع حرکت
$x = vt + x_0$			حرکت یکنواخت در جهت محور x
			حرکت یکنواخت در خلاف جهت محور x

گروه آموزشی ماز

۱۱- در حرکت با شتاب ثابت روی خط راست، متحرکی در لحظات $t = 2s$ ، $t = 3s$ و $t = 5s$ به ترتیب از مکان‌های $x = -2m$ ، $x = 2m$ و $x = 16m$ عبور می‌کند. به ترتیب از راست به چپ، بردارهای شتاب و سرعت اولیه این متحرک در SI کدام است؟

- (۱) $(-\frac{m}{s^2})\vec{i}$ ، $(-\frac{m}{s})\vec{i}$ (۲) $(\frac{m}{s^2})\vec{i}$ ، $(-\frac{m}{s})\vec{i}$ (۳) $(\frac{m}{s^2})\vec{i}$ ، $(\frac{m}{s})\vec{i}$ (۴) $(\frac{m}{s^2})\vec{i}$ ، $(\frac{m}{s})\vec{i}$

(متوسط - محاسباتی - ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۳

گام اول:

معادله مکان - زمان برای حرکت با شتاب ثابت به صورت زیر است:

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

گام دوم:

هر کدام از لحظات و مکان‌های مرتبط را به صورت جداگانه در معادله فوق جایگذاری می‌کنیم:

$$t = 2s, x = -2m \Rightarrow -2 = \frac{1}{2}a \times (2)^2 + v_0 \times 2 + x_0 \Rightarrow -2 = 2a + 2v_0 + x_0$$

$$t = 3s, x = 2m \Rightarrow 2 = \frac{1}{2}a \times (3)^2 + v_0 \times 3 + x_0 \Rightarrow 2 = \frac{9}{2}a + 3v_0 + x_0$$

$$t = 5s, x = 16m \Rightarrow 16 = \frac{1}{2}a \times (5)^2 + v_0 \times 5 + x_0 \Rightarrow 16 = \frac{25}{2}a + 5v_0 + x_0$$

گام آخر:

دستگاه سه معادله سه مجهول فوق را حل می‌کنیم:

$$\left. \begin{aligned} 16 - 2 &= (\frac{25}{2}a + 5v_0 + x_0) - (\frac{9}{2}a + 3v_0 + x_0) \Rightarrow 14 = 2a + 2v_0 \Rightarrow 7 = a + v_0 \\ 2 - (-2) &= (\frac{9}{2}a + 3v_0 + x_0) - (2a + 2v_0 + x_0) \Rightarrow 4 = \frac{5}{2}a + v_0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow a = \frac{2}{5} \frac{m}{s^2}, v_0 = -1 \frac{m}{s}, x_0 = -4m$$

بنابراین بردارهای شتاب و سرعت اولیه برابرند با:

$$\vec{a} = (\frac{2}{5} \frac{m}{s^2})\vec{i}, \quad \vec{v}_0 = (-1 \frac{m}{s})\vec{i}$$

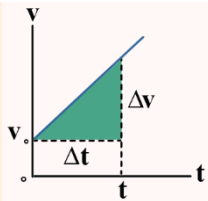
حرکت با شتاب ثابت

هرگاه بردار شتاب متحرکی در لحظه‌های مختلف یکسان باشد، حرکت جسم را حرکت با شتاب ثابت می‌نامیم.

ویژگی‌های حرکت با شتاب ثابت:

- ۱- سرعت متحرک با زمان به صورت خطی تغییر می‌کند پس تغییرات v نسبت به t به صورت یک تابع خطی است به همین دلیل سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی صفر تا t برابر است با میانگین سرعت متحرک در این دو لحظه، یعنی:
- معادله سرعت متوسط در حرکت با شتاب ثابت:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \xrightarrow{\text{حرکت با شتاب ثابت}} v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2} \Rightarrow v_{av} = v \frac{(t_1 + t_2)}{2} \xrightarrow{v=at+v_0} v_{av} = \frac{1}{2}a(t_1 + t_2) + v_0$$



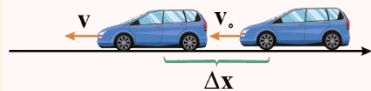
$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \text{شیب نمودار سرعت - زمان}$$

$$a = a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$x = \frac{1}{2} at^2 + v_0 t + x_0$$

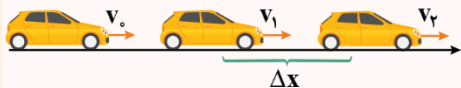
$$v = at + v_0$$

v_0 : سرعت اولیه



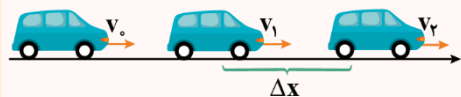
$$v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$$

در این معادله زمان وجود ندارد، پس بهتر است در سؤالاتی که زمان را نمی‌دهند و نمی‌خواهند از این معادله استفاده کنیم:



$$\Delta x = \frac{v_2 + v_1}{2} \Delta t$$

روش محاسبه جابه‌جایی در حرکت با شتاب ثابت:



$$\Delta x = \frac{1}{2} a \Delta t^2 + v_1 \Delta t$$

معادله جابه‌جایی زمان: (در بازه t_1 تا t_2)

حالت خاص: جابه‌جایی در بازه زمانی $[0, t]$

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

۲- شیب نمودار سرعت - زمان، ثابت است و برابر با شتاب متحرک می‌باشد.

۳- شتاب متوسط در بازه‌های زمانی مختلف یکسان است.

شتاب متوسط در هر بازه زمانی برابر شتاب لحظه‌ای متحرک است یعنی:

۴- معادله مکان - زمان در حرکت با شتاب ثابت:

معادله‌ای که مکان متحرک را در هر لحظه برای ما مشخص می‌کند:

x : مکان متحرک در لحظه t a : شتاب ثابت متحرک

\vec{v}_0 : سرعت اولیه x_0 : مکان اولیه

در حرکت با شتاب ثابت، مکان متحرک، تابعی درجه دوم از زمان است.

۵- معادله سرعت - زمان در حرکت با شتاب ثابت:

معادله‌ای است که سرعت متحرک را در هر لحظه برای ما مشخص می‌کند:

v : سرعت متحرک در لحظه t a : شتاب ثابت متحرک

۶- معادله سرعت - جابه‌جایی (مستقل از زمان) در حرکت با شتاب ثابت:

در این معادله زمان وجود ندارد، پس بهتر است در سؤالاتی که زمان را نمی‌دهند و نمی‌خواهند از این معادله استفاده کنیم:

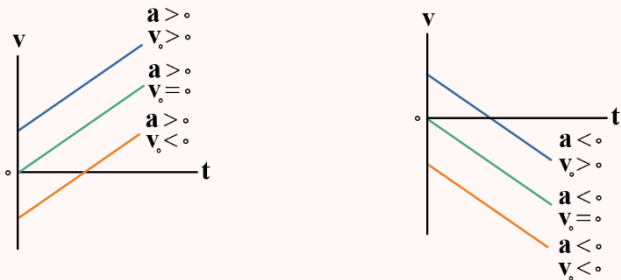
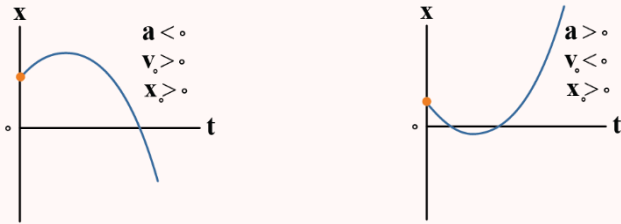
۷- معادله مستقل از شتاب در حرکت با شتاب ثابت:

در این معادله شتاب وجود ندارد، پس بهتر است در سؤالاتی که شتاب را نمی‌دهند و نمی‌خواهند از این معادله استفاده کنیم:

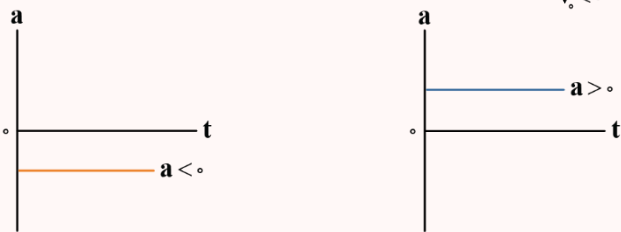


نمودارهای حرکت با شتاب ثابت

۱- نمودار مکان - زمان به شکل یک سهمی است که تقعر آن علامت شتاب را نشان می‌دهد.



۲- نمودار سرعت - زمان به صورت یک خط با شیب ثابت است.



۳- نمودار شتاب - زمان به صورت یک خط افقی است.

نکته

در حرکت با شتاب ثابت اگر برای دو لحظه t_1 و t_2 داشته باشیم رأس سهمی $t = \frac{t_1 + t_2}{2}$ آن گاه $v_{t_1} = -v_{t_2}$ می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۱۲- معادله مکان - زمان متحرکی در SI به صورت $x = -t^2 + 6t - 4$ است. در 10 ثانیه اول حرکت، حداکثر چند ثانیه فاصله متحرک تا مبدأ محور، بزرگ‌تر یا برابر 4 متر است؟

۸ (۴)

۶ (۳)

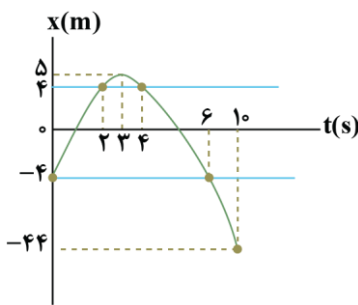
۴ (۲)

۲ (۱)

(متوسط - محاسباتی - ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۳

ابتدا به کمک مختصات، عرض از مبدأ سهمی و رأس آن، نمودار سهمی را رسم می‌کنیم:



عرض از مبدأ سهمی: $t = 0 \Rightarrow x_0 = -4m$

رأس سهمی: $t = \frac{-b}{2a} = \frac{6}{2} = 3s \Rightarrow x = -9 + 18 - 4 = 5m$

در ادامه، زمان‌های مربوط به مکان‌های $4m$ و $-4m$ را به دست می‌آوریم:

$$x = 4 \Rightarrow -t^2 + 6t - 4 = 4 \Rightarrow t^2 - 6t + 8 = 0 \Rightarrow \begin{cases} t = 2s \\ t = 4s \end{cases}$$

$$x = -4 \Rightarrow -t^2 + 6t - 4 = -4 \Rightarrow t^2 - 6t = 0 \Rightarrow \begin{cases} t = 0s \\ t = 6s \end{cases}$$

با توجه به نمودار، در بازه زمانی $2s$ تا $4s$ و نیز در بازه زمانی $0s$ تا $6s$ ، فاصله متحرک از مبدأ محور، بزرگ‌تر یا برابر 4 متر است، که در مجموع $6s$ می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۱۳- معادله سرعت - زمان متحرکی که در امتداد محور x حرکت می‌کند در SI به صورت $v = -1/8t + 7/2$ است. در 3 ثانیه دوم حرکت، بزرگی سرعت متوسط متحرک چند برابر تندی متوسط آن است؟

$\frac{5}{4}$ (۴)

$\frac{4}{5}$ (۳)

$\frac{5}{3}$ (۲)

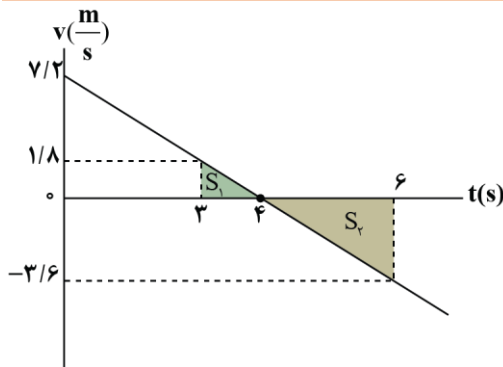
$\frac{3}{5}$ (۱)



(متوسط - محاسباتی - ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۱

نمودار سرعت - زمان متحرک را رسم می‌کنیم.



$$v = -1/8t + 7/2 \xrightarrow{v=0} t = 4s$$

در ۳ ثانیه دوم حرکت، جابه‌جایی و مسافت برابرند با:

$$\Delta x = |S_1| - |S_2| = \frac{1/8 \times 1}{2} - \frac{3/6 \times 2}{2} = 0/9 - 3/6 = -2/7m$$

$$l = |S_1| + |S_2| = 0/9 + 3/6 = 4/5m$$

بنابراین نسبت بزرگی سرعت متوسط به تندی متوسط برابر است با:

$$\frac{|v_{av}|}{s_{av}} = \frac{|\Delta x|}{l} = \frac{|\Delta x|}{\Delta t} \Rightarrow \frac{|v_{av}|}{s_{av}} = \frac{2/7}{4/5} = \frac{3}{5}$$

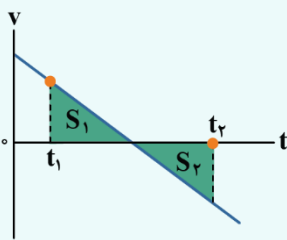
نکته

هنگامی که معادله مکان - زمان حرکت به صورت درجه ۲ است، حرکت با شتاب ثابت انجام می‌شود و به راحتی می‌توانیم معادله سرعت - زمان حرکت را بنویسیم.

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \rightarrow \text{با جایگذاری } a \text{ و } t \text{ از معادله مکان - زمان به دست می‌آیند.}$$

$$v = at + v_0 \rightarrow \text{با جایگذاری } a \text{ و } t \text{ از معادله سرعت - زمان به دست می‌آید.}$$

با داشتن معادله سرعت - زمان و رسم آن، به راحتی می‌توان مسافت، جابه‌جایی، تندی متوسط و سرعت متوسط را با کمک مساحت زیر نمودار سرعت - زمان به دست آورد.



$$\Delta x = |S_1| - |S_2| \text{ جابه‌جایی در بازه } t_1 \text{ تا } t_2$$

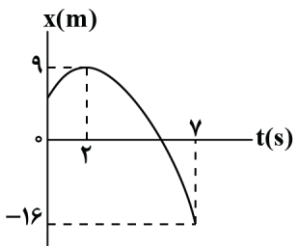
$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{|S_1| - |S_2|}{t_2 - t_1} \text{ سرعت متوسط در بازه } t_1 \text{ تا } t_2$$

$$l = |S_1| + |S_2| \text{ مسافت در بازه } t_1 \text{ تا } t_2$$

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{|S_1| + |S_2|}{t_2 - t_1} \text{ تندی متوسط در بازه } t_1 \text{ تا } t_2$$

گروه آموزشی ماز

۱۴- با توجه به شکل زیر که نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت بر روی محور x در حال حرکت است را نشان می‌دهد، کدام موارد درست است؟



الف: متحرک در لحظه $t = 4s$ از مکان اولیه خود می‌گذرد.

ب: جهت حرکت متحرک در لحظه $t = 2s$ تغییر می‌کند.

پ: جهت بردار مکان متحرک در لحظه $t = 6s$ تغییر می‌کند.

ت: از لحظه $t = 0$ تا لحظه $t = 6s$ مسافت طی شده توسط متحرک $\frac{5}{3}$ برابر اندازه جابه‌جایی آن است.

(۲) «الف»، «ب» و «ت»

(۱) «الف»، «ب» و «پ»

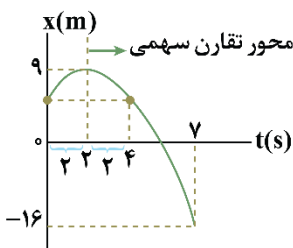
(۴) «الف»، «ب» و «ت»

(۳) «ب»، «پ» و «ت»

(سخت - نموداری - ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۲

الف



مطابق شکل مقابل با توجه به تقارن سهمی، درمی‌یابیم متحرک در لحظه $t = 4s$ از مکان اولیه خود عبور می‌کند. (✓)

ب

در نقاط اکسترمم (قله - دره) نمودار $x - t$ متحرک تغییر جهت می‌دهد؛ بنابراین در لحظه $t = 2s$ جهت حرکت تغییر کرده است. (✓)



پ

با توجه به مکان متحرک در لحظه‌های $t_1 = 2s$ و $t_2 = 7s$ و سرعت متحرک در لحظه $t_1 = 2s$ که برابر صفر است، معادله مکان - زمان متحرک را به دست آورده و لحظه تغییر جهت بردار مکان $x = 0$ را به دست می‌آوریم:

$$\left(\frac{v_1 + v_2}{2}\right)\Delta t = \Delta x \xrightarrow{v_1 = v_{2s} = 0, v_2 = v_{7s}, \Delta t = 7 - 2 = 5s, \Delta x = -16 - 9 = -25m}$$

$$\left(\frac{0 + v_{7s}}{2}\right)5 = -25 \Rightarrow v_{7s} = -10 \frac{m}{s}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{v_{7s} - v_{2s}}{7 - 2} = \frac{-10 - 0}{5} = -2 \frac{m}{s^2}$$

$$v = at + v_0 \xrightarrow{a = -2 \frac{m}{s^2}, v_1 = 0, t_1 = 2s} 0 = -2(2) + v_0 \Rightarrow v_0 = 4 \frac{m}{s}$$

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \xrightarrow{x_1 = 9m, t_1 = 2s, a = -2 \frac{m}{s^2}, v_0 = 4 \frac{m}{s}} 9 = \frac{1}{2}(-2)(2)^2 + 4(2) + x_0 \Rightarrow x_0 = 5m$$

$$\Rightarrow x = -t^2 + 4t + 5 \Rightarrow x = -(t+1)(t-5) \Rightarrow x = 0 \Rightarrow \begin{cases} t = -1s \text{ ق ق} \\ t = 5s \text{ ق ق} \end{cases}$$

بنابراین در لحظه $t = 5s$ بردار مکان متحرک تغییر جهت می‌دهد. (*)

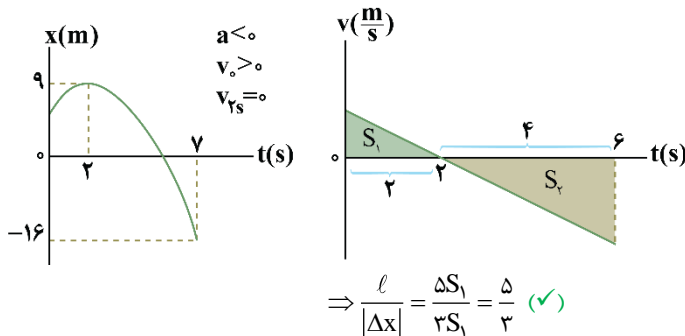
ت

با توجه به نمودار مکان - زمان، نمودار سرعت - زمان متحرک را رسم می‌کنیم: می‌دانیم دو مثلث S_1 و S_2 متشابه‌اند؛ بنابراین داریم:

$$\frac{S_2}{S_1} = \left(\frac{4}{2}\right)^2 = 4$$

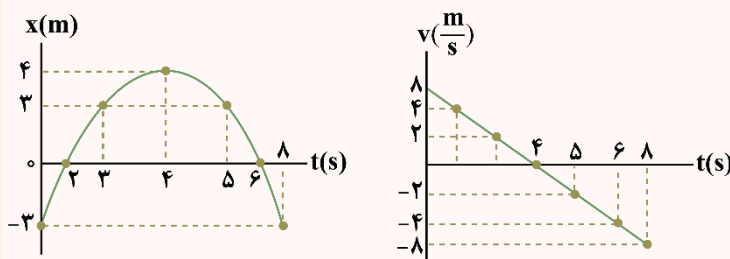
$$\begin{cases} \Delta x = S_1 - S_2 = S_1 - 4S_1 = -3S_1 \\ \ell = S_1 + S_2 = S_1 + 4S_1 = 5S_1 \end{cases} \quad (0-6)$$

$$\Rightarrow \frac{\ell}{|\Delta x|} = \frac{5S_1}{3S_1} = \frac{5}{3} \quad (\checkmark)$$



تقارن در حرکت با شتاب ثابت

حرکت شتاب ثابت نسبت به نقطه‌ای که متحرک تغییر جهت می‌دهد متقارن است. مثال: دو نمودار زیر مربوط به حرکت یک متحرک می‌باشد.



مثلاً لحظات $t = 3s$ و $t = 5s$ نسبت به لحظه $t = 4s$ تقارن دارند، یعنی:

۱- سرعت متحرک در این دو لحظه قرینه یکدیگر است یعنی تندی متحرک در این لحظات برابر است:

$$\vec{v}_3 = -\vec{v}_5 \Rightarrow |v_3| = |v_5|$$

۲- مکان متحرک در این لحظات برابر است:

$$x_3 = x_5$$

۳- مدت زمانی که طول می‌کشد متحرک در هنگام رفت از مکان $x = 3m$ به مکان $x = 4m$ برسد برابر با مدت زمانی است که طول می‌کشد متحرک از $x = 4m$ به $x = 3m$ برسد.

۴- لحظه $t = 4s$ میانگین لحظات $t = 3s$ و $t = 5s$ است.

$$4 = \frac{3+5}{2}$$



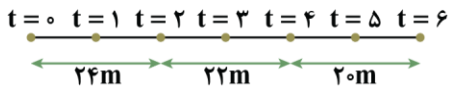
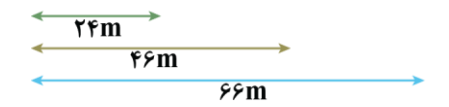
۱۵- متحرکی با شتاب ثابت بر روی محور X بدون تغییر جهت، حرکت می کند و جابه جایی آن در ۲ ثانیه اول، ۴ ثانیه اول و ۶ ثانیه اول حرکت به ترتیب ۲۴m، ۴۶m و ۶۶m است. نوع حرکت متحرک چگونه و اندازه شتاب آن چند متر بر مربع ثانیه است؟

- (۱) کندشونده و $\frac{1}{2}$ (۲) کندشونده و ۱ (۳) تندشونده و $\frac{1}{2}$ (۴) تندشونده و ۱

(متوسط - مفهومی/محاسباتی - ۱۲۰۱)

پاسخ: گزینه ۱

با توجه به جابه جایی های انجام گرفته و رسم مسیر حرکت، جابه جایی در ۲ ثانیه های اول، دوم و سوم به دست می آید.



همان طور که مشخص است، در ۲ ثانیه های متوالی، جابه جایی به اندازه ۲ متر کاهش می یابد. در نتیجه حرکت کندشونده است.



در حرکت با شتاب ثابت اگر تغییر جهت حرکت نداشته باشیم، اختلاف دو جابه جایی در T ثانیه متوالی، برابر با aT^2 است.

$$22 - 24 = aT^2 \xrightarrow{T=2s} a = -0.5 \frac{m}{s^2}$$

محاسبه جابه جایی در T ثانیه نام

$$\Delta x_{n,T} = \frac{1}{2} a(n-1)T^2 + v_0 T$$

جابه جایی های انجام شده توسط متحرک در T ثانیه های متوالی، تشکیل یک تصاعد حسابی با قدر نسبت aT^2 می دهند.

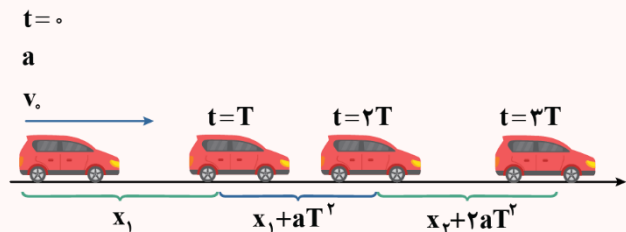
جابه جایی در T ثانیه نام $\Delta x_{n,T} = \frac{1}{2} a(n-1)T^2 + v_0 T$

جابه جایی در T ثانیه اول $\Delta x_{T,1} = 0.5aT^2 + v_0 T$

جابه جایی در T ثانیه دوم $\Delta x_{T,2} = 1.5aT^2 + v_0 T$

جابه جایی در T ثانیه سوم $\Delta x_{T,3} = 2.5aT^2 + v_0 T$

جابه جایی در T ثانیه چهارم $\Delta x_{T,4} = 3.5aT^2 + v_0 T$

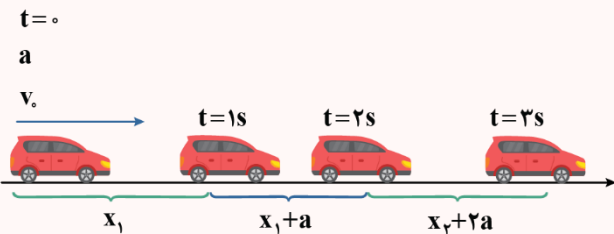


حالت خاص: جابه جایی در T ثانیه نام:

$$\Delta x_n = \frac{1}{2} a(n-1)T^2 + v_0 T$$

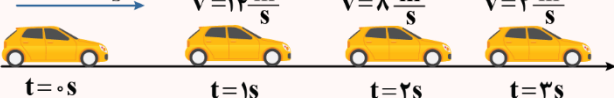
جابه جایی های انجام شده در T ثانیه های متوالی، تشکیل یک تصاعد حسابی با قدر نسبت a می دهند.

۱- در هر ثانیه جابه جایی یک a تغییر می کند.



$$a = -0.5 \frac{m}{s^2}$$

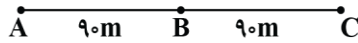
$$v_0 = +2.0 \frac{m}{s}$$



۲- در هر ثانیه سرعت یک a تغییر می کند.



۱۶- مطابق شکل زیر، متحرکی با شتاب ثابت بر روی مسیری مستقیم در حرکت است و فاصله‌های AB و BC را به ترتیب در مدت ۳s و ۲s طی می‌کند. آهنگ تغییر سرعت این متحرک چند واحد SI است؟



۲/۵ (۲)
۶ (۴)

۲/۵ (۱)
۴ (۳)

(متوسط - محاسباتی - ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۴

اگر شتاب متحرک برابر a باشد، در هر ثانیه سرعت آن به اندازه a تغییر می‌کند، بنابراین اگر سرعت متحرک در نقطه A برابر v باشد، ۳ ثانیه بعد در نقطه B، سرعت آن به $v + 3a$ می‌رسد، سپس ۲ ثانیه دیگر می‌گذرد و سرعت در نقطه C به $v + 5a$ می‌رسد. با نوشتن معادله مستقل از شتاب در هر قسمت از مسیر، داریم:

$$\text{مسیر AB: } \Delta x = \frac{v_A + v_B}{2} \Delta t \Rightarrow 90 = \frac{v + v + 3a}{2} \times 3 \Rightarrow 2v + 3a = 60 \quad (1)$$

$$\text{مسیر BC: } \Delta x = \frac{v_B + v_C}{2} \Delta t \Rightarrow 90 = \frac{v + 3a + v + 5a}{2} \times 2 \Rightarrow 2v + 8a = 90 \quad (2)$$

با کم کردن رابطه (۱) از رابطه (۲) می‌توان نوشت:

$$(2v + 8a) - (2v + 3a) = 90 - 60 \Rightarrow 5a = 30 \Rightarrow a = 6 \frac{m}{s^2}$$

گروه آموزشی ماز

۱۷- متحرکی در یک مسیر مستقیم از حال سکون با شتاب ثابت $4 \frac{m}{s^2}$ شروع به حرکت می‌کند و پس از مدتی حرکتش با شتاب ثابت $6 \frac{m}{s^2}$ کند می‌شود و در نهایت می‌ایستد. اگر مسافت طی شده در کل مسیر ۴۸۰ متر باشد، تندی متوسط در ۴ ثانیه انتهایی حرکت چند متر بر ثانیه است؟

۴۸ (۴)

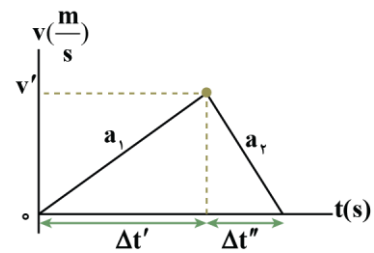
۳۶ (۳)

۲۴ (۲)

۱۲ (۱)

(سخت - محاسباتی - ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۱



شیب خط مماس بر نمودار $(v-t)$ برابر شتاب لحظه‌ای است. نمودار $(v-t)$ را از ابتدا تا انتهای حرکت رسم می‌کنیم.

گام دوم:

در هر بازه‌ای که شتاب ثابت باشد $a = a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ است؛ بنابراین چون $a_1 = \frac{v'}{\Delta t'}$ و $a_2 = \frac{v'}{\Delta t''}$ خواهد بود.

گام سوم:

سطح زیر نمودار «جابه‌جایی» برابر 480 m است؛ بنابراین داریم:

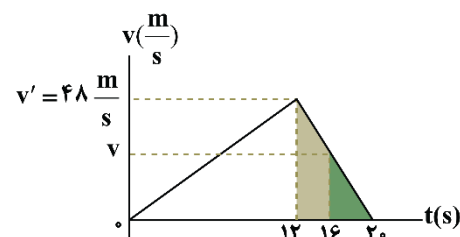
$$\begin{cases} \frac{1}{2} \times v' \times (\Delta t' + \Delta t'') = 480 \text{ m} \\ a_1 = 4 \frac{m}{s^2} \Rightarrow v' = 4 \Delta t' \text{ یا } |a_2| = 6 \frac{m}{s^2} \Rightarrow v' = 6 \Delta t'' \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \times 6 \Delta t'' \left(\frac{3}{2} \Delta t'' + \Delta t'' \right) = 480 \text{ m} \Rightarrow 3 \times \frac{5}{2} \times (\Delta t'')^2 = 480 \text{ m}$$

$$\Rightarrow (\Delta t'')^2 = 64 \Rightarrow \Delta t'' = 8 \text{ s} \xrightarrow{\Delta t' = \frac{3}{2} \Delta t''} \Delta t' = 12 \text{ s}, v' = 48 \frac{m}{s}$$

گام چهارم:

با تناسب بین دو مثلث رنگ شده خواهیم داشت:



$$\frac{v}{v'} = \frac{20 - 16}{20 - 12} \Rightarrow \frac{v}{48} = \frac{4}{8} \Rightarrow v = 24 \frac{m}{s}$$

همچنین به کمک معادله سرعت نیز می‌توانیم تندی متحرک در لحظه $t = 16 \text{ s}$ را به دست آوریم:

$$v_{16} + 4 \times a = v_{20} \Rightarrow v_{16} + 4(-6) = 0 \Rightarrow v_{16} = 24 \frac{m}{s}$$



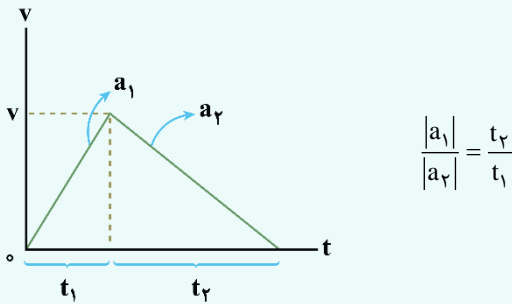
گام آخر:

کافی است سطح زیر نمودار از $t_1 = 16s$ تا $t_2 = 20s$ را به دست آوریم:

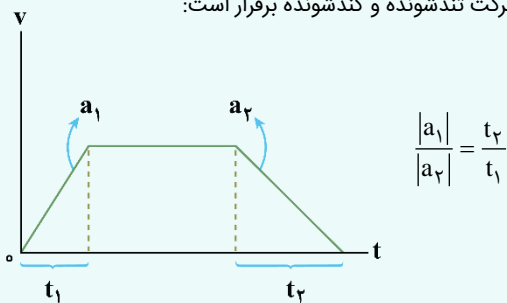
$$\ell = \frac{(20-16) \times 24}{2} = 48 \text{ m} \Rightarrow s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{48}{4} = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

نکته

در حالتی خاص از سوالات حرکت شتاب ثابت، متحرک از حال سکون با شتاب a_1 شروع به حرکت می‌کند و پس از گذشت t_1 ثانیه، با شتاب a_2 حرکتش کند و متوقف می‌شود. با توجه به نمودار سرعت - زمان این نوع حرکت می‌توانیم بنویسیم:

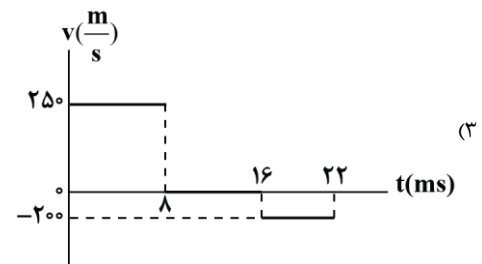
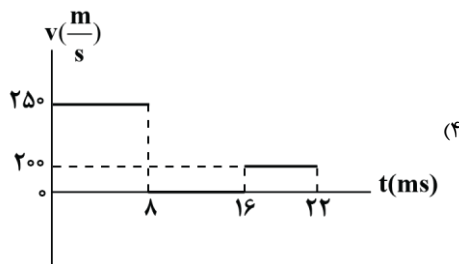
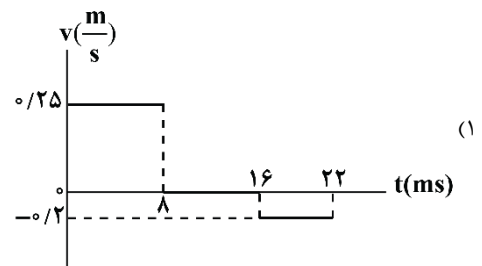
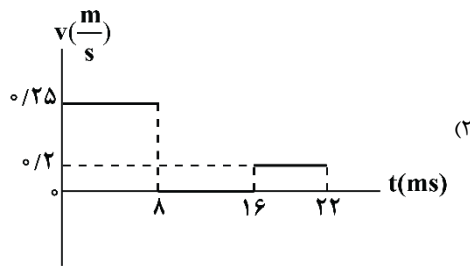
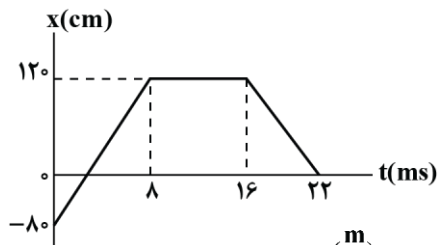


دقت کنید که اگر در بخش میانی حرکت، حرکت به صورت سرعت ثابت باشد، بازهم رابطه فوق در بخش حرکت تندشونده و کندشونده برقرار است:



گروه آموزشی ماز

۱۸- نمودار مکان - زمان متحرکی که در امتداد محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. کدام گزینه نشان‌دهنده نمودار تندی - زمان این متحرک است؟

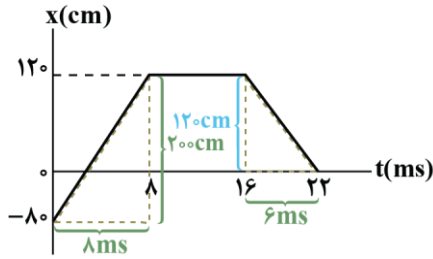




پاسخ: گزینه ۴

(آسان - نموداری - ۱۲۰۱)

می دانیم قدر مطلق شیب مماس بر نمودار مکان - زمان در هر لحظه برابر با تندى متحرک در آن لحظه است. از طرفی هم در بازه های زمانی که نمودار مکان - زمان خطی است، شیب نمودار ثابت بوده و داریم:



$$0 \rightarrow 8 \text{ ms} : v_1 = \frac{200 \text{ cm}}{8 \text{ ms}} = \frac{200 \times 10^{-2} \text{ m}}{8 \times 10^{-3} \text{ s}} = 250 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$8 \text{ ms} \rightarrow 16 \text{ ms} : v_2 = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$16 \text{ ms} \rightarrow 22 \text{ ms} : v_3 = \frac{120 \text{ cm}}{6 \text{ ms}} = \frac{120 \times 10^{-2} \text{ m}}{6 \times 10^{-3} \text{ s}} = 200 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

بنابراین نمودار تندى - زمان متحرک، مطابق گزینه (۴) خواهد بود.

گروه آموزشی ماز

۱۹- اتومبیلی با سرعت ثابت در حال حرکت بر روی مسیر مستقیم است. ناگهان راننده مانعی را روبه روی خود می بیند و پس از مدتی ترمز می گیرد و طی یک حرکت شتاب ثابت، متوقف می شود. اگر جابه جایی در مدت ترمز، ۴ برابر جابه جایی در مدت واکنش راننده باشد، سرعت متوسط در کل حرکت چند برابر سرعت متوسط در مدت حرکت کندشونده است؟

$\frac{5}{3}$ (۴)

$\frac{10}{7}$ (۳)

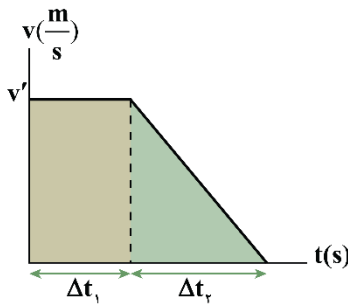
$\frac{5}{4}$ (۲)

$\frac{10}{9}$ (۱)

(متوسط - محاسباتی - ۱۲۰۱)

پاسخ: گزینه ۱

نمودار سرعت - زمان را برای این حرکت رسم می کنیم. با توجه به این که سطح محصور نمودار $v-t$ با محور t برابر با جابه جایی است، خواهیم داشت:



$$4\Delta x_1 = \Delta x_2 \Rightarrow 4v'\Delta t_1 = \frac{v'\Delta t_2}{2} \Rightarrow 8\Delta t_1 = \Delta t_2$$

اکنون سرعت متوسط را در دو بازه زمانی خواسته شده به دست می آوریم:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{کل حرکت} \rightarrow v_{av} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2} = \frac{5\Delta x_1}{9\Delta t_1} \\ \text{قسمت شتابدار} \rightarrow v_{av} = \frac{\Delta x_2}{\Delta t_2} = \frac{4\Delta x_1}{8\Delta t_1} = \frac{\Delta x_1}{2\Delta t_1} \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \frac{v_{av} \text{ کل حرکت}}{v_{av} \text{ قسمت شتابدار}} = \frac{\frac{5}{9}}{\frac{1}{2}} = \frac{10}{9}$$

بررسی مسائل ترمز و توقف

مسائل توقف از دو قسمت تشکیل می شوند:

۱- قبل از ترمز (زمان واکنش راننده):

از زمانی که راننده یک مانع را می بیند، تا زمانی که پدال ترمز را فشار دهد، مدتی طول می کشد که به این زمان، زمان واکنش (عکس العمل) راننده می گویند. در این مدت راننده هنوز ترمز نکرده و خودرو با همان سرعت اولیه حرکت می کند.

واکنش $v_0 \Delta t$ = واکنش Δx

۲- پس از ترمز (کند شدن):

در این مدت، حرکت خودرو با شتاب ثابت a کند می شود. زمان و مسافت طی شده در هنگام ترمز برابر است با:

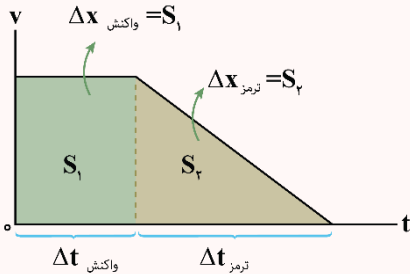


$$\Delta t_{\text{ترمز}} = \frac{v_0}{|a|} \quad \Delta x_{\text{ترمز}} = \frac{v_0^2}{|2a|}$$

۳- کل مسافتی که خودرو طی می‌کند تا متوقف شود برابر مجموع مسافت طی شده در دو مرحله قبل است:

$$\Delta x_{\text{توقف}} = \Delta x_{\text{واکنش}} + \Delta x_{\text{ترمز}} = v_0 \Delta t_{\text{واکنش}} + \frac{v_0^2}{|2a|}$$

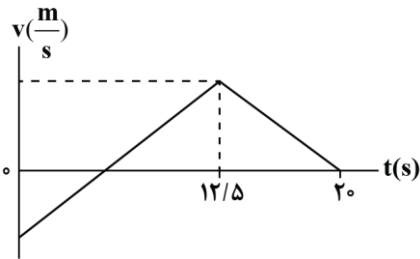
۴- گاهی برای بررسی مسائل ترمز، می‌توانیم نمودار سرعت - زمان متحرک را نیز رسم کنیم.



گروه آموزشی ماز

۲۰- شکل زیر، نمودار سرعت - زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x در حال حرکت است. اگر شتاب متوسط حرکت در ۲۰ ثانیه اول

و سرعت متوسط در مدت حرکت تندشونده $15 \frac{m}{s}$ باشد، این متحرک چند متر به صورت کندشونده حرکت کرده است؟



- ۶۲/۵ (۱)
- ۱۴۲/۵ (۲)
- ۱۵۲/۵ (۳)
- ۱۶۲/۵ (۴)

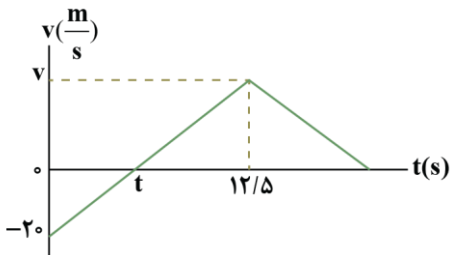
(سخت - نموداری - ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۴

در ۲۰ ثانیه اول شتاب متوسط برابر $1 \frac{m}{s^2}$ است، در نتیجه:

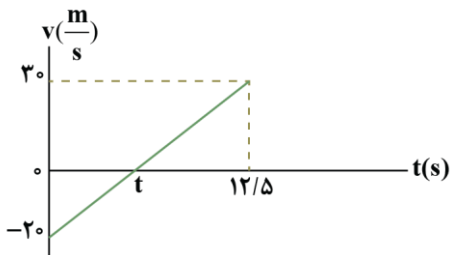
$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow 1 = \frac{0 - v_0}{20} \Rightarrow v_0 = -20 \frac{m}{s}$$

حرکت تندشونده در بازه زمانی t تا ۱۲/۵ ثانیه است. پس سرعت در لحظه \$t = 12s\$ برابر است با:

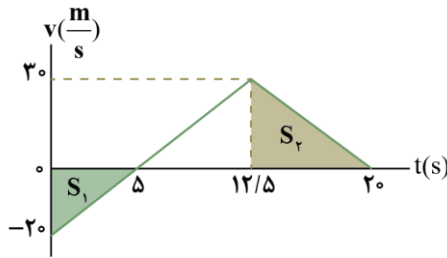


$$v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2} \Rightarrow 15 = \frac{0 + v}{2} \Rightarrow v = 30 \frac{m}{s}$$

حال به کمک تشابه مثلثها می‌توانیم لحظه t را به دست بیاوریم:



$$\frac{30}{12/5 - t} = \frac{20}{t} \Rightarrow 3t = 25 - 2t \Rightarrow 5t = 25 \Rightarrow t = 5s$$

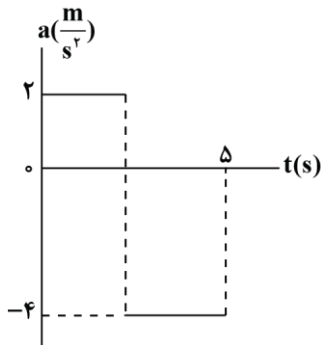


مجموع مساحت‌های S_1 و S_2 برابر مسافت طی شده در بازه زمانی است که متحرک کندشونده در حرکت بوده است.

$$l = S_1 + S_2 = \frac{30 \times 5}{2} + \frac{15 \times 30}{2} = 50 + 112.5 \Rightarrow l = 162.5 \text{ m}$$

گروه آموزشی ماز

۲۱- نمودار شتاب - زمان متحرکی که در لحظه $t = 0$ بر روی محور x از حال سکون شروع به حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. اگر جابه جایی متحرک در ۵ ثانیه اول حرکت برابر ۲- متر باشد، مسافت پیموده شده توسط متحرک در همین مدت چند متر است؟

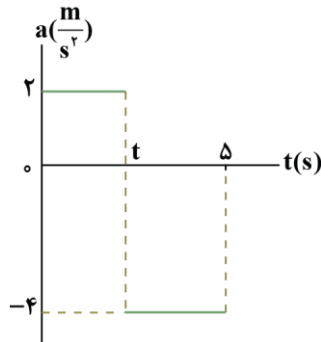


- ۱۲ (۱)
- ۱۴ (۲)
- ۱۶ (۳)
- ۱۸ (۴)

(سخت - نموداری - ۱۲۰۱)

پاسخ: گزینه ۲

در حرکت با شتاب ثابت داریم:



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

$$v = v_0 + at \Rightarrow v_t = 0 + 2t = 2t$$

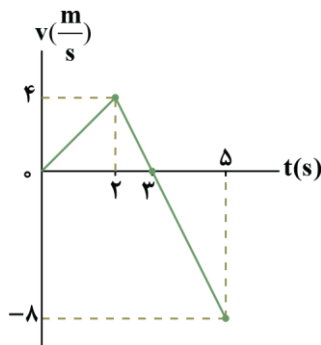
$$\Delta x_t = \Delta x_1 + \Delta x_2 = \left(\frac{1}{2} \times 2 \times t^2 + 0 \times t \right) + \left(\frac{1}{2} \times (-4) \times (5-t)^2 + 2t(5-t) \right)$$

$$\Rightarrow \Delta x_t = t^2 - 2(5-t)^2 + 2t(5-t) = -2$$

با بسط و مرتب سازی معادله فوق داریم:

$$-3t^2 + 30t - 48 = 0 \Rightarrow t^2 - 10t + 16 = 0 \Rightarrow \begin{cases} t = 2s (\checkmark) \\ t = 8s \Rightarrow t < 5 \Rightarrow t \text{ غیر قابل قبول} (\times) \end{cases}$$

بهترین راه برای محاسبه مسافت طی شده رسم نمودار $v-t$ و محاسبه مساحت محصور در نمودار است. نمودار سرعت - زمان متحرک مطابق شکل است.

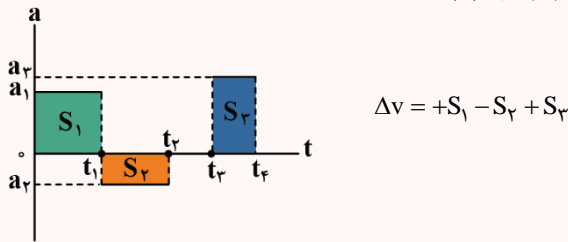


$$S = L = \frac{2 \times 4}{2} + \frac{3 \times 8}{2} = 6 + 8 = 14 \text{ m}$$



نمودار شتاب - زمان

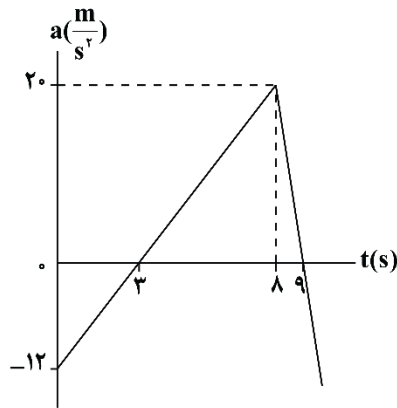
در حرکت با شتاب ثابت، نمودار شتاب - زمان، خطی موازی محور زمان می‌باشد. اگر شتاب ثابت حرکت در هر بازه زمانی با بازه دیگر در طول حرکت متفاوت باشد، نمودار به شکل زیر، پله‌ای خواهد بود و مساحت زیر نمودار در هر بخش، با تغییرات سرعت در آن بازه زمانی برابر است:



در بازه t_2 تا t_3 شتاب صفر است.

گروه آموزشی ماز

۲۲- شکل زیر، نمودار شتاب - زمان متحرکی در حرکت روی خط راست را نشان می‌دهد. اگر جهت حرکت متحرک در پایان ثانیه نهم حرکت تغییر کرده باشد، سرعت متحرک در مبدأ زمان چند متر بر ثانیه است؟



- (۱) ۴۲
- (۲) ۲۱
- (۳) ۲۱
- (۴) ۴۲

(متوسط - محاسباتی - ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۱

نکته

سطح زیر نمودار شتاب - زمان نشانگر تغییرات سرعت است.

گام اول:

اولین شرط تغییر جهت، صفر شدن سرعت است؛ بنابراین سرعت متحرک در لحظه $t = 9s$ صفر می‌باشد. تغییرات سرعت در هر کدام از بازه‌ها را به دست می‌آوریم:

$$0 < t < 3s \Rightarrow \Delta v_1 = -\left(\frac{12 \times 3}{2}\right) \Rightarrow \Delta v_1 = -18 \frac{m}{s}$$

با توجه به این که نمودار $v-t$ پایین محور t است، تغییرات سرعت در این بازه منفی خواهد بود.

$$3s < t < 9s \Rightarrow \Delta v_2 = \frac{6 \times 20}{2} \Rightarrow \Delta v_2 = 60 \frac{m}{s}$$

با توجه به این که نمودار $v-t$ بالای محور t است، تغییرات سرعت در این بازه مثبت خواهد بود.

گام آخر:

با توجه به صفر شدن سرعت در لحظه $t = 9s$ می‌توان نوشت:

$$v_0 + \Delta v_1 + \Delta v_2 = 0 \Rightarrow v_0 - 18 + 60 = 0 \Rightarrow v_0 = -42 \frac{m}{s}$$

گروه آموزشی ماز

۲۳- متحرکی با تندی $5 \frac{m}{s}$ در جهت محور x و متحرک دیگری با تندی $10 \frac{m}{s}$ در خلاف جهت محور x به سمت یکدیگر در حال حرکت اند. هنگامی که

فاصله آن‌ها به ۱۴۴ متر می‌رسد، اولی تندی خود را با شتاب $4 \frac{m}{s^2}$ افزایش و دومی تندی خود را با شتاب $1 \frac{m}{s^2}$ کاهش می‌دهد. دو متحرک پس از

چند ثانیه به هم می‌رسند؟

۸ (۴)

۴ (۳)

۱۰ (۲)

۶ (۱)



(متوسط - مفهومی/محاسباتی - ۱۲۰۱)

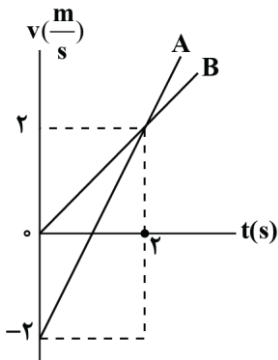
پاسخ: گزینه ۱

در این سؤالات سعی کنید برای درک بهتر و سازمان‌دهی داده‌ها ترسیمی ساده از مسئله رسم کنید. مکان متحرک اول را مبدأ و جهت محور x را جهت مثبت در نظر می‌گیریم.

$$\begin{aligned}
 a' &= 4 \frac{m}{s^2} & a &= 1 \frac{m}{s^2} & x &= \frac{1}{2} at^2 + v_0 t + x_0 \\
 v_0' &= 5 \frac{m}{s} & v_0 &= -10 \frac{m}{s} & \frac{1}{2} \times 4 \times t^2 + 5t &= \frac{1}{2} \times 1 \times t^2 - 10t + 144 \\
 & & & & \Rightarrow \frac{2}{2} t^2 + 15t - 144 &= 0 \Rightarrow \begin{cases} t = 6s \quad (\checkmark) \\ t = -16s \quad (\times) \end{cases}
 \end{aligned}$$

گروه آموزشی ماز

۲۴- نمودار سرعت - زمان دو متحرک که هم‌زمان از یک نقطه شروع به حرکت می‌کنند مطابق شکل زیر است. چند ثانیه پس از شروع حرکت، فاصله دو متحرک به ۳۰ متر می‌رسد؟

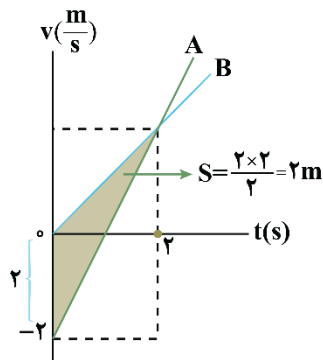


- ۱ و ۳ (۱)
- ۷ (۲)
- ۸ (۳)
- ۱۰ (۴)

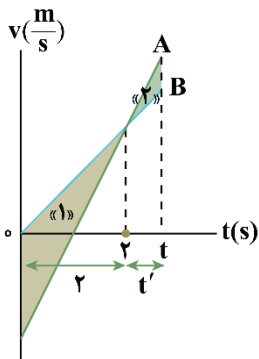
(متوسط - نموداری - ۱۲۰۱)

پاسخ: گزینه ۴

مطابق شکل مقابل فاصله دو متحرک را در لحظه رسیدن به یکدیگر به دست می‌آوریم:



بنابراین در لحظه $t = 2s$ متحرک A، ۲ متر عقب‌تر از متحرک B است.



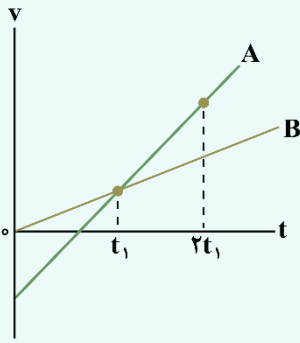
با توجه به این که پس از لحظه $t = 2s$ همواره نمودار $v-t$ متحرک A بالاتر از متحرک B قرار دارد، هیچ‌گاه امکان ندارد، متحرک B، ۳۰ متر از متحرک A جلوتر باشد. از طرفی برای این که متحرک A بخواند ۳۰ متر از متحرک B جلو بیفتد، باید مساحت زیر نمودار $v-t$ آن پس از لحظه $t = 2s$ ، ۳۲ متر بیش‌تر از متحرک B باشد، تا آن ۲ متر عقب‌مانده را هم جبران کند. در نتیجه با توجه به تشابه دو مثلث زیر، درمی‌یابیم در لحظه $t_2 = 10s$ فاصله دو متحرک از یکدیگر ۳۰ متر می‌شود.

$$\begin{aligned}
 \frac{S_2}{S_1} &= \left(\frac{t'}{2}\right)^2 \Rightarrow \frac{32}{2} = \left(\frac{t'}{2}\right)^2 \\
 \Rightarrow t' &= 8s \Rightarrow t = t' + 2 = 10s
 \end{aligned}$$



نکته

هنگامی که دو متحرک از مکان یکسانی با شتاب ثابت در لحظه $t = 0$ عبور می‌کنند و نمودار سرعت - زمان آن‌ها به شکل زیر است، می‌توان نکات زیر را نتیجه گرفت:



- ۱- در بازه $0 < t < t_1$ ، سرعت B بیش‌تر از A است؛ بنابراین B از A جلو می‌افتد. در این بازه فاصله دو متحرک افزایش می‌یابد.
- ۲- در بازه $t_1 < t < 2t_1$ ، سرعت A بیش‌تر از B است و در نتیجه متحرک A، فاصله را جبران می‌کند و در لحظه $t = 2t_1$ ، دو متحرک به هم می‌رسند. در این بازه، فاصله دو متحرک کاهش می‌یابد.
- ۳- در لحظات پس از $t = 2t_1$ ، متحرک A، فاصله خود تا B را افزایش می‌دهد و از آن دور و دورتر می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۲۵- دو کامیون A و B با تندی ثابت $72 \frac{km}{h}$ با فاصله ۱۰۰ متر از یکدیگر مطابق شکل در یک جهت حرکت می‌کنند. ناگهان در لحظه $t = 0$ ، از کامیون A جعبه‌ای سقوط می‌کند. هنگامی که جعبه بر اثر حرکت شتاب ثابت خود بر روی جاده متوقف می‌شود، فاصله کامیون A از آن ۴۰ متر می‌شود. اگر در دو

لحظه t_1 و t_2 فاصله کامیون B از جعبه ۹۰ متر باشد، کدام است $\frac{t_2}{t_1}$ (سرعت اولیه جعبه را با سرعت کامیون A برابر فرض کنید).



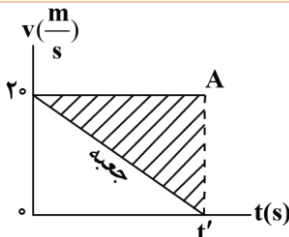
- ۵ (۱)
۲۳ (۳)
۷ (۲)
۲۳ (۴)
۶

(سخت - محاسباتی - ۱۲۰۱)

پاسخ: گزینه ۳

مناسبت‌تر است با نمودار $v-t$ مسئله را بررسی کنیم.

ابتدا لحظه توقف جعبه را به کمک فاصله آن با کامیون A به دست می‌آوریم.



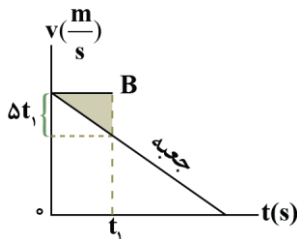
$$\frac{20 \cdot t'}{2} = 40 \Rightarrow t' = 4s$$

همچنین مشخص است که شتاب جعبه که همان شیب نمودار سرعت - زمان است، برابر $-\frac{20}{4} = -5 \frac{m}{s^2}$ می‌باشد.

اکنون فاصله کامیون B تا جعبه را در دو لحظه‌ای که دارای فاصله ۹۰ متری از یکدیگر هستند را با استفاده از سطح بین دو نمودار، به دست می‌آوریم.

فاصله اولیه کامیون B با جعبه ۱۰۰m است. در نتیجه برای این که اولین بار این فاصله به ۹۰m برسد، باید این دو ۱۰m به

یکدیگر نزدیک شوند. پس سطح بین دو نمودار باید برابر با ۱۰m شود.

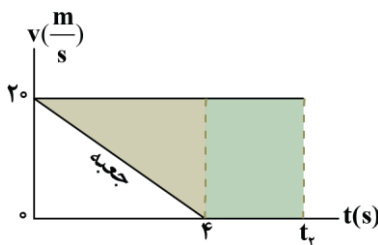


$$\frac{(\Delta t_1)(t_1)}{2} = 10 \Rightarrow t_1 = 2s$$

با توجه به این که فاصله اولیه کامیون B از جعبه ۱۰۰m است، هنگامی فاصله این دو متحرک برای دومین بار

به ۹۰m می‌رسد که ۱۹۰m نسبت به یکدیگر حرکت کنند.

در نتیجه سطح بین دو نمودار باید ۱۹۰m شود.



$$\frac{(t_2 + (t_2 - 4)) \cdot 20}{2} = 190 \Rightarrow t_2 = 11/5s$$

در پایان نسبت $\frac{t_2}{t_1}$ را به دست می‌آوریم.

$$\frac{t_2}{t_1} = \frac{11/5}{2} = \frac{23}{4}$$

گروه آموزشی ماز



«جمع بندی فشرده»

فصل ۱ فیزیک دوازدهم

