



مؤلفان:
محمد آهنگر
سجاد صادق زاده
آرمین کمالی
سعید احمدی

فیزیک دوازدهم ریاضی | گاج

۴۰

صفحه جمع بندی
کامل فرمول ها

۴۰

صفحه جمع بندی
کامل مفاهیم کتاب درسی

۲۲۰

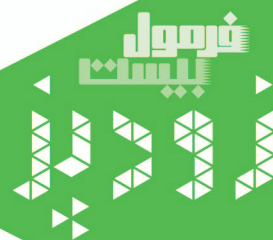
پرسش مفهومی
چند قسمتی پرتکرار

۲۲۰

پرسش امتحانی
چند قسمتی پرتکرار

۲۰

آزمون سطح بندی شده
مبحثی و جامع



تهران، میدان انقلاب

نیش بازارچه کتاب

www.gajmarket.com

فیزیک ۵ بعدی

تو این کتاب که با به سبک کاملاً جدید تألیف شده، برای آموزش دقیق مطالب به شما دانش‌آموزی عزیز، تو هر فصل از پنج تا قسمت استفاده کردیم و اسمش رو گذاشتیم آموزش پنج بُعدی. خب اگه موافقید، بریم و ببینیم این ۵ تا قسمت زودتر ما، چه جوری قراره تو کمترین زمان ممکن، فیزیک شما رو برای امتحان متحول بکنه...

فرمول‌ها

۱

تو بُعد اول هر فصل، براتون به مرور کامل و حرفه‌ای روی فرمولای مهم فصل داریم. جالبه بدونین نکات خیلی زیادی توی این فرمولا هست که مستقیماً به شکل جای خالی و درستی یا نادرستی تو امتحان نهایی میاد و برای پاسخ بهشون، کافیه حواستون حسابی به کلمه‌ها و عبارت‌هایی که توی متن کار رنگی شدن باشه.

مفاهیم

۲

تو بُعد دوم هر فصل، سراغ عبارت‌ها و مفاهیم مهم کتاب درسی که سؤالات بسیار زیادی ازشون تو امتحان نهایی مطرح میشه رفتیم و به جورایی قصد داریم خیلی حرفه‌ای خیال شما رو از بابت متن کتاب درسی راحت کنیم، راستی بازم خیلی خیلی حواستون به عبارت‌های رنگی داخل متن باشه. از طرفی به سری نکات خوب و تکنیکی در مورد تحلیل نمودارها هم اگه لازم بوده، توی این بُعد گفته شده.

پرسش‌های مفهومی

۳

تو بُعد سوم هر فصل، کلی سؤال مفهومی از امتحان نهایی و تمرینای کتاب درسی رو که به جورایی از ترکیب بُعدهای (۱) و (۲) فصل طرح شدن، براتون بررسی می‌کنیم تا تسلطتون رو مطالب خیلی خیلی زیاد بشه، راستی حواستون به تعداد تکرارهای هر پرسش هم باشه که کنارش نوشته شده، طبیعیه که هر چی سؤال بیشتر تکرار شده باشه، مهم‌تره و شانس تکرار مجددش بیشتره، راستی این تعداد تکرارها از بررسی ۲۰۰ مرحله آزمون از امتحانات نهایی و امتحانات مدارس منتخب کشور به دست اومده.

مسائل عددی

۴

تو بُعد چهارم هر فصل، سعی می‌کنیم به مرور خیلی خوب و قوی روی مثال‌های عددی و حل‌کردنی اون فصل تو امتحان نهایی و همچنین کتاب درسی داشته باشیم تا خیالتون از این سبک سؤالات که قسمت عمده امتحان رو شامل میشه، کاملاً راحت بشه، البته بازم حواستون به تعداد تکرار هر تمرین باشه، این تعداد تکرار به جورایی اهمیت تیپ سؤال مطرح شده رو هم برای امتحان میرسونه.

آزمون‌های سطح‌بندی شده

۵

تو بُعد پنجم فصل هم با آوردن چند مرحله آزمون تشریحی احتمالی که پاسخ‌شون بارم‌بندی هم شده، فصل رو بستیم. این آزمون‌های میحی، سطح‌بندی شده هستن و آزمون آخریش، واقعاً سؤالاتی تشریحی جونداری هستش و اگه توی زمان ۱۲۰ دقیقه نتونستید حل کنید، ایرادی نداره، توی ۱۸۰ دقیقه حل کنید. اینا، مال کساییه که خود بیست رو میخوان.

و اقا به جمع‌بندی توپ

تو آخر کتاب هم به بانک سؤال خوب امتحان نهایی جامع که تو دو سال اخیر برگزار شده رو دارید، این آزمونا بهترین منبع برای جمع‌بندی نزدیک امتحان اصلی محسوب میشن.

«با آرزوی کسب نمره ۲۰ در آزمون بزرگ‌تر زندگی»

فهرست مطالب

۵

فصل ۱ حرکت بر خط راست

۸۷

فصل ۲ دینامیک و حرکت دایره‌ای

۱۶۹

فصل ۳ نوسان و موج

۲۲۵

فصل ۴ برهم‌کنش‌های موج

۲۷۱

فصل ۵ آشنایی با فیزیک اتمی

۳۱۷

فصل ۶ آشنایی با فیزیک هسته‌ای

امتحان
نهایی

۳۶۲

پاسخ تشریحی
آزمون
۱۴۰۱

۳۵۸

آزمون ۴
خرداد ریاضی
۱۴۰۴

۳۵۶

آزمون ۳
شهریور ریاضی
۱۴۰۳

۳۵۳

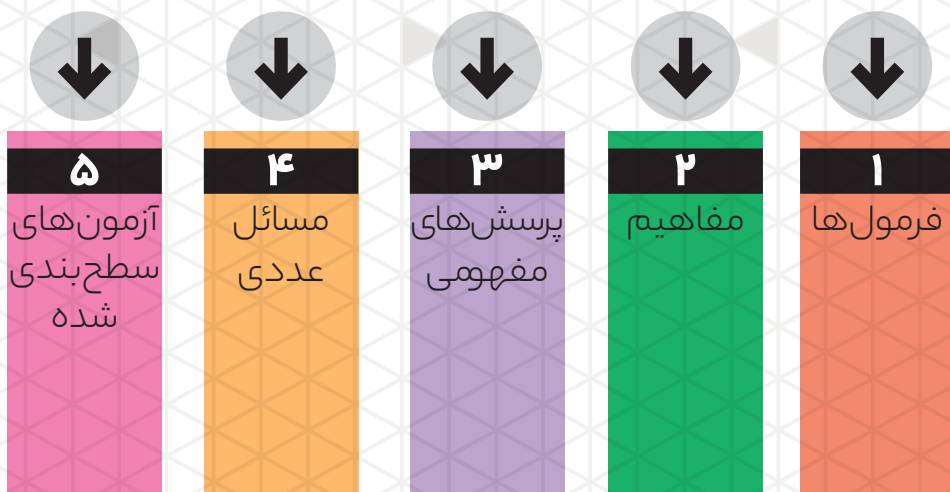
آزمون ۲
خرداد تجربی ۱۴۰۳
(متناسب‌سازی شده
برای ریاضی)

۳۵۰

آزمون ۱
خرداد ریاضی
۱۴۰۳

فصل

حرکت بر خط راست



سطح آزمون



تعداد تکرارها



مثال حل شده



تذکر



نکته



عناوین اصلی



سخن معلم



مرور حرفه‌ای فرمول‌های مورد استفاده در این فصل

فرمول‌ها



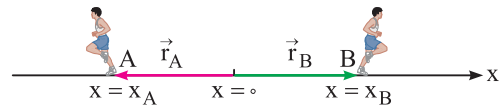
تو بخش اول فصل، می‌خوایم براتون یه مرور کامل و حرفه‌ای روی فرمولای مهم این فصل داشته باشیم. جالبه بدونین نکات خیلی زیادی توی این فرمولا هست که مستقیماً به شکل جای خالی تو امتحان نهایی میاد، خواهشاً حواستون حساسی به کلمه‌ها و عبارت‌هایی که رنگی شدن باشه ...



روابط کلی حرکت

۱ بردار مکان

در شکل زیر، دونده‌ای بر روی محور x در حال حرکت است. **بردار مکان** در هر نقطه از مسیر حرکت برای این دونده، برداری است که از **مبدأ مختصات** به مکان دونده متصل می‌شود. به‌طور مثال در شکل زیر، بردار مکان در نقاط A و B از مسیر نشان داده شده است:



$$\vec{r} = x \vec{i}$$

پارامترهای جدید

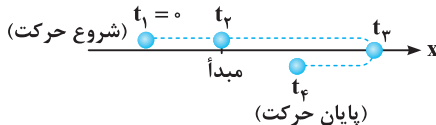
$\vec{r}$: بردار مکان (m)
X: موقعیت متحرک بر روی محور X (m)

۱ اگر متحرک در سمت **راست** مبدأ باشد (B)، بردار مکان در **جهت محور X** قرار دارد و اگر متحرک در سمت **چپ** مبدأ باشد (A)، بردار مکان در **خلاف جهت محور X** قرار می‌گیرد.

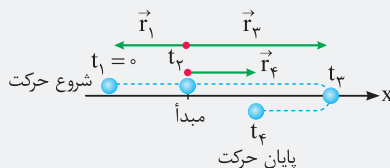
۲ در مبدأ مختصات، $x = 0$ بوده و $\vec{r} = 0$ است.



در مورد بردار مکان متحرکی که مسیر زیر را در بازه زمانی $t_1 = 0$ تا t_f طی می‌کند، اظهارنظر کنید.



سه‌تا صحبت جدی زیر رو با توجه به شکل رسم شده، باید حتماً باگوش و پوستت درک کنی...



۱ در بازه زمانی t_1 تا t_f متحرک در سمت چپ مبدأ قرار دارد، پس بردار مکان آن در خلاف جهت محور x قرار می‌گیرد.

۲ در کل بازه زمانی t_1 تا t_f متحرک در سمت راست مبدأ قرار دارد، پس بردار مکان آن در این بازه در جهت محور x قرار می‌گیرد.

۳ در لحظه t_f ، متحرک یک لحظه در مبدأ قرار دارد و سپس از مبدأ عبور می‌کند، پس بردار مکان متحرک در لحظه t_f صفر شده و در این لحظه بردار مکان متحرک تغییر جهت می‌دهد.

توجه

اگر حرکت ماه به دور زمین را در یک مسیر دایره‌ای فرضی با شعاع R در نظر بگیرید، هنگامی که ماه یک دور کامل می‌چرخد، جابه‌جایی و مسافت آن چقدر است؟

جابه‌جایی ماه صفر است، زیرا ماه به محل اولیه خود بازگشته است اما مسافت طی شده آن برابر محیط دایره طی شده یعنی $2\pi R$ است.

۱ مسافت برخلاف جابه‌جایی، کمیتی نرده‌ای و نامنفی است و جهت ندارد.

۲ مسافت طی شده توسط یک متحرک، همواره بزرگ‌تر یا مساوی اندازه جابه‌جایی متحرک است.

۳ هنگامی که متحرک در مسیر مستقیم و بدون تغییر جهت حرکت کند، اندازه جابه‌جایی آن برابر مسافت طی شده است.

۴ سرعت متوسط

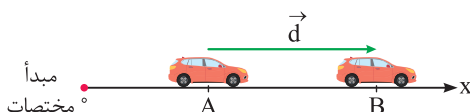
اگر متحرک در مدت زمان Δt ، جابه‌جایی $\vec{d}$ را انجام دهد، سرعت متوسط آن در این جابه‌جایی برابر است با:

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

$\vec{v}_{av}$: بردار سرعت متوسط ($\frac{m}{s}$)
 $\vec{d}$: بردار جابه‌جایی (m)
 Δt : طول بازه زمانی (s)

پارامترهای جدید

۱ فرض کنید متحرک نشان داده شده در شکل، در بازه زمانی t_1 تا t_2 از نقطه A تا نقطه B منتقل شده است. بردار جابه‌جایی ($\vec{d}$) در هر بازه زمانی برای این متحرک، برداری است که محل متحرک در شروع بازه زمانی را مستقیماً به محل متحرک در انتهای آن بازه زمانی متصل می‌کند و بردار سرعت متوسط با بردار جابه‌جایی ($\vec{d}$) هم جهت است.



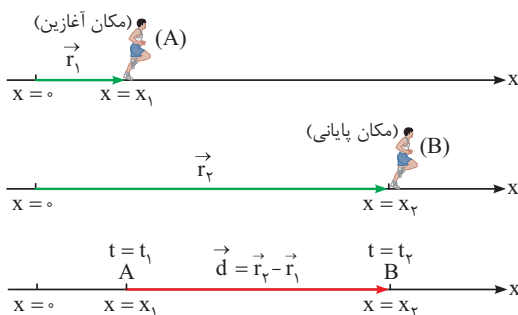
۲ بردار جابه‌جایی

پاره خط جهت‌داری که مکان آغازین حرکت را به مکان پایانی حرکت وصل می‌کند، بردار جابه‌جایی نامیده می‌شود. بردار جابه‌جایی ($\vec{d}$) عملاً معادل با تفاضل بردار $\vec{r}_1$ از $\vec{r}_2$ است.

$$\vec{d} = \vec{r}_B - \vec{r}_A = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

$\vec{r}_1, \vec{r}_2$: بردارهای مکان در نقاط A و B
 از مسیر (m)
 $\vec{d}$: بردار جابه‌جایی (m)

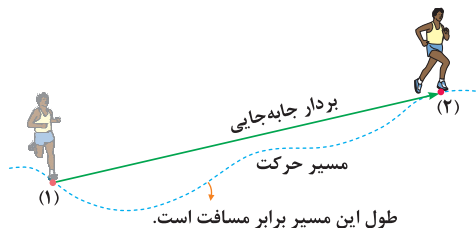
پارامترهای جدید



۱ جابه‌جایی کمیتی برداری و یکای آن در SI برابر متر است.
۲ هنگامی که متحرک روی محور X حرکت یک‌بعدی انجام می‌دهد، می‌توان جابه‌جایی را به جای $\vec{d}$ با Δx نمایش داد. در این صورت علامت جبری Δx ، جهت جابه‌جایی را نشان می‌دهد. اگر متحرک در جهت محور X حرکت کند، جابه‌جایی آن مثبت و اگر متحرک در خلاف جهت محور X حرکت کند، جابه‌جایی آن منفی خواهد بود.

۳ مسافت طی شده

طول واقعی مسیر طی شده توسط متحرک، مسافت پیموده شده یا به اختصار مسافت نامیده می‌شود. شکل نشان داده شده تفاوت جابه‌جایی و مسافت طی شده توسط دوندۀ را نشان می‌دهد:



طول واقعی مسیر حرکت $l =$

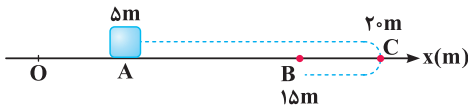
۲ برای تبدیل km/h به m/s ، کافی است عدد موردنظر را بر $\frac{3}{6}$ تقسیم کنیم:

$$1 \text{ km/h} = 1 \frac{(1000 \text{ m})}{(3600 \text{ s})} \Rightarrow 1 \text{ km/h} = \frac{1}{3.6} \text{ m/s}$$

و برای تبدیل m/s به km/h ، عدد موردنظر را در $\frac{3}{6}$ ضرب می‌کنیم:

$$1 \text{ m/s} = 3.6 \text{ km/h}$$

در شکل زیر، در طی ۲۰ ثانیه متحرک بر روی محور x از نقطه A تا نقطه B حرکت کرده است. سرعت متوسط و تندی متوسط آن چقدر است؟



محاسبه v_{av} : $x_1 = 5 \text{ m}$ محل شروع حرکت

$x_2 = 15 \text{ m}$ محل پایان حرکت

$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \vec{i} = \frac{(x_2 - x_1)}{\Delta t} \vec{i} = \frac{(15 - 5) \text{ m}}{20 \text{ s}} \vec{i}$$

$$\Rightarrow \vec{v}_{av} = (0.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}) \vec{i}$$

محاسبه s_{av} :

طول واقعی مسیر حرکت = مسافت l

$$\Rightarrow l = |AC| + |BC| \Rightarrow l = 15 + 5 = 20 \text{ m}$$

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{20}{20} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۶ سرعت لحظه‌ای

سرعت لحظه‌ای کمیته برداری است که بردار سرعت را در هر لحظه نشان می‌دهد و در بیان آن حتماً باید جهت نیز ذکر شود.

اگر خودرویی در حال حرکت به سمت شمال باشد و در نقطه‌ای از مسیر حرکت عقربه تندی سنج خودرو روی $100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ باشد، سرعت لحظه‌ای آن برابر در جهت است.

$$100 \frac{\text{km}}{\text{h}} - \text{شمال}$$

۲ سرعت متوسط کمیته برداری است و یکای آن در SI، متر بر ثانیه است.

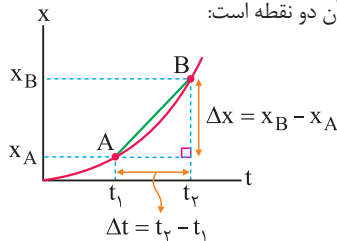
۳ اگر متحرک بر روی محور x حرکت کند، جابه‌جایی آن برابر $\vec{d} = (\Delta x) \vec{i}$ است، بنابراین برای محاسبه سرعت متوسط در این حالت، می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

در این صورت علامت جبری v_{av} ، جهت سرعت را نشان می‌دهد. اگر سرعت متوسط متحرک در جهت محور x باشد، v_{av} مثبت و اگر سرعت متوسط متحرک در خلاف جهت محور x باشد، v_{av} منفی خواهد بود. در این حالت:

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

۴ شیب خط راستی که دو نقطه از نمودار مکان - زمان یک متحرک را به یکدیگر وصل می‌کند، برابر سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی متناظر با آن دو نقطه است:



$$\text{شیب } AB = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{ضلع مجاور}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = v_{av}$$

۵ تندی متوسط

به نسبت مسافت طی شده (l) به زمان طی کردن آن مسافت (Δt) تندی متوسط می‌گویند. تندی متوسط را با نماد s_{av} نشان می‌دهند و برای محاسبه s_{av} داریم:

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t}$$

s_{av} : تندی متوسط ($\frac{\text{m}}{\text{s}}$)

l : مسافت (m)

Δt : طول بازه زمانی (s)

پارامترهای جدید

۱ تندی متوسط کمیته نرده‌ای است و یکای آن در SI، متر بر ثانیه است.

شتاب متوسط و شتاب لحظه‌ای

شتاب متوسط متحرک در هر بازه زمانی دلخواه (t_1, t_2) ، به صورت رابطه زیر تعریف می‌شود که در آن $\vec{v}_1$ سرعت متحرک در لحظه t_1 و $\vec{v}_2$ سرعت متحرک در لحظه t_2 است.

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

$$\vec{a}_{av} : \text{بردار شتاب متوسط } \left(\frac{m}{s^2}\right)$$

$$\Delta \vec{v} : \text{بردار تغییرات سرعت } \left(\frac{m}{s}\right)$$

$$\Delta t : \text{طول بازه زمانی (s)}$$

پارامترهای
جدید

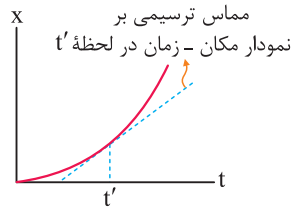
پژوی ۲۰۶، حدوداً در زمان ۱۴ ثانیه از سرعت صفر به $100 \frac{km}{h}$ می‌رسد و BMW سری ۶، حدوداً در طی ۵ ثانیه از سرعت صفر به $100 \frac{km}{h}$ می‌رسد. این موضوع به چه معناست؟



این موضوع یعنی سرعت BMW، سریع‌تر از پژوی ۲۰۶ تغییر می‌کند و شتاب متوسط صفر تا صد آن خیلی بیش‌تر است. (گفتیم همین اول کار به حسی نسبت به مفهوم شتاب بگیری، شتاب یعنی آهنگ تغییر سرعت.)

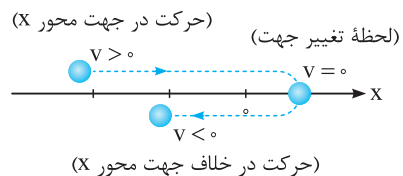
۱ در حرکت روی محور X، هرگاه سرعت لحظه‌ای متحرک مثبت باشد، متحرک در جهت محور X حرکت می‌کند و هرگاه منفی باشد، متحرک در خلاف جهت محور X حرکت می‌کند.

۲ در حرکت بر روی خط راست، سرعت در هر لحظه دلخواه t' ، برابر شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان در آن لحظه است:

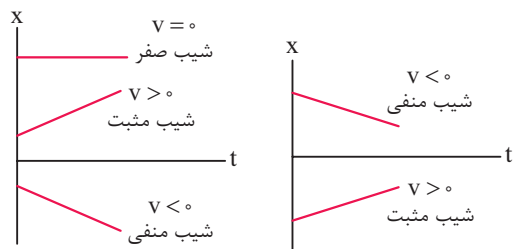


شیب خط مماس بر نمودار در آن لحظه $v =$ لحظه‌ای

۳ در حرکت بر روی خط راست، در لحظه‌ای که سرعت متحرک صفر شده و علامت سرعت عوضی می‌شود، اصطلاحاً متحرک تغییر جهت می‌دهد.



یه یادآوری داریم برای کل فیزیک دوازدهم، حتماً از ریاضی میدونی آگه باز یاد شدن x, t هم زیاد بشه و خط بالا بره شیب مثبت، آگرم باز یاد شدن x, t کم بشه و خط پایین بیاد شیب منفیه و در نهایت اگر t زیاد بشه و x ثابت بمونه، شیب صفره...



تندی لحظه‌ای

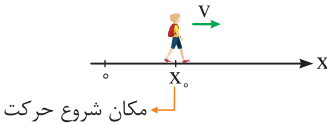
تندی متحرک در هر لحظه از زمان را تندی لحظه‌ای می‌نامند. عقربه تندیسنج، تندی لحظه‌ای خودرو را نشان می‌دهد و هیچ اطلاعی از جهت حرکت خودرو به ما نمی‌دهد.

روابط حرکت با سرعت ثابت



۹ معادله مکان - زمان حرکت با سرعت ثابت

در این نوع حرکت، **اندازه و جهت سرعت متحرک** در طول مسیر **ثابت** است و معادله مکان - زمان آن برابر است با:



$$x = vt + x_0$$

x : مکان متحرک در هر لحظه (m)
 v : سرعت متحرک ($\frac{m}{s}$)
 x_0 : مکان اولیه متحرک (m)

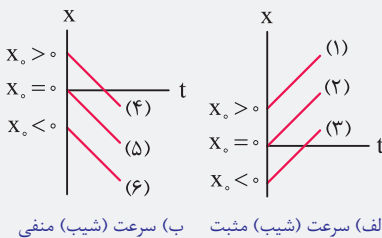
پارامترهای
جدید

با توجه به ثابت بودن **اندازه و جهت بردار سرعت** در این حرکت، **شتاب لحظه‌ای و شتاب متوسط** متحرک در هر بازه زمانی دلخواه برابر **صفر** است.

برای حالت‌های مختلف v و x_0 در حرکت با سرعت ثابت بر روی محور x ، نمودارهای مکان - زمان و سرعت - زمان را ترسیم کنید.



با توجه به معادله $x = vt + x_0$ در حرکت با سرعت ثابت، نمودار به صورت یک **خط راست** با **شیبی برابر سرعت متحرک (v)** است. در این حرکت با توجه به علامت سرعت (v) و مکان اولیه متحرک (x_0)، نمودار می‌تواند یکی از شکل‌های رسم شده زیر را داشته باشد:



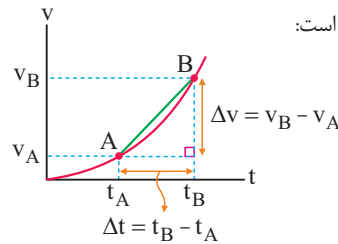
۱ شتاب متوسط ($\vec{a}_{av}$)، **کمیتی برداری و هم‌جهت** با بردار **تغییر سرعت ($\Delta \vec{v}$)** است.

۲ یکای شتاب متوسط در SI، **متر بر مربع ثانیه** است.

۳ اگر متحرک در یک راستا حرکت کند، رابطه شتاب متوسط را می‌توان بدون علامت بردار به‌کار برد؛ ولی با توجه به ماهیت برداری v_1 و v_2 باید به علامت‌های جبری آن‌ها که نشان‌دهنده جهت آن‌ها می‌باشد، توجه کنیم.

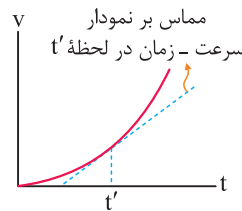
$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

در این رابطه، **مثبت شدن** شتاب متوسط به معنی آن است که بردار شتاب متوسط در **جهت محور x** است و **منفی شدن** آن، نشان‌دهنده این است که بردار شتاب متوسط در **خلاف جهت محور x** است. شیب خط راستی که دو نقطه از نمودار سرعت - زمان یک متحرک را به یکدیگر وصل می‌کند، برابر شتاب متوسط متحرک در بازه زمانی متناظر آن است:

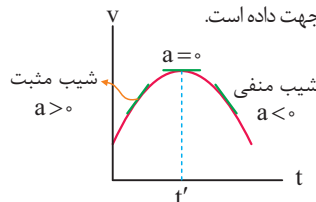


$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{ضلع مجاور}} = \text{شیب } AB$$

۵ شیب مماس ترسیمی بر نمودار سرعت - زمان در لحظه t' ، معادل شتاب در لحظه t' است.



۶ با توجه به مماس‌های رسم شده، در نمودار زیر قبل از لحظه t' ، شتاب مثبت بوده و پس از آن شتاب منفی می‌باشد و در لحظه t' بردار شتاب صفر شده و تغییر جهت داده است.



در عمل با حرکت اجسامی که شتاب آن‌ها ثابت یا تقریباً ثابت است زیاد سروکار داریم. **جسمی که روی سطح هموار یک سرازیشی در حال لغزیدن است**، یا **جسمی که در حال سقوط است و اثر مقاومت هوا بر آن ناچیز باشد**، دارای حرکت با شتاب ثابت‌اند. هم‌چنین **خودرویی که پس از سبز شدن چراغ، شروع به حرکت می‌کند** یا **هواپیمایی که روی باند پرواز حرکت می‌کند تا به شرایط لازم برای برخاستن برسد**، مثال‌هایی از حرکت با شتاب تقریباً ثابت‌اند.

معادله مکان - زمان با شتاب ثابت

فرض کنید متحرکی روی محور X و از مکان اولیه x_0 با سرعت اولیه v_0 و شتاب ثابت a شروع به حرکت می‌کند. معادله مکان - زمان حرکت این متحرک از رابطه زیر به دست می‌آید:

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

a : شتاب ($\frac{m}{s^2}$)
 v_0 : سرعت اولیه متحرک ($\frac{m}{s}$)
 x_0 : مکان اولیه متحرک (m)
 x : مکان متحرک در هر لحظه (m)

پارامترهای جدید

جابه‌جایی متحرک در t ثانیه اول حرکت از رابطه $\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$ به دست می‌آید.

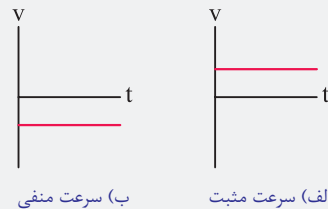
نمودار مکان - زمان حرکت با شتاب ثابت در حالت

کلی به چه صورت است؟

نمودار مکان - زمان حرکت با شتاب ثابت به شکل یک سهمی است و در ادامه به نکات آن می‌پردازیم.

اگر $a > 0$ باشد، تقعر سهمی رو به بالا و اگر $a < 0$ باشد، تقعر سهمی رو به پایین است.
 اگر نمودار از بالای محور t شروع شود، $x_0 > 0$ بوده و اگر از پایین محور t شروع شود، x_0 منفی است.

از طرفی چون سرعت متحرک ثابت است، نمودار سرعت - زمان به شکل‌های زیر می‌تواند باشد:



روابط حرکت با شتاب ثابت

درک مفهوم شتاب در حرکت با شتاب ثابت

در جدول داده شده، مقادیر سرعت یک اتومبیل در لحظات مختلف حرکت در یک مسیر مستقیم نشان داده شده است. با کمی دقت می‌توان دریافت که در هر ثانیه مقدار سرعت اتومبیل ۲ واحد زیاد شده است، یعنی آهنگ تغییر سرعت ($\frac{\Delta v}{\Delta t}$) که همان تعریف شتاب متوسط است، در تمامی بازه‌های زمانی با طول یک ثانیه، یکسان و مقداری ثابت است.

زمان	۰	۱s	۲s	۳s	۴s	۵s
سرعت	$v_0 = 0$	۲m/s	۴m/s	۶m/s	۸m/s	۱۰m/s

در این حرکت، شتاب ثابت و برابر $\frac{2m}{s^2}$ است. دقت شود که در یک حرکت شتاب ثابت، سرعت ثابت نیست، بلکه تغییرات سرعت در واحد زمان، ثابت است.

$$|\vec{a}_{av}| = \frac{|\vec{v}_2 - \vec{v}_1|}{t_2 - t_1} = \frac{2 - 0}{1 - 0} = \frac{4 - 2}{2 - 1} = \frac{6 - 4}{3 - 2} = \frac{8 - 6}{4 - 3}$$

$$\Rightarrow a = 2m/s^2$$

وقتی گفته می‌شه شتاب متحرکی برابر مقدار ثابت $2m/s^2$ هستش، یعنی سرعت متحرک تو هر ثانیه ۲ واحد عوض می‌شه...

پاسخ



در بسیاری از موارد، در یک حرکت با شتاب ثابت، مسافت طی شده و یا جابه‌جایی متحرک در یک بازه زمانی مشخص

پرسیده می‌شود. در این‌گونه از مسائل، بهترین روش ترسیم نمودار

سرعت - زمان و کمک گرفتن از مساحت محصور بین نمودار و محور افقی است. مثلاً در نمودار مقابل برای محاسبه مسافت و جابه‌جایی تا لحظه t داریم:

$$l = |S_1| + |S_2|$$

$$\Delta x = -|S_1| + |S_2|$$

حواست باشد که از روی مسافت و جابه‌جایی، خیلی راحت می‌شه تندی متوسط و سرعت متوسط رو حساب کرد، این سبک سؤال‌الزاید می‌اد که تو قسمت چهارم فصل حسابی روش کار کردیم...

۱۳ سرعت متوسط در حرکت با شتاب ثابت

سرعت متوسط متحرکی که در مسیر مستقیم با شتاب ثابت حرکت می‌کند، در بازه زمانی t_1 تا t_2 برابر است با میانگین سرعت متحرک در این دو لحظه، یعنی:

$$v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

$$v_1: \text{سرعت متحرک در لحظه } t_1 \left(\frac{m}{s} \right)$$

$$v_2: \text{سرعت متحرک در لحظه } t_2 \left(\frac{m}{s} \right)$$

$$v_{av}: \text{سرعت متوسط متحرک در بازه}$$

$$\text{زمانی } t_1 \text{ تا } t_2 \left(\frac{m}{s} \right)$$

پارامترهای جدید

به‌طور کلی در حرکت با شتاب ثابت، سرعت متوسط

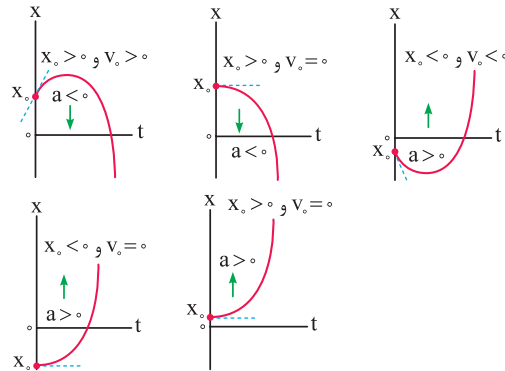
در بازه زمانی t_1 تا t_2 برابر میانگین سرعت‌های ابتدا و انتهای آن بازه

است که برابر با سرعت متحرک در لحظه $\frac{t_1 + t_2}{2}$ می‌باشد.

$$v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

حرکت با شتاب ثابت a

اگر شیب مماس ترسیمی در $t = 0$ مثبت باشد، $v_0 > 0$ بوده و اگر منفی باشد، $v_0 < 0$ است:



۱۲ معادله سرعت - زمان حرکت با شتاب ثابت

معادله سرعت - زمان متحرکی که بر روی محور x با شتاب ثابت a و سرعت اولیه v_0 شروع به حرکت می‌کند، برابر است با:

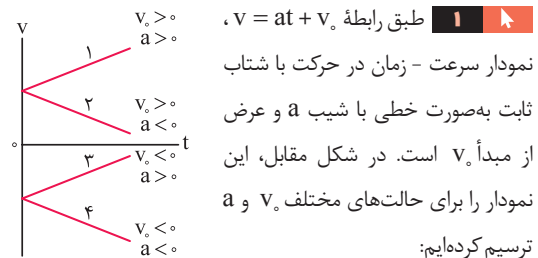
$$v = at + v_0$$

$$a: \text{شتاب} \left(\frac{m}{s^2} \right)$$

$$v_0: \text{سرعت اولیه متحرک} \left(\frac{m}{s} \right)$$

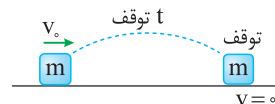
$$v: \text{سرعت متحرک در هر لحظه} \left(\frac{m}{s} \right)$$

پارامترهای جدید



هنگامی که متحرکی در مسیر مستقیم با تندی v_0

در حال حرکت است و ناگهان با شتاب a ترمز می‌گیرد، با صفر قرار دادن سرعت، می‌توانیم زمان ترمز تا لحظه توقف را محاسبه کنیم:



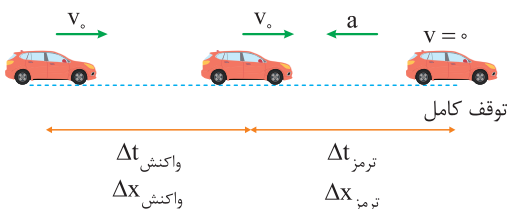
$$v = at + v_0 \xrightarrow{v=0} t = \frac{-v_0}{a} \Rightarrow t_{\text{توقف}} = \frac{v_0}{|a|}$$

در برخی از مسائل، مدتی طول می‌کشد تا راننده خودرو بتواند عکس‌العمل نشان دهد و ترمز کند که به این زمان، زمان واکنش راننده می‌گویند. اگر زمان واکنش راننده را هم در نظر بگیریم، حرکت خودرو دارای دو مرحله خواهد بود:

۱ در مدت زمان واکنش، راننده هنوز ترمز نکرده است و خودرو با سرعت ثابت (سرعت قبل از ترمز) حرکت می‌کند.

۲ پس از زمان واکنش، راننده ترمز می‌کند و خودرو با شتاب ثابت متوقف می‌شود.

با توجه به توضیحات داده‌شده، شکل رسم‌شده، چگونگی حرکت خودرو را در هنگام ترمز کردن در واقعیت نشان می‌دهد:



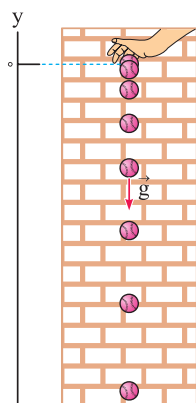
$$\Delta x_{\text{توقف}} = \Delta x_{\text{واکنش}} + \Delta x_{\text{ترمز}} = v_0 \Delta t_{\text{واکنش}} + \frac{v_0^2}{2|a|}$$

$$\Delta t_{\text{توقف}} = \underbrace{\Delta t_{\text{واکنش راننده}}}_{\text{زمان واکنش راننده}} + \Delta t_{\text{ترمز}} = \Delta t_{\text{واکنش}} + \frac{v_0}{|a|}$$

خواست باشد که آگه خواستی از این دو تا فرمول تو امتحان نهایی استفاده کنی، حتماً حتماً اول باید اثباتشون بکنی، چون طراح براشون بارم در نظر می‌گیره...



۱۵ سقوط آزاد



جسمی که تحت تأثیر جاذبه گرانشی، در نزدیکی سطح زمین سقوط می‌کند و اثر مقاومت هوا را بتوان برای آن نادیده گرفت، آشناترین مثال برای حرکت با شتاب ثابت است. این حرکت آرمانی که تصویر گلوله در ثانیه‌های متوالی آن مطابق شکل مقابل است، سقوط آزاد نامیده می‌شود. معادله‌های حرکت سقوط آزاد در حالت بدون سرعت اولیه ($v_0 = 0$) در ادامه آورده شده است:

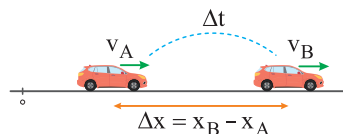
در حرکت با شتاب ثابت، معادله بسیار پرکاربرد مستقل از شتاب به صورت زیر نوشته می‌شود:

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

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

۱۴ معادله سرعت - جابه‌جایی (مستقل از زمان)

در حرکت متحرک با شتاب ثابت بر روی خط راست، اگر سرعت متحرک در ابتدا و انتهای یک جابه‌جایی به ترتیب v_A و v_B باشد، معادله سرعت - جابه‌جایی عبارت است از:



$$v_B^2 - v_A^2 = 2a(x_B - x_A) = 2a \Delta x$$

a : شتاب ($\frac{m}{s^2}$)

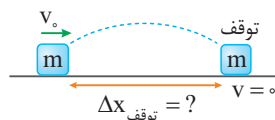
Δx : جابه‌جایی متحرک (m)

v_A : سرعت ابتدایی متحرک ($\frac{m}{s}$)

v_B : سرعت نهایی متحرک ($\frac{m}{s}$)

پارامترهای
جدید

هنگامی که متحرک در حرکت بر خط راست با شتاب ثابت a ترمز می‌گیرد، با صفر قرار دادن سرعت نهایی ($v_B = 0$)، مسافت ترمز آن به دست می‌آید:



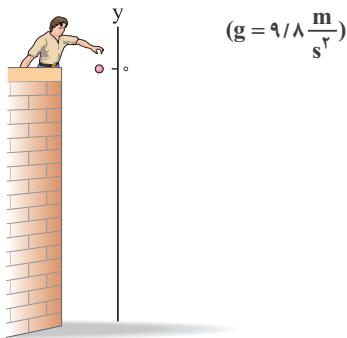
$$v_B^2 - v_A^2 = 2a\Delta x \xrightarrow[v_A=v_0]{v_B=0} -v_0^2 = 2a\Delta x_{\text{توقف}}$$

$$\Rightarrow \Delta x_{\text{توقف}} = \frac{-v_0^2}{2a} \Rightarrow \Delta x_{\text{توقف}} = \frac{v_0^2}{2|a|}$$

با توجه به این که جهت رو به بالا مثبت انتخاب شده است، لذا وقتی جسم رو به پایین حرکت می کند، جهت سرعت آن در خلاف جهت محور y است و علامت منفی در معادله سرعت - زمان، نشان دهنده همین موضوع است.

شکل زیر، شخصی را نشان می دهد که از بالای دیواری بلند، گلوله ای را رها می کند. پس از ۱s گلوله

چه مسافتی را طی می کند و سرعت آن چقدر می شود؟



اگر جهت بالا را مثبت و مبدأ مکان را محل رها شدن گلوله فرض کنیم ($y_0 = 0$)، به این ترتیب از معادله $y = -\frac{1}{2}gt^2$ داریم:

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 = -\frac{1}{2}(9.8)(1)^2 = -4.9m$$

جابه جایی گلوله در این مدت $\Delta y = y - y_0 = -4.9m$ و مسافت طی شده توسط آن نیز $4.9m$ است.

باور کنید که گلوله دایره فقط پایین میاد و تغییر جهتی تو کارش نیست و مسافت طی شده قطعاً برابر اندازه جابه جایی هستش ($| \Delta y |$).

همچنین با استفاده از معادله $v = -gt$ سرعت گلوله پس از ۱s برابر است با:

$$v = -gt = -(9.8)(1) = -9.8m/s$$

$$v = -gt$$

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 + y_0$$

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

$$v^2 = -2g(y - y_0)$$

v : سرعت ($\frac{m}{s}$)

g : شتاب گرانشی ($\frac{m}{s^2}$)

t : زمان (s)

y : مکان (m)

y_0 : مکان اولیه (m)

Δy : جابه جایی از لحظه صفر تا لحظه t

پارامترهای
جدید

با توجه به رعایت قراردادهای کتاب درسی برای تحلیل حرکت، جهت مثبت را رو به بالا در نظر می گیریم.

جهت شتاب گرانشی رو به پایین بوده و اندازه آن در نزدیکی سطح زمین تقریباً ثابت است، بنابراین این حرکت نوعی از حرکت با شتاب ثابت است که در آن $a = -g$ بوده و در حالت خاص مدنظر کتاب درسی، $v_0 = 0$ می باشد. (چون جهت مثبت رو بالا در نظر گرفتیم، پس باید به جای a تو رابطه ها، $-g$ بزاریم).

اگر گلوله از مبدأ سقوط کرده باشد، روابط ساده تر شده و $y_0 = 0$ می شود. در این حالت می توان روابط سقوط آزاد را به صورت

زیر نوشت:

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 + y_0 \xrightarrow{y_0=0} y = -\frac{1}{2}gt^2$$

$$v^2 = -2g(y - y_0) \xrightarrow{y_0=0} v^2 = -2gy$$

یادداشت:

مفاهیم



مرور حرفه‌ای مفاهیم مورد استفاده در این فصل



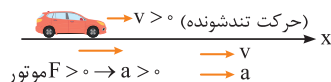
تا این‌جای کار به گشت خیلی خوب و مفهومی توی فرمولای این فصل داشتیم. حالا تو بخش دوم فصل می‌خوایم بریم سراغ عبارتهای مهم کتاب درسی و به سری تکنیک کاربردی تو معادله‌ها و نمودارها، که سؤالات بسیار زیادی از شون تو امتحان نهایی مطرح میشه و به جورایی قصد داریم خیلی حرفه‌ای خیال شما رو از بابت این موضوعات راحت کنیم. راستی خیلی خیلی حواستون به عبارتهای رنگی داخل متن باشه ...

۱ حرکت کندشونده یا تندشونده چگونه شناسایی می‌شود؟

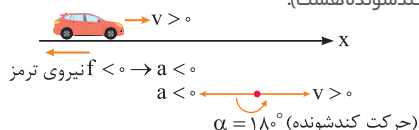
حرکت تندشونده، حرکتی است که **تندی متحرک** (اندازه سرعت) در آن **افزایش** می‌یابد. هم‌چنین اگر **تندی متحرک** (اندازه سرعت) در حال **کاهش** باشد، حرکت متحرک **کندشونده** است.

اگر در حرکتی بردارهای **سرعت** و **شتاب** با یکدیگر **هم‌جهت** باشند، **تندی متحرک** ($|v|$) دائماً در حال **افزایش** بوده و حرکت متحرک **تندشونده** می‌باشد. همچنین اگر بردارهای سرعت و شتاب **در خلاف جهت یکدیگر** باشند، **تندی متحرک** $|v|$ دائماً در حال **کاهش** بوده و حرکت متحرک **کندشونده** است.

مطابق شکل اتومبیلی را در نظر بگیرید که در آن راننده پدال گاز را فشار داده است. در این حرکت، نیروی موتور **تندی ماشین** را افزایش می‌دهد، بنابراین علامت‌های v و a یکسان و حرکت **تندشونده** است (هر وقت اتومبیل از حال سکون گاز می‌دهد، تندتر میره و حرکت تندشونده هست).



در شکل رسم‌شده، اتومبیلی را می‌بینید که راننده آن پدال ترمز را فشار داده است. در این حالت، نیروی ترمز **تندی حرکت** را کاهش می‌دهد، بنابراین اگرچه بردار سرعت در جهت محور x می‌باشد اما شتاب آن در خلاف جهت محور x بوده و این حرکت **کندشونده** است (هر وقت اتومبیل ترمز بکشد و در نهایت حرکتش کند بشه تا متوقف بشه، حرکت کندشونده هست).



اگر **شتاب** و **سرعت** در یک بازه زمانی **هم‌جهت** (هم‌علامت) باشند، حرکت **تندشونده** است و اگر در **خلاف جهت** هم (مخالف‌العلامت) باشند، حرکت **کندشونده** است.

به عنوان یک دستورالعمل کلی در نمودار **سرعت - زمان**، هرگاه نمودار از محور افقی **دور** شود، **تندی افزایش** می‌یابد و حرکت **تندشونده** است و هرگاه نمودار به محور افقی **نزدیک** شود، **تندی کاهش** می‌یابد و حرکت **کندشونده** است.



۲ ویژگی‌های معادله مکان - زمان در حالت کلی چیست؟

فرض کنید معادله مکان - زمان متحرکی به صورت $x = 2t^2 - 12t + 16$ باشد. در ادامه می‌خواهیم ببینیم از این معادله چه نتایجی به دست می‌آید:

الف مکان در هر لحظه: با جای‌گذاری زمان‌های مختلف در معادله مکان - زمان، می‌توان مکان متحرک را در هر لحظه به دست آورد:

$$\begin{cases} t = 0 \Rightarrow x_0 = 0 - 0 + 16 = 16m \\ t = 3s \Rightarrow x_3 = 2 \times 3^2 - 12 \times 3 + 16 = -2m \end{cases}$$

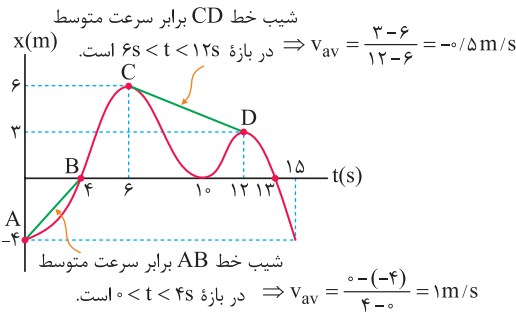
ب جابجایی در یک بازه زمانی: با محاسبه تفاضل ابتدایی بازه از مکان انتهایی، می‌توان جابجایی را محاسبه کرد:

$$\Delta x = x_3 - x_0 = -2 - 16 = -18m$$

پ سرعت متوسط: با تقسیم جابجایی به مدت زمان انجام آن، سرعت متوسط متحرک به دست می‌آید:

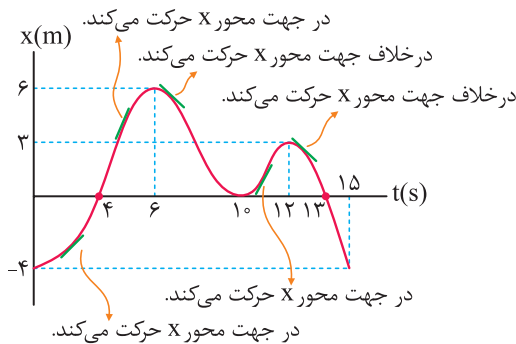
$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-18}{3} = -6 \frac{m}{s}$$

به عنوان مثال در دو بازه زمانی نشان داده شده در شکل زیر داریم:



ت سرعت لحظه‌ای: اگر در هر لحظه، خط مماس بر نمودار مکان - زمان را رسم کنیم، شیب این خط برابر سرعت در آن لحظه است.

ث تعیین جهت حرکت: هرگاه سرعت مثبت باشد (شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان مثبت باشد)، متحرک در جهت محور X حرکت می‌کند و هرگاه سرعت منفی باشد (شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان منفی باشد)، متحرک در خلاف جهت محور X حرکت می‌کند. جهت حرکت برای لحظات مختلف در نمودار شکل زیر نشان داده شده است:



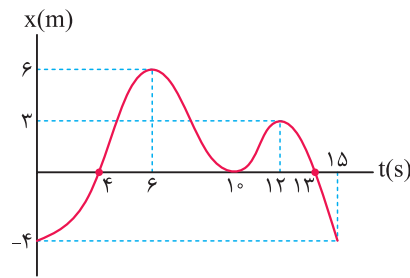
ج تعیین لحظات تغییر جهت (دور زدن): هرگاه شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان صفر شود (سرعت صفر شود) و علامت شیب خط مماس بر نمودار در دو طرف آن مخالف یکدیگر باشد، جهت حرکت تغییر کرده است. مثلاً در نمودار رسم‌شده، در لحظات $t = 4s$ ، $t = 10s$ و $t = 12s$ ، مماس بر نمودار مکان - زمان افقی بوده و جهت حرکت متحرک تغییر کرده است.

خواهشاً تغییر جهت حرکت رو با تغییر جهت بردار مکان متحرک اشتباه‌نگیرید...

اگر معادله مکان - زمان فرم ساده‌ای داشته باشد که بتوانیم آن را رسم کنیم، با کمک نمودار مکان - زمان رسم‌شده می‌توان مواردی مثل جابه‌جایی، مسافت طی‌شده، سرعت و تندی متوسط، سرعت لحظه‌ای، جهت حرکت، لحظات تغییر جهت، تندشونده یا کندشونده بودن حرکت و جهت شتاب را نیز بررسی کرد. در قسمت مربوط به بررسی نمودار مکان - زمان در ادامه کار، این موارد را بررسی کرده‌ایم.

از نمودار مکان - زمان چه اطلاعاتی به دست می‌آید؟

فرض کنید نمودار مکان - زمان یک متحرک به شکل زیر داده شده است. می‌خواهیم ببینیم از این نمودار، چه مواردی قابل فهم است؟



الف مکان متحرک و بردار مکان آن در لحظات مختلف: با توجه به نمودار رسم شده، می‌توان فهمید که در هر لحظه، متحرک در چه مکانی قرار دارد. به عنوان مثال در لحظات زیر داریم:

$$t_0 = 0 \Rightarrow x_0 = -4 \text{ m} \Rightarrow \vec{r}_0 = -4 \vec{i}$$

$$t_1 = 4 \text{ s} \Rightarrow x_1 = 0 \Rightarrow \vec{r}_1 = 0$$

$$t_2 = 6 \text{ s} \Rightarrow x_2 = 6 \text{ m} \Rightarrow \vec{r}_2 = 6 \vec{i}$$

توی لحظات $t = 4 \text{ s}$ و $t = 12 \text{ s}$ که نمودار محور افقی رو قطع کرده و علامت X عوض شده، بردار مکان متحرک تغییر جهت داده...

ب جابه‌جایی متحرک: با داشتن مکان ابتدا و انتهای یک بازه زمانی، جابه‌جایی از رابطه $\Delta x = x_2 - x_1$ به راحتی قابل محاسبه است. به عنوان مثال در دو بازه زمانی زیر داریم:

$$\Delta x = 0 - (-4) = 4 \text{ m} \quad \text{بازه صفر تا } 4 \text{ s}$$

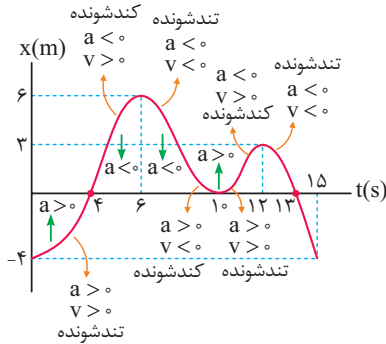
$$\Delta x = -4 - (-4) = 0 \quad \text{بازه صفر تا } 15 \text{ s}$$

پ سرعت متوسط: به طور کلی در نمودار مکان - زمان، اگر ابتدای یک بازه زمانی را به انتهای آن وصل کنیم، شیب این خط برابر سرعت متوسط است.

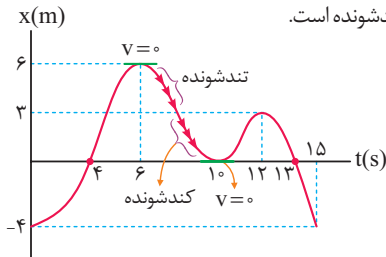
دقت شود در محل‌هایی که تععر یا گودی عوض می‌شود، عملاً شتاب حرکت صفر شده است.

حرکت تندشونده است. $\Rightarrow$ اگر a و v هم‌علامت باشند.

حرکت کندشونده است. $\Rightarrow$ اگر a و v مختلف‌العلامت باشند.



به عنوان یک راه‌حل مفهومی و ساده‌تر و بدون تحلیل علامت‌های a و v ، هرگاه به محل $v = 0$ نزدیک می‌شویم مشابه حالتی است که اتومبیل در حال ترمز کردن است و حرکت کندشونده می‌باشد و هرگاه در حال دور شدن از محل $v = 0$ بودیم، مشابه حالتی است که اتومبیل گاز می‌دهد و حرکت تندشونده است. با توجه به این موضوع در بازه زمانی $6s$ تا $10s$ ابتدا از محل $v = 0$ دور می‌شویم و حرکت کندشونده است و سپس به محل $v = 0$ نزدیک می‌شویم و حرکت کندشونده است.



۴ ویژگی‌های معادله سرعت - زمان در حالت کلی چیست؟

فرض کنید معادله سرعت - زمان متحرکی به صورت $v = t^2 - 4$ باشد. می‌خواهیم ببینیم از این معادله چه نتایجی به دست می‌آید:

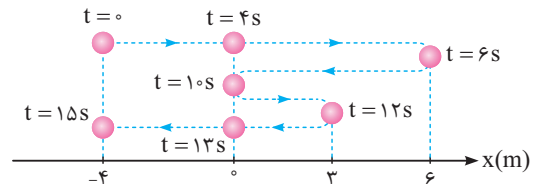
الف سرعت در هر لحظه: با جای‌گذاری زمان‌های مختلف، می‌توان سرعت و تندی حرکت (همون قدر مطلق سرعت) را در آن زمان‌ها محاسبه کرد، مثلاً در لحظات صفر و ۵ ثانیه داریم:

$$t_1 = 0 \Rightarrow v_1 = 0 - 4 = -4 \frac{m}{s} \xrightarrow{\text{تندی متحرک}} 4 \frac{m}{s}$$

$$t_2 = 5s \Rightarrow v_2 = 5^2 - 4 = 21 \frac{m}{s} \xrightarrow{\text{تندی متحرک}} 21 \frac{m}{s}$$

۳ مسافت طی‌شده: کافی است مسیر حرکت متحرک را با توجه

به شکل زیر که از روی نمودار مکان - زمان ترسیم‌شده، دنبال کنیم تا بفهمیم طول واقعی مسیر طی‌شده چند متر است. مثلاً در نمودار رسم‌شده، متحرک در بازه زمانی صفر تا $6s$ ، ابتدا $10m$ در جهت محور x حرکت کرده (از $x = -4m$ به $x = +6m$ رفته است)، سپس در لحظه $t = 6s$ دور زده و تا $t = 10s$ در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند (از $x = +6m$ به $x = 0$ رفته است)، سپس دوباره در $t = 10s$ دور می‌زند و تا $t = 12s$ ، به اندازه $3m$ در جهت محور x حرکت می‌کند (از $x = 0$ به $x = +3m$ رفته است) و پس از دور زدن در لحظه $t = 12s$ ، $7m$ در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند تا در نهایت در لحظه $t = 15s$ ، به مکان $x = -4m$ برسد.



(شکل کلی مسیر حرکت)

$$l = 10 + 6 + 3 + 7 = 26m$$

۲ تندی متوسط: با محاسبه کردن مسافت طی‌شده با توجه به

قسمت قبل، محاسبه تندی متوسط با استفاده از رابطه $s_{av} = \frac{l}{\Delta t}$ کار بسیار ساده‌ای است. به عنوان مثال تندی متوسط متحرک در مدت زمان $15s$ برابر است با:

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{26m}{\Delta t = 15s} \rightarrow s_{av} = \frac{26}{15} \frac{m}{s}$$

۱ تعیین علامت شتاب: اگر تععر نمودار مکان - زمان رو به بالا

($\cup$) باشد، شتاب حرکت مثبت است و اگر تععر نمودار مکان - زمان رو به پایین ($\cap$) باشد، شتاب حرکت منفی است. به عنوان مثال از $t = 0$ تا $t = 4s$ ، تععر به سمت بالا بوده، بنابراین در این بازه زمانی $a > 0$ است.

د تعیین نوع حرکت: با مقایسه علامت کمیت‌های

سرعت و شتاب در هر لحظه، می‌توانیم نوع حرکت را مشخص کنیم (در نمودار مکان - زمان، علامت سرعت در هر لحظه را با کمک شیب مماس بر نمودار در آن لحظه و علامت شتاب را به کمک جهت تععر نمودار به دست می‌آوریم،

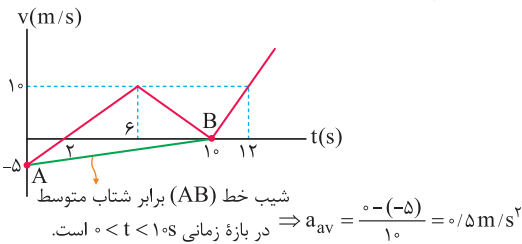
الف سرعت در هر لحظه: سرعت در لحظات مختلف، از مقادیر روی محور قائم نمودار مشخص است، به عنوان مثال در لحظات مختلف داریم:

$$t = 0 \Rightarrow v = -5 \frac{m}{s}$$

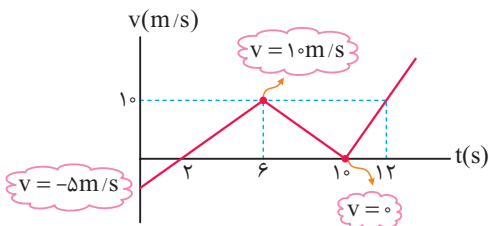
$$t = 2s \Rightarrow v = 0$$

$$t = 6s \Rightarrow v = 10 \frac{m}{s}$$

ب شتاب متوسط: اگر دو نقطه از نمودار سرعت - زمان را با خط راست به هم وصل کنیم، شیب خط واصل، برابر شتاب متوسط در بازه زمانی متناظر با آن نقاط است. به عنوان مثال در ۱۰ ثانیه اول حرکت داریم:



پ شتاب لحظه‌ای: شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان در هر لحظه برابر شتاب در آن لحظه است. به عنوان مثال در این حرکت، از صفر تا ۶s شیب نمودار سرعت - زمان ثابت بوده و شتاب متحرک در هر لحظه برابر شتاب متوسط در طول این بازه زمانی است، پس:



$$a = a_{av} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{10 - (-5)}{6 - 0} = 2.5 \frac{m}{s^2}$$

$$\Rightarrow a = 2.5 \frac{m}{s^2}$$

همچنین از ۶s تا ۱۰s نیز شتاب ثابت و منفی بوده و برابر است با:

$$a = a_{av} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{0 - (10)}{10 - 6} = -2.5 \frac{m}{s^2}$$

$$\Rightarrow a = -2.5 \frac{m}{s^2}$$

ب شتاب متوسط: با محاسبه سرعت ابتدا و انتهای یک بازه زمانی، می‌توان شتاب متوسط متحرک در آن بازه زمانی را با کمک رابطه $a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ محاسبه کرد. مثلاً در ۵ ثانیه اول حرکت داریم:

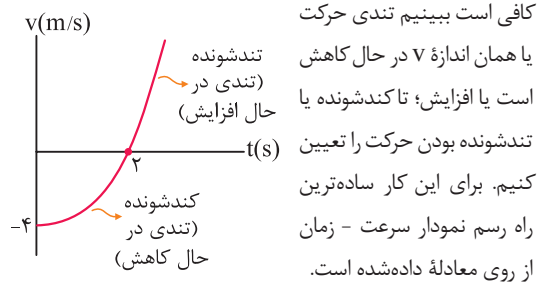
$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{21 - (-4)}{5 - 0} = 5 \frac{m}{s^2}$$

پ تعیین جهت حرکت و لحظات تغییر جهت: برای این منظور کافی است معادله سرعت - زمان را تعیین علامت کنیم:

t	0	2	∞
v	-5	0	+

به عنوان مثال برای متحرک موردنظر، در ۲ ثانیه ابتدایی، سرعت منفی است و متحرک در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند. در لحظه $t = 2s$ سرعت صفر شده و متحرک تغییر جهت می‌دهد و از این لحظه به بعد سرعت مثبت است و متحرک در جهت محور x حرکت می‌کند.

ت تعیین نوع حرکت: حرکت تندشونده یعنی تندی حرکت در حال افزایش (عین گاز دادن ماشین) و حرکت کندشونده یعنی تندی حرکت در حال کاهش (عین ترمز کردن ماشین)...

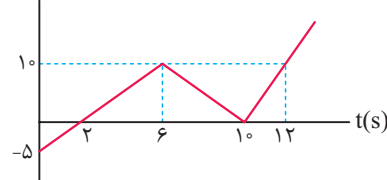


در حالت خاص، اگر معادله سرعت - زمان درجه یک باشد، یعنی مربوط به حرکت با شتاب ثابت باشد، می‌توان با رسم آن و محاسبه مساحت زیر نمودار، جابه‌جایی و مسافت طی شده را نیز به‌دست آورد و سپس با کمک جابه‌جایی و مسافت، می‌توان سرعت متوسط و تندی متوسط را نیز محاسبه کرد.

۵ از نمودار سرعت - زمان چه اطلاعاتی به‌دست می‌آید؟

فرض کنید نمودار سرعت - زمان به شکل زیر داده شده است. می‌خواهیم

ببینیم از این نمودار چه مواردی قابل فهم است؟



ج سرعت متوسط: با تقسیم جابه‌جایی بر زمان، به راحتی می‌توان سرعت متوسط را محاسبه کرد. به عنوان مثال در نمودار سرعت - زمان نشان داده شده، سرعت متوسط در طول ۱۲ ثانیه اول حرکت برابر است با:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{45}{12} = \frac{15}{4} = 3.75 \frac{m}{s}$$

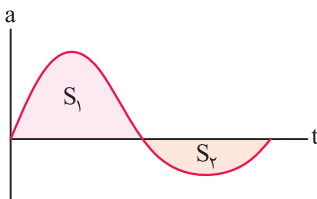
ح تندى متوسط: با تقسیم مسافت طی شده بر مدت زمان حرکت، تندى متوسط قابل محاسبه است.

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{55}{12} \frac{m}{s}$$

۴ از نمودار شتاب - زمان چه اطلاعاتی به دست می‌آید؟

الف تغییرات سرعت: ثابت می‌شود که مساحت زیر نمودار شتاب - زمان برابر تغییرات سرعت است. دقت کنید در اینجا هم هرگاه نمودار زیر محور افقی باشد، مساحت محصور را منفی در نظر می‌گیریم.

ب شتاب متوسط: کافی است تغییرات سرعت را مطابق (الف) به دست آوریم و بر مدت زمان انجام این تغییرات تقسیم کنیم تا طبق رابطه $a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ ، به راحتی شتاب متوسط محاسبه شود.

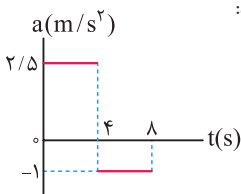


$$\Delta v = |S_1| - |S_2|$$

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a_{av} = \frac{|S_1| - |S_2|}{\Delta t}$$

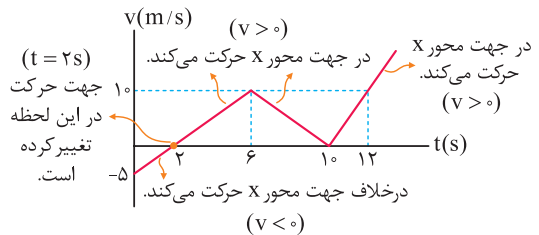
۷ از نمودار شتاب - زمان حرکت‌های چند مرحله‌ای چه اطلاعاتی استخراج می‌شود؟

فرض کنید نمودار شتاب - زمان حرکت متحرکی که در دو مرحله و با دو شتاب مختلف از مبدأ مختصات و از حال سکون شروع به حرکت کرده است، مطابق شکل زیر می‌باشد:



ت تعیین جهت حرکت و لحظات تغییر جهت: هرگاه سرعت مثبت

باشد (نمودار سرعت - زمان، بالای محور افقی باشد)، متحرک در جهت محور X حرکت می‌کند و هرگاه سرعت منفی باشد (نمودار سرعت - زمان، زیر محور افقی باشد)، متحرک در خلاف جهت محور X حرکت می‌کند. هم‌چنین هنگامی که نمودار، محور افقی را قطع می‌کند و از آن می‌گذرد (علامت سرعت عوض می‌شود)، جهت حرکت تغییر کرده است.

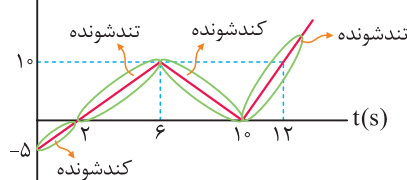


در لحظه $t = 10s$ ، سرعت صفر می‌شود و متأسفانه ولی متأسفانه علامت‌اون تغییر نمی‌کند، پس دقت کن که متحرک در این لحظه تغییر جهت ندهد...

ث تعیین نوع حرکت: هرگاه نمودار سرعت - زمان به محور افقی

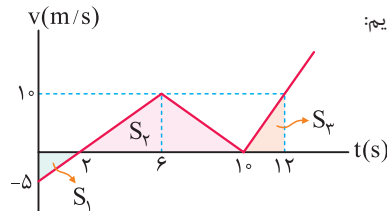
نزدیک شود، تندى ($|v|$) کاهش یافته و حرکت کندشونده است و هرگاه از آن دور شود، تندى ($|v|$) افزایش یافته و حرکت تندشونده

است و در بازه‌های زمانی مختلف این حرکت داریم:



ج جابه‌جایی و مسافت طی شده: ثابت می‌شود که مساحت زیر

نمودار سرعت - زمان با در نظر گرفتن علامت، برابر جابه‌جایی و بدون در نظر گرفتن علامت، برابر مسافت طی شده است. این موضوع یعنی برای محاسبه مسافت طی شده مساحت‌ها را با علامت مثبت در نظر گرفته و برای محاسبه جابه‌جایی، مساحت قسمت‌هایی که زیر محور افقی هستند را منفی در نظر می‌گیریم. مثلاً در مدت زمان ۱۲ ثانیه نشان داده شده داریم:



$$\Delta x = -|S_1| + |S_2| + |S_3| = -5 + 40 + 10 = 45 m$$

$$l = |S_1| + |S_2| + |S_3| = 5 + 40 + 10 = 55 m$$

ث محاسبه مقادیر سرعت متوسط و تندی متوسط: با محاسبه جابه‌جایی و مسافت طی‌شده، به سادگی سرعت متوسط و تندی متوسط متحرک محاسبه می‌شود:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{52}{8} = 6.5 \frac{m}{s}$$

$$s_{av} = \frac{1}{\Delta t} = \frac{52}{8} = 6.5 \frac{m}{s}$$

ج محاسبه مکان متحرک در لحظات مختلف: با کمک مساحت زیر نمودار سرعت - زمان و با توجه به این‌که $x_0 = 0$ است (حرکت از مبدأ آغاز شده است)، به سادگی می‌توان مکان متحرک را در لحظات مختلف حرکت تعیین کرد:

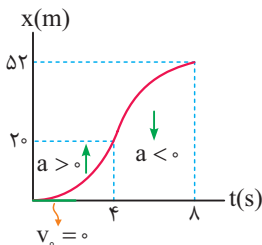
$$4s \text{ تا } 8s: \Delta x = S_1 = 20m \Rightarrow x_{4s} - x_0 = 20m$$

$$\Rightarrow x_{4s} - 0 = 20m \Rightarrow x_{4s} = 20m$$

$$8s \text{ تا } 4s: \Delta x = S_2 \Rightarrow x_{8s} - x_{4s} = 32m$$

$$\Rightarrow x_{8s} - 20 = 32 \Rightarrow x_{8s} = 52m$$

با این اطلاعات نمودار مکان - زمان نیز به راحتی ترسیم می‌شود:



ج تعیین سرعت متوسط در حالت خاص: اگر بخواهیم سرعت

متوسط را برای بازه‌ای به‌دست آوریم که در آن بازه شتاب ثابت است، به راحتی می‌توان از میانگین سرعت‌ها استفاده کرد، به عنوان مثال داریم:

$$4s \text{ تا } 8s: v_{av} = \frac{10 + 0}{2} = 5 \frac{m}{s}$$

$$8s \text{ تا } 4s: v_{av} = \frac{10 + 6}{2} = 8 \frac{m}{s}$$

حتماً دقت کنید که سرعت متوسط از صفر تا 8s برابر $\frac{0+6}{2}$ نیست، چون شتاب توکل این بازه ثابت نیست...

از این نمودار که از موضوعات بسیار پرتکرار در امتحانات نهایی می‌باشد، می‌توان به موارد زیر رسید:

الف محاسبه سرعت در لحظات مختلف: با استفاده از معادله سرعت - زمان، سرعت متحرک در لحظه $t = 4s$ را به‌دست می‌آوریم. متحرک از حال سکون شروع به حرکت می‌کند؛ پس $v_0 = 0$ است و داریم:

$$v = at + v_0 \Rightarrow v = (2/5)t$$

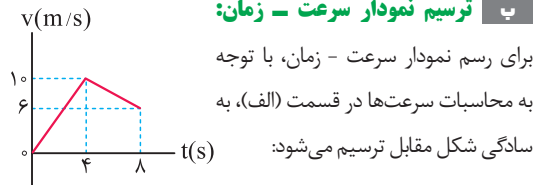
$$\Rightarrow v_{(t=4s)} = (2/5) \times (4) = 1.6 m/s$$

از طرفی برای محاسبه سرعت در $t = 8s$ ، می‌توان فرض کرد متحرک با سرعت $v = 10 m/s$ (سرعت در لحظه $t = 4s$) شروع به حرکت کرده و به اندازه چهار ثانیه (یعنی $t' = 8 - 4 = 4s$) با شتاب $a = -1 m/s^2$ حرکت کرده است. با این ایده سرعت متحرک در $t = 8s$ برابر است با:

$$v' = at' + v_0 = -1 \times 4 + 10 = 6 m/s$$

طول بازه از 4s تا 8s

ب ترسیم نمودار سرعت - زمان:



برای رسم نمودار سرعت - زمان، با توجه به محاسبات سرعت‌ها در قسمت (الف)، به سادگی شکل مقابل ترسیم می‌شود:

پ تعیین نوع حرکت: از نمودار سرعت - زمان ترسیم شده و با توجه به دور شدن و نزدیک شدن نمودار به محور افقی، مشخص است که حرکت متحرک ابتدا تندشونده (از صفر تا 4s) و سپس کندشونده (از 4s تا 8s) است.

ت محاسبه مقادیر جابه‌جایی و مسافت طی‌شده: پس از ترسیم نمودار سرعت - زمان، به سادگی از روی مساحت بین نمودار سرعت - زمان و محور افقی، می‌توان مقادیر جابه‌جایی و مسافت طی‌شده را به‌دست آورد.

$$S_1 = \frac{4 \times 10}{2} = 20m$$

$$S_2 = \frac{(10 + 6) \times 4}{2} = 32m$$

$$\Delta x = S_1 + S_2 = 20m + 32m = 52m$$

دقت شود که چون متحرک تغییر جهت نداده است، مسافت طی‌شده نیز همین مقدار است.

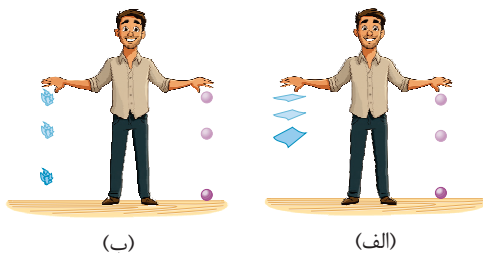
یعنی جابه‌جایی در ثانیه‌های متوالی افزایش می‌یابد ولی اختلاف جابه‌جایی در ثانیه‌های متوالی، مقداری ثابت بوده و برابر اندازه شتاب است.

$$|\Delta y_2 - \Delta y_1| = |\Delta y_3 - \Delta y_2| = g$$

در رابطه بالا، Δy_1 ، Δy_2 و Δy_3 به ترتیب جابه‌جایی در ثانیه‌های اول، دوم و سوم هستند.

۹ چگونه می‌توان به تأثیر مقاومت هوا در حرکت سقوط آزاد پی برد؟

وقتی مطابق شکل (الف) گلوله‌ای را رها می‌کنیم اثر مقاومت هوا هنگام حرکت آن ناچیز است، ولی هنگامی که برگه کاغذ صافی را رها می‌کنیم، اثر مقاومت هوا را هنگام حرکت آن نمی‌توان نادیده گرفت. در حالت کلی با مقایسه زمان سقوط گلوله و برگه کاغذ، به سادگی می‌توان تفاوت اثر مقاومت هوا را بر روی حرکت این دو جسم تجربه کرد. حال اگر مطابق شکل (ب) برگه کاغذ را مچاله کنیم، اثر مقاومت هوا هنگام سقوط آن به‌طور چشمگیری کاهش می‌یابد و گلوله و کاغذ مچاله‌شده تحت تأثیر گرانش تقریباً مانند یکدیگر سقوط می‌کنند.

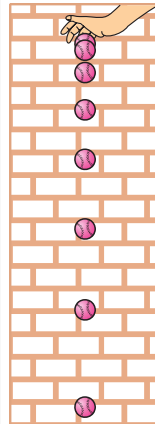


در مقایسه زمان سقوط از لحظه رهاشدن تا هنگام رسیدن به سطح زمین در شکل‌های فوق داریم:

$$t_{\text{کاغذ مچاله نشده}} < t_{\text{کاغذ مچاله شده}} < t_{\text{گلوله}}$$

۸ منظور از سقوط آزاد چیست؟

حرکت آرمانی که جسم با شتاب ثابت تحت تأثیر جاذبه گرانشی، در نزدیکی سطح زمین سقوط می‌کند و اثر مقاومت هوا را بتوان برای آن



نادیده گرفت، سقوط آزاد نامیده می‌شود. شکل مقابل تصویری پی‌درپی از یک توپ در حال سقوط آزاد را نشان می‌دهد که در بازه‌های زمانی مساوی و متوالی رسم شده است.

۱ فاصله رو به افزایش بین

تصویرها در هر بازه زمانی نشان می‌دهد که اندازه سرعت توپ به‌طور پیوسته در حال افزایش است.

۲ توپ به طرف پایین شتاب

گرفته است و $a = -g$ می‌باشد.

۳ حرکت سقوط آزاد، افزون بر رها کردن جسم، شامل

پرتاب کردن جسم رو به پایین یا روبه بالا نیز می‌شود و در هر سه حالت، جهت شتاب روبه پایین و اندازه آن ثابت و برابر $a = -g$ است. (در کتاب درسی فقط حرکت سقوط آزاد اجسام، بدون سرعت اولیه بررسی می‌شود.)

۴ با توجه به معادله $y = -\frac{1}{2}gt^2$ ، می‌توان نشان داد

که اندازه جابه‌جایی در ثانیه اول برابر $\frac{g}{2} = 0.5g$ ، در ثانیه دوم برابر $\frac{3}{2}g = 1.5g$ و در ثانیه n ام برابر $(n - 0.5)g$ است. این موضوع

یادداشت:

بررسی پرسش‌های مفهومی پرتکرار و آزمایش‌ها و فعالیت‌های مهم کتاب درسی

پرسش‌های مفهومی



تو بخش سوم فصل، می‌خوایم کلی سؤال مفهومی از امتحان نهایی و تمرینای کتاب درسی رو که به جورایی از ترکیب قسمت‌های (۱) و (۲) فصل طرح شدن، براتون بررسی کنیم تا تسلطتون رو مطالب خیلی زیاد بشه، راستی حواستون به تعداد تکرارهای هر پرسش هم باشه، طبیعیه که هر چی بیشتر تکرار شده باشه، حُب مهم‌تره، این تعداد تکرارها از بررسی ۲۰۰ مرحله آزمون از امتحانات نهایی و امتحانات مدارس منتخب کشور به دست اومده ...

۱۹	۲
جاهای خالی را با انتخاب کلمه مناسب پُر کنید.	
۱ پاره خط جهت‌داری که مکان آغازین متحرک را به مکان پایانی آن وصل می‌کند، بردار (مکان - جابه‌جایی) نامیده می‌شود.	
۲ شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان در هر لحظه دلخواه t ، برابر (سرعت - شتاب) در آن لحظه است.	
۳ تندی، کمیتی (نرده‌ای - برداری) است.	
۴ شتاب متوسط یک متحرک، کمیتی برداری و هم‌جهت با بردار (تغییر سرعت - تغییر جابه‌جایی) است.	
۵ در حرکت متحرکی که کندشونده به سمت جنوب در حال حرکت است، شتاب متحرک به سمت (شمال - جنوب) است.	

۳	۲	۱
۳ نرده‌ای	۲ شتاب	۱ جابه‌جایی
۴ تغییر سرعت	۵ شمال	

۷	۳
به سؤالات زیر، پاسخ کوتاه و مناسب دهید:	
۱ بردار مکان را تعریف کنید.	
۲ در چه صورت اندازه سرعت متوسط متحرک با تندی متوسط آن برابر می‌شود؟	

۱	۲
۱ بردار مکان، برداری است که مبدأ مختصات را به مکان جسم در هر لحظه متصل می‌کند.	
۲ اگر متحرک بدون تغییر جهت بر روی مسیر مستقیم حرکت کند، اندازه سرعت متوسط و تندی متوسط آن با یکدیگر برابر خواهند شد.	

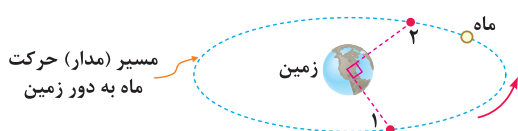
۱۱	۱
درستی یا نادرستی هر یک از گزاره‌های زیر را مشخص کنید.	
۱ اگر متحرک بر روی خط راست حرکت کند و در حین حرکت به عقب بازنگردد، اندازه جابه‌جایی متحرک با مسافت طی شده توسط آن برابر است.	
۲ هرگاه متحرک به مبدأ مکان برسد، الزاماً جهت بردار مکان آن تغییر می‌کند.	
۳ مسافت طی شده توسط متحرک، کمیتی نرده‌ای است.	
۴ برای خودرویی که به طرف شرق در حال حرکت است، ممکن است جهت شتاب به طرف غرب باشند.	
۵ عقربه تندی‌سنج خودرو، تغییرات سرعت آن را نشان می‌دهد.	

۱	۲
۱ درست است.	
۲ نادرست است، ممکن است متحرک یک لحظه به مبدأ مکان برسد و دوباره بازگردد و در نتیجه علامت بردار مکان آن عوض نشود. در واقع برای تغییر جهت بردار مکان، متحرک باید از مبدأ عبور کرده و به حرکت خود در همان جهت ادامه دهد.	
۳ درست است.	
۴ درست است. جهت حرکت (سرعت) و جهت شتاب از یکدیگر مستقل هستند.	
۵ نادرست است. عقربه تندی‌سنج، تندی لحظه‌ای خودرو را نشان می‌دهد.	

۵

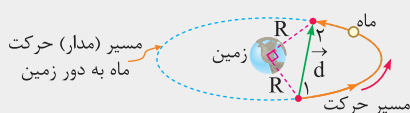
۵

شکل زیر، مسیر حرکت ماه به دور زمین را نشان می‌دهد که تقریباً به شکل دایره‌ای است. اگر ماه در جهت نشان داده شده در شکل، از مکان (۱) به مکان (۲) برود:



- الف** بردار جابه‌جایی آن را روی شکل مشخص کرده و اندازه بردار جابه‌جایی آن را با مسافت پیموده شده، مقایسه کنید.
- ب** در این جابه‌جایی، اندازه سرعت متوسط ماه چند برابر تندی متوسط آن است؟

الف مسیر حرکت با توجه به زاویه 90° درجه، $\frac{1}{4}$ از محیط دایره فرضی بوده و به صورت زیر است:



همان‌طور که از شکل مشخص است، اندازه جابه‌جایی ماه، کوچک‌تر از مسافت طی شده توسط آن است.

$$|\vec{d}| = R\sqrt{2}$$

$$\text{محیط دایره} \times \frac{1}{4} = l = \text{مسافت طی شده}$$

$$\Rightarrow l = \frac{1}{4} \times 2\pi R = \frac{\pi}{2} R$$

ب نسبت اندازه سرعت متوسط ماه به تندی متوسط آن در این جابه‌جایی برابر است با:

$$\frac{|\vec{v}_{av}|}{s_{av}} = \frac{|\vec{d}|}{l} = \frac{|\vec{d}|}{\frac{\pi}{2} R} = \frac{R\sqrt{2}}{\frac{\pi}{2} R} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi}$$

۱۳

۶

درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کنید.

- ۱** در حرکت با شتاب ثابت بر روی خط راست، نمودار مکان - زمان، به صورت خط راست است.
- ۲** در حرکت بر روی خط راست، اگر بردار سرعت و بردار شتاب هم‌جهت باشند، حرکت تندشونده است.

۴

۴

شکل‌های (۱) و (۲)، مسیر حرکت دو شخص را بر روی مسیر مستقیم نشان می‌دهند:



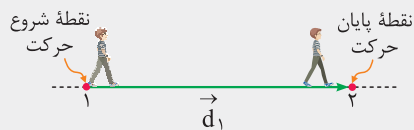
شکل (۱)



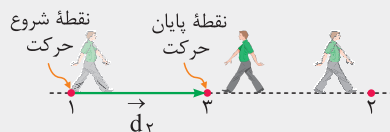
شکل (۲)

- الف** در هر دو شکل، بردار جابه‌جایی هر شخص را رسم کنید.
- ب** اگر شخص اول در طول حرکت برگشته باشد و شخص دوم، از نقطه (۲) برگشته باشد، اندازه بردار جابه‌جایی را با مسافت پیموده شده در هر یک از دو حالت مقایسه کنید.
- پ** از پاسخ قسمت قبل، چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

الف



شکل (۱)



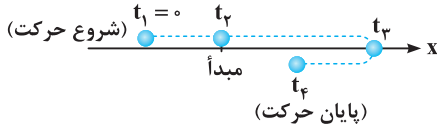
شکل (۲)

- ب** در شکل (۱)، جابه‌جایی و مسافت هم‌اندازه‌اند، در حالی که در شکل (۲)، اندازه جابه‌جایی کمتر از مسافت طی شده است.
- پ** از مجموع دو شکل می‌توان نتیجه گرفت که اگر متحرک بدون تغییر جهت بر روی خط راست حرکت کند، اندازه بردار جابه‌جایی و مسافت طی شده توسط آن برابر است.

۳

۷

تصویر زیر، مسیر حرکت متحرکی که بر روی محور X با سرعت اولیه V_0 و با شتاب ثابت در حال حرکت است را از لحظه $t_1 = 0$ تا t_4 نشان می‌دهد:



الف در کدام لحظه، بردار مکان متحرک تغییر جهت می‌دهد؟

ب در کدام لحظه، جهت حرکت متحرک تغییر کرده است؟

پ در کدام بازه زمانی، متحرک به صورت کندشونده از مبدأ دور می‌شود؟

الف در بازه زمانی t_1 تا t_4 ، متحرک در سمت چپ مبدأ قرار دارد و بردار مکان آن در خلاف جهت محور X است. در بازه زمانی t_2 تا t_4 ، متحرک در سمت راست مبدأ قرار می‌گیرد و بردار مکان آن در جهت محور X می‌باشد. بنابراین در لحظه t_2 ، متحرک از مبدأ عبور کرده و بردار مکان متحرک تغییر جهت می‌دهد.

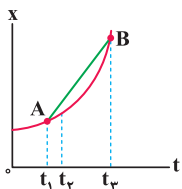
ب در لحظه t_2 ، متحرک دور می‌زند و جهت حرکت آن تغییر می‌کند. در این لحظه تندی حرکت صفر است.

پ در t_3 متحرک تغییر جهت می‌دهد، بنابراین از $t_1 = 0$ تا t_3 تندی حرکت کاهش یافته و حرکت کندشونده است و از t_3 تا t_4 تندی حرکت افزایش یافته و حرکت تندشونده است. در مجموع متحرک در بازه زمانی t_2 تا t_3 ، حرکت کندشونده داشته و از مبدأ دور می‌شود.

تسج

۴

۸



نمودار مکان - زمان متحرکی که در راستای محور X حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است:

الف شیب خط AB نشان‌دهنده چه کمیتی است؟

ب سرعت متوسط متحرک در کدام بازه زمانی بیشتر است؟

(۱) t_1 تا t_2 (۲) t_1 تا t_3 (۳) t_2 تا t_3

۱۳ اگر جهت حرکت متحرک هنگام حرکت در راستای محور X تغییر کند، حرکت متحرک قطعاً شتاب‌دار است.

۱۴ در حرکت بر روی خط راست، اگر شتاب متحرک ثابت بماند، اندازه سرعت متحرک نیز ثابت می‌ماند.

۱۵ مساحت سطح محصور بین نمودار سرعت - زمان و محور زمان در هر بازه زمانی، برابر با اندازه جابه‌جایی متحرک در آن بازه زمانی است.

۱۶ حرکت با شتاب ثابت روی خط راست، می‌تواند ابتدا تندشونده و سپس کندشونده باشد.

۱ نادرست است - نمودار مکان - زمان حرکت با شتاب ثابت بر روی خط راست، به صورت سهمی است.

۲ درست است.

۳ درست است - تغییر جهت حرکت، به معنی تغییر جهت بردار سرعت است، بنابراین در این حالت، حرکت شتاب‌دار خواهد بود.

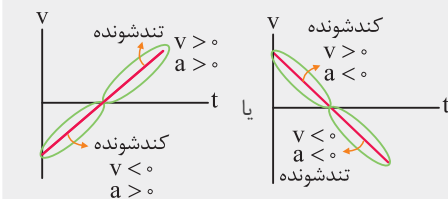
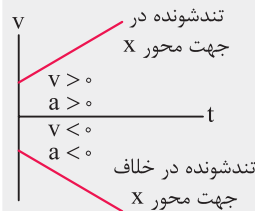
۴ نادرست است - اگر شتاب متحرک ثابت و غیرصفر باشد، سرعت در هر ثانیه به اندازه شتاب تغییر خواهد کرد.

۵ درست است.

۶ نادرست است.

نکته: در حرکت با شتاب ثابت، اگر حرکت تندشونده باشد، دیگر به فرم کندشونده تبدیل نمی‌شود، در حالی که اگر کندشونده باشد، سرعت می‌تواند صفر شود و در ادامه حرکت تندشونده شود.

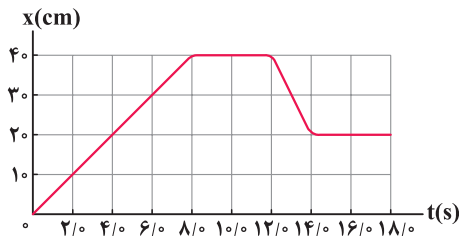
برای درک بهتر، به نمودارهای سرعت - زمان زیر توجه کنید:



۹

۱۰

شکل زیر، نمودار مکان - زمان مورچه‌ای را نشان می‌دهد که در راستای محور x در حرکت است:



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

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

پ) در کدام بازه‌های زمانی، مورچه ایستاده است؟

ت) در کدام لحظه‌ها، فاصله مورچه از مبدأ 30 cm است؟

ث) در کدام بازه زمانی، فاصله مورچه از مبدأ محور بیشترین مقدار است؟

ج) سرعت مورچه در هر مرحله را به دست آورید.

الف) در بازه زمانی $t = 0\text{ s}$ تا $t = 8\text{ s}$ ، زیرا در این بازه،

متحرک از $x = 0$ شروع به حرکت کرده و تا $x = 40\text{ cm}$ رفته است و x همواره در حال افزایش است.

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

$x = 40\text{ cm}$ به $x = 20\text{ cm}$ رفته و x همواره در حال کاهش

است و متحرک در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند.

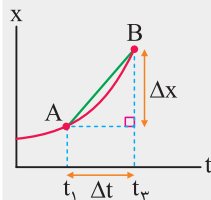
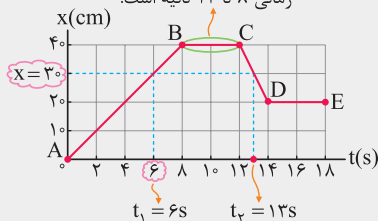
پ) در بازه‌های زمانی $t = 8\text{ s}$ تا $t = 12\text{ s}$ و

$t = 14\text{ s}$ تا $t = 18\text{ s}$ ، x ثابت بوده و مورچه ایستاده است.

ت) در لحظه‌های $t = 6\text{ s}$ و $t = 13\text{ s}$

ث) در بازه زمانی $t = 8\text{ s}$ تا $t = 12\text{ s}$

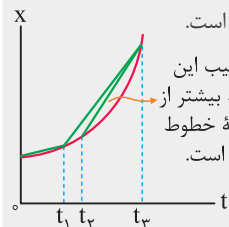
بیشترین فاصله از مبدأ، در بازه زمانی ۸ تا ۱۲ ثانیه است.



الف) شیب خط AB ، برابر سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی t_1 تا t_3 است.

$$\text{شیب خط } AB = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{ضلع مجاور}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = v_{av}$$

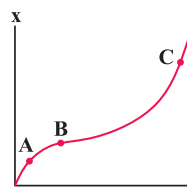
ب) اگر در هر بازه زمانی، نقاط نظیر ابتدا و انتهای بازه در نمودار مکان - زمان را به یکدیگر وصل کنیم، شیب خط واصل t_1 به t_3 بیشتر از بقیه خطوط خواهد بود، بنابراین سرعت متوسط در این بازه زمانی بیشتر است.



۶

۹

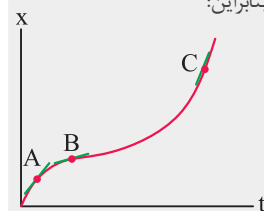
نمودار مکان - زمان متحرکی که بر روی محور x در حال حرکت است، مطابق شکل مقابل می‌باشد:



الف) با ذکر دلیل، سرعت متحرک را در نقطه‌های نشان داده شده روی نمودار با یکدیگر مقایسه کنید.

ب) آیا این حرکت شتابدار است؟ چرا؟

الف) شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان در هر لحظه برابر سرعت متحرک در آن لحظه است. شیب خط مماس در نقطه C بیشتر از دو نقطه دیگر و شیب خط مماس در نقطه B کمتر از سایر نقاط است، بنابراین:

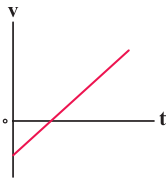


$$v_C > v_A > v_B$$

ب) بله، چون سرعت متحرک دائماً تغییر می‌کند، حرکت شتابدار است.

۳

۱۲



الف) شکل مقابل نمودار سرعت - زمان

چه نوع حرکتی را نشان می‌دهد؟

ب) جهت بردارهای شتاب و سرعت

اولیه متحرک را مشخص کنید.

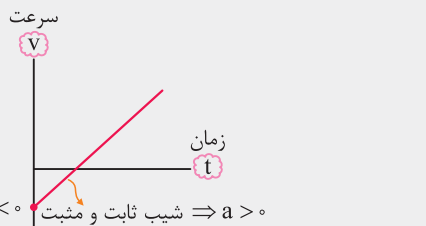
پ) در حالت کلی با توجه به این نمودار توضیح دهید در چه صورت

شتاب لحظه‌ای متحرک همواره با شتاب متوسط آن برابر است.

ت) نوع حرکت متحرک را در طول مسیر حرکت مشخص کنید.

الف) حرکت با شتاب ثابت بر مسیر مستقیم، زیرا شیب نمودار $v - t$ ثابت است.

ب) شیب نمودار مثبت است، بنابراین بردار شتاب در طول مسیر حرکت (در تمام لحظات از جمله $t = 0$) در جهت محور x است. سرعت اولیه متحرک منفی است یا به عبارت دیگر، بردار سرعت اولیه متحرک در خلاف جهت محور x است.

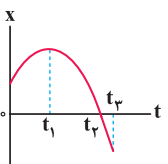


پ) اگر نمودار سرعت - زمان متحرکی که بر روی مسیر مستقیم حرکت می‌کند، یک خط راست با شیب ثابت باشد، حرکت با شتاب ثابت انجام می‌شود و در نتیجه شتاب لحظه‌ای با شتاب متوسط در هر بازه زمانی برابر است.

ت) حرکت متحرک ابتدا کندشونده و سپس تندشونده است.

۹

۱۳



الف) شکل مقابل، نمودار مکان - زمان

جسمی را که روی محور x حرکت

می‌کند، نشان می‌دهد که به صورت

یک سهمی است:

الف) در کدام لحظه متحرک بیشترین فاصله را از مبدأ محور دارد؟

ب) جهت حرکت متحرک چند بار تغییر کرده است؟

پ) شتاب حرکت متحرک چگونه تغییر می‌کند؟

ج) چون نمودار مکان - زمان در هر مرحله به صورت خط راست است، سرعت مورچه در هر مرحله ثابت بوده و برابر شیب نمودار در آن مرحله است، پس:

$$\text{شیب } AB = \frac{40 - 0}{8 - 0} = 5 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

$$\text{شیب } BC = 0 \quad \text{از } 8 \text{ s تا } 12 \text{ s}$$

$$\text{شیب } CD = \frac{20 - 40}{14 - 12} = -10 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

$$\Rightarrow v = -10 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

$$\text{شیب } DE = 0 \quad \text{از } 14 \text{ s تا } 18 \text{ s}$$

۴

۱۱

الف) شکل زیر، نمودار مکان - زمان چه نوع حرکتی را نشان می‌دهد؟

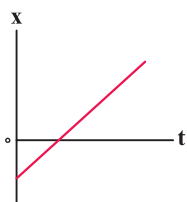
ب) جهت بردارهای سرعت و مکان اولیه

متحرک را مشخص کنید.

پ) در حالت کلی با توجه به این نمودار، توضیح

دهید در چه صورت سرعت لحظه‌ای متحرک

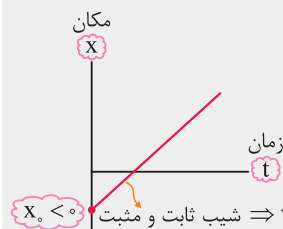
همواره با سرعت متوسط آن برابر است.



الف) حرکت با سرعت ثابت، زیرا شیب نمودار $x - t$ ثابت است.

ب) اولاً شیب نمودار مثبت است، بنابراین بردار سرعت در طول مسیر حرکت (در تمام لحظات از جمله $t = 0$) در جهت محور x است. ثانیاً مکان اولیه متحرک (x_0)، منفی است یا به عبارت دیگر، بردار مکان اولیه آن در خلاف جهت محور x است.

پ) اگر نمودار مکان - زمان متحرکی که بر روی مسیر مستقیم حرکت می‌کند، یک خط راست با شیب ثابت باشد، حرکت با سرعت ثابت انجام می‌شود و در نتیجه سرعت لحظه‌ای با سرعت متوسط در هر بازه زمانی برابر است.



مسائل عددی



بررسی مسائل حل کردنی پرتکرار و تمرین های مهم کتاب درسی

تو این قسمت از فصل، می‌خوایم به مرور خیلی خوب و قوی روی مثال‌های عددی این فصل تو امتحان نهایی و همچنین کتاب درسی داشته باشیم تا خیالتون از این سؤالات که قسمت عمده امتحان رو شامل میشه، کاملاً راحت بشه، حسابی حواستون به تعداد تکرار هر تمرین هم باشه، این تعداد تکرار به جورایی اهمیت تیب سؤال مطرح شده رو هم میرسونه ...



از طرفی چون متحرک بدون تغییر جهت حرکت کرده است، مسافت طی شده هم اندازه جابه‌جایی و برابر $8m$ است و تندی متوسط نیز برابر $1 \frac{m}{s}$ می‌باشد.

تایید

۴

۲

متحرکی روی محور x حرکت می‌کند و در مبدأ زمان از مکان $x_1 = -40m$ می‌گذرد، در لحظه $t_1 = 6s$ به مکان $x_2 = 20m$ می‌رسد و در نهایت در لحظه $t_2 = 10s$ از مکان $x_3 = 20m$ می‌گذرد. اندازه سرعت متوسط این متحرک در این ۱۰ ثانیه، چند متر بر ثانیه است؟

طبق صورت سؤال، متحرک در لحظه $t = 0$ ، در مکان $x_1 = -40m$ و در لحظه $t_2 = 10s$ ، در مکان $x_2 = 20m$ قرار دارد. بنابراین سرعت متوسط این متحرک در طی ۱۰ ثانیه اول حرکت برابر است با:

$$\begin{cases} t_0 = 0s \rightarrow x_0 = -40m \\ t_2 = 10s \rightarrow x_2 = 20m \end{cases}$$

$$\Rightarrow v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_0}{t_2 - t_0} = \frac{20 - (-40)}{10 - 0}$$

$$\Rightarrow v_{av} = 6m/s$$

دقت: در محاسبه Δx و v_{av} تنها مکان متحرک در ابتدا و انتهای بازه زمانی دارای اهمیت است.

تایید

۷

۱

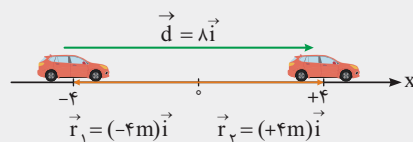
متحرکی بدون تغییر جهت در مدت زمان $8s$ ، بر روی محور x از مکان $\vec{r}_1 = (-4m)\vec{i}$ به مکان $\vec{r}_2 = (4m)\vec{i}$ می‌رسد.

الف بردارهای مکان در ابتدا و انتهای بازه زمانی را ترسیم و بردار جابه‌جایی را نشان دهید.

ب جهت حرکت این متحرک را تعیین کنید.

پ سرعت متوسط متحرک و تندی متوسط متحرک در مدت زمان $8s$ چند متر بر ثانیه است؟

الف بردارهای مکان متحرک در ابتدا و انتهای بازه زمانی و همچنین بردار جابه‌جایی آن عبارت است از:



ب جابه‌جایی متحرک برابر است با:

$$\vec{d} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 = (+4m)\vec{i} - (-4m)\vec{i} \Rightarrow \vec{d} = (8m)\vec{i}$$

جابه‌جایی مثبت است، بنابراین متحرک در جهت محور x حرکت کرده است.

پ سرعت متوسط برابر است با:

$$\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \vec{i} = \frac{4m - (-4m)}{8s} \vec{i}$$

$$\Rightarrow \vec{v}_{av} = (1 \frac{m}{s}) \vec{i}$$

تایید

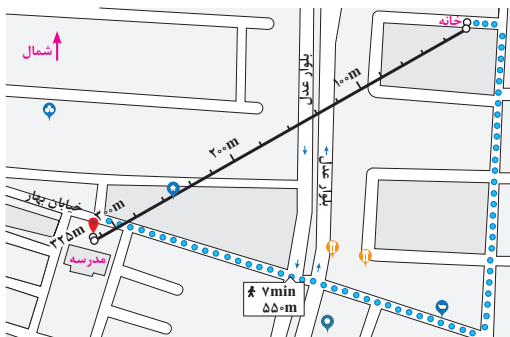
متحرک B	متحرک A	
$(\frac{3}{8}m) \vec{i}$	$(-2/0m) \vec{i}$	مکان آغازین
$(-2/5m) \vec{i}$	$(6/4m) \vec{i}$	مکان پایانی
$(-5/6m) \vec{i}$	$(8/4m) \vec{i}$	بردار جابه‌جایی
$(-1/4 \frac{m}{s}) \vec{i}$	$(2/1 \frac{m}{s}) \vec{i}$	سرعت متوسط
در خلاف جهت محور X	در جهت محور X	جهت حرکت

متحرک D	متحرک C	
$(-1/4m) \vec{i}$	$(2/0m) \vec{i}$	مکان آغازین
$(8/2m) \vec{i}$	$(8/6m) \vec{i}$	مکان پایانی
$(9/6m) \vec{i}$	$(6/6m) \vec{i}$	بردار جابه‌جایی
$(2/4 \frac{m}{s}) \vec{i}$	$(1/65 \frac{m}{s}) \vec{i}$	سرعت متوسط
در جهت محور X	در جهت محور X	جهت حرکت

پاسخ

۴

شکل زیر، مکان خانه و مدرسه یک دانش‌آموز را روی نقشه نشان می‌دهد و شخص مسیر نقطه‌چین آبی را از خانه به مدرسه می‌رود:



- الف) تندی متوسط دانش‌آموز چند متر بر ثانیه است؟
 ب) اندازه بردار سرعت متوسط را در این جابه‌جایی محاسبه کنید و جهت آن را نشان دهید.
 پ) مفهوم فیزیکی این دو کمیت چه تفاوتی با یکدیگر دارد؟
 ت) در چه صورت تندی متوسط و اندازه سرعت متوسط دانش‌آموز می‌توانست تقریباً با یکدیگر برابر باشد؟

۳

چهار متحرک A، B، C و D در مدت زمان ۴s، بدون تغییر جهت فاصله بین مکان آغازین و مکان پایانی را طی می‌کنند. خانه‌های A_۱ تا A_۴ از جدول زیر را کامل کنید.

متحرک D	متحرک C	متحرک B	متحرک A	
$(-1/4m) \vec{i}$	$(2/0m) \vec{i}$	A _۱	$(-2/0m) \vec{i}$	مکان آغازین
A _۲	$(8/6m) \vec{i}$	$(-2/5m) \vec{i}$	$(6/4m) \vec{i}$	مکان پایانی
A _۵	A _۶	$(-5/6m) \vec{i}$	A _۳	بردار جابه‌جایی
$(2/4 \frac{m}{s}) \vec{i}$	A _۸	A _۷	A _۶	سرعت متوسط
A _{۱۲}	A _{۱۱}	A _{۱۰}	A _۹	جهت حرکت

از بین ۴ متحرک، برای نمونه حرکت متحرک B را بررسی می‌کنیم:

$$\vec{r}_1 = ? \text{ مکان پایانی } , \vec{r}_1 = (-2/5m) \vec{i} \text{ مکان آغازین}$$

$$\vec{d} = (-5/6m) \vec{i} \text{ جابه‌جایی}$$

$$\vec{d} = \vec{r}_1 - \vec{r}_1 \Rightarrow (-5/6m) \vec{i} = (-2/5m) \vec{i} - \vec{r}_1$$

$$\Rightarrow \vec{r}_1 = (3/8m) \vec{i}$$

$$\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t} = \frac{-5/6m}{4s} \vec{i} = (-1/4 \frac{m}{s}) \vec{i}$$

از طرفی چون $\vec{d}$ در خلاف جهت محور X است، متحرک در خلاف جهت محور X جابه‌جا می‌شود و جاهای خالی A_۱، A_۷ و A_{۱۰} عبارتند از:

$$A_1 : (3/8m) \vec{i} , A_7 : (-1/4 \frac{m}{s}) \vec{i}$$

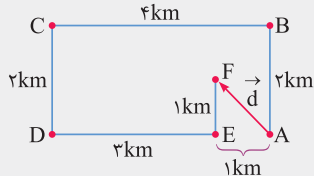
خلاف جهت محور X : A_{۱۰} ,

به همین روش، با بررسی دیگر متحرک‌ها سایر خانه‌های جدول نیز به‌صورت نشان داده شده پُر می‌شود:

الف مجموع طول مسیرهای طی شده برابر مسافت طی شده است و مقدار آن برابر است با:

$$l = 2 + 4 + 2 + 3 + 1 = 12 \text{ km}$$

ب جابه‌جایی، برداری است که از مبدأ به مقصد رسم می‌شود و برابر است با:



$$|\vec{d}| = \sqrt{1^2 + 1^2} = \sqrt{2} \text{ km}$$

پ حرکت از ۵ پاره‌خط تشکیل شده است، پس زمان کل حرکت، ۵ ساعت است. با توجه به این موضوع سرعت متوسط و تندی متوسط متحرک برابر است با:

$$|\vec{v}_{av}| = \frac{|\vec{d}|}{\Delta t} = \frac{\sqrt{2}}{5} = 0.2\sqrt{2} \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$|s_{av}| = \frac{l}{\Delta t} = \frac{12}{5} = 2.4 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

۴

۶

معادله حرکت متحرکی بر روی محور x در SI از رابطه $x = t^2 - 4t$ به دست می‌آید:

الف جابه‌جایی متحرک در ۲ ثانیه اول حرکت چند متر است؟

ب جابه‌جایی در ۲ ثانیه سوم حرکت برابر چند متر است؟

پ سرعت متوسط در ۲ ثانیه سوم حرکت چند متر بر ثانیه است؟

الف محاسبه جابه‌جایی متحرک در ۲ ثانیه اول حرکت

$$x = t^2 - 4t \quad (0 < t < 2 \text{ s})$$

$$\Rightarrow \begin{cases} t_1 = 0 \rightarrow x_1 = 0 \\ t_2 = 2 \text{ s} \rightarrow x_2 = 2^2 - 4 \times 2 = -4 \text{ m} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta x = x_2 - x_1 = -4 \text{ m} \quad \text{جابه‌جایی در دو ثانیه اول}$$

ب محاسبه جابه‌جایی در ۲ ثانیه سوم حرکت ($4 \text{ s} < t < 6 \text{ s}$):



$$x = t^2 - 4t \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 4 \text{ s} \rightarrow x_1 = 4^2 - 4 \times 4 = 0 \\ t_2 = 6 \text{ s} \rightarrow x_2 = 6^2 - 4 \times 6 = 12 \text{ m} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta x = x_2 - x_1 = 12 - 0 = 12 \text{ m} \quad \text{جابه‌جایی در دو ثانیه سوم}$$

$$\Rightarrow \Delta x = 12 \text{ m}$$

الف با توجه به داده‌های روی نقشه، اگر دانش‌آموز در مدت زمان $\Delta t = 7/10 \text{ min} = 42 \text{ s}$ مسافت $l = 55 \text{ m}$ را از خانه تا مدرسه پیموده باشد، تندی متوسط وی برابر است با:

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{55}{42} \approx 1.31 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

ب با توجه به شکل، اندازه بردار جابه‌جایی دانش‌آموز یعنی فاصله خط مستقیم بین مبدأ و مقصد برابر ۳۲۵ متر و جهت آن به طرف جنوب غربی است. در نتیجه اندازه سرعت متوسط او برابر است با:

$$|v_{av}| = \frac{|\vec{d}|}{\Delta t} = \frac{325}{42} \approx 0.774 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

از طرفی جهت بردار سرعت متوسط، هم جهت با بردار جابه‌جایی و به صورت $\swarrow$ از سمت خانه به مدرسه می‌باشد.

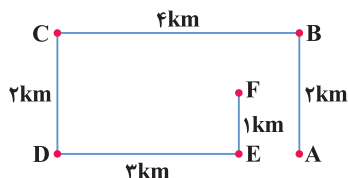
پ مفهوم فیزیکی تندی متوسط اشاره بر این دارد که دانش‌آموز به‌طور میانگین در هر ثانیه چه مسافتی از مسیر را پیموده است (یعنی احساس دانش‌آموز از هر حرکتش). در حالی که مفهوم فیزیکی سرعت متوسط، اشاره بر این نکته دارد که دانش‌آموز به‌طور میانگین در هر ثانیه چقدر به مقصد خود نزدیک‌تر شده است. (یعنی چقدر در جهت بردار جابه‌جایی حرکت کرده)

ت اگر مسیر جاده بین مبدأ و مقصد، تقریباً مستقیم باشد، در این صورت تندی متوسط دانش‌آموز با اندازه سرعت متوسط او تقریباً برابر خواهد شد.

۳

۵

موتورسواری مطابق شکل بر روی مسیر نشان داده شده حرکت می‌کند و از نقطه A به نقطه F می‌رود.



الف این موتورسوار در مجموع چه مسافتی را طی کرده است؟

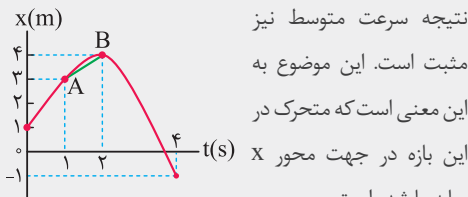
ب بردار جابه‌جایی موتورسوار را در کل حرکت رسم کنید و اندازه آن را بر حسب کیلومتر به دست آورید.

پ اگر موتورسوار هر پاره‌خط از مسیر را در طی زمان یک ساعت طی کرده باشد، اندازه سرعت متوسط و تندی متوسط متحرک در کل حرکت چند کیلومتر بر ساعت است؟

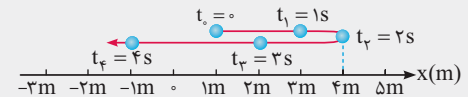
الف با توجه به نمودار داده شده، متحرک در لحظه‌های $t_1 = 2s$ و $t_2 = 3s$ ، به ترتیب در مکان‌های $x_1 = 4m$ و $x_2 = 2m$ قرار دارد، پس سرعت متوسط آن برابر است با:

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

ب شیب خطی که نقاط متناظر با $t = 1s$ و $t = 2s$ از نمودار را به یکدیگر وصل می‌کند، معادل سرعت متوسط در بازه زمانی $t = 1s$ تا $t = 2s$ است. شیب این خط مثبت بوده، در نتیجه سرعت متوسط نیز مثبت است. این موضوع به این معنی است که متحرک در این بازه در جهت محور x جابه‌جا شده است.



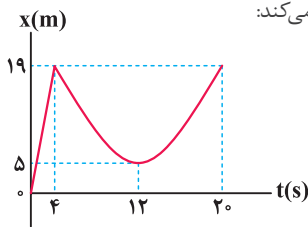
پ با توجه به نمودار مکان - زمان ترسیم‌شده، متحرک از مکان اولیه $x_0 = 1m$ ، ابتدا ۲ ثانیه در جهت محور x حرکت کرده، سپس در $t_1 = 2s$ و از مکان $x_1 = 4m$ دور زده و در خلاف جهت محور x ، در $t_2 = 3s$ به $x_2 = -1m$ می‌رسد. با توجه به این موضوع مسیر حرکت مطابق شکل زیر است:



۶

۹

شکل زیر، نمودار مکان - زمان دوچرخه‌سواری را نشان می‌دهد که بر روی مسیری مستقیم حرکت می‌کند:



الف بیشترین فاصله دوچرخه‌سوار از مبدأ چند متر است؟

ب در کدام بازه زمانی، دوچرخه‌سوار در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند؟

پ مسافت طی‌شده توسط دوچرخه‌سوار در بازه زمانی $t_1 = 0s$ تا $t_2 = 20s$ چند متر است؟

پ سرعت متوسط در ۲ ثانیه سوم برابر است با:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{12}{2} = 6 \frac{m}{s}$$

دو ثانیه سوم، یعنی ۳ تا بازه ۲ ثانیه‌ای جلو رفتیم و ته بازه زمانی لحظه $t = 6s$ و اول بازه، لحظه $t = 4s$ هست (از ۶ ثانیه، طول بازه یعنی ۲ ثانیه رو کم کنیم) ...

۳

۷

معادله حرکت جسمی در SI به صورت $x = t^3 - 3t^2 + 4$ است:

الف مکان متحرک را در $t = 0s$ و $t = 2s$ به دست آورید.

ب سرعت متوسط جسم را در بازه زمانی صفر تا ۲ ثانیه پیدا کنید.

پ فاصله متحرک از محل شروع حرکت را در $t = 3s$ به دست آورید.

$$t_1 = 0 \Rightarrow x_1 = 0 - 0 + 4 = 4m$$

$$t_2 = 2s \Rightarrow x_2 = 2^3 - 3 \times 2^2 + 4 = 0$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0-4}{2} = -2 \frac{m}{s}$$

پ در $t = 3s$ مکان متحرک برابر است با:

$$x_3 = 3^3 - 3 \times 3^2 + 4 = 4m$$

در ادامه فاصله از محل شروع حرکت برابر است با:

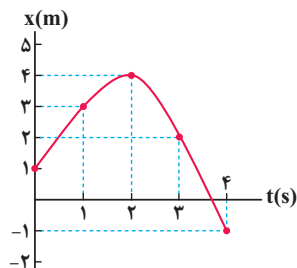
$$t_1 = 0 \Rightarrow x_1 = 4m$$

$$d = x_3 - x_1 = 0$$

۱۱

۸

با توجه به نمودار مکان - زمان زیر که مربوط به متحرکی است که روی محور x حرکت می‌کند:



الف سرعت متوسط متحرک را در بازه زمانی $t = 2s$ تا $t = 3s$ به دست آورید.

ب علامت سرعت متوسط را در بازه $t = 1s$ تا $t = 2s$ تعیین کنید.

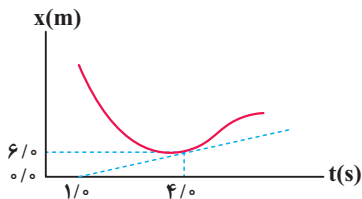
این علامت چه مفهومی دارد؟

پ مسیر حرکت متحرک را بر روی محور x رسم کنید.

۸

۱۰

شکل زیر، نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان می‌دهد که بر روی محور x حرکت می‌کند و خط مماس بر منحنی، در لحظه $t = 4s$ ، رسم شده است:



الف) سرعت متحرک را در این لحظه پیدا کنید.

ب) در این لحظه، متحرک در چه جهتی حرکت می‌کند؟

الف) شیب خط مماس بر منحنی مکان - زمان در لحظه $t = 4s$ ، برابر سرعت متحرک در این لحظه بوده و برابر است با:

$$v = \frac{6-0}{4-1} = 2 \frac{m}{s}$$

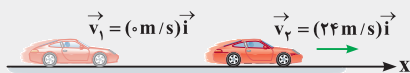
ب) چون شیب خط مماس و در نتیجه سرعت متحرک مثبت است، متحرک در جهت محور x حرکت می‌کند.

۵

۱۱

خودرویی از حال سکون در امتداد محور x شروع به حرکت می‌کند. پس از $12s$ ، سرعت خودرو به $\frac{86}{4} \frac{km}{h}$ در جهت محور x می‌رسد. شتاب متوسط خودرو را در این بازه زمانی، در SI به دست آورید.

شکل زیر، وضعیت این خودرو را نشان می‌دهد:



دقت شود که سرعت خودرو برابر $\frac{86}{4} \frac{km}{h}$ است که با ضرب در $\frac{1000}{3600}$ برابر $24 \frac{m}{s}$ به دست می‌آید و شتاب متوسط برابر است با:

$$\vec{a}_{av} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{(24 m/s) \vec{i} - (0 m/s) \vec{i}}{12 - 0}$$

$$\Rightarrow \vec{a}_{av} = (2 m/s^2) \vec{i}$$

بنابراین شتاب متوسط خودرو $2 m/s^2$ و در جهت محور x است.

ت) اندازه سرعت متوسط دوچرخه سوار در بازه زمانی $t_1 = 4s$ تا $t_2 = 20s$ را به دست آورید.

ث) سرعت متحرک در لحظه $t_1 = 2s$ چند متر بر ثانیه است؟

ج) تندی متوسط در 12 ثانیه اول حرکت چند متر بر ثانیه است؟

الف) با توجه به نمودار، بیشترین فاصله از مبدأ $19m$ است.

ب) در بازه $t = 4s$ تا $t = 12s$ که شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان در هر نقطه از آن منفی است، سرعت منفی بوده و متحرک در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند.

پ) متحرک از صفر تا $4s$ ابتدا $19m$ در جهت محور x حرکت کرده (از $x = 0$ به $x = 19m$ می‌رود)، سپس دور می‌زند و در بازه $4s$ تا $12s$ ، $14m$ در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند (از $x = 19m$ به $x = 5m$ می‌رود)، سپس دوباره دور می‌زند و در بازه $12s$ تا $20s$ ، به اندازه $14m$ دیگر در جهت محور x حرکت می‌کند (از $x = 5m$ به $x = 19m$ می‌رود)، بنابراین مسافت طی شده توسط آن در کل مسیر برابر است با:

$$l = 19 + 14 + 14 = 47m$$

ت) با توجه به نمودار، متحرک در هر دو لحظه $t_1 = 4s$ و $t_2 = 20s$ ، در مکان $x = 19m$ قرار دارد و جابه‌جایی آن در کل بازه صفر است، بنابراین سرعت متوسط نیز در این بازه زمانی برابر صفر می‌باشد.

ث) نمودار مکان - زمان از $t_0 = 0$ تا $t_1 = 4s$ یک خط راست است و سرعت در این بازه ثابت است. در ادامه برای پاسخ به سؤال، کافی است شیب نمودار را در لحظه $t = 2s$ به دست آوریم. این شیب برابر با شیب خط واصل لحظه‌های $t_0 = 0$ تا $t_1 = 4s$ است.

$$v = \text{شیب} = \frac{19-0}{4-0} = 4.75 \frac{m}{s}$$

ج) در 12 ثانیه اول حرکت، متحرک مسافت $l = 19 + 14 = 33m$ را طی می‌کند و تندی متوسط در این بازه زمانی برابر است با:

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{33}{12} = \frac{11}{4} = 2.75 \frac{m}{s}$$

آزمون‌های سطح‌بندی شده



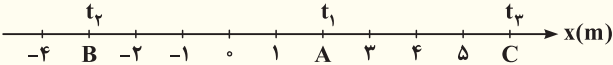
بررسی ۴ مرحله آزمون تشریحی احتمالی با پاسخ تشریحی بارم‌بندی شده

مدت زمان پاسخگویی: ۱۴۰ دقیقه

سطح یک

آزمون ۱

۱	به موارد زیر پاسخ کوتاه دهید. الف بردار جابه‌جایی را تعریف کنید. ب دو تفاوت بین تبدی متوسط و سرعت متوسط را بیان کنید. پ اگر حرکت با سرعت ثابت باشد، مسیر حرکت به صورت خط راست است یا منحنی؟ چرا؟	۰/۵ ۰/۵ ۰/۵
۲	درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را مشخص کنید. الف بردار سرعت متوسط، هم‌جهت با بردار مکان است. ب در حرکت جسم بر روی مسیر خمیده، جهت بردار شتاب همواره بر مسیر حرکت مماس است. پ بردار شتاب متوسط همواره هم‌جهت با بردار تغییر سرعت است. ت هواپیمایی که بر روی باند پرواز به حرکت درمی‌آید، تا هنگامی که به شرایط برخاستن برسد، با صرف‌نظر کردن از مقاومت هوا، دارای شتاب تقریباً ثابت است. ث اگر دو گلوله در شرایط خلاء از ارتفاع معین با فاصله زمانی ۲s رها شوند، با گذشت زمان و تا قبل از برخورد گلوله اول به سطح زمین، فاصله بین دو گلوله کاهش می‌یابد.	۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵
۳	نمودار مکان - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل است. با توجه به نمودار (که در بازه زمانی صفر تا t_3 سهمی و در بازه زمانی t_3 تا t_4 خط راست است)، در هر یک از عبارت‌های زیر مورد درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید. الف در بازه زمانی صفر تا t_1 ، نوع حرکت جسم (تندشونده - کندشونده) است. ب در لحظه $(t_4 - t_1)$ ، جهت حرکت جسم تغییر کرده است. پ در لحظه $(t_4 - t_1)$ ، جهت بردار مکان تغییر کرده است. ت در بازه زمانی t_1 تا t_3 ، جسم در (جهت - خلاف جهت) محور x حرکت کرده است. ث در بازه زمانی t_1 تا t_4 ، علامت شتاب جسم (مثبت - منفی) است. ج در بازه زمانی t_1 تا t_3 ، بزرگی سرعت متوسط متحرک (برابر با - کم‌تر از) سرعت متحرک در هر لحظه است.	۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵
۴	متحرکی با سرعت ثابت در امتداد محور x در حال حرکت است و در لحظه‌های $t_1 = 1s$ و $t_2 = 4s$ ، به ترتیب از مکان‌های $x_1 = -2m$ و $x_2 = 4m$ می‌گذرد. الف بردار مکان متحرک در شروع حرکت را رسم کنید و آن را برحسب بردارهای یکه بنویسید. ب بردار جابه‌جایی متحرک در دو ثانیه سوم حرکت را به دست آورید. پ تبدی متوسط متحرک را در بازه زمانی $t_3 = 3s$ تا $t_4 = 6s$ پیدا کنید.	۰/۷۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵

۵	جسمی در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند. شتاب جسم در حال افزایش و تندی آن در حال کاهش است. نمودار سرعت - زمان این جسم را به صورت کیفی رسم کنید.	۰/۵
۶	جاهای خالی را با کلمه‌های مناسب کامل کنید.	
الف	در حرکت بر روی و بدون تغییر جهت، مسافت با اندازه جابه‌جایی برابر است.	۰/۲۵
ب	شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان در هر لحظه t ، برابر در آن لحظه است.	۰/۲۵
پ	متحرکی به صورت کندشونده و به سمت شرق در حال حرکت است. جهت بردار شتاب این متحرک رو به است.	۰/۲۵
ت	در حرکت با ثابت روی یک خط راست، نمودار سرعت - زمان به صورت یک تابع خطی است.	۰/۲۵
۷	معادله سرعت - زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند، در SI به صورت $v = -2t + 4$ است.	
الف	سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی صفر تا ۴ ثانیه چقدر است؟	۰/۷۵
ب	اگر متحرک در مبدأ زمان، در مبدأ مکان بوده باشد، معادله مکان - زمان آن را بنویسید.	۰/۵
۸	متحرکی مطابق شکل بر روی محور x در لحظه t_1 از نقطه A با شتاب ثابت شروع به حرکت کرده، در لحظه t_2 در نقطه B تغییر جهت داده و در لحظه t_3 به نقطه C رسیده است.	
		
الف	بردار مکان متحرک را در لحظه t_2 روی محور x رسم کنید و بیان کنید که بردار مکان متحرک از لحظه t_1 تا لحظه t_2 چند بار تغییر جهت می‌دهد؟	۰/۵
ب	بردار جابه‌جایی متحرک را در هر یک از بازه‌های زمانی t_1 تا t_2 و t_2 تا t_3 به دست آورید.	۰/۵
پ	مسافت طی شده از لحظه t_1 تا t_3 چند متر است؟	۰/۲۵
ت	اگر تندی متوسط متحرک از لحظه t_1 تا t_3 ، برابر $72 \frac{km}{h}$ باشد، متحرک چند ثانیه در حرکت بوده است؟	۰/۵
۹	شکل مقابل، نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان می‌دهد که با سرعت ثابت $2 \frac{m}{s}$ در جهت محور x حرکت می‌کند.	
الف	مسافت پیموده شده توسط این متحرک در بازه زمانی صفر تا ۶ s، چند متر است؟	۰/۲۵
ب	معادله مکان - زمان این متحرک را بنویسید.	۰/۵
پ	متحرک چند ثانیه در حال نزدیک شدن به مبدأ مکان بوده است؟	۰/۵
ت	در کدام بازه زمانی، متحرک در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند؟	۰/۲۵
۱۰	با توجه به نمودار سرعت - زمان شکل مقابل که مربوط به حرکت دو متحرک A و B بر روی محور x است، به سؤالات زیر پاسخ دهید.	
الف	علامت شتاب متحرک A و B در بازه زمانی صفر تا t_1 ، مثبت است یا منفی؟	۰/۵
ب	حرکت هر یک از دو متحرک در کدام بازه تندشونده است؟ چرا؟	۰/۵
پ	مساحت سطح محصور بین هر یک از نمودارها با محور زمان چه کمیتی را نشان می‌دهد؟	۰/۲۵
ت	سرعت متوسط دو متحرک A و B را از لحظه صفر تا لحظه t_1 ، با ذکر دلیل مقایسه کنید.	۰/۵

۱۱	نمودار سرعت - زمان متحرکی که از مکان اولیه 20m - شروع به حرکت کرده، مطابق شکل است. با به‌دست آوردن مکان متحرک در لحظه‌های $t = 10\text{s}$، $t = 20\text{s}$ و $t = 30\text{s}$، نمودار مکان - زمان این متحرک را در بازه زمانی صفر تا 30s رسم کنید.	۱						
۱۲	خودرویی با تندی ثابت $108 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ در حرکت است و ناگهان راننده مانعی را در فاصله 80m متری خود مشاهده می‌کند. اگر بیشینه شتاب توقف خودرو $5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ باشد، با محاسبه توضیح دهید آیا راننده می‌تواند به موقع خودرو را متوقف کند تا تصادفی رخ ندهد؟ (زمان واکنش راننده ناچیز است).	۰/۷۵						
۱۳	شکل زیر نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در راستای افق با شتاب ثابت در حال حرکت است: الف تندی متوسط متحرک را در 5 ثانیه اول حرکت به‌دست آورید. ب سرعت اولیه متحرک چقدر است؟ پ با توجه به نمودار، در جدول زیر، به‌جای ۱ و ۲ از کلمه‌های (تندشونده یا کندشونده) استفاده کنید. <table><tr><th>نوع حرکت</th><th>بازه زمانی</th></tr><tr><td>۱</td><td>۲ ثانیه اول</td></tr><tr><td>۲</td><td>۲ ثانیه دوم</td></tr></table>	نوع حرکت	بازه زمانی	۱	۲ ثانیه اول	۲	۲ ثانیه دوم	۰/۵ ۰/۵ ۰/۵
نوع حرکت	بازه زمانی							
۱	۲ ثانیه اول							
۲	۲ ثانیه دوم							
۱۴	شکل مقابل، نمودار شتاب - زمان یک ماشین را نشان می‌دهد که در امتداد محور x حرکت می‌کند. اگر سرعت اولیه ماشین 40m/s و سرعت آن در لحظه $t = 10\text{s}$ برابر 20m/s باشد: الف شتاب حرکت این ماشین را در 10 ثانیه اول حرکت محاسبه کنید. ب جابه‌جایی ماشین در بازه زمانی 10s تا 25s را به‌دست آورید. پ نمودار سرعت - زمان متحرک را در 25 ثانیه اول حرکت رسم کنید.	۰/۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵						
۱۵	نمودار سرعت - زمان دو متحرک A و B مطابق شکل است: الف شتاب حرکت هر متحرک را به‌دست آورید. ب جابه‌جایی هر دو متحرک را در بازه زمانی صفر تا 30 ثانیه حساب کنید. پ اگر دو متحرک از مبدأ مکان شروع به حرکت کرده باشند، در چه لحظه‌ای دوباره به هم می‌رسند؟	۰/۵ ۰/۵ ۰/۵						
۱۶	سنگی را از ارتفاع 20m متری سطح زمین از حالت سکون رها می‌کنیم. با چشم‌پوشی از مقاومت هوا: الف این سنگ با چه سرعتی به سطح زمین می‌رسد؟ ب مدت زمان سقوط سنگ چند ثانیه است؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)	۰/۵ ۰/۷۵						

آزمون ۲

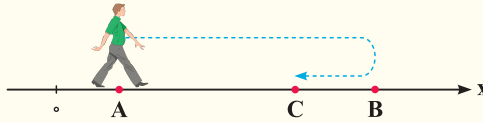
مدت زمان پاسخگویی: ۱۴۰ دقیقه

س ————— طح دو



۱

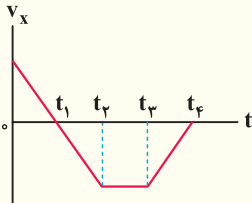
مطابق شکل زیر، متحرکی در لحظه $t_1 = 0$ با سرعت اولیه v_1 از نقطه A حرکت خود را روی محور X شروع کرده و مطابق مسیر نشان داده شده در لحظات $t_2 = 2s$ و $t_3 = 4s$ به ترتیب در نقاط B و C قرار می‌گیرد. با توجه به حرکت متحرک در ۴ ثانیه اول حرکت، درستی یا نادرستی هر یک از جمله‌های زیر را مشخص کنید.



- الف بردار مکان متحرک ابتدا در جهت محور X و سپس در خلاف جهت محور X است. ☐
- ب اندازه بردار مکان ابتدا افزایش یافته و سپس کاهش می‌یابد. ☐
- پ سرعت متوسط این متحرک در بازه زمانی $t_1 = 0$ تا $t_3 = 4s$ در جهت محور X است. ☐
- ت شتاب متوسط متحرک در بازه زمانی $t_1 = 0$ تا $t_3 = 4s$ در خلاف جهت محور X ها است. ☐

۲

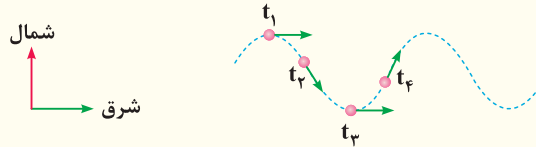
نمودار سرعت - زمان متحرکی که در امتداد محور X حرکت می‌کند، مطابق شکل است:



- الف در چه لحظه‌ای، متحرک تغییر جهت داده است؟ ☐
- ب در کدام بازه زمانی، متحرک در جهت مثبت محور X در حرکت بوده است؟ ☐
- پ در کدام بازه زمانی، علامت شتاب منفی بوده است؟ ☐
- ت علامت شتاب متوسط در کل زمان حرکت، مثبت بوده است یا منفی؟ ☐

۳

اتومبیلی با تندی ثابت، بر روی مسیر نشان داده شده در حال حرکت است و بردار سرعت آن در لحظات مختلف نشان داده شده است.



- الف در کدام بازه زمانی، شتاب متوسط متحرک برابر صفر است؟ چرا؟ ☐
- ب در کدام بازه زمانی، بردار سرعت متوسط متحرک به سمت شمال شرق است؟ ☐

۴

ذره‌ای با سرعت ثابت روی محور X به حرکت درمی‌آید و پس از ۲ ثانیه به نقطه O (مبدأ مکان) و ۲ ثانیه بعد به نقطه $x = -6m$ می‌رسد.

- الف معادله حرکت متحرک در SI را بنویسید. ☐
- ب نمودار سرعت - زمان آن را رسم کنید. ☐

۵

در شرایط خلأ توپی را از ارتفاع ۸۰ متری سطح زمین رها می‌کنیم.

- الف تندی توپ در لحظه برخورد با سطح زمین چند متر بر ثانیه است؟ ($g = 10 m/s^2$) ☐
- ب نمودار مکان - زمان حرکت توپ را از لحظه رها شدن تا رسیدن به سطح زمین با محاسبه زمان حرکت رسم کنید. ☐

۶

۰/۵

الف) در لحظه $t = 3s$ ، جهت بردارهای سرعت و شتاب متحرک را تعیین کنید.

۰/۵

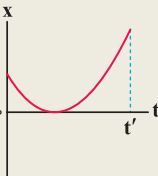
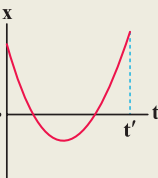
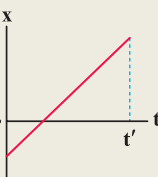
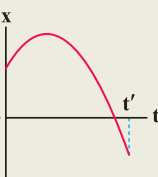
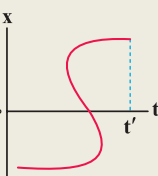
ب) در چه لحظه‌ای این متحرک تغییر جهت می‌دهد؟

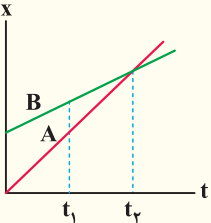
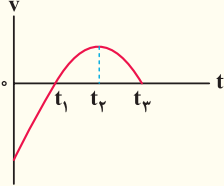
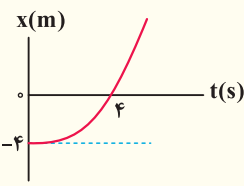
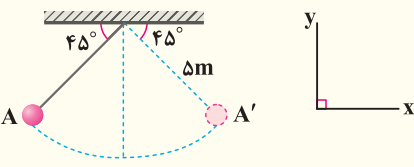
۰/۵

پ) اگر حرکت متحرک از مبدأ مکان شروع شده باشد، نمودار مکان - زمان آن را به صورت کیفی رسم کنید.

۷

هر کدام از توضیحات ستون A، مربوط به کدام یک از نمودارهای ستون B است؟ (ممکن است هر نمودار ستون B مربوط به چند توضیح از ستون A باشد).

B	A
(۱) 	الف) کدام نمودار مربوط به متحرکی است که در بازه زمانی صفر تا t' تغییر جهت نمی‌دهد؟
(۳) 	ب) کدام نمودار مربوط به متحرکی است که شتاب آن در خلاف جهت محور X است؟
(۳) 	پ) کدام نمودار نمی‌تواند مربوط به حرکت یک متحرک باشد؟
(۴) 	ت) کدام نمودار مربوط به حرکتی است که بردارهای مکان و سرعت به تعداد برابر تغییر جهت داده‌اند؟
(۵) 	ث) در کدام نمودار، بردار مکان تغییر جهت نمی‌دهد؟

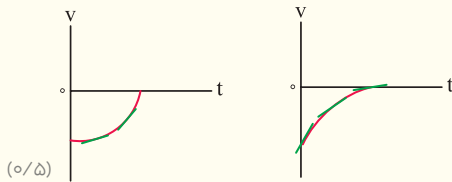
۰/۵ ۰/۵ ۰/۵	۸ مطابق شکل، محیطبان با سرعت 20 m/s در جاده‌ای مستقیم در حال حرکت است که ناگهان گوزن بدون حرکتی را در فاصله ۴۵ متری خود می‌بیند و ترمز می‌گیرد. اگر شتاب ترمز خودرو ثابت و پس از ۴ ثانیه بایستد و زمان واکنش محیطبان ناچیز باشد: الف شتاب کندشونده خودرو را حساب کنید. ب جابه‌جایی خودرو تا توقف چقدر است؟ پ آیا خودرو به گوزن برخورد می‌کند؟ چرا؟ 	۸
۰/۵ ۰/۵ ۰/۲۵	۹ با توجه به نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B در شکل که روی محور x حرکت می‌کنند، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید: الف نوع حرکت این دو متحرک چیست؟ چرا؟ ب در لحظه t_1 سرعت کدام متحرک بیش‌تر است؟ توضیح دهید. پ در لحظه t_2 چه اتفاقی افتاده است؟ 	۹
۰/۷۵ ۰/۷۵	۱۰ در لحظه $t = 0$، خودرویی با سرعت اولیه 36 km/h در امتداد مسیری مستقیم حرکت می‌کند و تندی آن با شتاب ثابت $1/5 \text{ m/s}^2$ افزایش می‌یابد. الف سرعت خودرو پس از 500 متر جابه‌جایی چقدر است؟ ب خودرو چند ثانیه پس از شروع حرکت به تندی 72 km/h می‌رسد؟	۱۰
۰/۵ ۰/۵	۱۱ نمودار سرعت - زمان جسمی که بر روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل است: الف نوع حرکت در بازه‌های زمانی $(0 \text{ تا } t_1)$ و $(t_1 \text{ تا } t_2)$ چیست؟ ب در کدام لحظه، شتاب جسم صفر است؟ چرا؟ 	۱۱
۰/۵ ۰/۷۵ ۰/۷۵	۱۲ شکل روبه‌رو نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان می‌دهد که از حالت سکون با شتاب ثابت در امتداد محور x شروع به حرکت می‌کند: الف حرکت این متحرک در بازه زمانی صفر تا ۴ ثانیه، تندشونده است یا کندشونده؟ چرا؟ ب معادله مکان - زمان این متحرک را به دست آورید. پ متحرک با چه سرعتی از مکان $x = 12 \text{ m}$ عبور می‌کند؟ 	۱۲
۰/۷۵ ۰/۷۵	۱۳ مطابق شکل، گلوله آونگی را از نقطه A رها کرده و گلوله متصل به آن تا نقطه A' جابه‌جا می‌شود. اگر در این جابه‌جایی، اندازه سرعت متوسط گلوله $2/5\sqrt{2} \text{ m/s}$ باشد: الف زمان حرکت گلوله چند ثانیه است؟ ب تندی متوسط گلوله چند متر بر ثانیه است؟ ($\pi = 3$) 	۱۳

پاسخ تشریحی آزمون ۱ (فصل اول)

تذکره: دقت کنید چون سرعت ثابت است، جابه‌جایی آن در هر دو ثانیه‌ای برابر $\vec{d} = (4\text{m}) \vec{i}$ است.

پ چون سرعت ثابت است، می‌توان نتیجه گرفت تندی متوسط در هر بازه زمانی ثابت و برابر با اندازه سرعت لحظه‌ای یعنی $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ است. (۵/۲۵)

۵ جسم در خلاف جهت محور X حرکت می‌کند، پس سرعت آن منفی است، از طرفی تندی آن در حال کاهش است، پس نمودار سرعت - زمان به محور افقی نزدیک می‌شود. چون شتاب جسم در حال افزایش است، پس شیب خط مماس بر نمودار هم باید افزایش پیدا کند و شکل سمت چپ پاسخ سؤال است.



در این نمودار شتاب در حال افزایش است. کاهش است.

دقت: شکل سمت راست برای آموزش بیشتر ترسیم شده است.

۶ الف خط راست ب شتاب
پ غرب ت شتاب

(هر مورد ۵/۲۵)

۷ الف

$$v = -2t + 4 : \begin{cases} t_1 = 0 : v_1 = -2(0) + 4 = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (5/25) \\ t_2 = 4\text{s} : v_2 = -2(4) + 4 = -4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (5/25) \end{cases}$$

$$v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{4 + (-4)}{2} = 0 \quad (5/25)$$

$$\begin{cases} v = at + v_0 \Rightarrow a = -2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, v_0 = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (5/25) \\ v = -2t + 4 \end{cases}$$

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 = \frac{1}{2}(-2)t^2 + 4t + 0$$

$$\Rightarrow x = -t^2 + 4t \quad (5/25)$$

۱ الف پاره‌خط جهتی‌داری که مکان آغازین حرکت را به مکان پایانی حرکت وصل می‌کند. (۵/۵)

ب ۱- تندی متوسط، کمیتی نرده‌ای و سرعت متوسط، کمیتی برداری است. (۵/۲۵)

۲- تندی متوسط یعنی مسافت طی‌شده به مدت زمان انجام آن اما سرعت متوسط یعنی جابه‌جایی به مدت زمان انجام آن. (۵/۲۵)

ب به‌صورت خط راست است. (۵/۲۵) چون سرعت، کمیتی برداری و دارای جهت است، پس اگر سرعت ثابت باشد یعنی حتماً اندازه و جهت آن تغییر نمی‌کند و حرکت لزوماً روی خط راست است. (۵/۲۵)

۲ الف نادرست ب نادرست
پ درست ت درست
ث نادرست (هر مورد ۵/۲۵)

۳ الف کندشونده ب t_1
پ t_2 ت جهت
ث مثبت ج برابر با
(هر مورد ۵/۲۵)

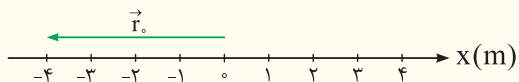
۴ الف

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{4 - (-2)}{4 - 1} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (5/25)$$

$$x = vt + x_0 \Rightarrow -2 = 2(1) + x_0 \Rightarrow x_0 = -4\text{m}$$

$$\Rightarrow \vec{r}_0 = (-4\text{m}) \vec{i} \quad (5/25)$$

رسم بردار (۵/۲۵)



ب دو ثانیه سوم یعنی از ۴s تا ۶s:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow 2 = \frac{\Delta x}{2} \Rightarrow \Delta x = 4\text{m}$$

$$\Rightarrow \vec{d} = 4 = (4\text{m}) \vec{i} \quad (5/25) \text{ تا } 6 \text{ ثانیه}$$

الف ۱۰ علامت شتاب متحرک A: مثبت (در جهت

محور X) (۰/۲۵)

علامت شتاب متحرک B: مثبت (در جهت محور X) (۰/۲۵)

ب در نمودار سرعت - زمان با دور شدن از محور زمان

(افقی) حرکت تندشونده می‌شود. پس: متحرک A، در بازه زمانی

صفر تا t_1 تندشونده حرکت می‌کند. (۰/۲۵)

متحرک B، در همه بازه‌های زمانی تندشونده حرکت می‌کند. (۰/۲۵)

پ مساحت محصور بین نمودار سرعت - زمان با محور زمان،

بیانگر جابه‌جایی متحرک است. (۰/۲۵)

ت با توجه به این‌که مساحت محصور بین نمودار با محور افقی

برای نمودار A بیشتر از نمودار B است، می‌توان گفت جابه‌جایی

متحرک A در بازه زمانی صفر تا t_1 بیشتر از متحرک B است. (۰/۲۵)

در این‌صورت در بازه زمانی صفر تا t_1 ، سرعت متوسط متحرک A

بیش‌تر از سرعت متوسط متحرک B است. (۰/۲۵)

$$S_A > S_B \Rightarrow \Delta x_A > \Delta x_B \xrightarrow{\Delta t_A = \Delta t_B} v_{avA} > v_{avB}$$

$$x_2 - x_1 = \left(\frac{v_1 + v_2}{2} \right) \Delta t \quad (۰/۲۵)$$

$$t = 10s : x_2 - (-20) = \left(\frac{0 + 20}{2} \right) 10 \Rightarrow x_2 = 10m$$

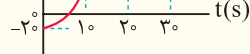
$$t = 20s : x_2 - (10) = \left(\frac{20 + 0}{2} \right) 10 \Rightarrow x_2 = 10m$$

$$t = 30s : x_2 - (10) = \left(\frac{0 - 20}{2} \right) 10 \Rightarrow x_2 = 10m$$

رسم درست نمودار: در ۱۰s اول

(۰/۲۵)، در ۱۰s دوم (۰/۲۵) و

در ۱۰s سوم (۰/۲۵)



$$v = 10 \frac{km}{h} = 3 \frac{m}{s}$$

(۰/۲۵)

$$v^2 - v_0^2 = 2a \Delta x \Rightarrow (0)^2 - (30)^2 = 2(-5) \Delta x$$

$$\Rightarrow \Delta x = 90m \quad (۰/۲۵)$$

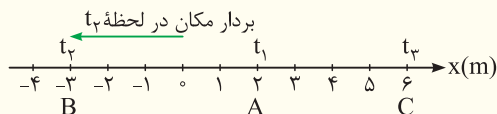
اگر خودرو با تندی $10 \frac{km}{h}$ ($3 \frac{m}{s}$) و با شتاب ثابت به

بزرگی $5 \frac{m}{s^2}$ شروع به ترمز گرفتن کند تا توقف کامل $90m$ را

طی می‌کند. از آن‌جا که فاصله خودرو تا مانع $80m$ است، پس

راننده به مانع برخورد می‌کند. (۰/۲۵)

الف ۸ رسم بردار (۰/۲۵)



بردار مکان از لحظه t_1 تا لحظه t_2 ، دو بار تغییر جهت می‌دهد. (۰/۲۵)

$$\begin{cases} t_1 : x_1 = 2m \\ t_2 : x_2 = -3m \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta x = x_2 - x_1 = (-3) - (2) = -5m \quad (۰/۲۵)$$

$$\Rightarrow \vec{d}_{t_1 \rightarrow t_2} = (-5m) \vec{i}$$

$$\begin{cases} t_1 : x_1 = 2m \\ t_2 : x_2 = 6m \end{cases} \Rightarrow \Delta x = x_2 - x_1 = 6 - 2 = 4m$$

$$\Rightarrow \vec{d}_{t_1 \rightarrow t_2} = (4m) \vec{i} \quad (۰/۲۵)$$

پ مسافت طی شده از لحظه t_1 تا t_2 برابر $5m$ و از t_2

تا t_3 برابر $9m$ و در مجموع، مسافت طی شده برابر با $14m$

است. (۰/۲۵)

$$s_{av} = 72 \frac{km}{h} = \frac{72}{3.6} \frac{m}{s} = 20 \frac{m}{s}$$

(۰/۲۵)

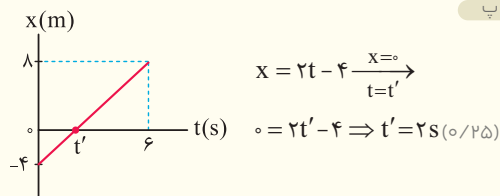
$$s_{av} = \frac{1}{\Delta t} \Rightarrow 20 = \frac{14}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{14}{20} = 0.7s \quad (۰/۲۵)$$

الف ۹ مسافت پیموده شده از لحظه صفر تا $6s$ برابر با

$12m$ است. (۰/۲۵)

$$x = vt + x_0 \Rightarrow x = 2t - 4 \quad (۰/۲۵)$$

(۰/۲۵)



متحرک از لحظه صفر تا لحظه $t' = 2s$ ، به مدت ۲ ثانیه در حال

نزدیک شدن به مبدأ مکان بوده است. (۰/۲۵)

ت سرعت متحرک مثبت بوده و متحرک در هیچ بازه زمانی

در خلاف جهت محور X حرکت نمی‌کند. (همواره در جهت محور X

حرکت می‌کند.) (۰/۲۵)

A: $a = 0$ (۵/۲۵)

B: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{6 - 0}{3 - 0} = 2 \text{ m/s}^2$ (۵/۲۵)

A: $\Delta x = vt = (6)(3) = 18 \text{ m}$ (۵/۲۵)

B: $\Delta x = \left(\frac{v + v_0}{2}\right)t = (3)(3) = 9 \text{ m}$ (۵/۲۵)

A: $x_A = vt + x_0 = 6t + 0 = 6t$

B: $x_B = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 = t^2$

اگر دو متحرک به هم برسند، هم مکان می‌شوند:

$x_A = x_B \Rightarrow 6t = t^2 \Rightarrow t = 6 \text{ s}$ (۵/۲۵)

الف ۱۶ جابه‌جایی سنگ $\Delta y = -20 \text{ m}$ است، پس سرعت سنگ هنگام برخورد به سطح زمین برابر است با:

$v^2 = -2g\Delta y \Rightarrow v^2 = -2(10)(-20) = 400$

$\Rightarrow v = -20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (۵/۲۵)

ب مدت زمان سقوط سنگ برابر است با:

$v = -gt \Rightarrow -20 = -(10)t \Rightarrow t = 2 \text{ s}$ (۵/۲۵)

الف ۱۵

ب

پ

الف

ب

الف

ب

ب

الف ۱۳ مسافت طی‌شده در ۵ ثانیه اول حرکت:

$l_1 = 45 \text{ m}$ از ۲۵ تا ۵۵ ، $l_2 = 20 \text{ m}$: از صفر تا ۲۵

$s_{av} = \frac{l_{\text{کل}}}{\Delta t} = \frac{20 + 45}{5} = 13 \text{ m/s}$ (۵/۲۵)

ب از صفر تا ۲۵ داریم:

$\Delta x = \frac{v_0 + v_1}{2} \Delta t \Rightarrow 20 - 0 = \frac{v_0 + 0}{2} \times (2 - 0)$

$\Rightarrow v_0 = 20 \text{ m/s}$ (۵/۲۵)

ب ۱- کندشونده (۵/۲۵) ۲- تندشونده (۵/۲۵)

(۵/۲۵)

الف ۱۴

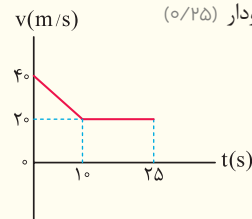
$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20 - 40}{10} = -2 \text{ m/s}^2$ (۵/۲۵)

ب دقت کنید در بازه زمانی $t = 15 \text{ s}$ تا $t = 25 \text{ s}$ متحرک با

سرعت ثابت (همان 20 m/s) حرکت می‌کند.

$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow 20 = \frac{\Delta x}{15} \Rightarrow \Delta x = 300 \text{ m}$ (۵/۲۵)

ب رسم نمودار (۵/۲۵)



پاسخ تشریحی آزمون ۲ (فصل اول)

الف ۴

$\begin{cases} t_1 = 25 \text{ s} : x_1 = 0 \\ t_2 = 45 \text{ s} : x_2 = -6 \text{ m} \end{cases} \Rightarrow v = v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-6 - 0}{2}$

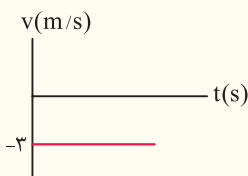
$\Rightarrow v = -3 \text{ m/s}$ (۵/۲۵)

$x = vt + x_0 \Rightarrow 0 = -3 \times 2 + x_0 \Rightarrow x_0 = 6 \text{ m}$

بنابراین معادله حرکت در SI برابر است با:

$x = vt + x_0 \Rightarrow x = -3t + 6$ (۵/۲۵)

ب رسم نمودار (۵/۲۵)



ب درست

الف ۱ نادرست

ت درست

پ درست

(هر مورد ۵/۲۵)

ب صفر تا t_1

الف ۲ t_1

ت منفی

پ صفر تا t_2

(هر مورد ۵/۲۵)

الف ۳

شتاب متوسط برابر با تغییرات سرعت به زمان است.

پس شتاب متوسط بین دو نقطه، زمانی صفر است که سرعت اولیه با سرعت ثانویه (از لحاظ اندازه و جهت) برابر باشد. با توجه به شکل سؤال، سرعت در زمان‌های t_1 و t_3 با هم برابر است.

پس شتاب متوسط در بازه زمانی t_1 تا t_3 برابر صفر است. (۵/۵)

ب برای این‌که بردار سرعت متوسط به سمت شمال شرق باشد، باید بردار جابه‌جایی نیز به سمت شمال شرق باشد. در بازه زمانی t_3 تا t_4 ، جابه‌جایی و در نتیجه سرعت متوسط به سمت شمال شرق است. (۵/۵)