

# فصل اول

## حرکت بر خط راست



با اسکن QR Code یا با مراجعه به سایت نشر الگومی توانید  
فایل آزمون‌ها را دریافت کنید.

در پاسخ این تست‌ها، تستی تحت عنوان بازی با سؤال قرار گرفته است.  
منتخبی از تست‌هایی که می‌توانید برای دوره فصل، آن‌ها را حل کنید.

## یخچال اول

### مفاهیم جابه‌جایی، مکان، مسافت، سرعت متوسط و تندی متوسط

یادم می‌آید سر کلاس درس از دانش‌آموزان پرسیدم «یک جسم ساکن مثال بزنید»، در پاسخ، بعضی از شاگردان تخته سیاه و یا میز جلویشان را مثال زدند. پرسیدم «حالا بگویید که فاصله شما از سطح زمین چقدر است؟» تقریباً همه پاسخ دادند «صفر». پرسیدم در پاسخ پرسش اول من آیا به این توجه کرده‌اید که این میز و تخته سیاه به همراه کره زمین به دور خورشید می‌چرخند؟ آیا اصولاً می‌توانید جسم ساکنی را در جهان پیرامون خود مشخص کنید؟ چرا تخته سیاه یا میز را ساکن در نظر گرفتید؟ یکی از دانش‌آموزان گفت: «چون اون‌ها رو نسبت به خودمون سنجیدیم». سپس گفتم این مدرسه دو طبقه است و ما در طبقه دوم آن قرار داریم و وقتی من سؤال کردم که فاصله شما از زمین چقدر است پاسخ دادید «صفر». در واقع شما مجدداً برای آن که مکان خود را اعلام کنید، محل قرار گرفتن خود را مبدأ در نظر گرفتید و چنانچه کف طبقه اول را مبدأ می‌گرفتید، پاسخ شما تغییر می‌کرد یعنی برای بیان مکان یک جسم، آن را نسبت به یک مبدأ می‌سنجیم.

بعد با هم به این نتیجه رسیدیم که در بررسی سکون و حرکت و مکان هر جسم به یک مبدأ مقایسه نیاز داریم. قبل از اینکه بخواهیم درس این فصل را آغاز کنیم لازم است دو مفهوم کمیت نرده‌ای و برداری را یادآوری کنیم.

#### کمیت برداری

کمیت‌هایی که علاوه بر عدد و یکا برای بیان کردن آن‌ها به جهت هم نیاز است. به طور مثال اگر به شما بگویم که از در کلاس ۳m فاصله بگیر شما خواهید گفت به کدام سمت؟ به سمت داخل کلاس، خارج کلاس یا ...؟ پس برای مکان جهت هم مهم است.

#### کمیت نرده‌ای

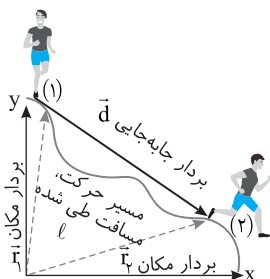
کمیت‌هایی که برای بیان تنها به عدد و یکای مناسب نیاز دارند. به طور مثال برای بیان زمان تنها باید یک عدد و یکا استفاده شود.

## نمای ۱ مفهوم مکان، مسافت و جابه‌جایی

مسافت: طول مسیری که متحرک طی می‌کند را مسافت گویند. این کمیت نرده‌ای بوده و مقدار آن همواره مثبت است. یکای مسافت در SI متر است.

بردار جابه‌جایی: به برداری که مکان اولیه متحرک را به مکان ثانویه متحرک وصل می‌کند، بردار جابه‌جایی گویند که یکای SI آن متر است.

بردار مکان: مکان یک جسم یک کمیت برداری است که توسط برداری نمایش داده می‌شود که مبدأ اختیاری (مبدأ مختصات) را به محل جسم وصل می‌کند. یکای بردار مکان در SI متر است.



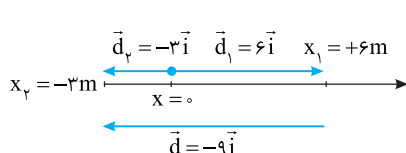
به طور مثال در شکل زیر، بردارهای  $\vec{r}_1$  و  $\vec{r}_2$  بردار مکان متحرک در مکان‌های (۱) و (۲) است و  $\vec{d}$  بردار جابه‌جایی است و طول مسیر خمیده  $l$  مسافت طی شده است.

**نکته ۱** بردار جابه‌جایی برابر تفاضل بردار مکان نهایی و بردار مکان ابتدایی است:

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

**۲** با تغییر مبدأ مکان، بردار مکان جسم تغییر می‌کند اما بردار جابه‌جایی ثابت می‌ماند.

**مسئله ۱** خودرویی روی محور  $x$  حرکت می‌کند. این خودرو در مبدأ زمان ( $t_1 = 0$ ) در مکان  $x_1 = +6\text{m}$  و در لحظه  $t_2$  در مکان  $x_2 = -3\text{m}$  قرار دارد. بردارهای مکان در  $t_1$  و  $t_2$  و بردار جابه‌جایی را در بازه  $t_1$  تا  $t_2$  رسم کنید.



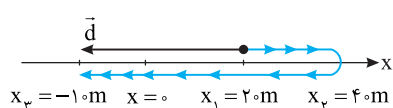
**راهنما** محور  $x$  را رسم کرده و مبدأ مکان (حرکت) را مشخص می‌کنیم. بردارهای  $\vec{d}$  و  $\vec{d}_2$  بردارهای مکان در لحظه  $t_1$  و  $t_2$  و بردار  $\vec{d} = -9\vec{i}$  بردار جابه‌جایی است.

**نکته ۱** برای یک متحرک همواره مسافت طی شده ( $l$ ) از اندازه جابه‌جایی ( $|\vec{d}|$ ) بزرگ‌تر و یا با آن برابر است:  $|\vec{d}| \leq l$

**۲** زمانی که متحرک روی خط راست در حرکت باشد و جهت حرکت آن تغییر نکند، مسافت طی شده و اندازه جابه‌جایی با هم برابر است.  $|\vec{d}| = l$

**۳** اگر متحرک روی محور  $x$  از مکان  $\vec{x}_1$  به مکان  $\vec{x}_2$  برود، جابه‌جایی آن برابر است با:  $\Delta \vec{x} = \vec{x}_2 - \vec{x}_1$

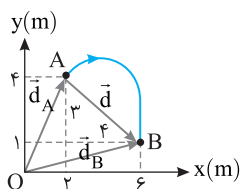
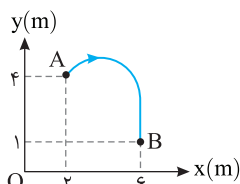
**مسئله ۲** دانش آموزی روی محور  $x$  ها ابتدا از مکان  $+20\text{ m}$  به مکان  $+40\text{ m}$  می رود، سپس به مکان  $-10\text{ m}$  برمی گردد. مسافت طی شده توسط دانش آموز و بردار جابه جایی او را مشخص کنید.



**راهدل** مکان ها را مطابق شکل روبه رو روی محور  $x$  ها مشخص می کنیم. متحرک مطابق شکل از مکان  $20\text{ m}$  به مکان  $40\text{ m}$  رفته سپس به مکان  $-10\text{ m}$  برمی گردد. بنابراین مسافت طی شده برابر است با:

$$\ell = 20 + 40 + 10 = 70\text{ m}$$

بردار جابه جایی از مکان ابتدایی ( $x_1 = +20\text{ m}$ ) به مکان پایانی ( $x_p = -10\text{ m}$ ) رسم می شود و برابر  $\vec{d} = -30\vec{i}$  است.

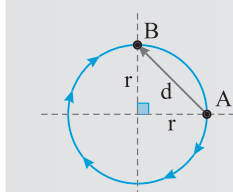
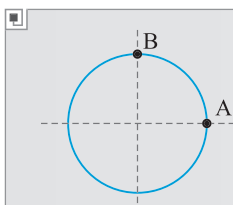


**مسئله ۳** مطابق شکل، یک متحرک روی مسیر خمیده از نقطه  $A$  به نقطه  $B$  می رود. **الف)** بردارهای مکان و جابه جایی را رسم کنید و این بردارها را برحسب بردارهای یک  $\vec{i}$  و  $\vec{j}$  بیان کنید. **ب)** بزرگی بردار جابه جایی از  $A$  تا  $B$  را به دست آورید.

**راهدل** الف) از مبدأ مکان بردارهایی به نقاط  $A$  و  $B$  رسم می کنیم. بردارهای  $\vec{d}_A$  و  $\vec{d}_B$  بردار مکان و بردار  $\vec{d}$  بردار جابه جایی است.

$$\vec{d}_A = 2\vec{i} + 4\vec{j} \quad \vec{d}_B = 6\vec{i} + \vec{j} \Rightarrow \vec{d} = \vec{d}_B - \vec{d}_A \Rightarrow \vec{d} = (6-2)\vec{i} + (1-4)\vec{j} \Rightarrow \vec{d} = 4\vec{i} - 3\vec{j}$$

ب) اندازه بردار جابه جایی را به کمک قضیه فیثاغورس به دست می آوریم:

$$AB = \sqrt{(4)^2 + (-3)^2} = 5\text{ m}$$


**تست ۱** در شکل روبه رو مسیر حرکت متحرکی که روی مسیر دایره ای به صورت ساعتگرد در حال چرخیدن است نشان داده شده است. مسافت پیموده شده توسط متحرک از  $A$  تا  $B$  چند برابر جابه جایی آن در همان مسیر است؟ ( $\pi \approx 3$ )

$$9\sqrt{2} \quad (2)$$

$$\frac{9\sqrt{2}}{4} \quad (1)$$

$$\frac{7\sqrt{2}}{4} \quad (4)$$

$$\frac{5\sqrt{2}}{2} \quad (3)$$

**پاسخ** دقت کنید متحرک از نقطه  $A$  در جهت ساعتگرد به نقطه  $B$  می رود، بنابراین مسافت طی شده آن  $\frac{3}{4}$  محیط دایره است.

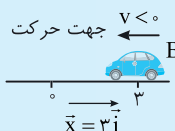
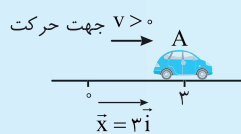
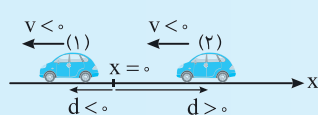
$$\ell = \frac{3}{4}(2\pi r) \Rightarrow \ell = \frac{3}{2}\pi r \xrightarrow{\pi \approx 3} \ell = \frac{9}{2}r$$

بردار جابه جایی را از نقطه  $A$  به نقطه  $B$  رسم می کنیم و اندازه جابه جایی را به کمک رابطه فیثاغورس به دست می آوریم.

$$d = \sqrt{r^2 + r^2} \Rightarrow d = \sqrt{2}r$$

$$\frac{\ell}{d} = \frac{\frac{9}{2}r}{\sqrt{2}r} = \frac{9\sqrt{2}}{4}$$

نسبت  $\frac{\ell}{d}$  خواهد شد:



**نکته ۱** با توجه به ریاضی هر برداری که در جهت مثبت محور باشد، آن بردار مثبت و هر برداری که در جهت منفی محور باشد، آن بردار منفی است و این موضوع برای تمام کمیت های برداری که روی یک محور قرار دارند صادق است. در شکل روبه رو سرعت دو متحرک (۱) و (۲) منفی است اما مکان متحرک (۲) مثبت و مکان متحرک (۱) منفی.

**۲** جهت بردار مکان جهت حرکت جسم را مشخص نمی کند، به طور مثال در شکل مقابل در هر دو حالت بردار مکان  $\vec{x} = 3\vec{i}$  است اما جهت حرکت متحرک  $A$  در جهت مثبت محور  $x$  ها است (به سمت راست) و جهت حرکت متحرک  $B$  خلاف جهت محور  $x$  ها (به سمت چپ) است.

**تعریف:** معادله حرکت (معادله مکان - زمان) رابطه ریاضی مکان بر حسب زمان است که در هر لحظه مکان جسم را به صورت تابعی از زمان مشخص می کند.

$$x = f(t)$$

به طور مثال اگر معادله مکان متحرکی به صورت  $x = 2t - 1$  SI باشد، مکان متحرک در  $t = 1s$  برابر  $x = 2(1) - 1 = 1m$  است و در هر لحظه با جایگذاری زمان مشخص  $t$  در معادله مکان، می توان مکان متحرک به دست آورد.

**مسئله ۴:** معادله حرکت جسمی در SI به صورت  $x = 2t^2 - 12t + 10$  است. الف) مکان در  $t = 4s$  را بیابید. ب) در بازه  $t_1 = 2s$  تا  $t_2 = 4s$

تجربی - ۹۶ - با تغییر

چند ثانیه بردار مکان متحرک در جهت خلاف محور  $x$  ها است؟

$$x = 2(4)^2 - 12 \times 4 + 10 = -6m$$

الف) در معادله مکان  $t = 4s$  را قرار می دهیم و مکان را به دست می آوریم.

ب) معادله مکان - زمان تابع درجه ۲ است. برای آنکه مشخص کنیم جهت بردار مکان در خلاف جهت محور  $x$  ها باشد یعنی  $x < 0$  باشد باید معادله را تعیین علامت کنیم. ریشه های معادله را به دست می آوریم.

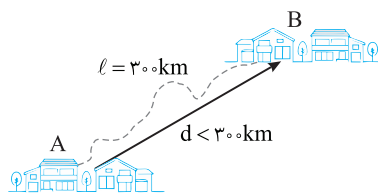
$$x = 2t^2 - 12t + 10 \xrightarrow{x=0} 2t^2 - 12t + 10 = 0 \Rightarrow t^2 - 6t + 5 = 0 \Rightarrow (t-1)(t-5) = 0 \Rightarrow t = 1s, t = 5s$$

یادآور ریاضی: در تعیین علامت تابع درجه ۲  $(y = ax^2 + bx + c)$ ، علامت تابع بین دو ریشه مخالف علامت  $a$  و بیرون دو ریشه موافق علامت  $a$  است.

|   |   |   |   |           |
|---|---|---|---|-----------|
| t | ۰ | ۱ | ۵ | $+\infty$ |
| x |   | + | - | +         |

بنابراین در بازه  $t = 1s$  تا  $t = 5s$  بردار مکان در خلاف جهت محور  $x$  ها است. یعنی در بازه  $2s$  تا  $4s$  به مدت  $2s$  بردار مکان منفی است.

## نمای ۲: تندى متوسط و سرعت متوسط



به طور مثال اگر از ما بپرسند که شخصی با اتومبیل فاصله بین دو شهر را که  $300km$  است در مدت  $5h$  طی می کند، سرعت ماشین او چقدر است، ما به راحتی پاسخ می دهیم که  $\frac{300}{5} = 60 km/h$ . این عدد که ما به دست می آوریم در واقع حاصل تقسیم طول مسیر طی شده (مسافت) به بازه زمانی  $(\Delta t)$  است که در فیزیک به آن **تندی متوسط** می گوئیم. راستی ما در فیزیک دو مفهوم تندی و سرعت داریم که به اشتباه در زندگی روزمره از هر دو آن ها به یک معنا استفاده می کنیم، حالا برویم سراغ تعریف این دو کمیت و مقایسه آن ها با هم.

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

سرعت متوسط: نسبت جابه جایی به زمان جابه جایی را گوئید:

این کمیت برداری بوده و همواره هم جهت با بردار جابه جایی است.

یکای آن در SI،  $m/s$  است.

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

تندی متوسط: نسبت مسافت طی شده به زمان را گوئید.

این کمیت نرده ای است و همواره مثبت است.

یکای آن در SI،  $m/s$  است.

$$\Delta v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (I), \quad v = \frac{x}{t} \quad (II)$$

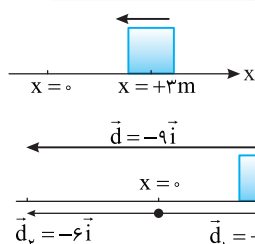
**نکته:** روابط مقابل در فیزیک وجود ندارد و هرگز نباید به کار برده شوند.

اگر منظور از  $x$  مکان باشد، رابطه (II) قطعاً نادرست است.

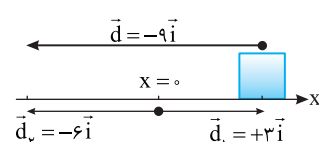
**نکته:** برای یک بازه زمانی مشخص همواره تندی متوسط بزرگ تر و یا مساوی بزرگی سرعت متوسط خواهد بود.  $(s_{av} \geq |v_{av}|)$

**جمع بندی:** کمیت هایی که تا الان تعریف کردیم:

| نام کمیت                      | نوع کمیت | یکا در SI | مفهوم                                             | نکته مهم                  | مقایسه اندازه آن ها    |
|-------------------------------|----------|-----------|---------------------------------------------------|---------------------------|------------------------|
| مسافت ( $\ell$ )              | نرده ای  | m         | طول مسیر طی شده                                   | به مسیر حرکت بستگی دارد.  | $\ell \geq  d $        |
| جابه جایی ( $\vec{d}$ )       | برداری   | m         | برداری که مکان اولیه را به مکان ثانویه وصل می کند | به مسیر حرکت بستگی ندارد. |                        |
| سرعت متوسط ( $\vec{v}_{av}$ ) | برداری   | m/s       | نسبت جابه جایی به زمان                            | به مسیر حرکت بستگی ندارد. | $s_{av} \geq  v_{av} $ |
| تندی متوسط ( $s_{av}$ )       | نرده ای  | m/s       | نسبت مسافت به زمان                                | به مسیر حرکت بستگی دارد.  |                        |



**مسئله ۵:** متحرکی روی خط راست در خلاف جهت محور  $x$  در حرکت است و در مبدأ زمان  $(t_1 = 0)$  از مکان  $x = +3m$  و در لحظه  $t_2 = 2s$  از مکان  $x = -6m$  می گذرد. سرعت متوسط و تندی متوسط را به دست آورید.

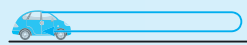


مطابق شکل روبه رو بردارهای مکان را رسم کرده سپس به کمک شکل مسافت و جابه جایی را به دست می آوریم.

$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{9}{2} = 4.5 m/s, \quad \vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t} = \frac{-9\vec{i}}{2} = -4.5\vec{i}$$

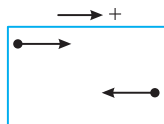
تندی متوسط و سرعت متوسط برابر است با:  $-4.5\vec{i}$

**نکته ۱** در رابطهٔ تندى متوسط و سرعت متوسط ( $\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$ ,  $s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t}$ ) منظور از  $\Delta t$  بازهٔ زمانى حرکت است. به طور مثال اگر حرکت متحرک از دو بخش تشکیل شده باشد که بخش اول در ۴s و بخش دوم در ۳s طی شده باشد، کل زمان حرکت برابر ۳+۴ یعنی ۷s است.



**۲** اگر متحرک در حال حرکت باشد، به شرطی در یک بازهٔ زمانى سرعت متوسط صفر می شود که جابه جایی متحرک در آن بازهٔ زمانى صفر شده باشد، در واقع متحرک به مکان اولیهٔ خود بازگشته باشد.

**مسئله ۶** شناگرى طول یک استخر ۵۰ متری را هنگام رفت در ۴۰s و هنگام برگشت در ۵۰s طی می کند. مطلوب است تندى متوسط و سرعت متوسط این شناگر، (الف) در مدت رفت / (ب) در مدت برگشت / (پ) در کل مدت رفت و برگشت. (جهت رفت را جهت مثبت فرض کنید).



$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{+50}{40} = 1.25 \text{ m/s} \Rightarrow \vec{v}_{av} = 1.25 \vec{i}$$

الف) سرعت متوسط در مدت رفت:

تندى متوسط برابر  $s_{av} = 1.25 \text{ m/s}$  است.

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{-50}{50} = -1 \text{ m/s} \Rightarrow \vec{v}_{av} = -1 \vec{i}$$

ب) سرعت متوسط در مدت برگشت:

تندى متوسط برابر  $s_{av} = 1 \text{ m/s}$  است.

$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{50 + 50}{40 + 50} = \frac{100}{90} \text{ m/s}$$

پ) تندى متوسط در کل مسیر رفت و برگشت برابر است با:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \xrightarrow{\Delta x = 0} v_{av} = 0$$

اما سرعت متوسط در کل زمان رفت و برگشت صفر است، زیرا جابه جایی صفر است:

**نکته** مسافت و تندى متوسط به مسیر حرکت بستگی دارد و برای به دست آوردن آن ها مسیر حرکت باید مشخص باشد.

**تست ۲** متحرکی روی محور x ها در لحظه  $t = 1 \text{ s}$  از مکان  $x = +3 \text{ m}$  و در لحظه  $t = 3 \text{ s}$  از مکان  $x = -2 \text{ m}$  می گذرد. در این بازهٔ زمانى به ترتیب از راست به چپ سرعت متوسط و تندى متوسط متحرک در SI کدام است؟

(۴)  $-2/5$ ، قابل محاسبه نیست.

(۳)  $2/5$ ،  $-2/5$

(۲)  $-2/5$ ،  $2/5$

(۱)  $2/5$ ،  $2/5$

**پاسخ** سرعت متوسط برابر است با:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-2-3}{3-1} = -2.5 \text{ m/s}$$

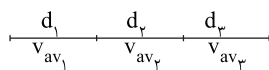
گزینه ۴

چون مسیر حرکت مشخص نیست نمی توان تندى متوسط را به دست آورد.

### نمای ۳ بررسی تندى متوسط و سرعت متوسط در حرکت چندمرحله ای

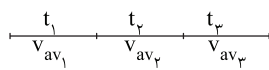
در بررسی حرکت بعضی از متحرک ها و به دست آوردن سرعت متوسط آن ها با دو حالت زیر روبه رو هستیم.

الف) تقسیم بندی مسیر به چند مرحله و ارائه سرعت متوسط در هر قسمت: در این حالت زمان طی هر قسمت را



برحسب جابه جایی و سرعت  $t = \frac{d}{v_{av}}$  به دست می آوریم و در رابطهٔ سرعت متوسط جایگذاری می کنیم.

$$\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}_1 + \vec{d}_2 + \vec{d}_3}{t_1 + t_2 + t_3} \Rightarrow \vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}_1 + \vec{d}_2 + \vec{d}_3}{\frac{d_1}{v_{av1}} + \frac{d_2}{v_{av2}} + \frac{d_3}{v_{av3}}}$$



ب) تقسیم بندی زمان حرکت به چند قسمت و ارائه سرعت متوسط در هر بازهٔ زمانى: این بار جابه جایی در هر بازهٔ

زمانی را از رابطه  $d = v_{av} t$  به دست می آوریم و در رابطهٔ سرعت متوسط جایگذاری می کنیم.

$$\vec{v}_{av_{کل}} = \frac{\vec{v}_{av1} t_1 + \vec{v}_{av2} t_2 + \vec{v}_{av3} t_3}{t_1 + t_2 + t_3}$$

به حل نمونه های زیر دقت کنید و نحوهٔ حل آن ها را یاد بگیرید.

## مسئله ۷

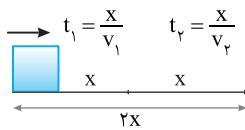
متحرکی روی خط راست در حال حرکت است. در هریک از حالت‌های زیر سرعت متوسط در کل مسیر را به دست آورید.

(الف) اگر متحرک نصف مسیر را با سرعت متوسط  $20 \text{ m/s}$  و نصف دیگر آن را در همان جهت با سرعت متوسط  $40 \text{ m/s}$  طی کند.

(ب) نصف بازه زمانی حرکت را با سرعت متوسط  $20 \text{ m/s}$  و نصف دیگر بازه زمانی حرکت را در همان جهت با سرعت  $40 \text{ m/s}$  طی کند.

## راهنما

(الف) اگر هر نیمه مسیر را  $x$  بنامیم، کل مسیر  $2x$  خواهد شد. زمان در هر قسمت را بر حسب  $x$  و سرعت به دست می‌آوریم.



$$x = vt \Rightarrow t_1 = \frac{x}{v_1} \Rightarrow t_1 = \frac{x}{20}, \quad t_2 = \frac{x}{v_2} \Rightarrow t_2 = \frac{x}{40}$$

$$v_{av} = \frac{x_1 + x_2}{t_1 + t_2} = \frac{2x}{\frac{x}{20} + \frac{x}{40}} \Rightarrow v_{av} = \frac{2}{\frac{1}{20} + \frac{1}{40}} = \frac{40}{3} \text{ m/s}$$

سرعت متوسط خواهد شد:

(ب) در این قسمت متحرک در دو بازه زمانی یکسان با سرعت‌های متوسط متفاوت مسیر را طی کرده است و سرعت متوسط خواهد شد:

$$v_{av} = \frac{x_1 + x_2}{t_1 + t_2} = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2}{t_1 + t_2} \xrightarrow{t_1 = t_2} v_{av} = \frac{(v_1 + v_2)t_1}{2t_1} \Rightarrow v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2} \Rightarrow v_{av} = \frac{20 + 40}{2} = 30 \text{ m/s}$$

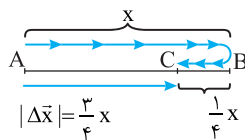
## مسئله ۸

متحرکی با تندی  $50 \text{ m/s}$  روی خط راست، مسیر  $A$  تا  $B$  را طی می‌کند و سپس  $\frac{1}{4}$  همین مسیر را از  $B$  به سوی  $A$  با تندی  $20 \text{ m/s}$  باز می‌گردد.

(الف) بزرگی سرعت متوسط را در کل جابه‌جایی بیابید. (ب) تندی متوسط را در این بازه حرکتی به دست آورید.

## راهنما

(الف) با توجه به شکل زیر، زمان حرکت را از  $A$  تا  $B$  و سپس از  $B$  تا  $C$  به دست آورده، با هم جمع می‌کنیم تا زمان کل حرکت به دست آید. طول مسیر از  $A$  تا  $B$  را  $x$  فرض می‌کنیم. بنابراین خواهیم داشت:

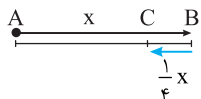


$$\Delta t_{AB} = \frac{x}{v} \Rightarrow \Delta t_{AB} = \frac{x}{50}, \quad \Delta t_{BC} = \frac{\frac{1}{4}x}{20} \Rightarrow \Delta t_{BC} = \frac{x}{80} \Rightarrow \Delta t_{\text{کل}} = \frac{x}{50} + \frac{x}{80} = \frac{13x}{400}$$

مطابق شکل جابه‌جایی متحرک برابر برداری است که از  $A$  به  $C$  رسم می‌شود، یعنی  $\Delta x = \frac{3}{4}x$  است.

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{\frac{3}{4}x}{\frac{13x}{400}} = \frac{300}{13} \text{ m/s}$$

حال می‌توان بزرگی سرعت متوسط را به دست آورد:



$$\ell = x + \frac{x}{4} = \frac{5x}{4}, \quad s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{\frac{5x}{4}}{\frac{13x}{400}} = \frac{500}{13} \text{ m/s}$$

(ب) برای تندی متوسط، مسافت طی شده را به دست می‌آوریم.

۳- متحرک  $A$  نصف مسیر مستقیمی را با تندی  $40 \text{ m/s}$  و بقیه مسیر را در همان جهت با تندی  $60 \text{ m/s}$  طی می‌کند. متحرک  $B$  تمام مسیر را با تندی  $50 \text{ m/s}$  طی می‌کند. اگر دو متحرک هم‌زمان شروع به حرکت کنند:

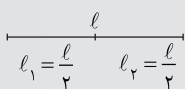
(۱) هر دو با هم به انتهای مسیر می‌رسند.

(۲) متحرک  $A$  زودتر به انتهای مسیر می‌رسد.

(۳) متحرک  $B$  زودتر به انتهای مسیر می‌رسد.

(۴) اظهار نظر قطعی میسر نیست.

## پاسخ



ابتدا باید تندی متوسط متحرک  $A$  را بیابیم. اگر شما به اشتباه تصور کنید که تندی متوسط، برابر میانگین

تندی‌ها است؛ به این نتیجه خواهید رسید که تندی متوسط  $A$  برابر  $\frac{40+60}{2} = 50 \text{ m/s}$  و با تندی  $B$  مساوی است و هر

دو با هم به انتهای مسیر می‌رسند که نتیجه‌گیری نادرستی خواهد بود. برای این منظور ابتدا باید زمان را در هر قسمت به دست آورد. اگر طول مسیر را

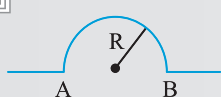
$\ell$  فرض کنیم طول هر قسمت  $\frac{\ell}{2}$  می‌شود و بازه‌های زمانی خواهد شد:

$$\Delta t_1 = \frac{\frac{\ell}{2}}{v_1} = \frac{\ell}{2v_1}, \quad \Delta t_2 = \frac{\frac{\ell}{2}}{2v_2}, \quad v_{av} = \frac{\ell_1 + \ell_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2} \Rightarrow v_{av} = \frac{\ell}{\frac{\ell}{2v_1} + \frac{\ell}{2v_2}} \Rightarrow v_{av} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}$$

$$v_{av_A} = \frac{2 \times 40 \times 60}{40 + 60} \Rightarrow v_{av_A} = 48 \text{ m/s} \Rightarrow v_{av_A} < v_B$$

در این صورت:

پس متحرک  $B$  زودتر به انتهای مسیر می‌رسد.



**تست ۴** در شکل روبه‌رو، متحرکی کمان نیم‌دایره AB را با تندی  $15/7 \text{ m/s}$  می‌پیماید. بزرگی سرعت متوسط آن چند متر بر ثانیه است؟ ( $\pi \approx 3/14$ )

۱۰ (۲)

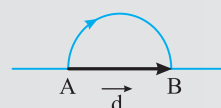
۱۵/۷ (۱)

۳/۱۴ (۴)

۵ (۳)

**پاسخ** مسافت طی‌شده برابر نصف محیط دایره است، پس زمان طی مسیر برابر است با:

$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\ell}{s_{av}} \xrightarrow{\ell = \pi R} \Delta t = \frac{3/14 \times R}{15/7} \Rightarrow \Delta t = \frac{R}{5}$$



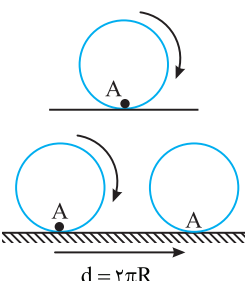
$$d = 2R$$

جابه‌جایی برابر قطر دایره ( $2R$ ) است.

$$v_{av} = \frac{|\vec{d}|}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{2R}{\frac{R}{5}} \Rightarrow v_{av} = 10 \text{ m/s}$$

سرعت متوسط خواهد شد:

گزینه ۲ ✓



**مسئله ۹** در شکل روبه‌رو، نقطه A روی محیط یک حلقه به شعاع  $5 \text{ m}$  قرار دارد. اگر حلقه در مدت  $2 \text{ s}$  روی سطح افقی یک دور بگردد، اندازه سرعت متوسط آن چند متر بر ثانیه است؟ ( $\pi \approx 3/14$ )

**راهدل** وقتی حلقه به اندازه یک دور بچرخد، نقطه A به اندازه محیط دایره در امتداد سطح افقی جابه‌جا می‌شود.

$$v_{av} = \frac{|\vec{d}|}{\Delta t} = v_{av} = \frac{2\pi r}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{2 \times \pi \times 5}{2} \Rightarrow v_{av} = 5\pi = 15/7 \text{ m/s}$$

حل چند مسئله خاص

ابتدا دو مسئله ساده زیر را بررسی می‌کنیم و سپس به سراغ مسائل خاص می‌رویم.

**مسئله ۱۰** شخصی در بازه ۳s تا ۵s از مکان ۶m به مکان ۹ متری می‌رود، جابه‌جایی و مدت زمان جابه‌جایی را مشخص کنید.

$$\Delta t = 5 - 3 = 2 \text{ s}, \quad \Delta x = 9 - 6 = 3 \text{ m}$$

**مسئله ۱۱** شخصی ابتدا در مدت ۳s روی خط راست ۶m و سپس در مدت ۵s روی همان مسیر و در همان جهت ۹m جابه‌جا می‌شود. جابه‌جایی کل و مدت این جابه‌جایی را مشخص کنید.

$$\Delta t = 3 + 5 = 8 \text{ s}, \quad \Delta x = 9 + 6 = 15 \text{ m}$$

به پاسخ‌ها دقت کنید و سپس به سراغ نکته زیر بروید.

$$\vec{d} = \vec{r}_f - \vec{r}_i$$

**نکته** وقتی متحرک از مکان  $\vec{r}_i$  به مکان  $\vec{r}_f$  می‌رود، جابه‌جایی متحرک خواهد شد:

$$\vec{d} = \vec{d}_f + \vec{d}_i$$

و هرگاه متحرک جابه‌جایی  $\vec{d}_i$  و سپس جابه‌جایی  $\vec{d}_f$  را بپیماید جابه‌جایی کل متحرک خواهد شد:

**تست ۵** متحرکی در صفحه افقی XOY، در لحظه  $t_1 = 1 \text{ s}$  در مکان  $\vec{r}_1 = 4\vec{i} + 11\vec{j}$  و در لحظه  $t_2 = 3 \text{ s}$  در مکان  $\vec{r}_2 = -\vec{i} - \vec{j}$  قرار دارد.

کدام گزینه بردار سرعت متوسط را نشان می‌دهد؟ (یک‌ها در SI هستند.)

$$\vec{v}_{av} = -1/5\vec{i} + 5\vec{j} \quad (۴)$$

$$\vec{v}_{av} = 2/5\vec{i} + 6\vec{j} \quad (۳)$$

$$\vec{v}_{av} = 1/5\vec{i} + 5\vec{j} \quad (۲)$$

$$\vec{v}_{av} = -2/5\vec{i} - 6\vec{j} \quad (۱)$$

**پاسخ** ابتدا بردار جابه‌جایی را به دست می‌آوریم سپس بردار سرعت متوسط را حساب می‌کنیم.

$$\vec{d} = \vec{r}_f - \vec{r}_i = (-\vec{i} - \vec{j}) - (4\vec{i} + 11\vec{j}) = -5\vec{i} - 12\vec{j}, \quad \vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t} = \frac{-5\vec{i} - 12\vec{j}}{3-1} \Rightarrow \vec{v}_{av} = -2/5\vec{i} - 6\vec{j}$$

گزینه ۱ ✓





**تست ۶** متحرکی در صفحه افقی xoy در مدت  $\Delta t_1 = 1s$  جابه جایی  $\vec{d}_1 = 4\vec{i} + 1\vec{j}$  و سپس در مدت  $\Delta t_2 = 3s$  جابه جایی  $\vec{d}_2 = -\vec{i} - \vec{j}$  را می‌پیماید. بردار سرعت متوسط کدام است؟ (یکایا در SI هستند.)

(۱)  $\vec{v}_{av} = -2/5\vec{i} - 6/5\vec{j}$  (۲)  $\vec{v}_{av} = 1/5\vec{i} + 5/2\vec{j}$  (۳)  $\vec{v}_{av} = 2/5\vec{i} + 6/5\vec{j}$  (۴)  $\vec{v}_{av} = 0/5\vec{i} + 2/5\vec{j}$

**پاسخ** در حل این تست دقت کنید که  $\vec{d}_1$  و  $\vec{d}_2$  جابه جایی هستند (شکل روبه‌رو)، در این صورت بردار جابه جایی کل خواهد شد:

$$\vec{d} = \vec{d}_1 + \vec{d}_2 = 3\vec{i} + 1\vec{j} \rightarrow \vec{v}_{av} = \frac{\Delta \vec{d}}{\Delta t} \rightarrow \vec{v}_{av} = \frac{3\vec{i} + 1\vec{j}}{3+1} = 0/5\vec{i} + 2/5\vec{j}$$

**گزینه ۴**

**تست ۷** در شکل روبه‌رو متحرکی روی دایره‌ای به شعاع ۱۰ متر، کمان A تا B را در مدت ۵s می‌پیماید. اندازه سرعت متوسط از A تا B چند متر بر ثانیه است؟

(۱) ۲ (۲)  $2\sqrt{3}$  (۳)  $\frac{4\pi}{3}$  (۴)  $\frac{4\pi\sqrt{3}}{3}$

**پاسخ** بردار جابه جایی را از A تا B رسم می‌کنیم و نام آن را d می‌گذاریم. مثلث OAB متساوی الساقین است. ارتفاع OH را رسم می‌کنیم. در این صورت  $AH = BH = \frac{d}{2}$  است. حال برای مثلث OHB می‌توانیم بنویسیم:

با توجه به شکل:

$$\sin 60^\circ = \frac{d/2}{R} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{d}{2R} \Rightarrow d = \sqrt{3}R \Rightarrow d = 10\sqrt{3}m$$

$$v_{av} = \frac{d}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{10\sqrt{3}}{5} = 2\sqrt{3}m/s$$

**گزینه ۲**

## نمای ۴ بررسی سرعت متوسط\* و بردار مکان با معادله حرکت

در بعضی از مسائل واژگانی خاص برای بیان بازه‌های زمانی و یا لحظه‌های مورد نظر استفاده می‌شود که گاهی باعث سردرگمی شما می‌شود. در جدول زیر رایج‌ترین اصطلاحات در این زمینه را بیان می‌کنیم.

| اصطلاح زمانی بیان شده                                                                                                                                         | نمونه                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| لحظه t منظور دقیقاً همان لحظه است.                                                                                                                            | سرعت در لحظه $t = 4s$ یعنی سرعت لحظه‌ای در لحظه $t = 4s$                                                                                                                   |
| ثانیه tام یعنی بازه زمانی t-۱ تا t                                                                                                                            | جابه جایی در ثانیه چهارم یعنی جابه جایی در بازه $t = 3s$ تا $t = 4s$                                                                                                       |
| m ثانیه nام یعنی بازه زمانی به بازه‌های m ثانیه، m ثانیه تقسیم شده و ما باید n امین قسمت m ثانیه‌ای را بررسی کنیم. گنج شدید نگران نباشید نمونه را بررسی کنید. | ۲ ثانیه سوم: یعنی بازه‌های زمانی ۲ ثانیه است و سومین قسمت مورد نظر ماست.<br>۲ ثانیه اول: ۰ تا ۲s<br>۲ ثانیه دوم: ۲s تا ۴s<br>۲ ثانیه سوم: ۴s تا ۶s، این بازه مورد نظر است. |

در واقع وقتی بیان می‌شود که ۳ ثانیه دوم یعنی کل مدت  $3 \times 2 = 6s$  است که ما قسمت ۳ ثانیه دوم آن یعنی از  $t = 3s$  تا  $t = 6s$  را باید در نظر بگیریم.

**مسئله ۱۲** معادله حرکت جسمی در SI به صورت  $x = t^3 - 2t^2 + 1$  است. الف) سرعت متوسط در ۵s آغازین حرکت را بیابید. ب) سرعت متوسط در ثانیه پنجم حرکت را حساب کنید.

**راه‌حل** الف) ۵ ثانیه آغازین حرکت یعنی بازه  $t_1 = 0$  تا  $t_2 = 5s$ ، از این‌رو در لحظه  $t = 0$  و  $t = 5s$  مکان جسم را به دست می‌آوریم:

$$t_1 = 0 \Rightarrow x_1 = 1m, t_2 = 5s \Rightarrow x_2 = 125 - 50 + 1 = 76m \Rightarrow \Delta x = 76 - 1 = 75m$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{75}{5} = 15m/s$$

سرعت متوسط خواهد شد:

ب) ثانیه پنجم یعنی بازه زمانی بین  $t_1 = 4s$  و  $t_2 = 5s$ ، مکان در این دو لحظه را به دست آورده از هم کم کرده و جابه جایی را به دست می‌آوریم.

$$x = t^3 - 2t^2 + 1 \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 4s \rightarrow x_1 = 64 - 32 + 1 \Rightarrow x_1 = 33m \\ t_2 = 5s \rightarrow x_2 = 125 - 50 + 1 = 76m \end{cases}$$

$$d = 76 - 33 \Rightarrow d = 43m$$

$$v_{av} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{43}{1} = 43m/s$$

سرعت متوسط در ثانیه پنجم برابر است با:

\* به دست آوردن تندی متوسط به کمک معادله حرکت را در بخش‌های بعدی فرامی‌گیرید.

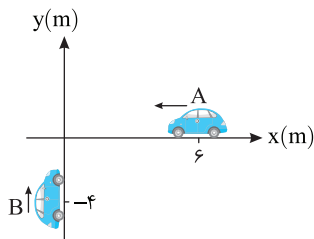


نمای ۱ مفهوم مکان، مسافت و جابه‌جایی

کتاب درسی

کدام گزینه درست است؟

- (۱) جابه‌جایی و مسافت هر دو کمیت‌های نرده‌ای هستند.  
(۲) جابه‌جایی و مسافت هر دو دارای یکای یکسانی در SI هستند.  
(۳) جابه‌جایی و مسافت هر دو به مسیر حرکت بستگی دارند.  
(۴) هر سه گزینه درست است.



در شکل روبه‌رو دو خودروی A و B در لحظه‌ی نشان داده شده از نقاط مشخص شده می‌گذرند.

کدام گزینه گزاره‌های درست را مشخص کرده است؟

- (الف) بردار مکان متحرک A در این لحظه در SI به صورت  $\vec{r}_A$  بوده و بردار مکان متحرک و جهت حرکت آن هم‌جهت یکدیگرند.  
(ب) بردار مکان متحرک A در این لحظه در SI به صورت  $\vec{r}_A$  بوده و بردار مکان A و جهت حرکت آن خلاف جهت یکدیگرند.  
(پ) بردار مکان متحرک B در این لحظه در SI به صورت  $\vec{r}_B$  بوده و بردار مکان و جهت حرکت هم‌جهت یکدیگرند.  
(ت) بردار مکان متحرک B در این لحظه در SI به صورت  $\vec{r}_B$  بوده و بردار مکان و جهت حرکت خلاف جهت یکدیگرند.

- (۱) (الف)، (پ) (۲) (الف)، (ت) (۳) (پ)، (ب) (۴) (ب)، (ت)

در تست‌های زیر به کمک معادله حرکت، مکان متحرک را مشخص می‌کنیم.

معادله حرکت متحرکی در SI به صورت  $x = t^2 - 4t$  است. به ترتیب مکان متحرک در  $t_1 = 3s$  و  $t_2 = 4s$  را  $x_1$  و  $x_2$  می‌نامیم. کدام

از کتاب درسی

گزینه مکان  $x_1$  و  $x_2$  را به درستی نشان می‌دهد؟



معادله مکان - زمان متحرکی در SI به صورت  $x = t^2 + at + b$  است. اگر متحرک در مبدأ زمان از مکان  $x = 12m$  شروع به حرکت کرده

و در لحظه  $t = 3s$  از مبدأ مکان بگذرد، a و b به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

- (۱) ۱۲، ۷ (۲) ۱۲، -۷ (۳) -۱۲، ۱ (۴) ۱۲، -۱

معادله حرکت متحرکی در SI به صورت  $x = t^3 - 3t + 1$  داده شده است. به ترتیب از راست به چپ این متحرک در لحظه  $t = 2s$  در چند

متری مبدأ حرکت و در چند متری مبدأ مکان قرار گرفته است؟

- (۱) ۲، ۲ (۲) ۲، ۳ (۳) ۳، ۳ (۴) ۳، ۲

تجربی - ۹۶

معادله حرکت جسمی در SI به صورت  $x = t^2 + t - 12$  است. در بازه  $t_1 = 2s$  تا  $t_2 = 4s$  چند ثانیه بردار مکان منفی است؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۱/۵ (۴) ۰/۷۵

در تست‌های زیر به مقایسه مسافت و جابه‌جایی روی محور X می‌پردازیم.

شکل روبه‌رو مسیر حرکت سه شخص را نشان داده است. به ترتیب

از راست به چپ در چه تعداد از مسیرها، اندازه جابه‌جایی و مسافت

طی شده یکسان و در چه تعداد جابه‌جایی‌ها مثبت است؟

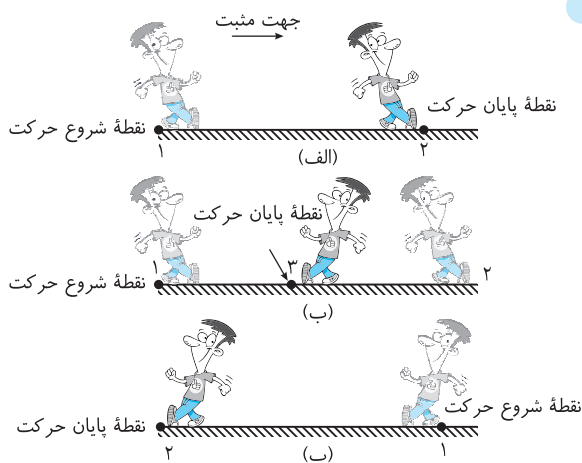
از کتاب درسی

(۱) ۱، ۱

(۲) ۲، ۲

(۳) ۲، ۱

(۴) ۱، ۲





۸ مطابق شکل روبه‌رو جسمی روی محور  $x$  از نقطه  $A$  حرکت کرده و بعد از رسیدن به نقطه  $B$  به نقطه  $C$  بازمی‌گردد. در این حرکت مسافت طی شده توسط جسم چند برابر اندازه جابه‌جایی آن است؟

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

۹ متحرکی روی محور  $x$  ها بدون تغییر جهت از مکان  $x_1 = -3\text{m}$  به مکان  $x_2 = 5\text{m}$  می‌رود. چه تعداد از گزاره‌های زیر درست است؟

- (الف) بردار مکان متحرک همواره مثبت است. (ب) همواره بردار جابه‌جایی هم جهت بردار مکان است. (پ) مسافت طی‌شده و جابه‌جایی هم‌اندازه هستند. (۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

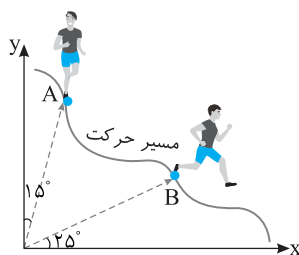
۱۰ متحرکی طی مسیری از نقطه  $x_1 = -1\text{m}$  به نقطه  $x_2 = 2\text{m}$  می‌رسد. کدام گزینه می‌تواند مسافت طی شده باشد؟

- (۱)  $2\text{m}$  (۲)  $2/5\text{m}$  (۳)  $3/25\text{m}$  (۴) هر سه گزینه می‌تواند باشد.

۱۱ کدام گزینه نادرست است؟

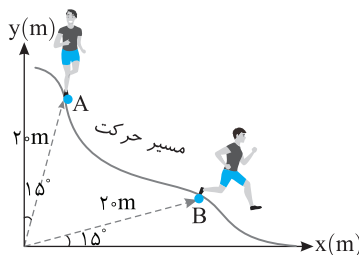
- (۱) ممکن است بردار جابه‌جایی جسم مثبت باشد اما بردار مکان جسم منفی باشد. (۲) ممکن است جهت حرکت تغییر کند اما بردار مکان آن تغییر جهت نداشته باشد. (۳) ممکن است بردار مکان تغییر جهت دهد اما جهت حرکت متحرک ثابت بماند. (۴) با تغییر جهت حرکت، الزاماً بردار مکان تغییر جهت می‌دهد.

در تست‌های زیر حرکت متحرک روی خط راست صورت نمی‌گیرد، بلکه بر مسیر خمیده است و هم‌چنان جابه‌جایی برداری است که مکان ابتدایی را به مکان انتهایی وصل می‌کند.



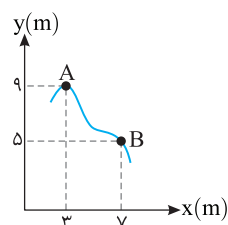
۱۲ متحرکی از نقطه  $A$  تا نقطه  $B$  روی مسیر خمیده شکل روبه‌رو جابه‌جا می‌شود. در این جابه‌جایی زاویه‌ای که بردار مکان با جهت مثبت محور  $x$  ها می‌سازد چند درجه و چگونه تغییر می‌کند؟

- (۱)  $50^\circ$  ساعتگرد (۲)  $50^\circ$  پادساعتگرد (۳)  $25^\circ$  ساعتگرد (۴)  $25^\circ$  پادساعتگرد



۱۳ در شکل روبه‌رو، بزرگی جابه‌جایی متحرکی که مسیر خمیده را از  $A$  تا  $B$  می‌پیماید، چند متر است؟

- (۱) ۲۰ (۲) ۴۰ (۳)  $20\sqrt{3}$  (۴)  $10\sqrt{3}$



۱۴ در شکل روبه‌رو ذره‌ای روی یک مسیر منحنی از نقطه  $A$  به نقطه  $B$  می‌رود. اندازه بردار جابه‌جایی متحرک چند متر است؟

- (۱)  $2\sqrt{2}$  (۲)  $4\sqrt{2}$  (۳) ۲ (۴) ۴

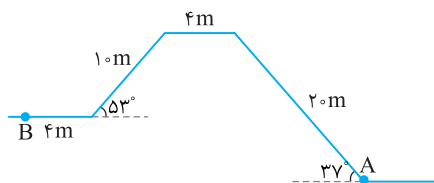
۱۵ متحرکی از مکان  $\vec{d}_1 = 4\vec{i} + 3\vec{j}$  به  $\vec{d}_2 = \vec{i} - \vec{j}$  می‌رود. بردار جابه‌جایی متحرک و مسافت طی شده توسط آن برحسب متر به ترتیب از راست به چپ کدام می‌تواند باشد؟

- (۱)  $3\text{m}$ ،  $-3\vec{i} - 4\vec{j}$  (۲)  $6\text{m}$ ،  $-3\vec{i} - 4\vec{j}$  (۳)  $3\text{m}$ ،  $3\vec{i} + 4\vec{j}$  (۴)  $6\text{m}$ ،  $3\vec{i} + 4\vec{j}$

۱۶ اگر از نقطه  $O$  به اندازه  $4\text{m}$  به سمت غرب و سپس به اندازه  $2\text{m}$  با زاویه  $60^\circ$  نسبت به جهت غرب، به سمت جنوب غربی حرکت کنیم، اندازه جابه‌جایی نسبت به نقطه  $O$  و مسافت طی‌شده به ترتیب از راست به چپ چند متر است؟

- (۱) ۶، ۶ (۲)  $2\sqrt{7}$ ، ۶ (۳)  $2\sqrt{3}$ ، ۶ (۴)  $2\sqrt{7}$ ، ۶

۱۷ متحرکی روی مسیری مطابق شکل روبه‌رو از مکان A به مکان B می‌رسد. مسافت طی شده متحرک و اندازه تقریبی جابه‌جایی به ترتیب از راست به چپ چند متر است؟

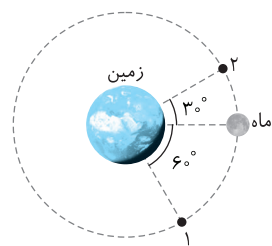


- (۱)  $30/3, 30/3$   
(۲)  $50/2, 38$   
(۳)  $40/3, 38$   
(۴)  $30/3, 38$

۱۸ پرنده‌ای که روی لبه ساختمان بلندی به ارتفاع  $50^\circ$  متر نشسته بود، ابتدا پرواز کرده و به پای ساختمان رسیده، سپس  $40m$  به سمت شرق حرکت کرده و در نهایت  $30m$  به سمت شمال می‌رود. جابه‌جایی کل این پرنده چند متر است؟

خارج ریاضی - ۹۷

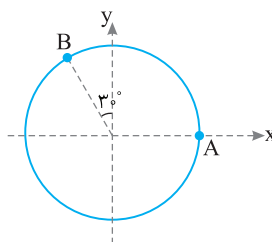
- (۱)  $120$  (۲)  $50\sqrt{2}$  (۳)  $50$  (۴)  $40\sqrt{2}$



۱۹ در شکل روبه‌رو مسیر حرکت ماه به دور زمین وقتی در جهت ساعتگرد از مکان (۱) به مکان (۲) می‌رود نشان داده شده است. مسافت پیموده شده در این حرکت چند برابر اندازه بردار جابه‌جایی است؟

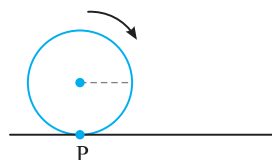
از کتاب درسی

- (۱)  $\frac{\sqrt{2}}{4} \pi$  (۲)  $\frac{3\sqrt{2}}{4} \pi$   
(۳)  $\frac{\sqrt{2}}{2} \pi$  (۴)  $\sqrt{2} \pi$



۲۰ در شکل روبه‌رو متحرکی روی مسیر دایره‌ای از نقطه A به نقطه B می‌رود. بردار جابه‌جایی در این حرکت با جهت مثبت محور X چه زاویه‌ای می‌سازد؟

- (۱)  $30^\circ$  (۲)  $150^\circ$   
(۳)  $60^\circ$  (۴)  $120^\circ$



۲۱ در شکل روبه‌رو اگر چرخ یک خودرو که قطر لاستیک آن  $60cm$  است روی سطح افقی به اندازه نیم دور بچرخد، بزرگی جابه‌جایی نقطه P چند سانتی‌متر خواهد بود؟ ( $\pi \approx 3$ )

- (۱)  $60$  (۲)  $30\sqrt{13}$   
(۳)  $90$  (۴)  $75$

## نمای ۲ تند و متوسط و سرعت متوسط

از کتاب درسی

۲۲ بردار سرعت متوسط با بردار ..... هم جهت است و تند و متوسط .....

- (۱) تغییر سرعت، الزاماً مثبت است.  
(۲) جابه‌جایی، می‌تواند مثبت یا منفی باشد.  
(۳) جابه‌جایی، الزاماً مثبت است.  
(۴) تغییر سرعت، می‌تواند مثبت یا منفی باشد.

۲۳ سه متحرک سه مسیر مختلف را مطابق جدول زیر طی کرده‌اند. کدام گزینه می‌تواند به ترتیب از راست به چپ مقادیر A، B، C را به درستی نشان می‌دهد؟ (یکای SI)

| متحرک     | مکان آغازین | مکان پایانی   | زمان | سرعت متوسط    |
|-----------|-------------|---------------|------|---------------|
| (۱) متحرک | $-2\vec{i}$ | $6/4\vec{i}$  | 4s   | A             |
| (۲) متحرک | B           | $-2/5\vec{i}$ | 2s   | $-2/8\vec{i}$ |
| (۳) متحرک | $2\vec{i}$  | $8/6\vec{i}$  | C    | $3/3\vec{i}$  |

از کتاب درسی

- (۱)  $2/1$  و  $3/1\vec{i}$  و ۲  
(۲)  $2/1$  و  $-3/1\vec{i}$  و ۲  
(۳)  $4/2$  و  $3/1\vec{i}$  و ۴  
(۴)  $4/2$  و  $-3/1\vec{i}$  و ۴

برای حل سؤال‌های زیر رسم مسیر حرکت در حل سؤال به ما کمک می‌کند.

۲۴ متحرکی روی خط راست (محور X) حرکت می‌کند. در دو لحظه  $t_1 = 2s$  و  $t_2 = 6s$  به ترتیب در مکان‌های  $+4m$  و  $-6m$  مبدأ مکان قرار دارد. به ترتیب از راست به چپ سرعت متوسط و تند و متوسط متحرک در بازه زمانی  $t_1$  تا  $t_2$  در SI کدام است؟

- (۱)  $+2/5, -2/5$  (۲)  $+2/5, +2/5$   
(۳)  $-2/5, -2/5$  (۴)  $+2/5, +2/5$

۲۵



متحرکی روی محور  $x$  حرکت می‌کند و در مبدأ زمان از مکان  $x_0 = -40\text{m}$  می‌گذرد و در لحظه  $t_1 = 6\text{s}$  به مکان  $x_1 = 100\text{m}$  می‌رسد و در نهایت در لحظه  $t_2 = 10\text{s}$  از مکان  $x_2 = 20\text{m}$  می‌گذرد. اندازه سرعت متوسط این متحرک در  $SI$  در این  $10\text{s}$  کدام است؟

تجربی - ۹۸

- (۱) ۲۲ (۲) ۱۴ (۳) ۶ (۴) ۲

۲۶



ذره‌ای در امتداد محور  $x$  ها از مبدأ شروع به حرکت می‌کند و در مدت  $20$  ثانیه ابتدا تا نقطه  $A$  به طول  $50\text{m}$  می‌رود و بعد به نقطه  $20\text{m}$  برمی‌گردد. سرعت متوسط ذره در این مدت چند متر بر ثانیه است؟

کنکور دهه‌های گذشته

- (۱) ۱ (۲) ۴ (۳) صفر (۴) ۲

۲۷



متحرکی از مکان  $-1/6\vec{i}$  روی محور  $x$  ها شروع به حرکت می‌کند و پس از  $4\text{s}$  جابه‌جایی اندازه سرعت متوسط آن  $3/5\text{m/s}$  است. مکان این متحرک در  $t = 4\text{s}$  کدام گزینه است؟ (یک‌ها در  $SI$ )

$$(1) \vec{x} = 12/4\vec{i} \text{ و } \vec{x} = -12/4\vec{i} \quad (2) \vec{x} = 12/4\vec{i} \text{ و } \vec{x} = -15/6\vec{i}$$

$$(3) \vec{x} = 15/6\vec{i} \text{ و } \vec{x} = -15/6\vec{i} \quad (4) \vec{x} = 15/6\vec{i} \text{ و } \vec{x} = -12/4\vec{i}$$

۲۸



مورچه‌ای از لبه پله اول پلکانی در مدت  $45\text{s}$  خود را به لبه پله دهم می‌رساند. اگر پهنای هر پله  $40\text{cm}$  و بلندی آن  $30\text{cm}$  باشد، اندازه جابه‌جایی چند متر و اندازه سرعت متوسط مورچه چند متر بر ثانیه است؟

- (۱)  $10, 450$  (۲)  $100, 500$  (۳)  $4/5, 0/1$  (۴)  $5, 1/9$

۲۹



متحرکی روی محور  $x$  در حال حرکت است. بردار جابه‌جایی آن در دو ثانیه اول حرکت در  $SI$  برابر  $-4\vec{i}$  و در مدت دو ثانیه دوم برابر  $2\vec{i}$  است. بردار سرعت متوسط و تندی متوسط در چهار ثانیه اول حرکت در  $SI$  به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

تجربی - ۱۴۰۰

- (۱)  $1/5, -1/2$  (۲)  $1/5, +1/2$  (۳)  $1/2, 3/2$  (۴)  $1/2, -3/2$

۳۰



خودرویی از تهران راه می‌افتد و مسیر  $125\text{km}$  تهران تا قم را در مدت یک ساعت و نیم و فاصله  $274\text{km}$  قم تا اصفهان را در مدت زمان  $80$  درصد بیشتر از مسیر قبلی طی می‌کند. در کل مسیر از تهران تا اصفهان کدام گزینه درست است؟

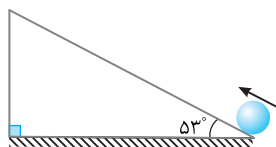


- (۱) سرعت متوسط خودرو  $95\text{km/h}$  است.  
(۲) تندی متوسط خودرو  $95\text{km/h}$  است.  
(۳) تندی متوسط خودرو  $105\text{km/h}$  است.  
(۴) سرعت متوسط خودرو  $105\text{km/h}$  است.

۳۱



گویی را از پایین سطح شیبدار مقابل به سمت بالا پرتاب کرده و گوی تا ارتفاع  $4\text{m}$  بالا رفته و بازمی‌گردد. اگر زمان رفت گوی  $3\text{s}$  و زمان بازگشت آن  $5\text{s}$  باشد، به ترتیب از راست به چپ سرعت متوسط و تندی متوسط آن در  $SI$  کدام است؟ ( $\sin 37^\circ = 0/6$ )



- (۱)  $-1/25, +1/25$  (۲) صفر،  $+1/25$   
(۳)  $-2/5, +2/5$  (۴) صفر،  $+2/5$

سه تست مفهومی زیر برای عمق بخشیدن به یادگیری این مطالب ارائه شده است.

۳۲



کدام گزینه قطعاً نادرست است؟  
(۱) تندی متوسط و سرعت متوسط با هم برابرند.  
(۲) تندی متوسط از سرعت متوسط بیشتر است.  
(۳) اندازه سرعت متوسط از تندی متوسط بیشتر است.

از کتاب درسی

(۴) ممکن است تندی متوسط صفر نباشد اما سرعت متوسط صفر شود.

۳۳



بردار سرعت متوسط متحرکی که روی محور  $x$  ها در حال حرکت است در یک بازه زمانی معین برابر  $\vec{v}_{av} = +4\vec{i}$  (در  $SI$ ) می‌باشد. کدام گزینه در مورد جهت حرکت این متحرک درست می‌باشد؟

- (۱) در جهت مثبت است.  
(۲) ابتدا در جهت مثبت و سپس در جهت منفی است.  
(۳) ابتدا در جهت منفی و سپس در جهت مثبت است.  
(۴) هر سه گزینه می‌تواند درست باشد.

از کتاب درسی

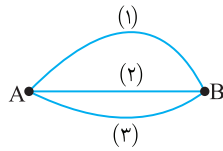
۳۴



چه تعداد از گزاره‌های زیر درست است؟  
(الف) اگر جهت حرکت متحرک در جهت مثبت باشد الزاماً سرعت متوسط متحرک مثبت است.

- (ب) اگر جهت سرعت متوسط متحرک مثبت باشد متحرک همواره در جهت مثبت محور  $x$  ها حرکت کرده است.  
(پ) اگر جهت سرعت متوسط متحرک منفی باشد الزاماً متحرک در جهت منفی محور  $x$  ها جابه‌جا شده است.  
(۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

- ۳۵ متحرکی روی خط راست در حرکت است و در مدت ۴s یک بار تغییر جهت می‌دهد، در این ۴s، مسافت طی شده ۲ برابر اندازه جابه‌جایی و اختلاف اندازه سرعت متوسط و تندی متوسط برابر ۲m/s است. تندی متوسط متحرک در این مدت چند m/s است؟
- (۱) ۲ (۲) ۶ (۳) ۴ (۴) ۸



- ۳۶ مطابق شکل زیر، سه متحرک با تندی یکسان و ثابت سه مسیر نشان داده شده را طی می‌کنند و سرعت متوسط در مسیرهای (۱) و (۲) و (۳) به ترتیب  $v_{av_1}$ ،  $v_{av_2}$  و  $v_{av_3}$  خواهد بود. کدام گزینه درست است؟
- (۱)  $v_{av_1} = v_{av_2} = v_{av_3}$  (۲)  $v_{av_1} > v_{av_2} > v_{av_3}$  (۳)  $v_{av_1} < v_{av_2} < v_{av_3}$  (۴)  $v_{av_1} > v_{av_2} > v_{av_3}$

### نمای ۳ بررسی تندی متوسط و سرعت متوسط در حرکت چند مرحله‌ای

- ۳۷ تندی متوسط خودرویی که بین دو شهر رفت و آمد می‌کند، در مسیر رفت ۹۰km/h و در مسیر برگشت ۶۰km/h باشد، به ترتیب از راست به چپ سرعت متوسط و تندی متوسط در مسیر رفت و برگشت چند km/h است؟
- (۱) صفر، ۷۲ (۲) ۷۵، ۷۵ (۳) صفر، ۷۵ (۴) ۷۵، ۷۲
- ۳۸ شناسگری طول ۵۰ متری استخری را در مسیر رفت با سرعت متوسط ۵m/s و در مسیر برگشت با سرعت متوسط ۲m/s طی می‌کند، سرعت متوسط این شناسگر در ۱۴ ثانیه آغازین حرکت چند متر بر ثانیه است؟
- (۱) ۲/۵ (۲) ۷ (۳) ۳ (۴) صفر
- در تست‌های زیر، سرعت یا تندی به همراه زمان، در هر مرحله داده شده است.

- ۳۹ متحرکی طول مسیری را در مدت  $t$  ثانیه طی کرده است. اگر نصف زمان حرکت را با تندی ۱۰m/s و بقیه زمان را با تندی ۴۰m/s طی کرده باشد، تندی متوسط در کل مسیر چند m/s است؟
- (۱) صفر (۲) ۱/۶ (۳) ۲۵ (۴) ۵۰
- ۴۰ راننده‌ای فاصله مستقیم بین دو شهر را به این ترتیب می‌پیماید که ابتدا ۲ ساعت با تندی متوسط ۶۰km/h رانندگی کرده سپس ۳۰ دقیقه برای استراحت توقف کرده و سرانجام برای رسیدن به مقصد با تندی متوسط ۹۰km/h به مدت ۲/۵ ساعت رانندگی می‌کند، تندی متوسط آن در این مدت چند km/h بوده است؟
- (۱) ۱۵۰ (۲) ۷۵ (۳) ۳۰ (۴) ۶۹
- ۴۱ متحرکی روی خط راست به مدت  $t_1$  با سرعت متوسط ۲۰m/s و سپس در همان جهت به مدت  $t_2$  با سرعت متوسط ۴۰m/s حرکت می‌کند. اگر سرعت متوسط در کل مسیر برابر ۲۸m/s باشد، نسبت  $\frac{t_1}{t_2}$  کدام است؟
- (۱)  $\frac{2}{3}$  (۲)  $\frac{3}{2}$  (۳)  $\frac{4}{3}$  (۴)  $\frac{3}{4}$

- ۴۲ متحرکی روی محور X به مدت  $t_1$  با سرعت متوسط ۲۰m/s در جهت محور X و سپس به مدت  $t_2$  با سرعت متوسط ۴۰m/s در خلاف جهت محور X حرکت می‌کند. اگر سرعت متوسط کل ۲۸m/s و خلاف جهت محور X باشد، نسبت  $\frac{t_1}{t_2}$  کدام است؟
- (۱)  $\frac{1}{2}$  (۲)  $\frac{2}{3}$  (۳)  $\frac{1}{4}$  (۴)  $\frac{3}{4}$
- ۴۳ متحرکی در جهت مثبت محور X در حرکت است. اگر سرعت متوسط آن در بازه صفر تا ۸s برابر ۱۵m/s باشد، سرعت متوسط آن در بازه صفر تا ۳s کدام مقدار می‌تواند باشد؟
- (۱) ۱۵m/s (۲) ۲۵m/s (۳) ۳۰m/s (۴) هر سه گزینه می‌توانند درست باشند.

در تست‌های زیر، سرعت یا تندی به همراه جابه‌جایی، در هر مرحله داده شده است.

- ۴۴ متحرکی  $\frac{2}{3}$  مسیر مستقیمی را در یک جهت با سرعت متوسط ۲۸ متر بر ثانیه و  $\frac{1}{3}$  مسیر را با سرعت متوسط ۶ متر بر ثانیه و باقی‌مانده مسیر را با سرعت متوسط ۸ متر بر ثانیه طی می‌کند. سرعت متوسط متحرک در کل مسیر چند متر بر ثانیه است؟
- (۱) ۳۰ (۲) ۱۴ (۳) ۱۲ (۴) ۳/۵

۴۵ متحرکی جابه‌جایی‌های متوالی  $x$ ،  $2x$  و  $3x$  را روی خط راست، در یک سو و با سرعت‌های  $v$ ،  $2v$  و  $3v$  می‌پیماید. سرعت متوسط آن در این حرکت چند  $v$  است؟

- (۱) ۱ (۲)  $1/5$  (۳) ۲ (۴)  $2/5$

۴۶ متحرکی روی خط راست نیمه اول مسیر را با تندی متوسط  $3 \text{ m/s}$  و مسیر باقی‌مانده را در همان جهت در دو مدت زمانی برابر با تندی‌های  $4 \text{ m/s}$  و  $16 \text{ m/s}$  طی می‌کند. تندی متوسط در کل مسیر چند  $\text{m/s}$  است؟

- (۱) ۱۵ (۲) ۲۵ (۳)  $12/5$  (۴) ۱۸

در تست‌های زیر متحرک روی خط راست و در امتداد یک محور حرکت نمی‌کند.

۴۷ متحرکی ابتدا  $40 \text{ m}$  را با سرعت ثابت  $16 \text{ m/s}$  به سمت شمال سپس به مدت  $25 \text{ s}$  با سرعت ثابت  $12 \text{ m/s}$  به طرف شرق حرکت می‌کند. سرعت متوسط متحرک در این جابجایی چند متر بر ثانیه است؟

- (۱) ۱۰ (۲) ۱۵ (۳) ۲۰ (۴) ۱۸

۴۸ متحرکی در صفحه مختصات  $xOy$ ، در مدت  $5$  ثانیه از نقطه  $A(8, 0)$  به نقطه  $B(0, 8)$  می‌رود. مؤلفه سرعت متوسط آن روی محور  $Ox$  چند متر بر ثانیه است؟

- (۱)  $-1/6\sqrt{2}$  (۲)  $-1/6$  (۳)  $1/6\sqrt{2}$  (۴)  $1/6$

۴۹ یک ذره در صفحه مختصات در امتداد خط راست در بازه زمانی  $3 \text{ s}$  تا  $5 \text{ s}$  از نقطه  $A(-4, 6)$  به نقطه  $B(8, -3)$  می‌رود تندی متوسط آن چند  $\text{m/s}$  است؟ (یکای در SI)

- (۱)  $7/5$  (۲) ۱۵ (۳) ۸ (۴) ۶

۵۰ متحرکی از نقطه  $(1, 1)$  به نقطه  $(4, 5)$  می‌رود. اگر این جابه‌جایی  $5 \text{ s}$  طول بکشد تندی متوسط در این جابه‌جایی چند متر بر ثانیه می‌تواند باشد؟ (یکای در SI)

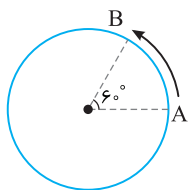
- (۱)  $0/5$  (۲)  $0/25$  (۳)  $0/75$  (۴)  $1/25$

۵۱ متحرکی از مکان  $\vec{d}_1 = 7\vec{i} + 4\vec{j}$  در مدت  $2 \text{ s}$  به مکان  $\vec{d}_2 = 3\vec{i} - \vec{j}$  و سپس در مدت  $3 \text{ s}$  به مکان  $\vec{d}_3 = -5\vec{i} - \vec{j}$  می‌رسد، سرعت متوسط متحرک چند متر بر ثانیه است؟

- (۱)  $\sqrt{2}$  (۲)  $2/6$  (۳)  $\sqrt{5}$  (۴)  $5/6$

حال دو تست در حرکت به دور دایره با هم حل کنیم از نظر ظاهری دو تست شبیه به هم‌اند اما حل آن‌ها با هم متفاوت است.

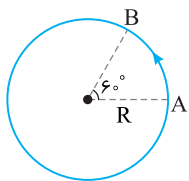
۵۲ متحرکی مطابق شکل روی مسیر دایره شکلی به شعاع  $30 \text{ m}$ ، در لحظه  $t = 2 \text{ s}$  در نقطه  $A$  و در لحظه  $t = 5 \text{ s}$  در نقطه  $B$  است. سرعت متوسط و تندی متوسط متحرک از  $A$  تا  $B$  چند متر بر ثانیه است؟



- (۱)  $10, 10\sqrt{3}$  (۲)  $10, \frac{10\pi}{3}$  و  $10$

- (۳)  $10\sqrt{3}, 5$  (۴)  $10$  و  $\frac{10\pi}{3}$

۵۳ متحرکی با تندی ثابت  $4 \text{ m/s}$  کمان  $A$  تا  $B$  را طی می‌کند. اندازه سرعت متوسط از  $A$  تا  $B$  چند متر بر ثانیه است؟



- (۱)  $\frac{12}{\pi}$  (۲) ۴ (۳)  $\frac{\pi}{12}$  (۴)  $\frac{1}{4}$

## نمای ۴ بررسی سرعت متوسط و بردار مکان با معادله حرکت

۵۴ معادله مکان - زمان (معادله حرکت) جسمی در SI به صورت  $x = t^3 - 2t + 1$  است. سرعت متوسط آن در ثانیه سوم حرکتش با سرعت متوسط آن در ثانیه دوم حرکتش چند  $\text{m/s}$  اختلاف دارد؟

- (۱) ۱۲ (۲) ۶ (۳) صفر (۴) ۱۵

۵۵ معادله حرکت متحرکی که روی محور  $x$  حرکت می‌کند، در SI به صورت  $x = 3t^2 - 15t + 12$  است. سرعت متوسط متحرک در بازه  $t_1 = 0$  تا  $t_2 = t'$  صفر شده است،  $t'$  چند ثانیه است؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۵ (۴) ۴

در تست‌های زیر از لحظه تغییر جهت بردار مکان سؤال شده است.

۵۶  معادله حرکت متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند در SI به صورت  $x = t^2 + t + 1$  است. بردار مکان آن چند بار تغییر جهت می‌دهد؟  
 (۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳ 

۵۷  معادله حرکت متحرکی به صورت  $x = t^2 - t - 6$  است. سرعت متوسط متحرک از  $t = 0$  تا لحظه تغییر جهت بردار مکان چند متر بر ثانیه است؟  
 (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۵۸  معادله مکان - زمان متحرکی در SI به صورت  $x = \alpha + \beta t^3$  است. اگر سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی صفر تا ۳s برابر  $18 \text{ m/s}$  و مکان متحرک در لحظه  $t = 2 \text{ s}$  برابر  $24 \text{ m}$  باشد، مقادیر  $\alpha$  و  $\beta$  در SI کدام‌اند؟  
 (۱) ۳ و ۸ (۲) ۲ و ۸ (۳) ۳ و ۶ (۴) ۶ و ۲

۵۹  متحرکی با معادله  $x = 0.2 \cos 10\pi t$  روی محور Xها در حرکت است. در بازه  $t_1 = \frac{1}{6} \text{ s}$  و  $t_2 = \frac{4}{3} \text{ s}$  سرعت متوسط متحرک چند  $\text{m/s}$  است؟ (یک‌ها در SI) 

(۱) صفر (۲)  $+\frac{3}{175}$  (۳)  $\frac{3}{17}$  (۴)  $-\frac{3}{175}$

۶۰  متحرکی روی خط راست در راستای محور Xها در حرکت است و از نقطه A به نقطه B می‌رود. نسبت جابه‌جایی (d) به مسافت طی‌شده ( $\ell$ ) کدام گزینه است؟ 

(۱)  $0 < \frac{d}{\ell} \leq 1$  (۲)  $\frac{d}{\ell} \geq 1$  (۳)  $-1 \leq \frac{d}{\ell} \leq 1$  (۴)  $\frac{d}{\ell} = 1$

۶۱  دو متحرک A و B که روی خط راست در حرکت هستند، در یک لحظه به هم می‌رسند. در این لحظه کدام گزینه در مورد این دو متحرک قطعاً درست است؟

(۱) مسافت پیموده شده آن‌ها یکسان است.

(۲) اندازه بردار جابه‌جایی آن‌ها یکی است.

(۳) مکان آن‌ها نسبت به هر مبدأ یکسان است.

(۴) جابه‌جایی و مسافت پیموده شده آن‌ها به مبدأ اختیاری بستگی دارد.

## سطح دوم

## یئجره دو جداره

۶۲  متحرکی روی محور Xها در مبدأ زمان از مکان  $X_0 = 8 \text{ m}$  عبور می‌کند و در مدت  $5 \text{ s}$  به ترتیب در مکان‌های  $X = 12 \text{ m}$  و  $X = 10 \text{ m}$  تغییر جهت می‌دهد و در امتداد محور Xها به حرکت خود ادامه می‌دهد. اگر تندی متوسط متحرک در این مدت  $4 \text{ m/s}$  باشد، سرعت متوسط متحرک در این مدت چند متر بر ثانیه خواهد بود؟

(۱) ۴ (۲)  $3/6$  (۳)  $2/4$  (۴)  $3/2$

۶۳  متحرکی روی خط راست در یک جهت در حال حرکت است. متحرک نیمه اول مسیر را با تندی متوسط  $20 \text{ m/s}$  طی می‌کند. در نیمه دوم مسیر، متحرک  $\frac{1}{3}$

زمان را با تندی متوسط  $8 \text{ m/s}$  و بقیه زمان را با تندی  $6 \text{ m/s}$  طی می‌کند. تندی متوسط متحرک در کل مسیر حرکت چند  $\text{m/s}$  است؟

(۱) ۱۰ (۲) ۱۲ (۳) ۱۱ (۴) ۱۵

۶۴  متحرکی مطابق شکل از نقطه O شروع به حرکت کرده و در مسیر نشان داده شده به نقطه A رسیده است.

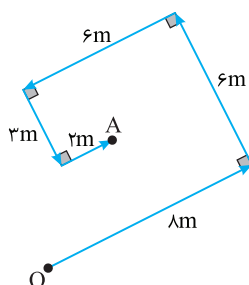
اندازه جابه‌جایی از O تا A چند متر است؟

(۱) ۲۵

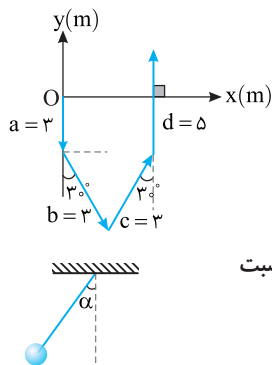
(۲)  $5\sqrt{2}$

(۳) ۵

(۴)  $3\sqrt{2}$







۶۵ درهای مطابق شکل از مبدأ مختصات به راه می‌افتد و جابه‌جایی‌های  $\vec{a}$ ،  $\vec{b}$ ،  $\vec{c}$  و  $\vec{d}$  که اندازه آن‌ها به ترتیب  $3\text{m}$ ،  $3\text{m}$ ،  $3\text{m}$  و  $5\text{m}$  است را طی می‌کند. بردار جابه‌جایی که ذره در ادامه باید طی کند تا مکانش  $\vec{r} = -2\vec{j}$  شود، کدام گزینه است؟

- (۱)  $-3\vec{i} + 3\vec{j}$  (۲)  $-3\vec{i} + 4\vec{j}$   
(۳)  $-3\vec{i} - 4\vec{j}$  (۴)  $3\vec{i} - 3\vec{j}$

۶۶ در شکل روبه‌رو آونگی را رها می‌کنیم تا در طرف دیگر راستای قائم نیز به اندازه  $\alpha$  درجه منحرف شود. اگر نسبت

مسافت به اندازه جابه‌جایی گوی آونگ در این مسیر  $\frac{\sqrt{2}}{4}\pi$  باشد،  $\alpha$  چند درجه است؟

- (۱) ۴۵ (۲) ۳۷ (۳) ۳۰ (۴) ۶۰

۶۷ ذره‌ای در صفحه افقی  $xOy$ ، در بازه‌های زمانی  $3\text{s}$ ،  $5\text{s}$  و  $4\text{s}$  به ترتیب جابه‌جایی‌های  $\vec{d}_1 = 5\vec{i} - 2\vec{j}$ ،  $\vec{d}_2 = 3\vec{i} + 7\vec{j}$  و  $\vec{d}_3 = 4\vec{i} + 4\vec{j}$  را می‌پیماید. اندازه سرعت متوسط در کل جابه‌جایی چند متر بر ثانیه است؟ (یکای SI)

- (۱) ۲/۵ (۲) ۱/۲۵ (۳) ۴ (۴) ۷/۲۵

۶۸ متحرکی در صفحه مختصات ابتدا از نقطه  $A = (1\text{m}, 1\text{m})$  به نقطه  $B = (2\text{m}, 2\text{m})$  رفته و سپس از نقطه  $B$  به نقطه  $C = (2\text{m}, 2\text{m})$  می‌رود. اندازه جابه‌جایی متحرک چند متر است؟

- (۱)  $\sqrt{2}$  (۲)  $\sqrt{5}$  (۳) ۲ (۴) ۳

۶۹ متحرکی در صفحه  $xOy$  از نقطه  $M(7, 4)$  در مدت  $5\text{s}$  روی خط راست به نقطه  $N(7, 0)$  رفته و سپس از این نقطه روی خط راست در مدت  $3\text{s}$  به نقطه  $P(-5, -5)$  می‌رود. تندی متوسط در کل مسیر چند متر بر ثانیه است؟ (تمام واحدها در SI است.)

- (۱)  $\frac{17}{8}$  (۲)  $\frac{15}{8}$  (۳)  $\frac{13}{8}$  (۴)  $\frac{11}{8}$

۷۰ متحرکی در صفحه  $xOy$  در مکان  $A(0, 10)$  قرار دارد. در مدت  $2\text{s}$  به اندازه  $120^\circ$  پادساعتگرد روی دایره‌ای به مرکز  $O$  می‌چرخد. اندازه سرعت متوسط چند متر بر ثانیه است؟ (یکای SI هستند.)

- (۱) ۷/۵ (۲) ۲/۵ (۳) ۵ (۴)  $5\sqrt{3}$

۷۱ ذره‌ای روی یک مسیر دایره‌ای با سرعت متوسط  $5\sqrt{2}\text{m/s}$  ساعتگرد کمان  $\frac{\pi}{4}$  و سپس در همان جهت با سرعت متوسط  $4\text{m/s}$  کمان  $\pi$  را طی می‌کند. سرعت متوسط ذره در تمام مسیر حرکت چند متر بر ثانیه است؟

- (۱)  $\frac{7\sqrt{2}}{10}$  (۲)  $\frac{10\sqrt{2}}{7}$  (۳)  $\frac{3\sqrt{2}}{10}$  (۴)  $\frac{10\sqrt{2}}{3}$

۷۲ ذره‌ای روی یک مسیر دایره‌ای با سرعت متوسط  $5\sqrt{2}\text{m/s}$  ساعتگرد کمان  $\frac{\pi}{4}$  و سپس در همان سو با سرعت متوسط  $4\text{m/s}$  کمان  $\pi$  را طی می‌کند. تندی متوسط ذره در تمام مسیر حرکت چند متر بر ثانیه است؟ ( $\pi \approx 3$ )

- (۱)  $\frac{10\sqrt{2}}{7}$  (۲)  $\frac{4+5\sqrt{2}}{2}$  (۳)  $\frac{45}{7}$  (۴)  $\frac{45}{13}$

۷۳ استوانه‌ای به شعاع  $5\text{cm}$  از بالای سطح شیب‌داری مطابق شکل بدون لغزش به پایین می‌غلند. بزرگی بردار جابه‌جایی نقطه  $M$  که در تماس با سطح است پس از یک دور چرخش چند سانتی‌متر است؟ ( $\pi \approx 3$ )

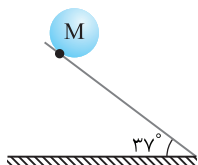
- (۱) ۱۵ (۲) ۲۰ (۳) ۲۵ (۴) ۳۰

۷۴ گلوله‌ای را از ارتفاع  $100\text{m}$  رها می‌کنیم. اگر در هر برخورد گلوله با زمین گلوله  $80\%$  درصد ارتفاع قبلی از سطح زمین روی خط راست بالا بیاید، چنانچه از لحظه رهاشدن تا  $t = 4\text{s}$  سرعت متوسط گلوله  $12/2\text{m/s}$  باشد، در این مدت تندی متوسط چند متر بر ثانیه خواهد بود؟

- (۱) ۷۳/۸ (۲) ۱۰۹/۸ (۳) ۸۷/۳ (۴) ۹۵/۴

۷۵ متحرکی روی خط راست در یک جهت،  $\frac{1}{4}$  مسیر را با سرعت  $v$ ،  $\frac{1}{4}$  مسیر را با سرعت  $\frac{v}{2}$ ،  $\frac{1}{4}$  مسیر را با سرعت  $\frac{v}{4}$  و به همین صورت تا انتها طی می‌کند. سرعت متوسط در کل مسیر کدام است؟

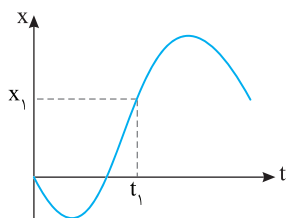
- (۱)  $v$  (۲)  $\frac{v}{2}$  (۳)  $\frac{v}{4}$  (۴) صفر



## نمودار مکان - زمان

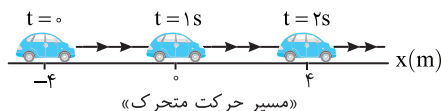
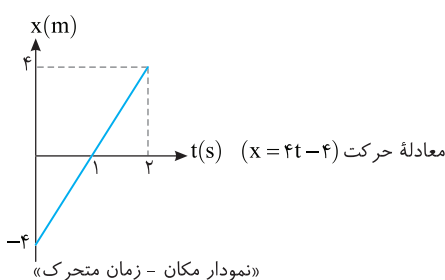


### نمای ۵ بررسی مکان، مسافت و جابه‌جایی در نمودار مکان - زمان

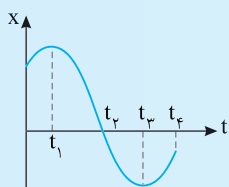


برای هر حرکتی می‌توان معادله مکان - زمان  $x = f(t)$  نوشته و در هر لحظه، مکان متحرک را مشخص کرد. در ریاضی فراگرفتیم که برای هر تابع می‌توان نمودار رسم کرد، در نتیجه برای هر متحرکی با داشتن معادله حرکت آن می‌توان نمودار مکان - زمانی شبیه شکل روبه‌رو رسم کرد و در هر لحظه مانند  $t_1$  مکان متحرک مانند  $x_1$  را مشخص کرد. به‌طور مثال اگر معادله حرکت متحرک به صورت تابع درجه اول  $x = 4t - 4$  باشد، شما به سادگی می‌توانید نمودار مکان - زمان آن را که یک خط راست مایل بوده مطابق شکل رسم کنید.

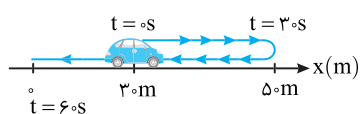
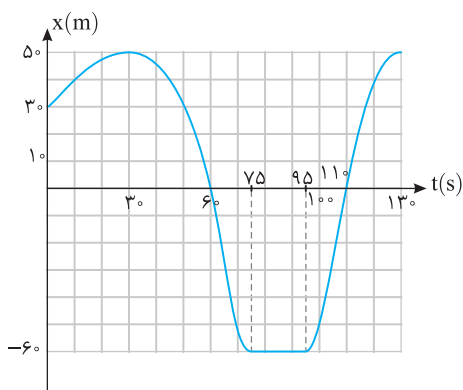
راستی این نمودار مسیر حرکت نیست یعنی متحرک روی این نمودار سربالایی نمی‌رود بلکه مسیر حرکت آن مطابق شکل زیر روی خط راست است.



- نکته ۱** در نمودار مکان - زمان اگر نمودار بالای محور زمان باشد، مکان متحرک مثبت بوده و بردار مکان در جهت محور  $x$  هاست.
- ۲** در نمودار مکان - زمان اگر نمودار پایین محور زمان باشد، مکان متحرک منفی بوده و بردار مکان در خلاف جهت محور  $x$  هاست.
- ۳** هنگامی که نمودار مکان - زمان محور زمان را قطع می‌کند، مکان متحرک صفر ( $x=0$ ) و علامت بردار مکان آن عوض می‌شود و در این لحظه بردار مکان متحرک تغییر جهت می‌دهد.
- ۴** هرگاه با گذشت زمان نمودار رو به بالا برود (نمودار صعودی باشد)، متحرک در جهت مثبت محور در حرکت بوده یعنی سرعت متحرک مثبت است.
- ۵** هرگاه با گذشت زمان نمودار رو به پایین برود (نمودار نزولی باشد)، متحرک در جهت منفی محور در حرکت بوده یعنی سرعت متحرک منفی است.



### مسئله ۱ نمودار مکان - زمان متحرکی که روی محور $x$ در حرکت است مطابق شکل زیر است.



**الف** مسیر حرکت متحرک در بازه صفر تا  $6s$  را رسم کنید.

**ب** جسم در کدام بازه زمانی ساکن است؟

**پ** در کدام بازه‌های زمانی متحرک در جهت مثبت محور  $x$  در حرکت است؟

**ت** در کدام بازه‌های زمانی متحرک در جهت منفی محور  $x$  در حرکت است؟

**ث** جابه‌جایی متحرک در کل بازه نشان داده شده را بیابید.

**ج** مسافت طی شده در کل بازه نشان داده شده را بیابید.

**چ** در کدام لحظه‌ها بردار مکان متحرک تغییر جهت می‌دهد؟

**ح** در چه بازه زمانی متحرک بیشترین فاصله از مبدأ را دارد؟

**خ** در کدام بازه‌های زمانی متحرک در حال نزدیک شدن به مبدأ است؟

**راهنما** الف) دقت کنید مسیر حرکت متحرک تنها روی محور  $x$  است. در بازه صفر تا  $3s$

متحرک از مکان  $3m$  به مکان  $5m$  رفته و در بازه  $3s$  تا  $9s$  متحرک بازگشته و مکان آن از  $5m$  به صفر می‌رسد.

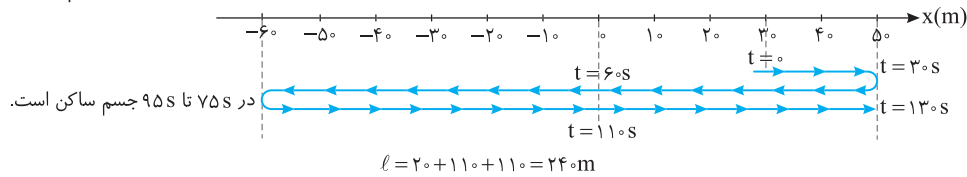
ب) در بازه  $7s$  تا  $9s$  متحرک در مکان  $x = -6m$  ساکن است، زیرا با گذشت زمان مکان آن تغییر نکرده است.

پ) در بازه‌های زمانی صفر تا  $3s$  و  $9s$  تا  $13s$  متحرک در حال حرکت در جهت مثبت محور  $x$  است.

ت) در بازه زمانی  $3s$  تا  $7s$  متحرک در حال حرکت در جهت منفی محور  $x$  است.

ث) متحرک ابتدا در مکان  $x_0 = +3m$  و در آخر ( $t = 13s$ ) در مکان  $x = +5m$  بوده بنابراین جابه‌جایی آن برابر است با:  $\Delta x = 5 - 3 = 2m$

ج) با توجه به شکل زیر متحرک از مکان  $3\text{m} +$  به مکان  $5\text{m} +$  می‌رود سپس از مکان  $5\text{m} +$  به مکان  $6\text{m} -$  رفته و سرانجام به مکان  $5\text{m} +$  می‌رود.

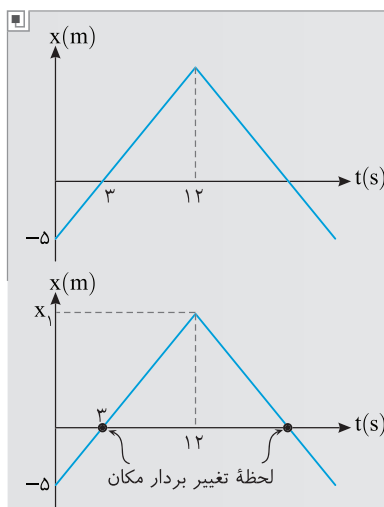


ج) در لحظه‌های  $t=6\text{s}$  و  $t=11\text{s}$  متحرک از مبدأ مکان می‌گذرد و بردار مکان تغییر جهت می‌دهد.

قبل از لحظه  $t=6\text{s}$  بردار مکان مثبت و بعد از آن بردار مکان منفی شده است. هم‌چنین قبل از لحظه  $t=11\text{s}$  بردار مکان منفی و بعد از آن بردار مکان مثبت شده است.

ح) در بازه زمانی  $7\text{s}$  تا  $9\text{s}$  متحرک در فاصله  $6\text{m}$  متری مبدأ و ساکن است.

خ) در بازه  $3\text{s}$  تا  $6\text{s}$  متحرک از مکان  $5\text{m} +$  به سوی مبدأ ( $x=0$ ) در حرکت است. هم‌چنین در بازه  $9\text{s}$  تا  $11\text{s}$  متحرک از مکان  $6\text{m} -$  در جهت مثبت محور در حال نزدیک شدن به مبدأ است.



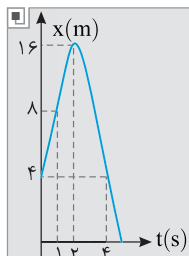
**تست ۱** نمودار مکان - زمان متحرکی به صورت روبه‌رو است. مسافت طی شده توسط متحرک در بازه زمانی بین دو لحظه تغییر جهت بردار مکان چند متر است؟

- (۱) صفر  
(۲) ۳۲  
(۳) ۱۵  
(۴) ۳۰

**پاسخ** به سراغ درس ریاضی آمده‌ایم. ابتدا به کمک شیب نمودار مکان متحرک را در لحظه  $t=12\text{s}$  به دست می‌آوریم.

$$\frac{x_1 - (-5)}{12 - 0} = \frac{0 - (-5)}{3 - 0} \Rightarrow x_1 = 15\text{m}$$

بنابراین متحرک در بازه زمانی بین تغییر بردار مکان از مکان صفر به  $15\text{m}$  رفته و به مکان صفر برمی‌گردد. از این‌رو: گزینه ۴ ✓



**تست ۲** گلوله‌ای را از ارتفاع  $4\text{m}$  سطح زمین در راستای قائم به سمت بالا پرتاب کرده و نمودار مکان - زمان گلوله به صورت روبه‌رو است. تندی متوسط گلوله در فاصله زمانی  $t=1\text{s}$  تا  $t=4\text{s}$  چند متر بر ثانیه است؟

- (۲)  $\frac{22}{3}$   
(۴)  $\frac{11}{3}$

- (۱)  $\frac{8}{3}$   
(۳)  $\frac{20}{3}$

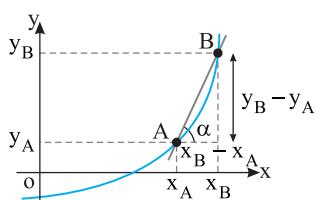
**پاسخ** به نمودار نگاه کنید. در لحظه  $t=1\text{s}$  گلوله در مکان  $8\text{m} +$  بوده و در لحظه  $t=2\text{s}$  به مکان  $16\text{m} +$  می‌رود و مسافت  $16 - 8 = 8\text{m}$  را می‌پیماید. سپس در بازه  $t=2\text{s}$  تا  $t=4\text{s}$  از مکان  $16\text{m} +$  به مکان  $4\text{m} +$  رفته و مسافت  $16 - 4 = 12\text{m}$  را طی می‌کند و مسافت کل خواهد شد:  $l = 8 + 12 = 20\text{m}$

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{20}{4-1} \Rightarrow s_{av} = \frac{20}{3} \text{ m/s}$$

تندی متوسط خواهد شد: گزینه ۳ ✓

## نمای ۶ نمودار مکان - زمان، تندی و سرعت

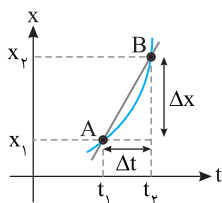
### یادآوری ریاضی شیب خط



در درس ریاضی یاد گرفته‌ایم که برای یک کمیت نموداری رسم کنیم که چگونگی تغییرات آن کمیت ( $y$ ) را بر حسب تغییرات کمیت متغیر دیگری ( $x$ ) نشان دهد. در شکل روبه‌رو یک نمودار در صفحه  $xOy$  رسم شده است و نقطه  $A$  و  $B$  روی این نمودار است. خطی که نقطه  $A$  را به نقطه  $B$  وصل می‌کند را خط قاطع منحنی می‌گوییم. تانژانت زاویه‌ای که این خط با جهت مثبت محور طول‌ها ( $x$ ) می‌سازد را شیب خط می‌گوییم.

$$m = \tan \alpha = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$$

### تعیین سرعت متوسط به کمک نمودار مکان - زمان

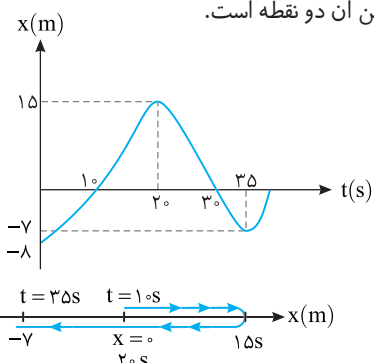


فرض کنید که نمودار مکان - زمان متحرکی به صورت روبه‌رو باشد و متحرک در لحظه  $t_1$  در مکان  $x_1$  و در لحظه  $t_2$  در مکان  $x_2$  است. مطابق آنچه در یادآوری ریاضی بیان شد، شیب خطی که دو نقطه A و B را به هم وصل می‌کند به صورت روبه‌رو است:

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

شیب خط را با تعریف سرعت متوسط ( $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ) مقایسه کنید، نتیجه‌ای که حاصل می‌شود این است:

**نتیجه:** شیب خطی که دو نقطه از نمودار مکان - زمان را به هم وصل می‌کند برابر با سرعت متوسط بین آن دو نقطه است.



**مسئله ۲:** در شکل روبه‌رو سرعت متوسط و تندی متوسط در بازه ۱۰s تا ۳۵s را بیابید.

**راه‌حل:** در بازه ۱۰s تا ۳۵s سرعت متوسط خواهد شد:

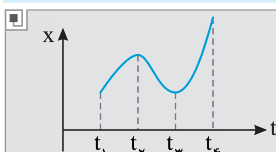
$$v_{av} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{-7 - 0}{35 - 10} = \frac{-7}{25} = -0.28 \text{ m/s}$$

اما تندی متوسط:

مسافت طی شده در بازه ۱۰s تا ۳۵s برابر است با:

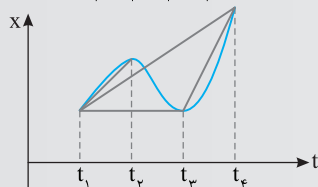
$$\ell = 15 + 15 + (7) = 37 \text{ m} \quad s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} \rightarrow s_{av} = \frac{37}{35 - 10} = \frac{37}{25} = 1.48 \text{ m/s}$$

**نکته:** برای مقایسه سرعت متوسط در بازه‌های زمانی مختلف از روی نمودار مکان - زمان کافی است شیب خط قاطع در هر بازه زمانی را بررسی کنیم هرچه شیب خط قاطع تندتر باشد، سرعت متوسط در آن بازه زمانی بزرگ‌تر است.



**تست ۳:** در شکل روبه‌رو در کدام بازه زمانی سرعت متوسط از بازه‌های دیگر بیشتر است؟

- (۱)  $t_1$  تا  $t_2$
- (۲)  $t_1$  تا  $t_3$
- (۳)  $t_2$  تا  $t_3$
- (۴)  $t_1$  تا  $t_4$



**پاسخ:** خط قاطع نمودار را بین بازه‌های بیان شده رسم می‌کنیم. کاملاً مشخص است که شیب خط قاطع در بازه  $t_2$  تا  $t_4$  از بقیه حالت‌ها بیشتر (تندتر) است.

گزینه ۳

### تندی لحظه‌ای - سرعت لحظه‌ای

خودرویی یک مسیر ۱۰۰ کیلومتری را در مدت ۲h طی می‌کند از این‌رو سرعت متوسط متحرک در طول مسیر  $\frac{100}{2} = 50 \text{ km/h}$  است. اما سرعت متحرک در طول مسیر می‌تواند در یک بازه زمانی بیشتر از  $50 \text{ km/h}$  و در بازه زمانی دیگری کمتر از  $50 \text{ km/h}$  باشد. در واقع لزومی ندارد که در هر لحظه از مسیر حرکت سرعت برابر  $50 \text{ km/h}$  باشد.

**تعریف:** سرعت لحظه‌ای: سرعتی است که متحرک در هر لحظه دارد.

**تعریف:** تندی لحظه‌ای: اندازه سرعت لحظه‌ای را تندی لحظه‌ای گویند.

**نکته ۱:** یکای کمیت‌های سرعت لحظه‌ای و تندی لحظه‌ای در SI،  $\text{m/s}$  است.

**۲:** سرعت لحظه‌ای کمیتی برداری است و علاوه بر یکا به جهت نیز نیاز دارد.

**۳:** تندی لحظه‌ای کمیتی نرده‌ای است و برابر اندازه سرعت لحظه‌ای متحرک است.

**۴:** در سؤال‌ها گاهی سرعت لحظه‌ای و تندی لحظه‌ای را به‌طور اختصار، سرعت و تندی بیان می‌کنند.

**۵:** سرعت متحرک جهت حرکت را مشخص می‌کند.  $\leftarrow s = |\vec{v}|$  سرعت مثبت: متحرک در جهت محور X در حال حرکت است.

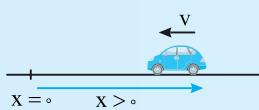
سرعت منفی: متحرک در خلاف جهت محور X در حال حرکت است.



**۶:** در اتومبیل عقربه تندی‌سنج، تندی یا بزرگی سرعت را نشان می‌دهد:

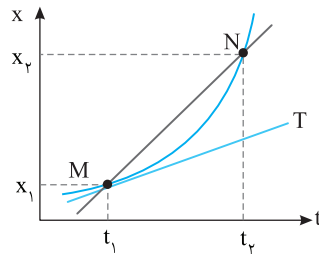
به‌طور مثال وقتی درون خودرویی به طرف شمال در حال حرکت باشیم، در نقطه‌ای از مسیر این عقربه  $100 \text{ km/h}$  را نشان

دهد، تندی خودرو  $100 \text{ km/h}$  بوده اما در آن لحظه سرعت متحرک  $100 \text{ km/h}$  به طرف شمال است.



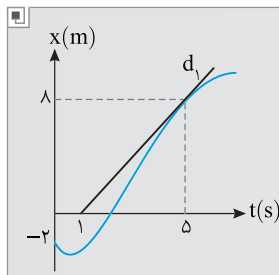
**نکته ۱:** در شکل روبه‌رو مکان متحرک مثبت بوده و بردار مکان مثبت است اما متحرک در خلاف جهت محور در حال حرکت بوده و سرعت منفی است، در واقع با این مثال ساده شما باید تفاوت بردار مکان و جهت حرکت را متوجه شوید و بدانید که علامت سرعت ارتباطی به علامت بردار مکان ندارد.

### سرعت لحظه‌ای و نمودار مکان - زمان



به نمودار مکان - زمان شکل روبه‌رو دقت کنید. سرعت متوسط در بازه  $t_1$  تا  $t_2$  برابر  $v_{av} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$  است. اگر بازه زمانی  $t_1$  تا  $t_2$  را کاهش دهیم یعنی  $N$  به سمت  $M$  میل کند و  $t_2$  نیز به  $t_1$  میل کند،  $\Delta t \rightarrow 0$  برود، در نهایت خط قاطع  $MN$  به خط مماس  $T$  در نقطه  $M$  تبدیل می‌شود و سرعت متوسط به سمت سرعت لحظه‌ای در لحظه  $t_1$  میل می‌کند.

**نتیجه ۱:** سرعت لحظه‌ای برابر شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان در آن نقطه است.



**تست ۴:** نمودار مکان - زمان متحرکی به صورت شکل روبه‌رو است. اگر سرعت متحرک در لحظه  $t = 5s$  برابر سرعت متوسط در ۶ ثانیه نخست حرکت باشد، متحرک در لحظه  $t = 6s$  در فاصله چند متری مبدأ مکان قرار دارد؟

۱۲ (۱)

۱۴ (۲)

۱۶ (۳)

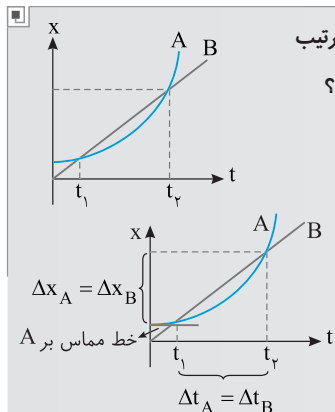
۱۰ (۴)

**پاسخ ۱:** سرعت در لحظه  $t = 5s$  یعنی شیب خط مماس در لحظه  $t = 5s$  (شیب خط  $d_1$ ) بنابراین:

$$v_{t=5} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{8 - (-2)}{5 - 0} = 2 \text{ m/s}$$

بنا به فرض مسئله این سرعت با سرعت متوسط در ۶s نخست حرکت برابر است از این‌رو: **گزینه ۳**  $v_{av} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \Rightarrow 2 = \frac{x_2 - (-2)}{6 - 0} \Rightarrow x_2 = 10 \text{ m}$

### مقایسه تندى متوسط و سرعت متوسط چند متحرک به کمک نمودار مکان - زمان



**تست ۵:** نمودار مکان - زمان دو متحرک به صورت شکل روبه‌رو است. اگر تندى متحرک‌ها در لحظه  $t_1$  به ترتیب  $v_A$  و  $v_B$  و سرعت متوسط آن‌ها در بازه  $t_1$  تا  $t_2$  به ترتیب  $v_{av_A}$  و  $v_{av_B}$  باشد، کدام گزینه درست است؟

$$v_{av_A} > v_{av_B} \text{ و } v_A > v_B \quad (۲)$$

$$v_{av_A} = v_{av_B} \text{ و } v_A = v_B \quad (۱)$$

$$v_{av_A} = v_{av_B} \text{ و } v_A < v_B \quad (۴)$$

$$v_{av_A} = v_{av_B} \text{ و } v_A > v_B \quad (۳)$$

**پاسخ ۱:** در لحظه  $t_1$  شیب خط مماس بر نمودار A از شیب نمودار B کمتر است. بنابراین  $v_A < v_B$

است. اما در بازه  $t_1$  تا  $t_2$  جابه‌جایی و زمان جابه‌جایی یکسان بوده از این‌رو  $v_{av_A} = v_{av_B}$ .

**گزینه ۴**

### نمودار مکان - زمان، تحلیل حرکت

**نکته ۱:** در نمودار  $x-t$  اگر شیب خط مماس مثبت باشد سرعت متحرک مثبت بوده و متحرک در جهت مثبت محور  $x$ ها در حال حرکت است.

**۲:** در نمودار  $x-t$  اگر شیب خط مماس منفی باشد سرعت متحرک منفی بوده و متحرک در جهت منفی محور  $x$ ها در حال حرکت است.

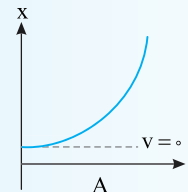
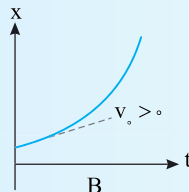
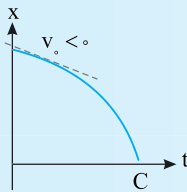
**۳:** اگر با گذر زمان شیب خط مماس بر نمودار  $x-t$  تندتر شود، تندى متحرک در حال افزایش و حرکت تندشونده است.

**۴:** اگر با گذر زمان شیب خط مماس بر نمودار  $x-t$  کندتر شود، تندى متحرک در حال کاهش و حرکت کندشونده است.

| نمودار $x-t$ |                             |                             |                               |                               |
|--------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| جهت حرکت     | در جهت محور $x$ ( $v > 0$ ) | در جهت محور $x$ ( $v > 0$ ) | خلاف جهت محور $x$ ( $v < 0$ ) | خلاف جهت محور $x$ ( $v < 0$ ) |
| نوع حرکت     | تندشونده                    | کندشونده                    | کندشونده                      | تندشونده                      |

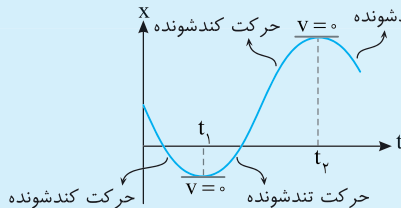
\* در ریاضیات یاد خواهید گرفت که «شیب خط مماس در هر نقطه از نمودار برابر مشتق تابع به ازای مختصات نقطه تماس است.»

۵ در شکل A، متحرک از حال سکون شروع به حرکت کرده، در شکل B و C در مبدأ زمان متحرک دارای سرعت اولیه است:



۶ نقاط بیشینه و کمینه نمودار  $x-t$ :

الف) خط مماس در این نقاط افقی است و شیب صفر بوده و سرعت صفر می‌شود و اگر علامت سرعت تغییر کند متحرک در این لحظه‌ها تغییر جهت می‌دهد.  
ب) قبل از این لحظه‌ها چون سرعت در حال صفر شدن بوده حرکت کندشونده است و بعد از این لحظات حرکت تندشونده است.  
به طور مثال در نمودار مقابل، در لحظات  $t_1$  و  $t_2$  متحرک تغییر جهت می‌دهد.



تست ۶ نمودار مکان - زمان متحرکی به صورت روبه‌رو است. به ترتیب از راست به چپ سرعت متحرک چند بار به طور لحظه‌ای صفر می‌شود، متحرک چند بار تغییر جهت داده و چند بار بردار مکان آن تغییر جهت می‌دهد؟

۱، ۴، ۴ (۲)

۳، ۳، ۳ (۱)

۲، ۳، ۳ (۴)

۱، ۳، ۴ (۳)

پاسخ ۱ سرعت سه بار در لحظه‌های  $t_1$ ،  $t_2$  و  $t_3$  به طور لحظه‌ای صفر شده است، البته در بازه  $t_4$  تا  $t_5$  سرعت در یک بازه زمانی صفر است.  
در لحظه  $t_1$  و  $t_2$  و  $t_3$  سه بار سرعت صفر شده و تغییر علامت داده است، یعنی سه بار جهت حرکت تغییر کرده است.  
دو بار در لحظه‌های  $t_4$  و  $t_5$  که نمودار محور زمان را قطع می‌کند بردار مکان تغییر جهت می‌دهد.

گزینه ۴ ✓

## ۹ تحلیل حرکت به کمک رسم نمودار مکان - زمان

ممکن است در یک مسئله به شما معادله حرکتی داده شود که شما از چند و چون نمودار آن باخبر باشید. به طور مثال معادله حرکت تابع درجه اول یا دوم یا تابع مثلثاتی باشد، در این صورت شما با رسم نمودار مکان - زمان می‌توانید به پرسش‌هایی درباره مسافت، جابه‌جایی، سرعت، نوع حرکت و ... پاسخ بدهید. اصولاً نمودار مکان - زمان تمام اطلاعات لازم درباره حرکت یک متحرک را به شما ارائه می‌دهد.

مسئله ۳ معادله مکان - زمان متحرکی در SI به صورت  $x = 2 \sin(\pi t)$  است. در یک دوره در کدام بازه زمانی:

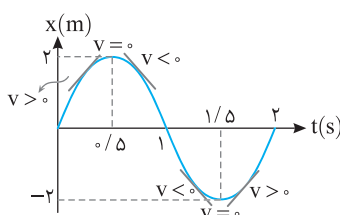
الف) اندازه جابه‌جایی و مسافت طی شده توسط متحرک با هم برابر است؟

ب) سرعت مثبت است؟ پ) حرکت کندشونده است؟ ت) متحرک در حال دور شدن از مبدأ است؟

راهدل یادآوری ریاضی در توابع مثلثاتی سینوسی و کسینوسی مانند  $y = \sin ax$  و  $y = \cos ax$  دوره تناوب تابع  $T = \frac{2\pi}{|a|}$  است.

نکته در بازه‌های زمانی که جهت سرعت تغییر نمی‌کند اندازه جابه‌جایی و مسافت طی شده متحرک یکسان است.  $\ell = |d|$

دوره تناوب را به دست می‌آوریم.  $T = \frac{2\pi}{|a|} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\pi} \Rightarrow T = 2s$



بیشینه مقدار  $x$  برابر  $2m$  است، نمودار را رسم می‌کنیم.

دقت کنید پرسش‌های مسئله در مدت یک دوره یعنی  $t = 2s$  تا  $t = 0$  مطرح شده است.

الف) در بازه‌های  $0 \leq t \leq 0.5$  تا  $1/5s$  و  $1/5s \leq t \leq 1s$  تا  $2s$  اندازه جابه‌جایی و مسافت یکسان است.

ب) در بازه‌های  $0 \leq t \leq 0.5$  تا  $1/5s$  و  $1/5s \leq t \leq 1s$  شیب خط مماس مثبت و سرعت متحرک مثبت است.

پ) در بازه  $0 \leq t \leq 1$  تا  $1/5s$  شیب خط مماس کندتر می‌شود و سرعت در حال کاهش است.

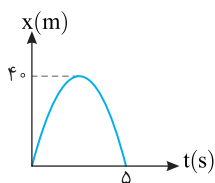
ت) در بازه  $0 \leq t \leq 1$  تا  $1/5s$  متحرک در حال دور شدن از مبدأ است.

## نمودار مکان - زمان



### بررسی مکان، مسافت و جابه‌جایی در نمودار مکان - زمان

**نمای**



نمودار مکان- زمان متحرکی مطابق شکل روبه‌رو است. جابه‌جایی و مسافت طی شده در بازه صفر تا ۵s،

از کتاب درسی

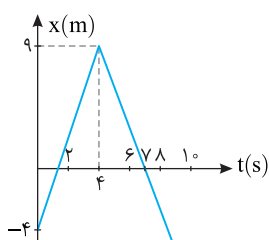
به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

(۱) صفر، ۸۰

Λο. Λο (Υ

(۳) صفر ، ۴۰

$-f_0, f_0, (f$



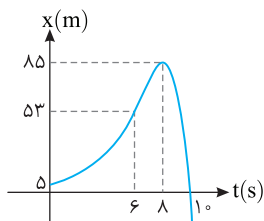
نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل روبه‌رو است. جابه‌جایی متحرک در بازهٔ صفر تا ۸s چند متر است؟

11

12 (2)

۱۳ (۳)

人 (4)



شکل روبه‌رو، نمودار مکان - زمان متحرکی است که روی خط راست حرکت می‌کند. کدامیک از موارد

زیر در مورد این حرکت درست است؟

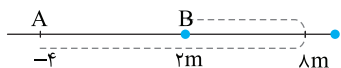
(۱) جابه‌جایی در مدت  $t = 8\text{ s}$  تا  $t = 10\text{ s}$  برابر ۴۸ متر است.

(۲) جایه‌جایی، در مدت  $t=6s$  تا  $t=10s$  برابر  $64$  متر است.

(۳) مسافت طی شده در مدت  $t = 8s$  تا  $t = 10s$  برابر ۴۸ متر است.

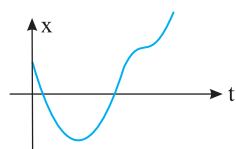
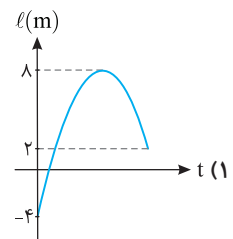
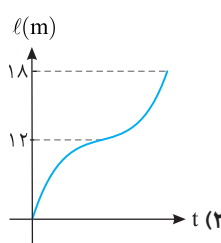
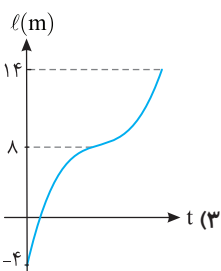
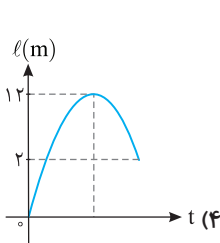
(۴) مسافت طی شده در مدت  $t=6s$  تا  $t=10s$  برابر ۱۱۷ متر است.

در حل دو تست زیر باید به مسیر حرکت دقت کنیم.



مسیر حرکت متحرکی روی محور  $x$  از نقطه  $A$  تا  $B$  به صورت روبه‌رو است. نمودار مسافت - زمان

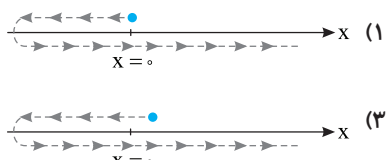
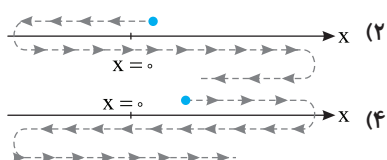
متحرک به صورت کدام گزینه می‌تواند باشد؟



نمودار مکان - زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند، در SI به‌صورت زیر است. کدام گزینه

از کتاب درسی

مسیر حرکت متحرک را به درستی نشان می‌دهد؟



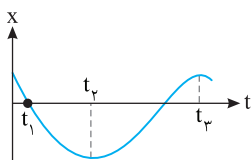
در کدام یک از لحظات نشان داده شده در نمودار مکان - زمان، متحرک بیشترین فاصله را از مبدأ دارد؟

از کتاب درسی

(۱) صفر

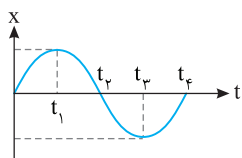
 $t_{\gamma}(\gamma$ 

t, (۳

 $t_3$  (4)



در سه تست زیر جهت حرکت و جهت بردار مکان در نمودار  $x-t$  را بررسی می‌کنیم.



۸۲ در شکل روبه‌رو نمودار مکان - زمان متحرکی رسم شده است. در کدام بازه زمانی متحرک در حال حرکت

کنکور دهه‌های گذشته

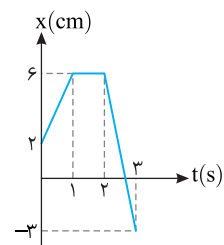
در جهت منفی محور است؟

(۲)  $t_4$  تا  $t_3$

(۱)  $t_4$  تا  $t_2$

(۴) صفر تا  $t_1$

(۳)  $t_3$  تا  $t_1$



۸۳ شکل روبه‌رو نمودار مکان - زمان مورچه‌ای را نشان می‌دهد که روی محور  $x$ ها حرکت می‌کند. مدت زمانی

از کتاب درسی

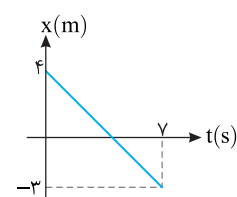
که متحرک در حال نزدیک شدن به مبدأ است، برابر کدام گزینه می‌باشد؟

(۲)  $\frac{2}{3}$  s

(۱)  $\frac{8}{3}$  s

(۴)  $\frac{1}{2}$  s

(۳) ۳ s



۸۴ شکل روبه‌رو نمودار مکان - زمان متحرکی است که روی محور  $x$ ها حرکت می‌کند. در چه لحظه‌ای بردار

از کتاب درسی

مکان متحرک تغییر جهت می‌دهد؟

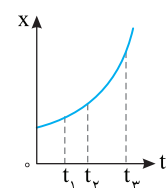
(۲) ۳

(۱) ۲

(۴) ۵

(۳) ۴

## نمای ۶ نمودار مکان - زمان، تندی و سرعت



۸۵ نمودار مکان - زمان متحرکی سهمی و مطابق شکل روبه‌رو است. سرعت متوسط متحرک در کدام بازه زمانی

کنکور دهه‌های گذشته

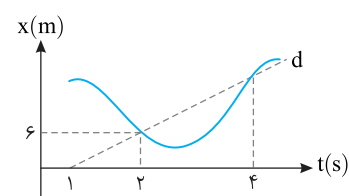
بیشتر است؟

(۲)  $t_3$  تا  $t_1$

(۱) صفر تا  $t_1$

(۳)  $t_3$  تا  $t_2$

(۴) بستگی به اندازه فاصله‌های زمانی دارد.



۸۶ در نمودار مکان - زمان مقابل شیب خط  $d$  ..... متحرک را در بازه زمانی ..... برابر

از کتاب درسی

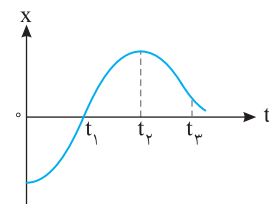
..... نشان می‌دهد.

(۱) سرعت متوسط، ۱ s تا ۴ s، ۳ m/s

(۲) تندی متوسط، ۲ s تا ۴ s، ۳ m/s

(۳) سرعت متوسط، ۲ s تا ۴ s، ۶ m/s

(۴) تندی متوسط، ۱ s تا ۴ s، ۶ m/s



۸۷ نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل مقابل است. در کدام لحظه نشان داده شده، تندی بیشتر است؟

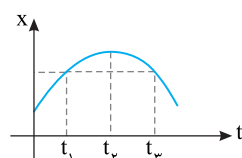
خارج تجربی (نوبت دوم - ۱۴۰۲)

(۲)  $t_2$

(۱)  $t_1$

(۴)  $t=0$

(۳)  $t_3$



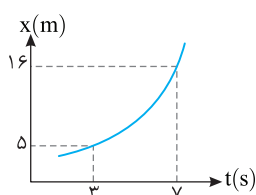
۸۸ با توجه به نمودار مکان - زمان مقابل در کدام یک از بازه‌های زمانی زیر سرعت متوسط منفی است؟

(۲)  $t_2$  تا  $t_1$

(۱) صفر تا  $t_2$

(۴) صفر تا  $t_3$

(۳)  $t_3$  تا  $t_2$



۸۹ در شکل روبه‌رو نمودار مکان - زمان متحرکی که روی محور  $x$ ها در حرکت است، رسم شده است. تندی

از کتاب درسی

متوسط و سرعت متوسط متحرک از راست به چپ چند m/s است؟

(۱)  $2/75$ ،  $-2/75$

(۲)  $2/75$ ،  $2/75$

(۳) صفر،  $2/75$

(۴)  $2/75$ ، صفر

۹۰

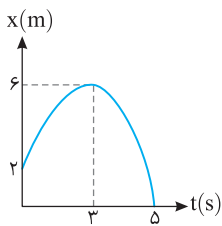
در شکل روبه‌رو، نمودار مکان - زمان متحرکی رسم شده است. سرعت متوسط و تندی متوسط به ترتیب از راست به چپ در بازهٔ صفر تا ۵s چند m/s است؟

(۱)  $0/4, 0/4$

(۲)  $2, -0/4$

(۳)  $-0/4, 2$

(۴)  $0/4, -0/4$



۹۱

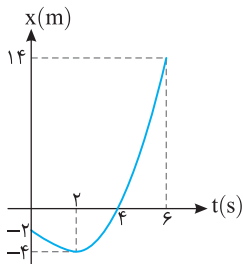
مطابق شکل مقابل، نمودار مکان - زمان متحرکی که روی خط راست در حرکت است، به صورت سهمی می‌باشد. تندی متوسط این متحرک در مدتی که حرکتش تندشونده است چند متر بر ثانیه می‌باشد؟

(۱)  $2/5$

(۲)  $3/5$

(۳)  $4/5$

(۴)  $5/5$



۹۲

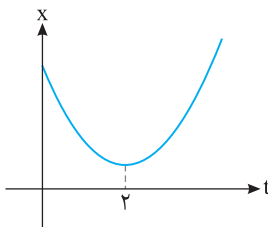
سهمی شکل مقابل نمودار مکان - زمان متحرکی است که بر خط راست حرکت می‌کند. تندی متوسط در کدام یک از بازه‌های زمانی زیر بزرگ‌تر است؟

(۱)  $t=2s$  تا  $t=3s$

(۲)  $t=1s$  تا  $t=2s$

(۳)  $t=1s$  تا  $t=3s$

(۴) در هر بازه یکسان است.



۹۳

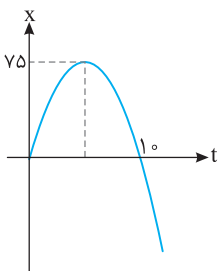
سهمی شکل مقابل، نمودار مکان - زمان متحرکی است که بر خط راست حرکت می‌کند. تندی متوسط در مدت  $t=0$  تا  $t=1.5s$  چند متر بر ثانیه است؟

(۱) ۲۴

(۲) ۱۲

(۳) ۲۵

(۴) ۲۲



۹۴

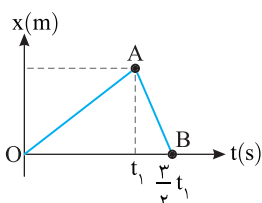
نمودار مکان - زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند، رسم شده است. سرعت متوسط در شاخهٔ OA چند برابر آن در شاخهٔ AB است؟

(۱) ۲

(۲)  $-\frac{1}{2}$

(۳)  $\frac{1}{2}$

(۴) -۲



۹۵

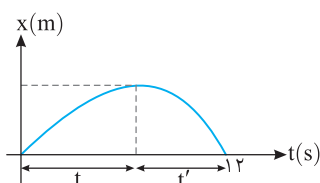
نمودار مکان - زمان متحرکی به صورت روبه‌رو است. اگر تندی متوسط در  $t$  ثانیهٔ نخست، ۲ برابر تندی متوسط در ۱۲ ثانیهٔ نخست حرکت باشد، در این ۱۲ ثانیه چند ثانیه حرکت تندشونده بوده است؟

(۱) ۹

(۲) ۱۰

(۳) ۴

(۴) ۲



۹۶

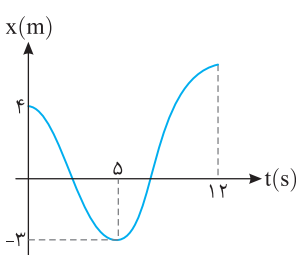
نمودار مکان - زمان متحرکی که روی محور x در حال حرکت است، مطابق شکل زیر است. تندی متوسط متحرک در ۱۲s نخست چند متر بر ثانیه از سرعت متوسط در این بازه بیشتر است؟

(۱)  $\frac{7}{6}$

(۲)  $\frac{8}{3}$

(۳)  $\frac{14}{11}$

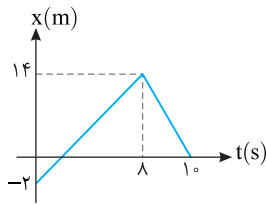
(۴) قابل محاسبه نیست.



در تست‌های زیر سرعت و تندی متحرک در یک لحظه را به دست می‌آوریم.

۹۷

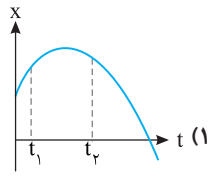
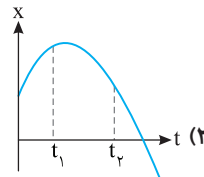
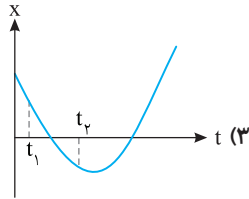
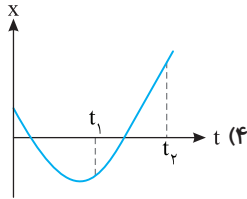
نمودار حرکت متحرکی به صورت روبه‌رو می‌باشد. تندی در لحظه  $t = 4s$  چند برابر تندی در لحظه  $t = 9s$  است؟



(۲)  $\frac{7}{2}$   
(۴)  $\frac{2}{5}$

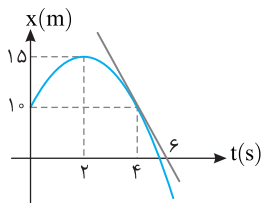
(۱)  $\frac{2}{7}$   
(۳)  $\frac{5}{2}$

۹۸ متحرکی روی محور Xها در حال حرکت است و بردار سرعت آن در لحظه‌های  $t_1$  و  $t_2$  به ترتیب  $10\vec{i}$  و  $-12\vec{i}$  است. اگر  $t_2 > t_1$  باشد، کدام گزینه نمودار  $x-t$  این متحرک می‌تواند باشد؟



۹۹

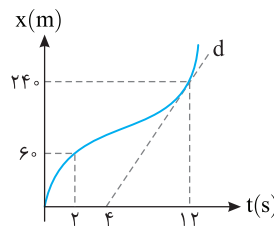
نمودار مکان - زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل روبه‌رو است. به ترتیب از راست به چپ سرعت لحظه‌ای در  $t = 2s$  و  $t = 4s$  چند متر بر ثانیه است؟



(۱) صفر و ۵  
(۲) صفر و -۵  
(۳) ۴ و ۱  
(۴) ۱ و -۴

۱۰۰

نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل زیر است. اگر تندی در لحظه  $t = 12s$  برابر تندی متوسط در بازه  $t_1 = 2s$  تا  $t_2 = 14s$  باشد، سرعت متوسط ۲ ثانیه اول چند برابر سرعت متوسط ۲ ثانیه هفتم است؟ (خط d مماس بر نمودار در لحظه  $t = 12s$  است).

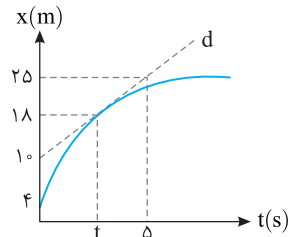


(۲)  $\frac{1}{2}$   
(۴)  $\frac{2}{3}$

(۱)  $\frac{1}{3}$   
(۳)  $\frac{3}{5}$

۱۰۱

نمودار مکان - زمان متحرکی به صورت روبه‌رو است. به ترتیب از راست به چپ متحرک در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه به مکان  $x = 18m$  رسیده و تندی آن در این لحظه چند متر بر ثانیه است؟ (خط d مماس بر نمودار است).

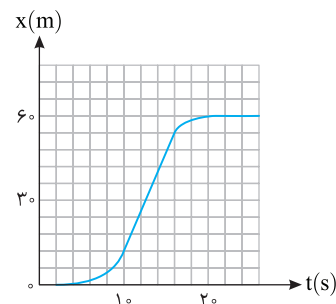


(۲)  $\frac{8}{3}$ , ۳  
(۴) ۴, ۶

(۱)  $\frac{8}{3}$ , ۳  
(۳) ۴, ۶

۱۰۲

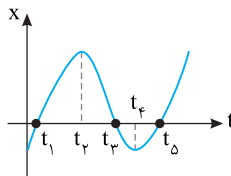
شکل روبه‌رو نمودار مکان - زمان متحرکی است که در مسیر مستقیم حرکت کرده است. بیشینه سرعت آن چند متر بر ثانیه است؟



(۱) ۳  
(۲) ۵  
(۳) ۷  
(۴) ۹

۱۰۳

نمودار مکان - زمان حرکت متحرکی روی خط راست به صورت شکل زیر است. در کدام بازه زمانی سرعت متوسط جسم برابر با سرعت آن در لحظه  $t_2$  است؟



(۲)  $t_1$  تا  $t_2$   
(۴)  $t_3$  تا  $t_4$

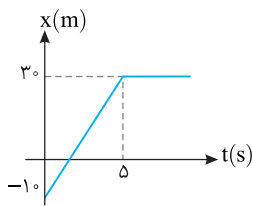
(۱)  $t_2$  تا  $t_3$   
(۳)  $t_4$  تا  $t_5$



۱۰۴ نمودار مکان - زمان متحرکی که بر خط راست حرکت می کند، در شکل روبه رو نشان داده شده است.

سرعت متوسط در ۶S نخست چند برابر سرعت لحظه ای در  $t=4S$  است؟

- (۱)  $\frac{5}{6}$  (۲)  $\frac{1}{6}$  (۳)  $\frac{3}{4}$  (۴)  $\frac{1}{2}$

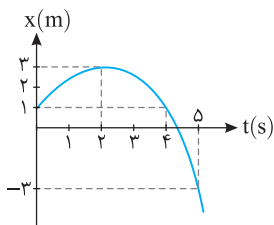


۱۰۵ در شکل روبه رو نمودار مکان - زمان متحرکی که روی محور Xها در حرکت است رسم شده است. کدام

از کتاب درسی

گزینه در مورد این حرکت در بازه صفر تا ۵S نادرست است؟

- (۱) در بازه صفر تا ۴S جابه جایی صفر است.  
(۲) در بازه صفر تا ۵S تندی متوسط برابر  $1/6 m/s$  است.  
(۳) تندی لحظه ای در  $t=5S$  از تندی لحظه ای در  $t=4S$  بیشتر است.  
(۴) سرعت متوسط به مدت ۱S منفی بوده است.

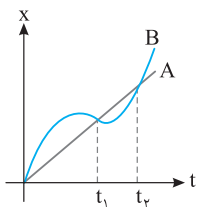


### نمای ۷ مقایسه تندی متوسط و سرعت متوسط چند متحرک به کمک نمودار مکان - زمان

در تست های بعدی تندی متوسط و سرعت متوسط چند متحرک را بررسی می کنیم.

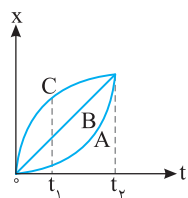
۱۰۶ در شکل روبه رو نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B رسم شده است. کدام گزینه درباره سرعت متوسط A و B درست است؟

- (۱) در بازه صفر تا  $t_1$  تا  $t_2$  سرعت متوسط A به ترتیب کمتر و بیشتر از سرعت متوسط B در این بازه ها است.  
(۲) در بازه صفر تا  $t_1$  تا  $t_2$  سرعت متوسط A به ترتیب بیشتر و کمتر از سرعت متوسط B در این بازه ها است.  
(۳) در تمام بازه های زمانی سرعت متوسط A با سرعت متوسط B برابر است.  
(۴) در بازه  $t_1$  تا  $t_2$  سرعت متوسط A با سرعت متوسط B در این بازه برابر است.



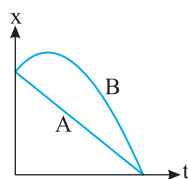
۱۰۷ نمودار مکان - زمان سه متحرک مطابق شکل روبه رو است. کدام گزینه در مورد سرعت متوسط آنها در بازه زمانی  $t_1$  تا  $t_2$  درست است؟

- (۱)  $v_{avA} < v_{avB} < v_{avC}$  (۲)  $v_{avA} = v_{avB} = v_{avC}$   
(۳)  $v_{avA} > v_{avB} > v_{avC}$  (۴)  $v_{avA} = v_{avB} < v_{avC}$



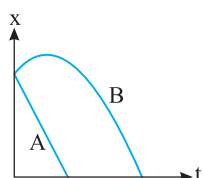
۱۰۸ در شکل روبه رو نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B رسم شده است. اگر تندی متوسط را با  $s_{av}$  و سرعت متوسط را با  $v_{av}$  نمایش دهیم، کدام گزینه درست است؟

- (۱)  $v_{avA} > v_{avB}$  (۲)  $v_{avA} < v_{avB}$   
(۳)  $s_{avA} = s_{avB}$  (۴)  $s_{avA} < s_{avB}$



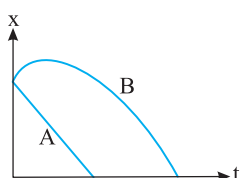
۱۰۹ در شکل روبه رو نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B رسم شده است. در بازه های زمانی مشخص شده کدام گزینه در مورد تندی متوسط این دو متحرک درست است؟

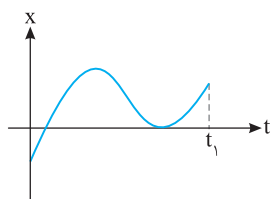
- (۱)  $s_{avB} = s_{avA}$  (۲)  $s_{avB} < s_{avA}$   
(۳)  $s_{avB} > s_{avA}$  (۴) هر سه حالت ممکن است.



۱۱۰ در شکل روبه رو نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B رسم شده است. در بازه های زمانی مشخص شده کدام گزینه در مورد اندازه سرعت متوسط این دو متحرک درست است؟

- (۱)  $v_{avA} > v_{avB}$  (۲)  $v_{avA} < v_{avB}$   
(۳)  $v_{avA} = v_{avB}$  (۴) هر سه حالت ممکن است.



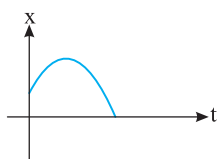


۱۱۱ با توجه به نمودار مکان - زمان شکل مقابل که مربوط به یک حرکت بر خط راست است، در بازه

زمانی  $t=0$  تا  $t=t_1$  کدام گزینه درست است؟

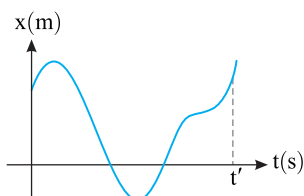
- (۱) حرکت ابتدا کندشونده و سپس تندشونده است.
- (۲) جهت حرکت ثابت است.
- (۳) حرکت تندشونده و سپس کندشونده است.
- (۴) سرعت متوسط مثبت است.

۱۱۲ نمودار مکان - زمان جسمی که روی خط راست حرکت می کند مطابق شکل زیر است. در مدت زمان نشان داده شده کدام گزینه در مورد



حرکت این جسم صحیح است؟

- (۱) در لحظه ای که از مبدأ مکان می گذرد، سرعتش منفی است.
- (۲) جهت حرکت متحرک یکبار تغییر می کند.
- (۳) حرکت جسم ابتدا کندشونده و سپس تندشونده است.
- (۴) هر سه گزینه صحیح می باشد.



۱۱۳ نمودار مکان - زمان متحرکی که روی خط راست در حال حرکت بوده به صورت مقابل است. از لحظه

$t=0$  تا  $t=t'$  این متحرک ..... بار متوقف شده و ..... بردار مکان آن تغییر جهت داده

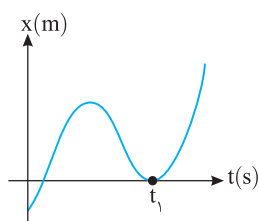
از کتاب درسی

(۲) ۳، ۲، ۳

(۱) ۳، ۳، ۳

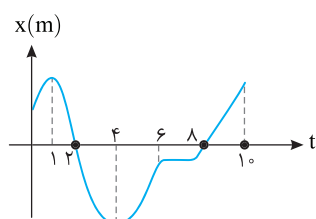
(۴) ۳، ۲، ۲

(۳) ۲، ۲، ۳



۱۱۴ کدام گزینه در مورد لحظه  $t_1$  در نمودار  $x-t$  روبه رو نادرست است؟

- (۱) در این لحظه سرعت صفر می شود.
- (۲) متحرک تغییر جهت می دهد.
- (۳) بردار مکان متحرک تغییر جهت می دهد.
- (۴) در این لحظه نوع حرکت تغییر می کند.



۱۱۵ نمودار مکان - زمان متحرکی که روی خط راست در حرکت است مطابق شکل زیر است. نسبت

مدت زمانی که متحرک در خلاف جهت محور  $x$  ها حرکت می کند به مدت زمانی که بردار مکان

از کتاب درسی

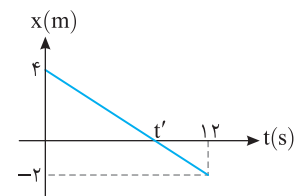
متحرک خلاف جهت محور  $x$  هاست، کدام است؟

(۲) ۲

(۱)  $\frac{1}{2}$

(۴)  $\frac{1}{3}$

(۳) ۱



۱۱۶ در شکل مقابل نمودار مکان - زمان متحرکی که روی محور  $x$  ها حرکت می کند نشان داده شده

است. به ترتیب از راست به چپ متحرک چند ثانیه در خلاف جهت مثبت محور  $x$  ها حرکت کرده و

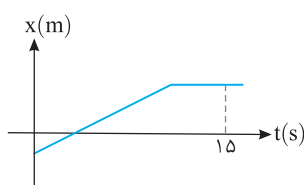
چند ثانیه در مکان های منفی در حرکت بوده است؟

(۲) ۸، ۱۲

(۱) ۴، ۱۲

(۴) ۲، ۴

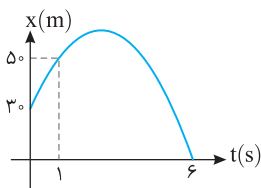
(۳) ۲، ۸



۱۱۷ نمودار مکان - زمان متحرکی که روی محور  $x$  ها در حرکت است، مطابق شکل روبه رو است. کدام

گزینه درست است؟

- (۱) در مدت ۱۵s آغازین حرکت جابه جایی و مسافت برابر است.
- (۲) متحرک در مدت ۱۵s در حال دور شدن از مبدأ است.
- (۳) علامت سرعت یکبار تغییر کرده است.
- (۴) هر سه گزینه درست است.



۱۱۸ نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل قسمتی از یک سهمی است. جهت حرکت این متحرک در چه

لحظه‌ای تغییر می‌کند؟

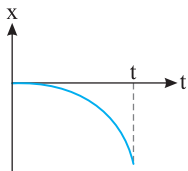


۳ (۲)

۲/۵ (۱)

۴/۵ (۴)

۲ (۳)



۱۱۹ در شکل روبه‌رو نمودار مکان - زمان متحرکی رسم شده است. کدام گزینه دربارهٔ بازهٔ زمانی نشان

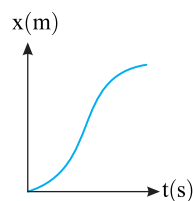
داده شده در شکل درست است؟

(۲) حرکت تندشونده است.

(۱) سرعت اولیه متحرک صفر است.

(۴) هر سه گزینه درست است.

(۳) متحرک در حال دور شدن از مبدأ است.



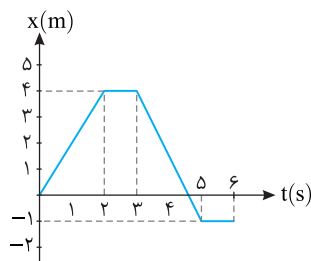
۱۲۰ نمودار مکان - زمان متحرکی در شکل مقابل رسم شده است. کدام گزینه در مورد این متحرک درست است؟

(۱) حرکت تندشونده و دارای سرعت اولیه است که به کندشونده تبدیل می‌شود.

(۲) حرکت بدون سرعت اولیه و تندشونده است که به کندشونده تبدیل می‌شود.

(۳) حرکت کندشونده و دارای سرعت اولیه است که به تندشونده تبدیل می‌شود.

(۴) حرکت تندشونده و دارای سرعت اولیه است.



۱۲۱ در شکل روبه‌رو نمودار مکان - زمان متحرکی رسم شده است. کدام گزاره‌های زیر در مورد این

متحرک در بازهٔ صفر تا ۶s درست است؟

(الف) تندی متوسط آن ۱/۵m/s است.

(ب) بردار سرعت متوسط آن  $\vec{v}_{av} = -\vec{i}$  است.

(پ) بردار مکان در لحظه  $t=4/6s$  تغییر جهت می‌دهد.

(ت) متحرک ۲s در خلاف جهت محور در حرکت بوده است.

(۲) (الف)، (پ)، (ت)

(۱) (الف)، (ب)، (پ)

(۴) هر چهار گزاره درست است.

(۳) (ب)، (پ)، (ت)

## نمای ۹ تحلیل حرکت به کمک رسم نمودار مکان - زمان

۱۲۲ معادلهٔ حرکت چند متحرک در SI به صورت زیر است. در چه تعداد از حرکت‌های زیر، بردار مکان تغییر جهت نمی‌دهد؟

(ت)  $x = t^2 - 6t + 9$

(پ)  $x = 2t^2 - 4t - 2$

(ب)  $x = t^2 - 4t + 5$

(الف)  $x = t + 4$

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۱۲۳ معادلهٔ مکان - زمان متحرکی که در راستای محور x حرکت می‌کند، در SI به صورت  $x = 2t^2 - 4t - 6$  است. جابه‌جایی متحرک از لحظهٔ

تغییر جهت حرکت تا لحظهٔ تغییر جهت بردار مکان چند متر است؟

-۴ (۴)

۴ (۳)

+۸ (۲)

-۸ (۱)

۱۲۴ معادلهٔ حرکت متحرکی در SI به صورت  $x = t^2 - 6t + 10$  است. کمترین فاصلهٔ متحرک از مبدأ مکان چند متر است؟

۵ (۴)

۱/۵ (۳)

۱ (۲)

۳ (۱)

۱۲۵ معادلهٔ حرکت متحرکی در SI به صورت  $x = t^2 + 7t + 12$  است. در چه لحظه‌ای متحرک در کمترین فاصلهٔ خود از مبدأ مکان قرار دارد؟

۵ (۴)

۱۲ (۳)

۱ (۲)

صفر (۱)

مسافت و تندی متوسط به طور مستقیم از معادلهٔ مکان - زمان به دست نمی‌آید. با حل تست‌های زیر چگونگی به دست آوردن آن‌ها را یاد بگیریم.

۱۲۶ معادلهٔ مکان - زمان متحرکی در SI به صورت  $x = 2t^2 + 4t - 8$  است. در فاصلهٔ زمانی  $t_1 = 0s$  تا  $t_2 = 2s$ ، مسافتی که متحرک طی

خارج ریاضی - ۹۸

می‌کند، چند برابر اندازهٔ جابه‌جایی آن است؟

۲ (۴)

۱/۶ (۳)

۱/۵ (۲)

۱ (۱)

۱۲۷ معادلهٔ مکان - زمان متحرکی که در راستای محور x حرکت می‌کند، در SI به صورت  $x = t^2 - t - 6$  است. تندی متوسط در بازهٔ  $t = 1s$  تا

خارج ریاضی - ۹۸

$t = 4s$  چند متر بر ثانیه از بزرگی سرعت متوسط در همان بازه بیشتر است؟

۱ (۴)

۴ (۳)

صفر (۲)

۵ (۱)

۱۲۸ معادلهٔ مکان - زمان متحرکی در SI به صورت  $x = at^2 + bt + 4$  است. اگر در تمام بازه‌های زمانی اندازهٔ جابه‌جایی و مسافت با هم برابر

باشند، کدام گزینه الزاماً درست است؟

$b = 0$  (۴)

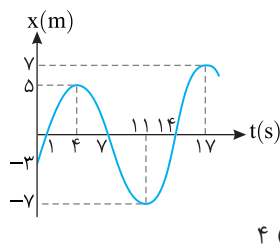
$a \neq 0$  (۳)

$ab > 0$  (۲)

$ab < 0$  (۱)

## یـنـجـرۀ دو جـداره

## سطح دوم



۱۲۹ چه تعداد از گزاره‌های زیر در مورد متحرکی که روی محور Xها در حرکت بوده و نمودار مکان - زمان آن مطابق شکل روبه‌رو است درست می‌باشد؟

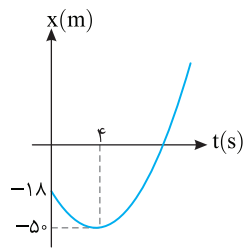
(الف) سوی حرکت متحرک سه بار تغییر کرده است. / (ب) جهت بردار مکان دو بار تغییر کرده است. / (پ) متحرک به مدت ۱۰s در جهت مثبت محور Xها در حرکت بوده است. / (ت) متحرک در بازه ۱s تا ۱۷s در حال دور شدن از مبدأ است.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)



۱۳۰ سهمی شکل مقابل نمودار مکان - زمان متحرکی است که روی خط راست حرکت می‌کند چند ثانیه بعد از تغییر جهت حرکت، جهت بردار مکان متحرک تغییر می‌کند؟

۵ (۱)

۴ (۲)

۹ (۳)

۱۳ (۴)

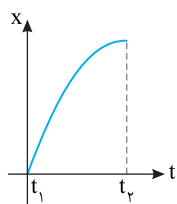
۱۳۱ ذره‌ای از مکان‌های مثبت روی محور Xها شروع به حرکت کرده و در مدت t دو بار از مبدأ مکان می‌گذرد. در این مدت ذره حداقل ..... بار از مبدأ حرکت خود عبور کرده و ..... بار تغییر جهت می‌دهد.

(۴) دو - بی‌شمار

(۳) صفر - بی‌شمار

(۲) یک - حداکثر دو

(۱) دو - حداکثر دو



۱۳۲ نمودار مکان - زمان حرکت متحرکی روی خط راست به صورت سهمی شکل مقابل است. اندازه سرعت لحظه‌ای متحرک در زمان‌های مختلف بین t1 تا t2 در مقایسه با اندازه سرعت متوسط این متحرک بین دو لحظه t1 و t2 .....  
(۱) همواره کمتر است.  
(۲) همواره بیشتر است.  
(۳) ابتدا کمتر و سپس بیشتر است.  
(۴) ابتدا بیشتر و سپس کمتر است.

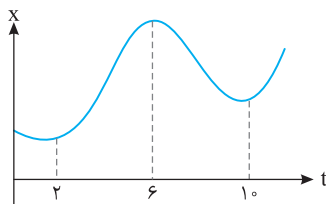
۱۳۳ معادله حرکت متحرکی در SI به صورت  $x = \frac{1}{4} \cos 2\pi t$  است. بازه زمانی بین دو تغییر جهت متوالی متحرک چند ثانیه است؟

(۴) ۰/۲

(۳) ۰/۱۵

(۲) ۰/۱

(۱) ۰/۰۵



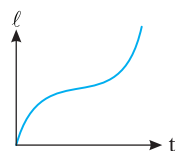
۱۳۴ نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل زیر است. تندی متوسط در کدام یک از بازه‌های زمانی مشخص شده در گزینه‌ها بیشتر است؟

(۲) صفر تا ۶s

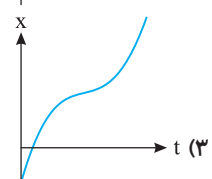
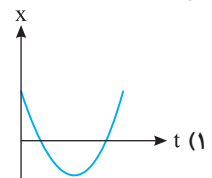
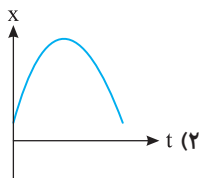
(۱) صفر تا ۲s

(۴) ۶s تا ۱۰s

(۳) ۱۰s تا ۲s



۱۳۵ نمودار مسافت - زمان متحرکی به صورت روبه‌رو است. نمودار مکان - زمان متحرک کدام گزینه می‌تواند باشد؟



(۴) هر سه گزینه درست است.

حالا آزمون پنجره ۱ و ۲ را از سایت نشر الگو یا با اسکن QRCode فهرست، دانلود کن و از خودت امتحان بگیر.