خرید کتاب های کنکور

با تخفیف ویژه

و

ارسال رایگان

Medabook.com

مدابوک

یک جلسه تماس تلفنی رایگان

با مشاوران رتبه برتر

برای انتخاب بهترین منابع

دبیرستان و کنکور

۰۲۱ ۲۸۴۲۵۲۱۰

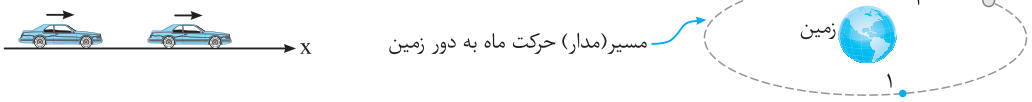
telegram.me/medabook_com www.medabook.com
gajmarket

فصل ۱
قسمت اوّل
شناخت حرکت

آ) بردار مکان، جابه‌جایی و مسافت

حرکت

اگر مکان یک جسم با گذشت زمان نسبت به یک مبدأ مقایسه تغییر کند، می‌گوییم جسم حرکت کرده است. برای نمونه فرض کنید خودرویی در اتوبان تهران ـ کرج و در خط سبقت در حال حرکت است یا به حرکت ماه به دور زمین دقت کنید که بر خط راست انجام نمی‌شود.



نمونه‌های بالا حرکت جسم را مشخص می‌کند، با این تفاوت که شکل حرکت جسم‌ها (مسیر حرکت) متفاوت است.

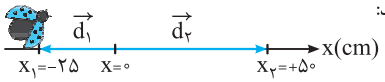
به ساده‌ترین شکل حرکت جسم که بر مسیر مستقیم انجام می‌شود، **حرکت روی خط راست** (حرکت یک بُعدی) می‌گویند. برای بررسی حرکت یک جسم ابتدا مفاهیم زیر را در نظر می‌گیریم:

بردار مکان

برداری است که ابتدای آن مبدأ محور $(x = 0)$ و انتهای آن مکان جسم است. برای نمونه فرض کنید خودرویی روی محور افقی مانند شکل زیر قرار دارد، در این صورت می‌توان نوشت:

$$\vec{d} = x\vec{i} \Rightarrow \vec{d} = (4m)\vec{i}$$

برای نمونهٔ دیگر فرض کنید، کفش‌دوزکی در جهت مثبت محور x در حال حرکت است و در لحظه‌های $t_1 = 0$ و $t_2 = 30s$ به ترتیب در مکان‌های $x_1 = -25\,cm$ و $x_2 = +50\,cm$ قرار دارد. در این صورت بردارهای مکان کفش‌دوزک به‌صورت زیر رسم می‌شوند:



با توجه به شکل، $\vec{d}_1$، بردار مکان کفش‌دوزک در لحظهٔ t_1، در جهت منفی محور قرار گرفته است و $\vec{d}_2$ بردار مکان کفش‌دوزک در لحظهٔ t_2، در جهت مثبت محور قرار گرفته است.

نکات مربوط به بردار مکان

۱- بردار مکان مشخص‌کنندهٔ مکان جسم در یک لحظه است و در مورد حرکت جسم اطلاعاتی مشخص نمی‌کند.

۲- اندازهٔ بردار مکان در هر لحظه، فاصلهٔ جسم نسبت به مبدأ محور را مشخص می‌کند.

۳- اگر مبدأ محور تغییر کند، بردار مکان جسم نیز تغییر می‌کند.

۴- اگر جسم در مکان‌های منفی باشد، بردار مکان جسم در جهت منفی محور و اگر در مکان‌های مثبت باشد، بردار مکان جسم در جهت مثبت محور قرار می‌گیرد.

تذکر حرکت جسم همواره نسبت به اجسام دیگر بررسی می‌شود. بنابراین حرکت پدیده‌ای نسبی است. برای نمونه، اگر چمدانی در یک اتوبوس در محل بار قرار داشته باشد، نسبت به اتوبوس ساکن است اما نسبت به شخصی که در ایستگاه اتوبوس نشسته است، دارای حرکت است.

بردار جابه‌جایی

پاره‌خط جهت‌داری است که مکانِ آغازین جسم را به مکانِ پایانی آن وصل می‌کند. در این صورت می‌توان نتیجه گرفت که برای رسم بردار جابه‌جایی نیاز به گذشت زمان داریم. بردار جابه‌جایی با تفاضل بردار مکان بین دو لحظه برابر است:

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

تذکر اگر جسم روی خط راست بر محور افقی یا قائم حرکت کند، بردار جابه‌جایی آن را به‌صورت زیر می‌نویسیم:

جابه‌جایی افقی: $\vec{d} = \Delta\vec{x} \Rightarrow \vec{d} = \Delta x\vec{i}$ ، $\Delta x = x_2 - x_1$

جابه‌جایی قائم: $\vec{d} = \Delta\vec{y} \Rightarrow \vec{d} = \Delta y\vec{j}$ ، $\Delta y = y_2 - y_1$

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

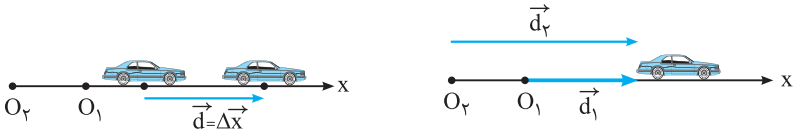
telegram.me/medabook_com www.medabook.com
gajmarket

برای نمونه، اگر جسمی روی محور افقی از مکان $x_1 = +4m$ به مکان $x_2 = -4m$ حرکت کند، جابه‌جایی افقی آن برابر است با:

$$\Delta x = x_2 - x_1 = -4 - (+4) = -8m$$

یعنی جسم به اندازهٔ ۸ متر در جهت منفی محور افقی جابه‌جا شده است.

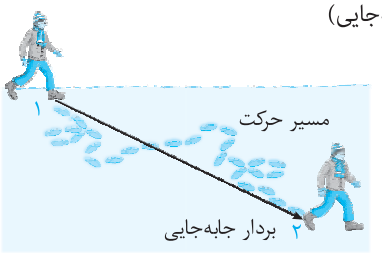
نکته اگر مبدأ محور تغییر کند، بردار مکان جسم تغییر می‌کند اما بردار جابه‌جایی تغییر نمی‌کند. در شکل‌های زیر این موضوع بررسی شده است.



(بردار مکان) (بردار جابه‌جایی)

مسیر حرکت

مجموعه نقاطی است که متحرک هنگام حرکت بین دو نقطه، از آن‌ها عبور می‌کند. برای نمونه، اگر شخصی روی برف راه رفته باشد، ردّ پایش مشخص می‌شود. به این ردّ پا (جای پا) مسیر حرکت شخص می‌گویند. در شکل مقابل، مسیر حرکت جسم منطبق بر خط راست نبوده و به‌صورت منحنی است.



نکته همان‌طور که می‌دانیم حرکت پدیده‌ای نسبی است، در این صورت اگر مبدأ محور تغییر کند، مسیر حرکت نیز تغییر می‌کند.

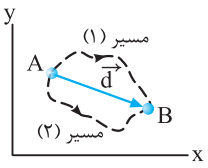
برای نمونه، اگر داخل اتومبیل روی یک صندلی نشسته باشیم، در این حالت مسیر حرکت قطره‌های باران در راستای قائم است. اما با حرکت اتومبیل، مسیر حرکت قطره‌های باران از نظر شما جهت مایل به خود می‌گیرند.

مسافت (l)

طول مسیر پیموده‌شده توسط متحرک را مسافت می‌گویند.

نکته ۱ جابه‌جایی کمیتی برداری است و مقدار آن فقط به مکانِ آغازین و پایانی جسم بستگی دارد. اما مسافت پیموده‌شده (l) کمیتی عددی است و به شکل مسیر پیموده‌شده بستگی دارد.

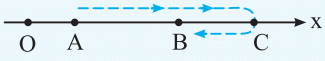
نکته ۲ در جابه‌جایی بین دو نقطه می‌توان بی‌شمار مسیر حرکت مشخص کرد که جابه‌جایی، مسیر مستقیم (کوتاه‌ترین مسیر) بین این دو نقطه است. یعنی مقدار جابه‌جایی همواره کوچک‌تر یا مساوی با مسافت پیموده‌شده است.



$$l \geq d$$

نتیجه اگر متحرک بر مسیر مستقیم حرکت کند و جهت حرکت آن تغییر نکند، جابه‌جایی و مسافت پیموده‌شده توسط آن با هم برابر است.

تست متحرکی مطابق شکل از نقطهٔ A تا نقطهٔ B جابه‌جا شده است. اگر $\overline{AB} = 2\overline{BC}$ باشد، نسبت مسافت پیموده‌شده به جابه‌جایی کدام است؟



۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: طول مسیر پیموده‌شده توسط جسم برابر با مسافت است. در این‌صورت داریم:

$$l = \overline{AC} + \overline{CB} = 4\overline{BC}$$

از طرفی جابه‌جایی مستقل از مسیر حرکت بوده و فقط به نقاط ابتدایی و انتهایی حرکت وابسته است. در این صورت داریم:

$$d = \overline{AB} = 2\overline{BC}$$

یعنی:

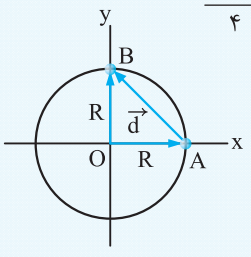
$$\frac{l}{d} = \frac{4\overline{BC}}{2\overline{BC}} = 2$$

بنابراین گزینهٔ (۲) درست است.

تست متحرکی روی محیط دایره‌ای به شعاع R به اندازهٔ 90° می‌چرخد. مسافت پیموده‌شده توسط متحرک چند برابر جابه‌جایی است؟

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

پاسخ: مسافت پیموده‌شده توسط متحرک $\frac{1}{4}$ محیط دایره است و برای محاسبهٔ جابه‌جایی، طول بردار $\overrightarrow{AB}$ را حساب می‌کنیم. در این صورت داریم:



$$\begin{cases} l = \frac{1}{4}(2\pi R) = \frac{\pi R}{2} m \\ d = \sqrt{R^2 + R^2} = R\sqrt{2} m \end{cases} \Rightarrow \frac{l}{d} = \frac{\frac{\pi R}{2}}{R\sqrt{2}} = \frac{\pi\sqrt{2}}{4}$$

بنابراین گزینهٔ (۴) درست است.

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

telegram.me/medabook_com www.medabook.com
gajmarket

تست متحرکی روی محیط دایره‌ای با شعاع ۱۰ متر در مدت یک دقیقه یک دور کامل می‌چرخد. پس از ۲۰ دقیقه، جابه‌جایی و مسافت پیموده‌شده توسط آن به ترتیب از راست به چپ چند متر است؟ ($\pi \simeq 3$)

۱) ۱۲۰۰ ، ۱۲۰۰ ۲) صفر ، ۱۲۰۰ ۳) ۱۲۰۰ ، صفر ۴) صفر ، صفر

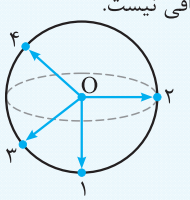
پاسخ : در مدت ۲۰ دقیقه متحرک دایرهٔ مسیر را ۲۰ بار می‌پیماید و به نقطهٔ شروع حرکت می‌رسد. بنابراین جابه‌جایی انجام‌شده توسط آن در این مدت صفر است. مسافت پیموده‌شده در این مدت برابر است با:

$$l = ۲۰ \times (۲\pi R) = ۲۰ \times ۲۰\pi = ۴۰۰\pi = ۱۲۰۰m$$

بنابراین گزینهٔ (۲) درست است.

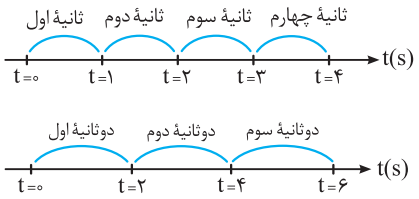
تست جسمی در ۸ متری مبدأ محور قرار دارد. از این نقطه ۳ متر به طرف غرب و ۴ متر به طرف جنوب می‌رود. فاصلهٔ نهایی جسم از مبدأ چند متر است؟

۱) ۵ ۲) ۷ ۳) ۶/۴ ۴) داده‌ها کافی نیست.



پاسخ : جسم در ابتدا در ۸ متری مبدأ محور قرار دارد اما مکان دقیق آغازین آن مشخص نیست. بنابراین جسم می‌تواند روی هر کدام از نقاط محیط کره‌ای به مرکز مبدأ حرکت و به شعاع ۸ متر واقع باشد. با توجه به متغیر بودن مکانِ آغازین، مکانِ پایانی نیز قابل تغییر بوده و ثابت نیست. یعنی فاصلهٔ نهایی جسم از مبدأ مشخص نیست. به شکل دقت کنید. بنابراین گزینهٔ (۴) درست است.

تذکر در بررسی حرکت جسم محور زمان را می‌توان به‌صورت‌های زیر تقسیم‌بندی کرد:



یعنی منظور از **ثانیه، بازهٔ زمانی به اندازهٔ یک واحد است.**

اگر بازهٔ زمانی مشخص شده در محور مقابل را در دو، سه و ... ضرب کنیم، داریم:

دو ثانیهٔ اول $۰ \le t \le ۲s$

دو ثانیهٔ دوم $۲s \le t \le ۴s$

⋮

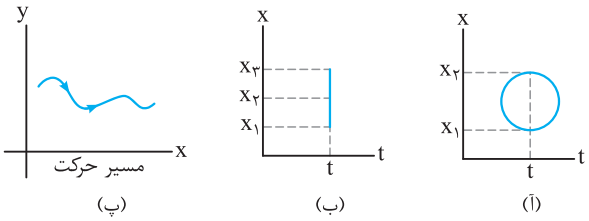
دو ثانیهٔ nام $۲n - ۲ \le t \le ۲n$

یعنی منظور از دو ثانیه، بازهٔ زمانی به اندازهٔ دو واحد است.

نتیجه منظور از T ثانیهٔ nام بازهٔ زمانی بین دو لحظهٔ $t_۱ = (n-۱)T$ و لحظهٔ $t_۲ = nT$ است.

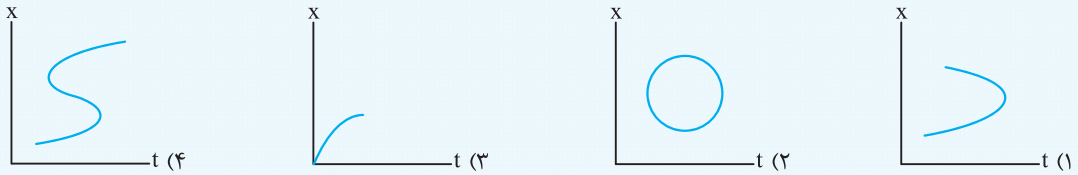
معادلهٔ مکان ـ زمان (معادلهٔ حرکت)

تابعی است که مکان جسم را در هر لحظه مشخص می‌کند. البته باید توجه داشت که در معادلهٔ حرکت، مکان تابعی از زمان است. یعنی در این رابطه نمی‌توان لحظه‌ای را مشخص کرد که در آن جسم در دو مکان متفاوت باشد. اما مسیر حرکت جسم الزاماً یک تابع نیست. برای نمونه فرض کنید، نمودار مکان ـ زمان که با توجه به معادلهٔ حرکت رسم می‌شود، مانند شکل‌های (آ) و (ب) باشد.

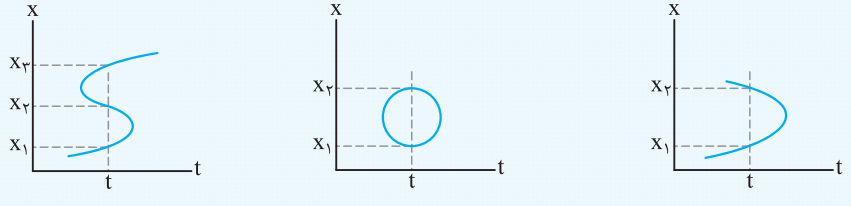


با توجه به نمودارها می‌توان نتیجه گرفت که جسم در یک لحظه در دو یا چند مکان قرار گرفته است که این نتیجه نمی‌تواند مربوط به یک جسم (ذره) باشد؛ یعنی چنین حرکت‌هایی در طبیعت وجود ندارد. اما در شکل (پ) مسیر حرکت جسم رسم شده است.

تست کدام‌یک از نمودارهای زیر می‌تواند مربوط به حرکت یک جسم باشد؟ (برگرفته از کتاب درسی)

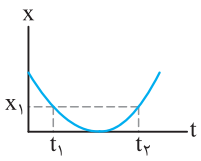


پاسخ : در حرکت یک جسم باید به این نکته توجه داشت که جسم باید در یک لحظه فقط در یک مکان باشد. در این‌صورت در نمودارهای (۱)، (۲) و (۴) می‌توان لحظه‌ای را مشخص کرد که جسم در آن لحظه در دو یا چند مکان متفاوت باشد که چنین امری امکان‌پذیر نیست. بنابراین گزینهٔ (۳) درست است.



مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

telegram.me/medabook_com www.medabook.com
gajmarket



نکته اگر جسمی بر مسیر مستقیمی حرکت رفت و برگشت داشته باشد، می‌تواند در دو لحظهٔ متفاوت در یک مکان قرار داشته باشد. یعنی در نمودار مکان ـ زمان، جسم می‌تواند در دو لحظه، در یک مکان باشد. به نمودار مکان ـ زمان روبه‌رو توجه کنید.

تست معادلهٔ مکان ـ زمان متحرکی در SI به‌صورت $x = t^2 - 5t + 2$ است. جابه‌جایی آن در دو ثانیهٔ اول حرکت چند متر است؟

۱) +۶ ۲) −۶ ۳) −۴ ۴) +۴

پاسخ: باید توجه داشت که جابه‌جایی مستقل از مسیر حرکت بوده و فقط به نقاط آغازین و پایانی حرکت جسم وابسته است. **با استفاده از معادلهٔ مکان ـ زمان در هر لحظه می‌توان مکان جسم را مشخص کرد.** در این صورت داریم:

دو ثانیهٔ اول $\begin{cases} t_1 = 0 \Rightarrow x_1 = +2m \\ t_2 = 2s \Rightarrow x_2 = (2)^2 - 5(2) + 2 = -4m \end{cases}$

$\Rightarrow \Delta x = x_2 - x_1 = -4 - 2 = -6\,m$

علامت جابه‌جایی جسم منفی است، یعنی جسم در این بازهٔ زمانی ۶ متر در جهت منفی محور x (افق) حرکت کرده است. بنابراین گزینهٔ (۲) درست است.

تست معادلهٔ مکان ـ زمان حرکت جسمی در SI به‌صورت $x = 3t^2 - 21t + 36$ است. این جسم دو بار از مبدأ محور عبور می‌کند. مدت زمان بین این دو عبور چند ثانیه است؟

۱) ۱ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۷

پاسخ: هنگام عبور جسم از مبدأ محور، مکان آن برابر صفر است. در این صورت داریم:

$$x = 0 \Rightarrow 3t^2 - 21t + 36 = 0 \Rightarrow t^2 - 7t + 12 = 0 \Rightarrow (t-3)(t-4) = 0 \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 3s \\ t_2 = 4s \end{cases}$$

در این‌صورت مدت زمان دو بار عبور متوالی از مبدأ محور برابر است با:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 4 - 3 = 1s$$

بنابراین گزینهٔ (۱) درست است.

تست معادلهٔ مکان ـ زمان دو متحرک A و B که در لحظهٔ $t = 0$ شروع به حرکت کرده‌اند، به‌صورت $x_A = 10t + 2$ و $x_B = 4t + 8$ است.

این دو متحرک .....

۱) یک بار به هم می‌رسند. ۲) دو بار به هم می‌رسند. ۳) از یک محل شروع به حرکت می‌کنند. ۴) به هم نمی‌رسند.

پاسخ: **برای آن‌که دو متحرک به هم برسند، باید در یک لحظه در یک مکان قرار داشته باشند.** در این صورت داریم:

$$x_A = x_B \Rightarrow 10t + 2 = 4t + 8 \Rightarrow 6t = 6 \Rightarrow t = 1s$$

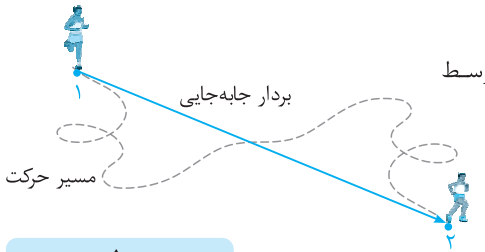
در این صورت دو متحرک در لحظهٔ $t = 1s$ در یک مکان قرار گرفته‌اند. توجه داشته باشید که در لحظهٔ شروع حرکت $(t = 0)$ مکان اولیه برای دو متحرک یکسان نیست. یعنی گزینهٔ (۳) نادرست و گزینهٔ (۱) درست است.

$t = 0 \Rightarrow x_A = +2m$

$t = 0 \Rightarrow x_B = +8m$

ب) سرعت متوسط ($\vec{v}_{av}$)

نسبت جابه‌جایی انجام‌شده به مدت زمان انجام جابه‌جایی را سرعت متوسط می‌گویند. سرعت متوسط کمیتی برداری است. یکای آن متر بر ثانیه (m/s) است که برحسب (km/h) نیز بیان می‌شود.



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

تذکر برای تبدیل یکای km/h به m/s از رابطهٔ روبه‌رو استفاده می‌کنیم:

$$1\,km/h \times \frac{10}{36} = 1\,m/s$$

تذکر در تبدیل یکای km/h به m/s می‌توانید از اعداد جدول روبه‌رو استفاده کنید:

km/h	m/s
۱۸	۵
۳۶	۱۰
۵۴	۱۵
۷۲	۲۰
۹۰	۲۵

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

telegram.me/medabook_com www.medabook.com
gajmarket

نکته ۱ سرعت متوسط کمیتی برداری است که همواره با بردار جابه‌جایی هم‌جهت است. (به دلیل آن‌که ضرب و تقسیم یک کمیت برداری در کمیتی عددی و مثبت، همواره برداری هم‌جهت با بردار اولیه است.)

نکته ۲ سرعت متوسط کمیتی پیوسته است و با توجه به رابطهٔ محاسبهٔ آن می‌توان نتیجه گرفت که این کمیت اطلاعاتی از نقاط میانی مسیر مشخص نمی‌کند.

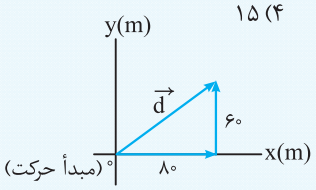
اگر سرعت متوسط جسمی در جابه‌جایی بین دو نقطه $۲۰\,km/h$ باشد، می‌توان نتیجه گرفت؛ جسم به طور متوسط در هر ساعت به اندازهٔ ۲۰ کیلومتر جابه‌جا شده است. در این صورت در هر لحظه جسم می‌تواند سرعت دلخواهی داشته باشد یا حتی جسم برای مدتی متوقف شده باشد.

نکته ۳ اگر جسم طوری حرکت کند که نقطهٔ شروع و پایان حرکت یکسان باشد، سرعت متوسط جسم در این حرکت صفر است.

تست **جسمی در جهت غرب به شرق ۸۰ متر و سپس از این نقطه ۶۰ متر به طرف شمال حرکت می‌کند. اگر کل زمان حرکت ۲۰ ثانیه باشد، سرعت متوسط جسم در کل حرکت چند متر بر ثانیه است؟**

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۱۲ ۴) ۱۵

پاسخ: با توجه به شکل، کل جابه‌جایی انجام‌شده برابر است با:



$$d = \sqrt{۶۰^۲ + ۸۰^۲} = ۱۰۰\,m$$

در این صورت با توجه به رابطهٔ سرعت متوسط داریم:

$$v_{av} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{۱۰۰}{۲۰} = ۵\,m/s$$

بنابراین گزینهٔ (۲) درست است.

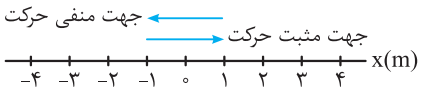
قرارداد: در کتاب درسی فیزیک سال دوازدهم، سرعت متوسط را برای حالت خاصی بررسی می‌کنیم که جسم در راستای خط راست حرکت کند.

در این صورت محور x ها را منطبق بر مسیر حرکت جسم در نظر گرفته و جابه‌جایی جسم $(\vec{d})$ را با (Δx) و سرعت متوسط را به‌صورت $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ در حل مسئله‌ها به کار می‌بریم.

نکته بنابر رابطهٔ محاسبهٔ سرعت متوسط:

آ ـ اگر جسم در جهت مثبت محور x حرکت کند، جابه‌جایی آن مثبت و سرعت متوسط آن نیز مثبت است.

ب ـ اگر جسم در جهت منفی محور x حرکت کند، جابه‌جایی آن منفی و سرعت متوسط آن نیز منفی است.



تست **خودرویی در لحظهٔ $t_۱ = ۲s$ در مکان $x_۱ = +۴m$ از مبدأ حرکت و در لحظهٔ $t_۲ = ۱۲s$ در مکان $x_۲ = -۱۶m$ از مبدأ محور قرار دارد. سرعت متوسط حرکت خودرو در این مدت چند m/s است؟**

۱) ۲+ ۲) ۱+ ۳) ۲- ۴) ۱-

پاسخ: با توجه به رابطهٔ محاسبهٔ سرعت متوسط داریم:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_۲ - x_۱}{\Delta t} = \frac{-۱۶ - (+۴)}{۱۲ - ۲} = \frac{-۲۰}{۱۰} = -۲\,m/s$$

یعنی اتومبیل به طور متوسط در هر ثانیه به اندازهٔ ۲ متر در جهت منفی محور x ها جابه‌جا شده است. بنابراین گزینهٔ (۳) درست است.

پ) تندی متوسط (s_{av})

نسبت مسافت پیموده‌شده به مدت زمان انجام آن را تندی متوسط می‌گویند. این کمیت، نرده‌ای است و همانند سرعت متوسط برای بیان آن از یکای متر بر ثانیه (m/s) یا کیلومتر بر ساعت (km/h) می‌توان استفاده کرد.

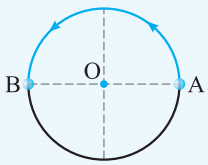
$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t}$$

اگر تندی متوسط در جابه‌جایی بین دو نقطه برابر $۱۴\,m/s$ باشد، می‌توان نتیجه گرفت، مسافت متوسط پیموده‌شده در هر ثانیه توسط جسم برابر $۱۴m$ است.

تست **جسمی روی محیط دایره‌ای به شعاع ۲۰ سانتی‌متر در مدت ۲ ثانیه، نصف دایره را می‌پیماید. تندی متوسط جسم در این جابه‌جایی چند cm/s است؟**

۱) $\frac{\pi}{۱۰}$ ۲) π ۳) ۱۰π ۴) $۰/۱\pi$

پاسخ: با توجه به شکل، طول مسیر پیموده‌شده از A تا B برابر نصف محیط دایره است.



در این صورت داریم:

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{\frac{۱}{۲}(۲\pi r)}{\Delta t} = \frac{\pi r}{\Delta t} = \frac{۲۰\pi}{۲} = ۱۰\pi\ cm/s \Rightarrow$$

گزینهٔ (۳) درست است.

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

telegram.me/medabook_com www.medabook.com
gajmarket

تست شناگری طول استخری را که اندازهٔ آن ۲۰ متر است به مدت ۱۵ ثانیه در مسیر رفت شنا می‌کند و در برگشت این مسیر را در مدت ۲۰ ثانیه بازمی‌گردد. تندی متوسط در کل حرکت شناگر چند m/s است؟

۱) $\frac{۸}{۷}$ ۲) ۱ ۳) $\frac{۷}{۸}$ ۴) صفر

پاسخ: طول کل مسیر پیموده‌شده توسط شناگر برابر ۴۰ متر است و این مسیر در مدت ۳۵ ثانیه پیموده شده است. در این صورت داریم:

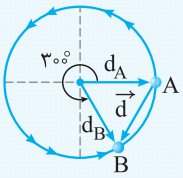
$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{۴۰}{۳۵} = \frac{۸}{۷} m/s$$

بنابراین گزینهٔ (۱) درست است.

تست جسمی روی دایره‌ای به شعاع r در حال حرکت است. اگر جسم زاویه‌ای به اندازهٔ ۳۰۰° را طی کند، تندی متوسط آن در این مسیر چند برابر سرعت متوسط است؟ ($\pi \simeq ۳$)

۱) ۲/۴ ۲) $\frac{۵}{۱۲}$ ۳) ۲/۵ ۴) ۵

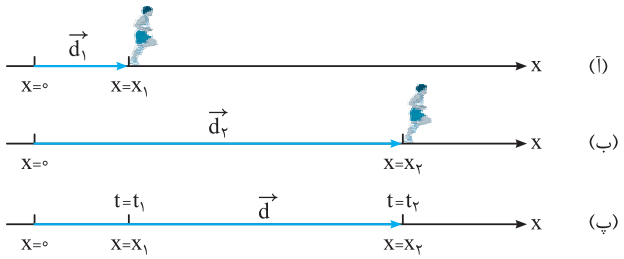
پاسخ: ابتدا جابه‌جایی جسم را حساب می‌کنیم. زاویهٔ بین دو بردار مکان برابر ۶۰° و اندازهٔ این دو بردار با شعاع دایره برابر است. در این صورت مثلث ایجادشده متساوی‌الاضلاع بوده ($d_A = d_B = d = r$) و جابه‌جایی با شعاع دایره برابر است. از طرفی مسافت پیموده‌شده با $\frac{۵}{۶}$ از محیط دایره برابر است، پس می‌توان نوشت:



$$\left.\begin{aligned} s_{av} &= \frac{l}{\Delta t} \\ v_{av} &= \frac{d}{\Delta t} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{s_{av}}{v_{av}} = \frac{l}{d} = \frac{\frac{۵}{۶} \times ۲ \times \pi \times r}{r} = ۵ \Rightarrow$$

گزینهٔ (۴) درست است.

تذکر اگر جسم بر روی خط راست حرکت کند، هنگامی اندازهٔ سرعت متوسط با تندی متوسط آن برابر است که جهت حرکت جسم تغییر نکند. برای نمونه در شکل زیر، اگر دونده همواره در جهت مثبت محور x حرکت کند، اندازهٔ تندی متوسط و سرعت متوسط بین هر دو لحظه با هم برابر است.



تست در جابه‌جایی بین دو نقطه تندی متوسط به‌صورت ۲km/h و سرعت متوسط به‌صورت ۲km/h گزارش شده است. کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست است؟ (برگرفته از کتاب درسی)

۱) مسیر حرکت جسم دایره‌ای شکل است.

۲) جسم در صفحهٔ مختصات به‌صورت دو بُعدی روی مسیر منحنی شکل حرکت می‌کند.

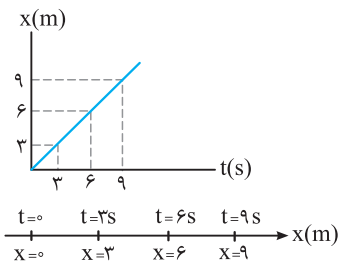
۳) مسیر حرکت جسم روی خط راست و بدون تغییر جهت است.

۴) اظهارنظر قطعی ممکن نیست.

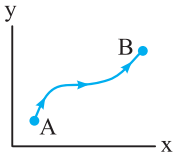
پاسخ: اگر جسم بر مسیر مستقیم، بدون تغییر جهت حرکت کند، تندی متوسط و سرعت متوسط آن با هم برابر است. بنابراین گزینهٔ (۳) درست است.

ت) نمودار مکان - زمان (x - t)

نمودار مکان - زمان، نموداری است که بر اساس معادلهٔ مکان ـ زمان حرکت جسم رسم می‌شود. نمودار مکان ـ زمان مشخص‌کنندهٔ مکان متحرک در هر لحظه است و مسیر حرکت را مشخص نمی‌کند. به نمودارهای روبه‌رو توجه کنید:



(آ)



(ب)

در نمودار (آ) جسم در حال حرکت روی محور افقی است و نمودار x - t در هر لحظه مکان جسم را مشخص کرده است. در صورتی‌که در نمودار (ب) مختصات حرکت جسم (x, y) در جابه‌جایی از A تا B (مسیر حرکت) مشخص شده است. یعنی در نمودار (ب) شکل مسیر حرکت جسم آورده شده است.

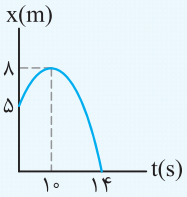
مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

telegram.me/medabook_com www.medabook.com
gajmarket

تعیین جابه‌جایی به کمک نمودار مکان- زمان: برای محاسبهٔ جابه‌جایی، مستقل از شکل نمودار، کافی است که مکان‌های آغازین و پایانی را مشخص کرده و از رابطهٔ جابه‌جایی $(\Delta x = x_2 - x_1)$ استفاده کنیم.

تست

نمودار مکان ـ زمان حرکت جسمی روی محور x مطابق شکل است. جابه‌جایی جسم در ۱۰ ثانیهٔ اول حرکت، چند برابر جابه‌جایی جسم در کل حرکت است؟



۱) $+0/6$ ۲) $-\frac{5}{3}$ ۳) $-0/6$ ۴) $+\frac{5}{3}$

پاسخ: با توجه به نمودار در ۱۰ ثانیهٔ اول حرکت داریم:

$$\left.\begin{matrix} t_1 = 0 \Rightarrow x_1 = +5m \\ t_2 = 10s \Rightarrow x_2 = +8m \end{matrix}\right\} \Rightarrow \Delta x = 8 - 5 = 3m$$

در کل حرکت می‌توان نوشت:

$$\left.\begin{matrix} t_1 = 0 \Rightarrow x_1 = +5m \\ t_2 = 14s \Rightarrow x_2 = 0 \end{matrix}\right\} \Rightarrow \Delta x_T = 0 - 5 = -5m$$

در این صورت داریم:

$$\frac{\Delta x}{\Delta x_T} = -\frac{3}{5} = -0/6$$

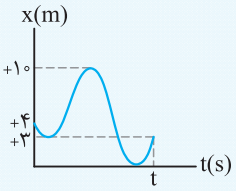
بنابراین گزینهٔ (۳) درست است.

تعیین مسافت به کمک نمودار مکان ـ زمان: برای محاسبهٔ مسافت، طول مسیر پیموده‌شده در بازهٔ زمانی مشخص‌شده را به وسیلهٔ نمودار مکان ـ زمان محاسبه می‌کنیم.

توجه کنید که نمودار مکان ـ زمان، شکل مسیر را مشخص نمی‌کند. در این‌صورت برای تعیین مسافت و جابه‌جایی در این نمودار، فقط محور x را در نظر می‌گیریم.

تست

نمودار مکان ـ زمان حرکت جسمی روی محور x مطابق شکل است. مسافت پیموده‌شده توسط جسم در کل حرکت چند متر است؟



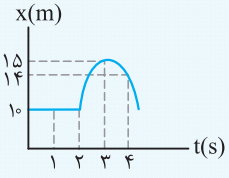
۱) ۱۴ ۲) ۱۷
۳) ۲۱ ۴) صفر

پاسخ: مسافت کمیتی عددی است و برای محاسبهٔ آن کافی است طول مسیر حرکت را حساب کنیم. در این صورت با توجه به شکل می‌توان نوشت:

$l = (4-3) + (10-3) + (10-0) + (3-0) \Rightarrow l = 21m \Rightarrow$ گزینهٔ (۳) درست است.

تست

نمودار مکان ـ زمان متحرکی که در حال حرکت بر محور افقی می‌باشد، مطابق شکل است. جابه‌جایی انجام‌شده در ثانیهٔ سوم و مسافت پیموده‌شده پس از ۴ ثانیه چند متر است؟



۱) $+5$ ، $+6$ ۲) $+6$ ، $+4$
۳) -5 ، -6 ۴) -6 ، -4

پاسخ: جابه‌جایی انجام‌شده در ثانیهٔ سوم برابر است با:

$$\Delta x = x_3 - x_2 = 15 - 10 = +5m$$

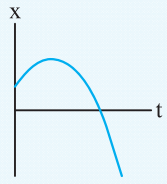
مسافت پیموده‌شده با طول مسیر پیموده‌شده برابر است. در این‌صورت می‌توان نوشت:

$$l = |\Delta x_{(0\to3)}| + |\Delta x_{(3\to4)}| = |15-10| + |14-15| = +6m$$

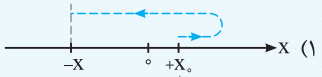
بنابراین گزینهٔ (۱) درست است.

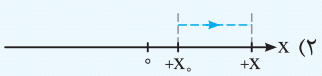
تست

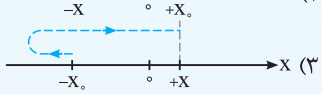
نمودار مکان ـ زمان حرکت جسمی مطابق شکل روبه‌رو است. کدام‌یک از گزینه‌ها مسیر حرکت جسم را درست نشان می‌دهد؟

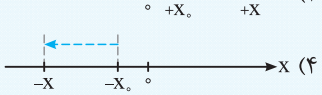


(برگرفته از کتاب درسی)

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

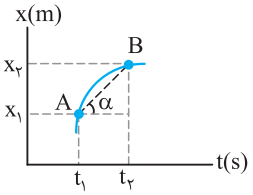
پاسخ: با توجه به نمودار مکان ـ زمان، جسم از مکان‌های مثبت در جهت مثبت محور x شروع به حرکت کرده است. سپس حرکت خود را در جهت منفی محور x ادامه داده است. بنابراین گزینهٔ (۱) درست است.

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

telegram.me/medabook_com www.medabook.com
gajmarket

تعیین سرعت متوسط به کمک نمودار مکان ـ زمان: اگر نمودار مکان ـ زمان متحرکی مشخص باشد، با توجه به رابطهٔ سرعت متوسط $(v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t})$ می‌توان نتیجه گرفت:

شیب خط واصل بین دو نقطه روی نمودار مکان ـ زمان با سرعت متوسط برابر است.

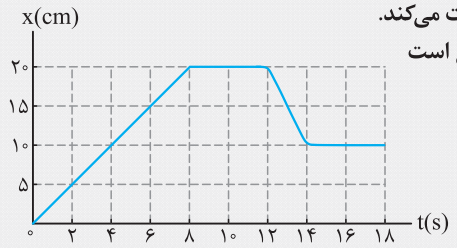


$$\text{شیب خط AB} = \tan\alpha = v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

در ریاضیات شیب خط را به‌صورت تانژانت زاویه‌ای که خط با جهت مثبت محور ایجاد می‌کند تعریف می‌کنند.

مثال

شکل مقابل نمودار مکان ـ زمان مورچه‌ای را نشان می‌دهد که در راستای محور x حرکت می‌کند.



آ) مدت زمانی که مورچه در جهت مثبت محور x حرکت می‌کند، چند برابر مدت زمانی است که مورچه در جهت منفی محور x حرکت می‌کند؟

ب) چه مدت زمانی مورچه ایستاده است؟

پ) در چه لحظه‌هایی فاصلهٔ مورچه از مبدأ برابر ۱۰ سانتی‌متر است؟

ت) سرعت متوسط مورچه در مدت زمان نشان داده‌شده چند cm/s است؟

ث) تندی متوسط مورچه در مدت زمان نشان داده‌شده چند cm/s است؟

پاسخ : آ) اگر جسمی در جهت مثبت محور حرکت کند، جابه‌جایی آن مثبت است. با توجه به نمودار در مدت ۸ ثانیه مورچه از مبدأ محور به مکان $x=+20\,cm$ رسیده است. بنابراین در مدت ۸ ثانیه مورچه در جهت محور حرکت کرده است.

از طرفی اگر جسم در جهت منفی محور حرکت کند، جابه‌جایی آن منفی است و به مبدأ محور نزدیک می‌شود. با توجه به نمودار در مدت ۲ ثانیه، یعنی از لحظهٔ $t_1=12s$ تا $t_2=14s$ جسم از مکان $x_1=+20cm$ به مکان $x_2=+10cm$ رسیده است، یعنی جابه‌جایی آن برابر با $\Delta x=x_2-x_1=10-20=-10cm$ است. پس می‌توان نتیجه گرفت:

$$\frac{\Delta t_{\text{حرکت در جهت مثبت محور}}}{\Delta t_{\text{حرکت در جهت منفی محور}}}=\frac{8}{2}=4$$

ب) اگر مکان جسم با گذشت زمان تغییر نکند، جسم حرکت نکرده است یا به عبارتی ایستاده (ساکن) است.

با توجه به نمودار در بازهٔ زمانی $t_1=8s$ تا $t_2=12s$ و $t_3=14s$ تا $t_4=18s$ مکان موچه تغییر نکرده است. پس می‌توان نتیجه گرفت:

$$\Delta t_{\text{ایستادن}}=(12-8)+(18-14)=4+4=8s$$

پ) با توجه به نمودار در لحظهٔ $t_1=4s$ و بازهٔ زمانی $t_2=14s$ تا $t_3=18s$ فاصلهٔ موچه از مبدأ محور برابر ۱۰ سانتی‌متر است.

ت) با توجه به رابطهٔ محاسبهٔ سرعت متوسط داریم:

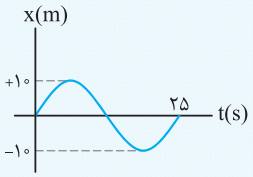
$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{x_2-x_1}{t_2-t_1}=\frac{10-0}{18-0}=\frac{5}{9}cm/s$$

ث) با توجه به رابطهٔ محاسبهٔ تندی متوسط داریم:

$$s_{av}=\frac{l}{\Delta t}=\frac{20+10}{18}=\frac{5}{3}cm/s$$

تست

نمودار مکان ـ زمان متحرکی مطابق شکل است. به ترتیب مسافت پیموده‌شده و سرعت متوسط جسم در ۲۵ ثانیهٔ اول حرکت کدام است؟



۱) ۴۰m ، صفر

۲) ۴۰m ، ۲/۵m/s

۳) ۲۰m ، صفر

۴) ۲۰m ، ۲/۵m/s

پاسخ : مسافت با طول مسیر پیموده‌شده برابر است. در این‌صورت داریم:

$$l=10+10+10+10=40m$$

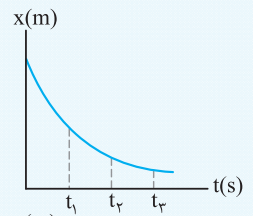
برای محاسبهٔ سرعت متوسط داریم:

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{x_2-x_1}{t_2-t_1}=\frac{0-0}{25-0}=0$$

بنابراین گزینهٔ (۱) درست است.

تست

نمودار مکان ـ زمان متحرکی که بر محور افقی حرکت می‌کند، مطابق شکل است. اندازهٔ سرعت متوسط متحرک در کدام بازهٔ زمانی بیش‌تر است؟



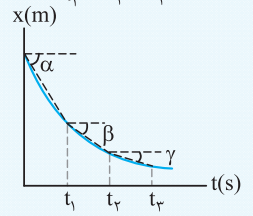
۱) t_2-t_3

۲) $0-t_3$

۳) t_1-t_2

۴) $0-t_1$

پاسخ : در نمودار مکان- زمان، شیب خط واصل بین دو لحظه مشخص‌کنندهٔ سرعت متوسط بین آن دو لحظه است. در بازهٔ زمانی صفر تا t_1، اندازهٔ شیب خط از بقیهٔ بازه‌ها بزرگ‌تر است. پس در این بازه، اندازهٔ سرعت متوسط متحرک از بقیهٔ بازه‌ها بیش‌تر است.



$$|\tan\alpha|>|\tan\beta|>|\tan\gamma| \Rightarrow |v_{av_{(0-t_1)}}|>|v_{av_{(t_1-t_2)}}|>|v_{av_{(t_2-t_3)}}|$$

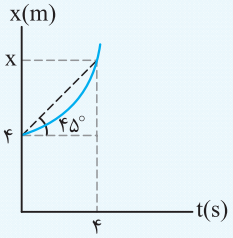
بنابراین گزینهٔ (۴) درست است.

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

telegram.me/medabook_com www.medabook.com
gajmarket

نکته در محاسبهٔ کمیت‌های فیزیکی هنگام استفاده از $\tan\alpha$، **مفهوم آن یعنی نسبت ضلع مقابل به مجاور زاویهٔ مورد نظر است و از مقدار تانژانت یک زاویه زمانی استفاده می‌کنیم که واحد روی محورها یکسان باشد.** برای نمونه اگر در سؤالی بیان شود هر واحد زمان از نظر اندازه برابر با هر واحد مکان از نظر اندازه است.

تست **نمودار مکان ـ زمان متحرکی مطابق شکل است. اگر محورها هم‌واحد باشند، متحرک در لحظهٔ $t = 4s$ در چه مکانی بر حسب متر قرار دارد؟**



۱) $2\sqrt{2}$ ۲) ۲
۳) $8\sqrt{2}$ ۴) ۸

پاسخ : با توجه به آن‌که محورها هم‌واحد هستند، می‌توان نوشت:

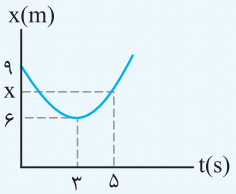
$$v_{av} = \tan 45^\circ = 1\,m/s$$

با استفاده از رابطهٔ سرعت متوسط داریم:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \Rightarrow 1 = \frac{x - 4}{4} \Rightarrow x = 8m$$

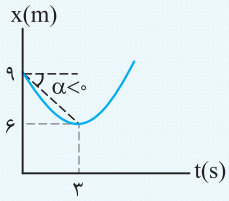
بنابراین گزینهٔ (۴) درست است.

تست **نمودار مکان ـ زمان متحرکی که بر مسیر مستقیم حرکت می‌کند، مطابق شکل است. سرعت متوسط متحرک در مدت زمانی که در جهت منفی محور حرکت می‌کند چند متر بر ثانیه است؟**



۱) $+1$ ۲) -2
۳) $+2$ ۴) -1

پاسخ : با توجه به نمودار، متحرک برای ۳ ثانیه در جهت منفی محور x حرکت می‌کند. در این صورت می‌توان نوشت:



$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{6 - 9}{3 - 0} = -1\,m/s \Rightarrow$$

گزینهٔ (۴) درست است.

نکات مربوط به نمودار مکان ـ زمان:

۱- به تعداد برخوردهای انجام‌شدهٔ منحنی مکان ـ زمان با محور زمان، جسم از مبدأ محور $(x = 0)$ عبور کرده است.

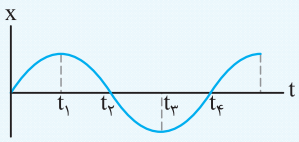
۲- اگر شیب خط واصل بین دو نقطه مثبت باشد، جسم در جهت مثبت محور x جابه‌جا شده است.

۳- اگر شیب خط واصل بین دو نقطه منفی باشد، جسم در جهت منفی محور x جابه‌جا شده است.

۴- اگر در یک بازهٔ زمانی، مکان نهایی اندازهٔ کوچک‌تری از مکان آغازین داشته باشد، جسم در حال نزدیک شدن به مبدأ محور است.

۵- اگر در یک بازهٔ زمانی، مکان نهایی اندازهٔ بزرگ‌تری از مکان آغازین داشته باشد، جسم در حال دور شدن از مبدأ محور است.

تست **نمودار مکان ـ زمان حرکت جسمی مطابق شکل روبه‌رو است.**



چند مورد از عبارت‌های زیر در مورد حرکت جسم درست است؟

آ) پس از شروع حرکت، جسم دو بار از مبدأ محور عبور می‌کند.

ب) سرعت متوسط جسم بین دو لحظهٔ t_2 و t_4 برابر صفر است.

پ) در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3، جسم در حال دور شدن از مبدأ محور است.

ت) علامت سرعت متوسط در کل حرکت منفی است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ : با توجه به نمودار مکان ـ زمان داده‌شده عبارت‌های (آ) تا (پ) درست و عبارت (ت) نادرست است.

آ) مکان جسم در لحظه‌های t_2 و t_4 برابر صفر است و به دلیل ادامهٔ حرکت جسم، دو بار جسم از مبدأ محور عبور می‌کند.

ب) مکان جسم در دو لحظهٔ t_2 و t_4 برابر صفر است. با توجه به رابطهٔ محاسبهٔ سرعت متوسط داریم:

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

پ) مکان جسم در لحظهٔ t_3، مقدار بیش‌تری از مکان جسم در لحظهٔ t_2 دارد. بنابراین جسم در حال دور شدن از مبدأ در جهت منفی محور x است.

ت) سرعت متوسط در کل حرکت مثبت است.

بنابراین گزینهٔ (۳) درست است.

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210