

فصل ۱

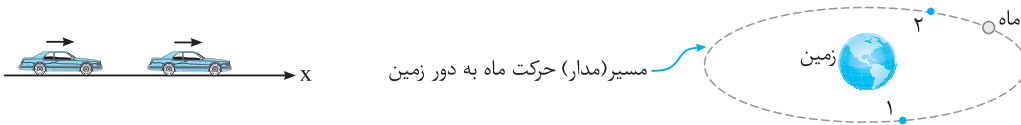
قسمت اول

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 - کرج و در خط سبقت در حال حرکت است یا به حرکت ماه به دور زمین دقت کنید که بر خط راست انجام نمی‌شود.



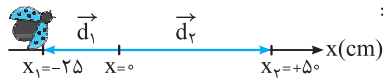
نمونه‌های بالا حرکت جسم را مشخص می‌کند، با این تفاوت که شکل حرکت جسم‌ها (مسیر حرکت) متفاوت است. به ساده‌ترین شکل حرکت جسم که بر مسیر مستقیم انجام می‌شود، **حرکت روی خط راست** (حرکت یک بُعدی) می‌گویند. برای بررسی حرکت یک جسم ابتدا مفاهیم زیر را در نظر می‌گیریم:

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:

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

برای نمونه دیگر فرض کنید، کفش دوزکی در جهت مثبت محور x در حال حرکت است و در لحظه‌های $t_1 = 0$ و $t_2 = 30\text{s}$ به ترتیب در مکان‌های $x_1 = -25\text{cm}$ و $x_2 = +50\text{cm}$ قرار دارد. در این صورت بردارهای مکان کفش دوزک به صورت زیر رسم می‌شوند:



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

نکات مربوط به بردار مکان

- ۱- بردار مکان مشخص‌کننده مکان جسم در یک لحظه است و در مورد حرکت جسم اطلاعاتی مشخص نمی‌کند.
 - ۲- اندازه بردار مکان در هر لحظه، فاصله 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 مکان آغازین جسم را به مکان 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 به صورت زیر می‌نویسیم:

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

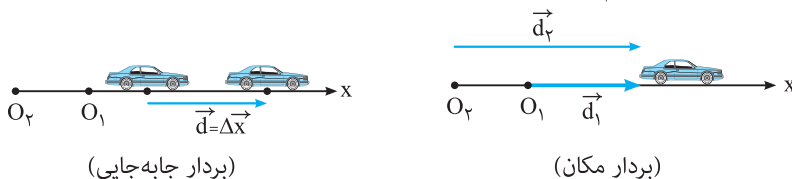
$$\vec{d} = \Delta y \vec{j} \Rightarrow \vec{d} = \Delta y \vec{j} \quad \text{جابه‌جایی قائم} \quad \Delta y = y_2 - y_1$$

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

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

یعنی جسم به اندازه 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.

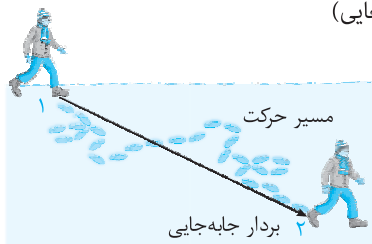


(بردار جابه‌جایی)

(بردار مکان)

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 به صورت منحنی است.



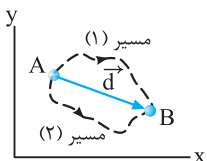
نکته همان‌طور که می‌دانیم حرکت پدیده‌ای نسبی است، در این صورت اگر مبدأ محور تغییر کند، مسیر حرکت نیز تغییر می‌کند.

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 کمیته برداری است و مقدار آن فقط به مکان آغازین و پایانی جسم بستگی دارد. اما مسافت پیموده‌شده (l) کمیته 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 نقطه A تا نقطه 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 این صورت داریم:

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

یعنی:

بنابراین گزینه (۲) درست است.

تست

متحرکی روی محیط دایره‌ای به شعاع R به اندازه 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 محاسبه جابه‌جایی، طول بردار \overline{AB} را حساب می‌کنیم. در این صورت داریم:

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

بنابراین گزینه (۴) درست است.

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؟ ($\pi = 3$)

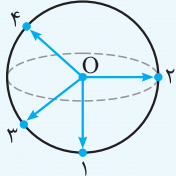
- (۱) ۱۲۰۰ ، ۱۲۰۰ (۲) صفر ، ۱۲۰۰ (۳) ۱۲۰۰ ، صفر (۴) صفر ، صفر

پاسخ: در مدت ۲۰ دقیقه متحرک دایره مسیر را ۲۰ بار می‌پیماید و به نقطه شروع حرکت می‌رسد. بنابراین جابه‌جایی انجام‌شده توسط آن در این مدت صفر است. مسافت پیموده‌شده در این مدت برابر است با:
 $I = 20 \times (2\pi R) = 20 \times 20\pi = 400\pi = 1200m$
 بنابراین گزینه (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. فاصله 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 مکان آغازین، مکان پایانی نیز قابل تغییر بوده و ثابت نیست. یعنی فاصله نهایی جسم از مبدأ مشخص نیست. به شکل دقت کنید. بنابراین گزینه (۴) درست است.

تذکر

در بررسی حرکت جسم محور زمان را می‌توان به صورت‌های زیر تقسیم‌بندی کرد:

یعنی منظور از ثانیه، بازه زمانی به اندازه یک واحد است.

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

دو ثانیه اول $0 \leq t \leq 2s$

دو ثانیه دوم $2s \leq t \leq 4s$

:

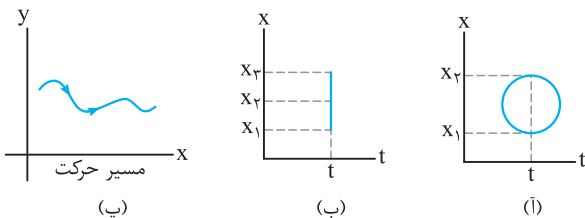
دو ثانیه nام $2n - 2 \leq t \leq 2n$

یعنی منظور از دو ثانیه، بازه زمانی به اندازه دو واحد است.

نتیجه منظور از T ثانیه nام بازه زمانی بین دو لحظه $t_1 = (n-1)T$ و لحظه $t_2 = nT$ است.

معادله مکان - زمان (معادله حرکت)

تابعی است که مکان جسم را در هر لحظه مشخص می‌کند. البته باید توجه داشت که در معادله 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 - زمان که با توجه به معادله حرکت رسم می‌شود، مانند شکل‌های (آ) و (ب) باشد.

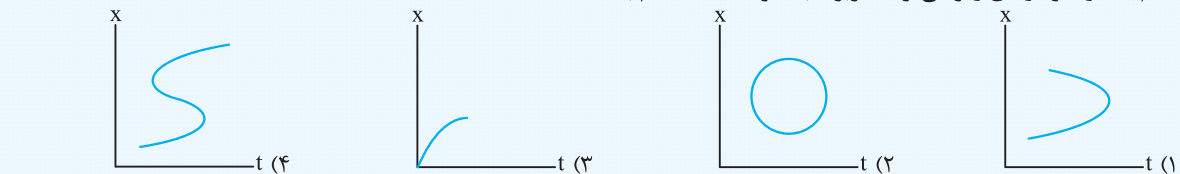


با توجه به نمودارها می‌توان نتیجه گرفت که جسم در یک لحظه در دو یا چند مکان قرار گرفته است که این نتیجه نمی‌تواند مربوط به یک جسم (ذره) باشد؛ یعنی چنین حرکت‌هایی در طبیعت وجود ندارد. اما در شکل (پ) مسیر حرکت جسم رسم شده است.

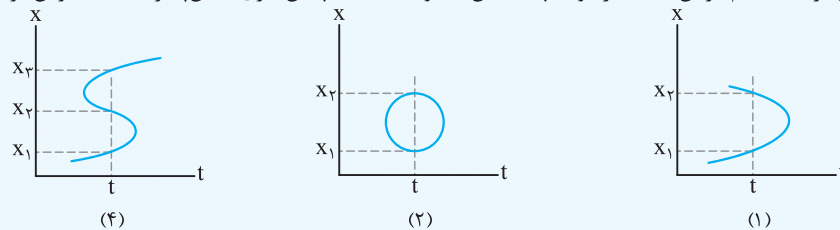
تست

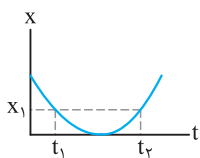
کدام یک از نمودارهای زیر می‌تواند مربوط به حرکت یک جسم باشد؟

(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 این صورت 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 گزینه (۳) درست است.





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

تست معادله مکان - زمان متحرکی در SI به صورت $x = t^2 - 5t + 2$ است. جابه‌جایی آن در دو ثانیه 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 معادله

مکان - زمان در هر لحظه می‌توان مکان جسم را مشخص کرد. در این صورت داریم:

$$\Delta x = x_{t_2} - x_{t_1} = -4 - 2 = -6 \text{ m}$$
 دو ثانیه اول $\begin{cases} t_1 = 0 \Rightarrow x_1 = +2 \text{ m} \\ t_2 = 2 \Rightarrow x_2 = (2)^2 - 5(2) + 2 = -4 \text{ m} \end{cases}$
 علامت جابه‌جایی جسم منفی است، یعنی جسم در این بازه زمانی ۶ متر در جهت منفی محور X (افق) حرکت کرده است. بنابراین گزینه (۲) درست است.

تست معادله مکان - زمان حرکت جسمی در SI به صورت $x = 3t^2 - 21t + 36$ 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:

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

 در این صورت مدت زمان دو بار عبور متوالی از مبدأ محور برابر است با:
 $\Delta t = t_2 - t_1 = 4 - 3 = 1 \text{ s}$
 بنابراین گزینه (۱) درست است.

تست معادله مکان - زمان دو متحرک A و B که در لحظه $t = 0$ شروع به حرکت کرده‌اند، به صورت $x_A = 10t + 2$ 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:

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

 در این صورت دو متحرک در لحظه $t = 1 \text{ s}$ در یک مکان قرار گرفته‌اند. توجه داشته باشید که در لحظه شروع حرکت ($t = 0$) مکان اولیه برای دو متحرک یکسان نیست. یعنی گزینه (۳) نادرست و گزینه (۱) درست است.
 $t = 0 \Rightarrow x_A = +2 \text{ m}$
 $t = 0 \Rightarrow x_B = +8 \text{ m}$



(با) سرعت متوسط (\vec{v}_{av})

نسبت جابه‌جایی انجام شده 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.

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

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

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

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

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 رابطه محاسبه آن می‌توان نتیجه گرفت که این کمیت اطلاعاتی از نقاط میانی مسیر مشخص نمی‌کند.

اگر سرعت متوسط جسمی در جابه‌جایی بین دو نقطه 20 km/h باشد، می‌توان نتیجه گرفت؛ جسم به طور متوسط در هر ساعت به اندازه 20 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 نقطه شروع و پایان حرکت یکسان باشد، سرعت متوسط جسم در این حرکت صفر است.

تست

جسمی در جهت غرب به شرق 80 متر و سپس از این نقطه 60 متر به طرف شمال حرکت می‌کند. اگر کل زمان حرکت 20 ثانیه باشد، سرعت متوسط جسم در کل حرکت چند متر بر ثانیه است؟

پاسخ: با توجه به شکل، کل جابه‌جایی انجام شده برابر است با:

$$d = \sqrt{60^2 + 80^2} = 100 \text{ m}$$

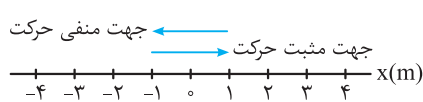
$$v_{av} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{100}{20} = 5 \text{ m/s}$$

در این صورت با توجه به رابطه سرعت متوسط داریم:

بنابراین گزینه (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 به صورت $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ در حل مسئله‌ها به کار می‌بریم.

نکته بنا بر رابطه محاسبه سرعت متوسط:



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

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

تست

خودرویی در لحظه $t_1 = 2 \text{ s}$ در مکان $x_1 = +4 \text{ m}$ از مبدأ حرکت و در لحظه $t_2 = 12 \text{ s}$ در مکان $x_2 = -16 \text{ m}$ از مبدأ محور قرار دارد. سرعت متوسط حرکت خودرو در این مدت چند m/s است؟

پاسخ: با توجه به رابطه محاسبه سرعت متوسط داریم:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{\Delta t} = \frac{-16 - (+4)}{12 - 2} = \frac{-20}{10} = -2 \text{ m/s}$$

یعنی اتومبیل به طور متوسط در هر ثانیه به اندازه 2 متر در جهت منفی محور x ها جابه‌جا شده است. بنابراین گزینه (۳) درست است.

پ) تندی متوسط (s_{av})

نسبت مسافت پیموده شده 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 سرعت (km/h) می‌توان استفاده کرد.

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

اگر تندی متوسط در جابه‌جایی بین دو نقطه برابر 14 m/s باشد، می‌توان نتیجه گرفت، مسافت متوسط پیموده شده در هر ثانیه توسط جسم برابر 14 m است.

تست

جسمی روی محیط دایره‌ای به شعاع 20 سانتی‌متر در مدت 2 ثانیه، نصف دایره را می‌پیماید. تندی متوسط جسم در این جابه‌جایی چند cm/s است؟

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

در این صورت داریم:

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{\frac{1}{2}(\pi r)}{\Delta t} = \frac{\pi r}{\Delta t} = \frac{20\pi}{2} = 10\pi \text{ cm/s} \Rightarrow$$

گزینه (۳) درست است.

تست

شناگری طول استخری را که اندازه 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) $\frac{\lambda}{\gamma}$ (۲) ۱ (۳) $\frac{\gamma}{\lambda}$ (۴) صفر

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

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{40}{35} = \frac{\lambda}{\gamma} \text{ m/s}$$

بنابراین گزینه (۱) درست است.

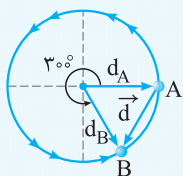
تست

جسمی روی دایره‌ای به شعاع r در حال حرکت است. اگر جسم زاویه‌ای به اندازه 30° را طی کند، تندی متوسط آن در این مسیر چند برابر سرعت متوسط است؟ ($\pi \approx 3$)

- (۱) $\frac{2}{4}$ (۲) $\frac{5}{12}$ (۳) $\frac{2}{5}$ (۴) ۵

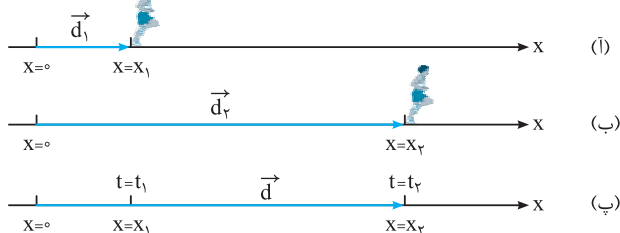
پاسخ: ابتدا جابه‌جایی جسم را حساب می‌کنیم. زاویه بین دو بردار مکان برابر 60° و اندازه این دو بردار با شعاع دایره برابر است. در این صورت مثلث

ایجاد شده متساوی‌الاضلاع بوده ($d_A = d_B = d = r$) و جابه‌جایی با شعاع دایره برابر است. از طرفی مسافت پیموده شده با $\frac{5}{6}$ از محیط دایره برابر است، پس می‌توان نوشت:



$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{s_{av}}{v_{av}} = \frac{l}{d} = \frac{\frac{5}{6} \times 2 \times \pi \times r}{r} = 5 \Rightarrow \text{گزینه (۴) درست است.}$$

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



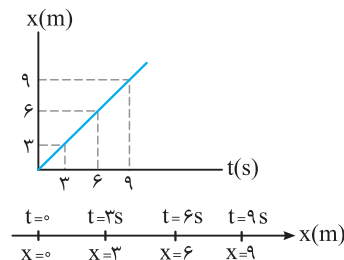
تست

در جابه‌جایی بین دو نقطه تندی متوسط به صورت 2 km/h و سرعت متوسط به صورت 2 km/h گزارش شده است. کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟

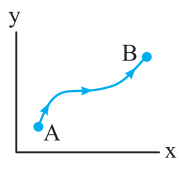
- (۱) مسیر حرکت جسم دایره‌ای شکل است.
 (۲) جسم در صفحه مختصات به صورت دو بُعدی روی مسیر منحنی شکل حرکت می‌کند.
 (۳) مسیر حرکت جسم روی خط راست و بدون تغییر جهت است.
 (۴) اظهار نظر قطعی ممکن نیست.

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

ت نمودار مکان - زمان ($x - t$)



(آ)



(ب)

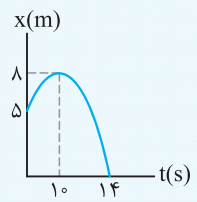
نمودار مکان - زمان، نموداری است که بر اساس معادله مکان - زمان حرکت جسم رسم می‌شود. نمودار مکان - زمان مشخص‌کننده مکان متحرک در هر لحظه است و مسیر حرکت را مشخص نمی‌کند. به نمودارهای روبه‌رو توجه کنید:

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 صورتی که 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.

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

تست

نمودار مکان - زمان حرکت جسمی روی محور X مطابق شکل است. جابه‌جایی جسم در ۱۰ ثانیه 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 ثانیه اول حرکت داریم:

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

در کل حرکت می‌توان نوشت:

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

در این صورت داریم:

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

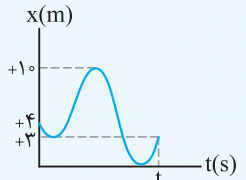
بنابراین گزینه (۳) درست است.

تعیین مسافت به کمک نمودار مکان - زمان: برای محاسبه مسافت، طول مسیر پیموده‌شده در بازه زمانی مشخص شده را به وسیله نمودار مکان - زمان محاسبه می‌کنیم.

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

تست

نمودار مکان - 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

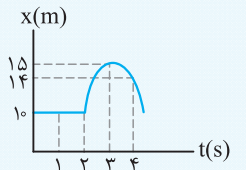
پاسخ: مسافت کمیته عددی است و برای محاسبه آن کافی است طول مسیر حرکت را حساب کنیم. در این صورت با توجه به شکل می‌توان نوشت:

$$l = (4 - 3) + (10 - 3) + (10 - 0) + (3 - 0) \Rightarrow l = 21m \Rightarrow$$

گزینه (۳) درست است.

تست

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



(۱) $+5, +6$ (۲) $+4, +6$ (۳) $-5, -6$ (۴) $-4, -6$

پاسخ: جابه‌جایی انجام‌شده در ثانیه سوم برابر است با:

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

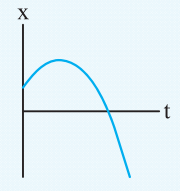
مسافت پیموده‌شده با طول مسیر پیموده‌شده برابر است. در این صورت می‌توان نوشت:

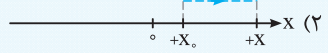
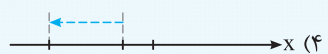
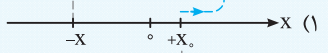

$$l = |\Delta x_{(0-2)}| + |\Delta x_{(2-4)}| = |15 - 10| + |14 - 15| = +6m$$

بنابراین گزینه (۱) درست است.

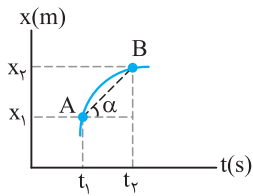
تست

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



(۱)  (۲)  (۳)  (۴) 

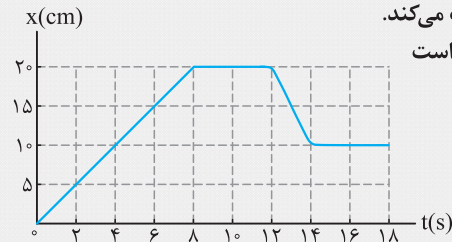
پاسخ: با توجه به نمودار مکان - زمان، جسم از مکان‌های مثبت در جهت مثبت محور X شروع به حرکت کرده است. سپس حرکت خود را در جهت منفی محور X ادامه داده است. بنابراین گزینه (۱) درست است.



تعیین سرعت متوسط به کمک نمودار مکان - زمان: اگر نمودار مکان - زمان متحرکی مشخص باشد، با توجه به رابطه سرعت متوسط $(v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t})$ می توان نتیجه گرفت: شیب خط واصل بین دو نقطه روی نمودار مکان - زمان با سرعت متوسط برابر است.

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

در ریاضیات شیب خط را به صورت تانژانت زاویه‌ای که خط با جهت مثبت محور ایجاد می کند تعریف می کنند.



شکل مقابل نمودار مکان - زمان مورچه‌ای را نشان می دهد که در راستای محور X حرکت می کند.

(آ) مدت زمانی که مورچه در جهت مثبت محور X حرکت می کند، چند برابر مدت زمانی است که مورچه در جهت منفی محور X حرکت می کند؟

(ب) چه مدت زمانی مورچه ایستاده است؟

(پ) در چه لحظه‌هایی فاصله مورچه از مبدأ برابر ۱۰ سانتی متر است؟

(ت) سرعت متوسط مورچه در مدت زمان نشان داده شده چند cm/s است؟

(ث) تندی متوسط مورچه در مدت زمان نشان داده شده 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 $x = +20 \text{ cm}$ 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 می شود. با توجه به نمودار در مدت ۲ ثانیه، یعنی از لحظه $t_1 = 12 \text{ s}$ تا $t_2 = 14 \text{ s}$ جسم از مکان $x_1 = +20 \text{ cm}$ به مکان $x_2 = +10 \text{ cm}$ رسیده است، یعنی جابه‌جایی آن برابر با $\Delta x = x_2 - x_1 = 10 - 20 = -10 \text{ cm}$ است. پس می توان نتیجه گرفت:

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

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

با توجه به نمودار در بازه زمانی $t_1 = 8 \text{ s}$ تا $t_2 = 12 \text{ s}$ و $t_3 = 14 \text{ s}$ تا $t_4 = 18 \text{ s}$ مکان مورچه تغییر نکرده است. پس می توان نتیجه گرفت:

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

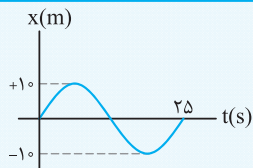
(پ) با توجه به نمودار در لحظه $t_1 = 4 \text{ s}$ و بازه زمانی $t_2 = 14 \text{ s}$ تا $t_3 = 18 \text{ s}$ فاصله مورچه از مبدأ محور برابر ۱۰ سانتی متر است.

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

(ت) با توجه به رابطه محاسبه سرعت متوسط داریم:

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

(ث) با توجه به رابطه محاسبه تندی متوسط داریم:



نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل است. به ترتیب مسافت پیموده شده و سرعت متوسط جسم در ۲۵ ثانیه اول حرکت کدام است؟

(۱) ۴۰m ، صفر

(۲) ۲/۵m/s ، ۴۰m

(۳) ۲۰m ، صفر

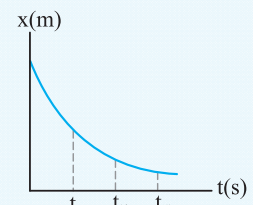
پاسخ: مسافت با طول مسیر پیموده شده برابر است. در این صورت داریم:

$$l = 10 + 10 + 10 + 10 = 40 \text{ m}$$

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

برای محاسبه سرعت متوسط داریم:

بنابراین گزینه (۱) درست است.



نمودار مکان - زمان متحرکی که بر محور افقی حرکت می کند، مطابق شکل است. اندازه سرعت متوسط متحرک در کدام بازه زمانی بیش تر است؟

(۱) $t_2 - t_3$

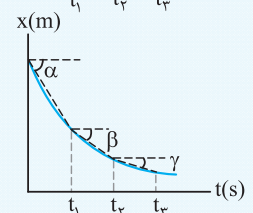
(۲) $t_3 - t_1$

(۳) $t_1 - t_2$

پاسخ: در نمودار مکان - زمان، شیب خط واصل بین دو لحظه مشخص کننده سرعت متوسط بین آن دو لحظه است. در بازه زمانی صفر تا t_1 ، اندازه شیب خط از بقیه بازه‌ها بزرگ تر است. پس در این بازه، اندازه سرعت متوسط متحرک از بقیه بازه‌ها بیش تر است.

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

بنابراین گزینه (۴) درست است.



نکته در محاسبه کمیت‌های فیزیکی هنگام استفاده از $\tan \alpha$ ، مفهوم آن یعنی نسبت ضلع مقابل به مجاور زاویه 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-زمان متحرکی مطابق شکل است. اگر محورها هم‌واحد باشند، متحرک در لحظه $t = 4s$ در چه مکانی بر حسب متر قرار دارد؟

۲ (۲)	۲√۲ (۱)
۸ (۴)	۸√۲ (۳)

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

با استفاده از رابطه سرعت متوسط داریم:
بنابراین گزینه (۴) درست است.

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

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \Rightarrow 1 = \frac{x - 0}{4} \Rightarrow x = 4 \text{ m}$$

تست

نمودار مکان-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؟

-۲ (۲)	+۱ (۱)
-۱ (۴)	+۲ (۳)

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

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{6 - 9}{3 - 0} = -1 \text{ m/s} \Rightarrow \text{گزینه (۴) درست است.}$$

نکات مربوط به نمودار مکان-زمان:

- به تعداد برخوردهای انجام‌شده منحنی مکان-زمان با محور زمان، جسم از مبدأ محور ($x = 0$) عبور کرده است.
- اگر شیب خط واصل بین دو نقطه مثبت باشد، جسم در جهت مثبت محور X جابه‌جا شده است.
- اگر شیب خط واصل بین دو نقطه منفی باشد، جسم در جهت منفی محور X جابه‌جا شده است.
- اگر در یک بازه زمانی، مکان نهایی اندازه کوچک‌تری از مکان آغازین داشته باشد، جسم در حال نزدیک شدن به مبدأ محور است.
- اگر در یک بازه زمانی، مکان نهایی اندازه بزرگ‌تری از مکان آغازین داشته باشد، جسم در حال دور شدن از مبدأ محور است.

تست

نمودار مکان-زمان حرکت جسمی مطابق شکل روبه‌رو است. چند مورد از عبارات‌های 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 لحظه t_1 و t_4 برابر صفر است. (پ) در بازه زمانی t_1 تا t_3 ، جسم در حال دور شدن از مبدأ محور است. (ت) علامت سرعت متوسط در کل حرکت منفی است.

۴ (۴)	۳ (۳)	۲ (۲)	۱ (۱)
-------	-------	-------	-------

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

(آ) مکان جسم در لحظه‌های t_1 و t_4 برابر صفر است و به دلیل ادامه حرکت جسم، دو بار جسم از مبدأ محور عبور می‌کند.

(ب) مکان جسم در دو لحظه t_1 و t_4 برابر صفر است. با توجه به رابطه محاسبه سرعت متوسط داریم:

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

(پ) مکان جسم در لحظه t_3 ، مقدار بیش‌تری از مکان جسم در لحظه t_1 دارد. بنابراین جسم در حال دور شدن از مبدأ محور X است.

(ت) سرعت متوسط در کل حرکت مثبت است. بنابراین گزینه (۳) درست است.

فصل ۱

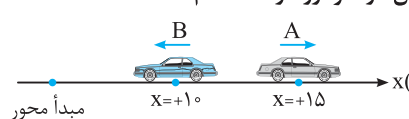
حرکت بر خط راست

◀ قسمت اول: شناخت حرکت ▶

(آ) بردار مکان، جابه‌جایی و مسافت

⊙ تو قدم اول تستایی رو تمرین می‌کنیم که مفاهیم اولیه رو بررسی می‌کنن. برای ادامه کار این مفاهیم خیلی مهمن!

۱. ☆ مطابق شکل دو خودروی A و B روی محور x در یک لحظه نشان داده شده‌اند. بردار مکان این دو خودرو در SI کدام است؟



(۱) $+15\hat{i}$, $+10\hat{i}$

(۲) $+15\hat{i}$, $+10\hat{i}$

(۳) $-10\hat{i}$, $-15\hat{i}$

(۴) $+10\hat{i}$, $+15\hat{i}$

۲. در سؤال قبل اگر مبدأ محور به نقطه $x = -2m$ منتقل شود، بردار مکان خودروی B در کدام گزینه درست بیان شده است؟

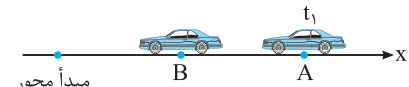
(۱) $+12\hat{i}$

(۲) $-2\hat{i}$

(۳) $-12\hat{i}$

(۴) $+2\hat{i}$

۳. ☆ خودرویی مطابق شکل روی محور افقی در حال حرکت بین دو نقطه A و B است. کدام یک از گزینه‌های زیر بردار مکان در لحظه t_1 و بردار جابه‌جایی خودرو را به ترتیب از راست به چپ درست نشان می‌دهند؟



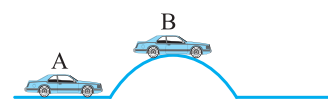
(۱) \leftarrow, \leftarrow

(۲) \rightarrow, \leftarrow

(۳) \rightarrow, \rightarrow

(۴) \leftarrow, \rightarrow

۴. خودرویی مطابق شکل از روی پلی در حال عبور است. کدام گزینه بردار جابه‌جایی خودرو بین دو نقطه A و B را درست نشان می‌دهد؟




(۱) \rightarrow

(۲) \nearrow

(۳) \leftarrow

(۴) \swarrow

۵. ☆ شکل مقابل شخصی را نشان می‌دهد که روی محور x از نقطه A به نقطه B می‌رسد، سپس برمی‌گردد و به نقطه C می‌رسد. در کدام گزینه بردار جابه‌جایی و مسیر حرکت شخص درست رسم شده است؟



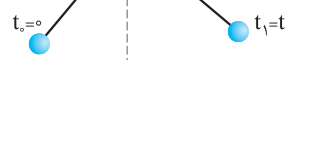
(۱) \leftarrow, \leftarrow

(۲) \leftarrow, \rightarrow

(۳) \leftarrow, \rightarrow

(۴) \rightarrow, \rightarrow

۶. گلوله‌ای به جرم m را از نخ به طول l آویزان می‌کنیم. سپس گلوله را از حال تعادل خارج کرده و پرتاب می‌کنیم. اگر حرکت گلوله مطابق شکل باشد، کدام گزینه بردار جابه‌جایی و مسیر حرکت آن را بین دو لحظه مشخص شده درست نشان می‌دهد؟



(۱) \rightarrow

(۲) \nearrow

(۳) \rightarrow

(۴) \rightarrow

۷. ☆ رابطه بین مکان و زمان جسمی که روی خط راست حرکت می‌کند در SI به صورت $x = (t-1)^2$ است. مسافت پیموده‌شده توسط جسم پس از ۳ ثانیه چند متر است؟

- ۴ (۴)
۵ (۳)
۲ (۲)
۱ (۱)

۸.★ رابطه بین مکان و زمان جسمی که در راستای محور x حرکت می‌کند در SI به صورت $x = -t^2 + 4t - 4$ است. کدام گزینه در مورد حرکت جسم درست است؟

- (۱) جسم همواره در جهت منفی محور x حرکت می‌کند.
- (۲) بردار جابه‌جایی جسم در جهت منفی محور x است.
- (۳) در هر بازه زمانی دلخواه، جابه‌جایی و مسافت پیموده‌شده با هم برابر است.
- (۴) جسم مدتی در جهت منفی محور x و مدتی در جهت مثبت محور x حرکت می‌کند.

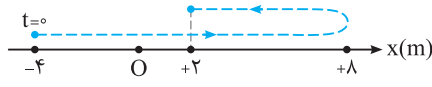
۹. کدام یک از عبارتهای زیر در مورد بردار مکان نادرست است؟

- (۱) اندازه بردار مکان، فاصله جسم از مبدأ محور را مشخص می‌کند.
- (۲) بردار مکان با تغییر مبدأ محور، ثابت می‌ماند.
- (۳) بردار مکان جابه‌جایی در مورد بردار جابه‌جایی نادرست است؟
- (۴) برداری است که ابتدای آن مکان اولیه و انتهای آن مکان نهایی جسم است.

۱۰.★ کدام یک از عبارتهای زیر در مورد بردار جابه‌جایی نادرست است؟

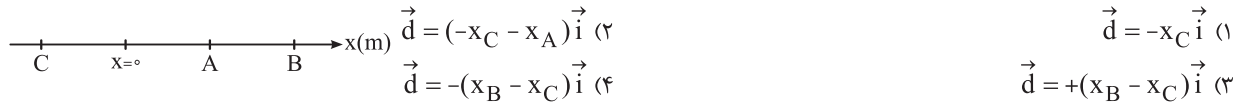
- (۱) برداری است که ابتدای آن مکان اولیه و انتهای آن مکان نهایی جسم است.
- (۲) بردار جابه‌جایی به مبدأ محور بستگی دارد.
- (۳) اندازه بردار جابه‌جایی با مسافت پیموده‌شده می‌تواند برابر باشد.
- (۴) جهت بردار جابه‌جایی، جهت حرکت جسم را همواره مشخص نمی‌کند.

۱۱. جسمی روی محور x مطابق شکل حرکت می‌کند. جابه‌جایی جسم چند متر است؟



- (۱) +۶
- (۲) +۲
- (۳) -۲
- (۴) -۶

۱۲. متحرکی روی محور افقی از نقطه A به نقطه B و در نهایت به نقطه C می‌رسد. بردار جابه‌جایی کدام است؟



- (۱) $\vec{d} = -x_C \vec{i}$
- (۲) $\vec{d} = (-x_C - x_A) \vec{i}$
- (۳) $\vec{d} = +(x_B - x_C) \vec{i}$
- (۴) $\vec{d} = -(x_B - x_C) \vec{i}$

۱۳.★ جسمی از مبدأ محور ابتدا ۱۰ متر به سمت شمال حرکت کرده و پس از آن ۵ متر به سمت جنوب حرکت می‌کند. سپس به طرف شمال به اندازه d جابه‌جا می‌شود. اگر مسافت پیموده‌شده توسط جسم برابر ۲۷ متر باشد، بردار جابه‌جایی (\vec{d}) کدام است؟

- (۱) $-17\vec{j}$
- (۲) $+17\vec{j}$
- (۳) $+17\vec{j}$
- (۴) $-17\vec{j}$

۱۴.★ رابطه بین مکان و زمان خودرویی که روی خط راست حرکت می‌کند در SI به صورت $x = t^2 + t - 1$ است. در ثانیه سوم حرکت، جابه‌جایی انجام‌شده توسط خودرو چند متر است؟

- (۱) ۱
- (۲) ۵
- (۳) ۱۶
- (۴) ۶

۱۵. شخصی برای حرکت بین دو نقطه در راه‌پله ساختمانی مجبور به حرکت روی ۱۵ پله است. اگر عرض هر پله ۳۰ سانتی‌متر و ارتفاع آن برابر ۲۰ سانتی‌متر باشد، جابه‌جایی شخص چند متر است؟

- (۱) $13\sqrt{15}$
- (۲) $15\sqrt{13}$
- (۳) $7/5$
- (۴) $1/5$

۱۶.★ جسمی روی محور x حرکت می‌کند و رابطه مکان-زمان آن در SI به صورت $x = t^2 - t + 4$ است. جابه‌جایی جسم در ۳ ثانیه دوم حرکت چند متر است؟

- (۱) ۱۰
- (۲) ۳۴
- (۳) ۲۲
- (۴) ۲۴

۱۷. خودرویی از مبدأ محور شروع به حرکت می‌کند و سه جابه‌جایی متوالی ۱۰، ۱۵ و ۲۰ متر را در جهت مثبت محور انجام می‌دهد. سپس حرکت خود را در جهت منفی محور ادامه می‌دهد و در نهایت ۶۲ متر مسافت را می‌پیماید. بردار جابه‌جایی نهایی جسم در SI کدام است؟

- (۱) $+17\vec{i}$
- (۲) $+28\vec{i}$
- (۳) $+31\vec{i}$
- (۴) $-17\vec{i}$

۱۸.★ جسمی از نقطه $A(1,0)$ به نقطه $B(4,1)$ و سپس به نقطه $C(4,5)$ می‌رسد. این جسم از نقطه A تا نقطه C در چه جهتی جابه‌جا شده است و مسافت پیموده‌شده توسط آن چند متر است؟

- (۱) $5m$ ، 53°
- (۲) $7m$ ، 53°
- (۳) $5m$ ، 37°
- (۴) $7m$ ، 37°

۱۹. طول استخری برابر ۲۰ متر است. شناگری در مبدأ زمان از وسط استخر در جهت مثبت محور بر مسیر مستقیم شروع به حرکت می‌کند تا لحظه‌ای که به انتهای استخر در جهت منفی محور برسد، مسافت پیموده‌شده چند برابر جابه‌جایی انجام‌شده است؟

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

۲۰☆ شخصی از ۱۰ متری مبدأ محور و روی محور x ابتدا ۴ متر به سمت شرق حرکت می‌کند. سپس ۳ متر روی محور y به سمت شمال حرکت می‌کند. اندازه جابه‌جایی انجام‌شده توسط شخص و جهت حرکت در کدام گزینه درست آمده است؟

- (۱) ۳۷° ، $۷m$ (۲) ۳۷° ، $۵m$ (۳) ۵۳° ، $۵m$ (۴) ۵۳° ، $۷m$

۲۱☆ جسمی روی دایره‌ای به شعاع ۲ متر در هر ۱۰ ثانیه یک بار دایره‌ی مسیر را طی می‌کند. در مدت زمان $\frac{1}{6}$ ثانیه، مسافت پیموده‌شده توسط آن چند متر است؟

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

۲۲☆ جسمی را به طنابی به طول L بسته‌ایم و در یک صفحه افقی روی مسیر دایره‌ای می‌چرخانیم. در مدتی که جسم $\frac{1}{3}$ از محیط دایره را طی می‌کند، مسافتی به اندازه ۱۰ متر پیموده است. جابه‌جایی جسم در این مدت چند متر است؟ ($\pi \approx 3$)

- (۱) ۵ (۲) $10\sqrt{3}$ (۳) ۱۰ (۴) $5\sqrt{3}$

۲۳☆ نقطه‌ای روی محیط چرخ خودرویی و در تماس با زمین قرار دارد. اگر شعاع چرخ خودرو ۵۰ سانتی‌متر باشد، زمانی که چرخ خودرو نیم دور بچرخد، این نقطه چند سانتی‌متر جابه‌جا می‌شود؟ ($\pi^2 = 10$)

- (۱) $50\sqrt{14}$ (۲) $50\sqrt{26}$ (۳) $100\sqrt{26}$ (۴) $2\sqrt{26}$

۲۴ معادله حرکت متحرکی روی محور x در SI به صورت $x = t^3 - t + 2$ است. متحرک در لحظه $t = 1s$ در چه فاصله‌ای از نقطه شروع حرکت قرار گرفته است؟

- (۱) ۲ (۲) صفر (۳) ۴ (۴) ۳

(ب) سرعت متوسط (v_{av})

○ برای حرکت باید برونیم جسم جابه‌جایی‌ها رو بطوری انجام می‌ده، بفاصله همین از مفهوم سرعت متوسط استفاده می‌کنیم.

۲۵ دو متحرک A و B روی محور x در حال حرکت هستند. جدول داده‌شده مکان جسم در مدت ۳ ثانیه را نشان می‌دهد. در این صورت اندازه سرعت متوسط متحرک A از B است و متحرک B در جهت محور حرکت می‌کند. (برگرفته از کتاب درسی)

مکان پایانی	مکان آغازین	
$-7\vec{i}$	$+2\vec{i}$	متحرک A
$+16\vec{i}$	$+4\vec{i}$	متحرک B

- (۱) کم‌تر - منفی (۲) بیش‌تر - مثبت (۳) بیش‌تر - منفی (۴) کم‌تر - مثبت

۲۶☆ با توجه به داده‌های جدول زیر، سرعت متوسط متحرک A در مدت ۳ ثانیه از سرعت متوسط متحرک B و متحرک A و متحرک B است. (برگرفته از کتاب درسی)

مکان آغازین	مکان نهایی	مسافت	
$-4\vec{i}$	$-11\vec{i}$	۲۰m	متحرک A
$+3\vec{i}$	$-12\vec{i}$	۱۵m	متحرک B

- (۱) کم‌تر - دارای تغییر جهت - دارای تغییر جهت (۲) کم‌تر - دارای تغییر جهت - فاقد تغییر جهت (۳) بیش‌تر - دارای تغییر جهت - فاقد تغییر جهت (۴) بیش‌تر - فاقد تغییر جهت - دارای تغییر جهت

۲۷☆ دو خودروی A و B از مسیرهای متفاوتی بین دو نقطه حرکت می‌کنند. کدام یک از کمیت‌های زیر برای دو خودرو یکسان است؟ (۱) تندی متوسط (۲) سرعت متوسط (۳) مسافت (۴) جابه‌جایی

۲۸☆ سرعت متوسط خودرویی در جابه‌جایی بین دو نقطه A و B برابر 25 km/h است. کدام یک از جملات زیر قطعاً درست است؟ (۱) خودرو در جابه‌جایی بین این دو نقطه توقف نکرده است. (۲) سرعت خودرو حداقل یک بار 25 km/h است. (۳) فاصله بین دو نقطه از 25 km بیش‌تر نیست. (۴) خودرو همواره با سرعت 25 km/h حرکت کرده است.

۲۹ معادله حرکت متحرکی در SI به صورت $x = 0.25 + \sin \pi t$ است. سرعت متوسط آن در ۵ ثانیه اول حرکت چند متر بر ثانیه است؟ (kg) (۱) صفر (۲) 0.05 (۳) 0.25 (۴) 0.15

۳۰☆ مکان متحرکی روی محور x در لحظه $t = 2s$ برابر $8m$ و در لحظه $t = 10s$ برابر $-16m$ می‌باشد. سرعت متوسط متحرک در این مدت چند m/s است؟ (kg) (۱) -3 (۲) -2 (۳) ۱ (۴) ۲

۳۱. معادله حرکت جسمی در SI به صورت $x = 2t^2 - 4t + 8$ است. بردار سرعت متوسط جسم در بازه زمانی $t_1 = 1s$ تا $t_2 = 2s$ در SI کدام است؟

(۱) \vec{i} (۲) $2\vec{i}$ (۳) $-\vec{i}$ (۴) $-2\vec{i}$

۳۲. معادله مکان - زمان حرکت جسمی در SI به صورت $x = t^3 + \pi$ است. سرعت متوسط جسم در دو ثانیه دوم حرکت چند m/s است؟

(۱) ۲۸ (۲) ۱۴ (۳) ۳۶ (۴) ۱۸

۳۳. معادله حرکت جسمی در SI به صورت $x = 2t^2 + \alpha t$ است. مقدار α چقدر باشد تا سرعت متوسط متحرک در دو ثانیه دوم حرکت $4m/s$ باشد؟

(۱) +۸ (۲) +۴ (۳) -۴ (۴) -۸

۳۴. جسمی در امتداد محور x، از نقطه $x_1 = +13m$ شروع به حرکت کرده و تا نقطه $x_2 = +12m$ حرکت می‌کند. سپس در انتهای حرکت خود به نقطه $x_3 = -7m$ می‌رسد. اگر این حرکت به مدت 10 ثانیه انجام شود، سرعت متوسط چند m/s است؟

(۱) +۲ (۲) $+2/8$ (۳) -۲ (۴) $-2/8$

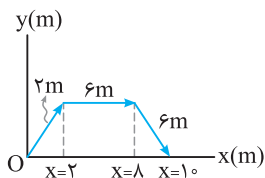
۳۵. متحرکی در لحظه $t_1 = 2s$ در مکان $A(4m, -10m)$ و در لحظه $t_2 = 4s$ در مکان $B(28m, 14m)$ قرار دارد. اندازه سرعت متوسط متحرک در جابه‌جایی از A تا B چند m/s است؟

(۱) ۲۴ (۲) ۱۲ (۳) $12\sqrt{2}$ (۴) $24\sqrt{2}$

۳۶. در حرکت جسم بین دو نقطه، تندی متوسط برابر $3km/h$ و سرعت متوسط برابر $2km/h$ است. در این صورت کدام گزینه در مورد مسیر حرکت جسم درست است؟

- (۱) حرکت بر مسیر مستقیم، بدون تغییر جهت انجام شده است.
 (۲) حرکت بر مسیر غیرمستقیم انجام شده است.
 (۳) حرکت بر مسیر مستقیم انجام شده است.
 (۴) گزینه‌های (۲) و (۳) می‌تواند درست باشد.

۳۷. جسمی در صفحه xoy مطابق شکل روبه‌رو، در مدت زمان‌های $3s$ ، $5s$ و $2s$ به ترتیب جابه‌جایی‌های $2m$ ، $6m$ و $6m$ را انجام می‌دهد. سرعت متوسط جسم چند متر بر ثانیه است؟

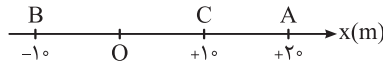


(۱) ۱ (۲) $1/2$ (۳) $0/6$ (۴) ۲

پ) تندی متوسط (s_{av})

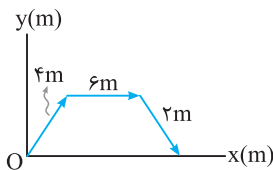
همیشه قرار نیست جسم مسیر مستقیم رو برای حرکت انتخاب کند. پس تندی متوسط برامون مهمه.

۳۸. متحرکی روی محور x، ابتدا به مدت 6 ثانیه از A به B رفته، سپس در مدت 4 ثانیه به نقطه C برمی‌گردد. تندی متوسط متحرک در کل مسیر چند m/s است؟



(۱) ۱ (۲) ۳ (۳) ۵ (۴) ۲

۳۹. جسمی در صفحه xoy مطابق شکل در مدت زمان‌های $3s$ ، $2s$ و $5s$ به ترتیب جابه‌جایی‌های $4m$ ، $6m$ و $2m$ را انجام می‌دهد. تندی متوسط جسم چند متر بر ثانیه است؟



(۱) $1/2$ (۲) $0/6$ (۳) $0/3$ (۴) $2/4$

۴۰. ذره‌ای روی دایره‌ای به شعاع $2/4$ متر، کمانی به اندازه 300° را در مدت یک ثانیه طی می‌کند. تندی متوسط ذره چند برابر سرعت متوسط آن در این جابه‌جایی است؟ ($\pi = 3$)

(۱) $1/5$ (۲) ۲ (۳) ۵ (۴) $0/5$

۴۱. شخصی از ابتدای ورودی ساختمانی تا لحظه رسیدن به آسانسور 10 متر مسافت می‌پیماید. سپس با استفاده از آسانسور به طبقه سوم ساختمان که در فاصله 10 متری همکف است، می‌رسد و پس از آن 10 متر دیگر در طبقه سوم طی می‌کند تا به منزل خود برسد. اگر از لحظه ورود شخص به ساختمان تا لحظه ورود به منزل 20 ثانیه طول بکشد و در تمام مدت مسیر حرکت شخص روی خط راست باشد، سرعت متوسط چند برابر تندی متوسط است؟

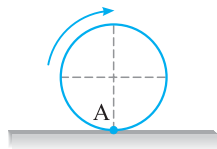
(۱) $1/3$ (۲) $\sqrt{5}/3$ (۳) ۳ (۴) $\sqrt{5}/3, 1/3$

۴۲. متحرکی روی محیط یک دایره طوری حرکت می‌کند که در بازه‌های زمانی یکسان، جابه‌جایی‌های یکسان انجام می‌دهد و در مدت زمان T، یک دور کامل می‌چرخد. اگر سرعت متوسط آن در مدت زمان $T/4$ برابر v باشد، سرعت متوسط آن در مدت زمان $3/4 T$ کدام است؟

(۱) v (۲) $2/3 v$ (۳) $v/3$ (۴) $\sqrt{2}/2 v$

۴۳. جسمی روی دایره‌ای به شعاع ۳ متر، در هر ۱۵ ثانیه یک دور کامل می‌چرخد. اگر جسم در بازه‌های زمانی یکسان، جابه‌جایی‌های یکسان انجام دهد، در مدت زمان ۲/۵ ثانیه، تندی متوسط جسم چند متر بر ثانیه است؟

- (۱) ۰/۲π (۲) ۰/۸π (۳) ۰/۴π (۴) ۰/۱π



۴۴☆ در شکل مقابل نقطه A روی محیط چرخ خودرویی به شعاع ۲۵ سانتی‌متر قرار دارد. سرعت متوسط نقطه A در مدت زمان π ثانیه که چرخ خودرو یک دور کامل طی کرده باشد، چند m/s است؟

- (۱) ۵ (۲) ۰/۲۵ (۳) ۰/۵ (۴) ۲/۵

۴۵. شناگری در مدت ۲۰ ثانیه طول استخری که برابر ۱۰ متر است را در مسیر مستقیم می‌پیماید. اگر همین مسیر را در مسیر برگشت و در مدت ۲۵ ثانیه طی کند، تندی متوسط آن در کل مسیر چند متر بر ثانیه است؟

- (۱) ۹/۴ (۲) ۲/۹ (۳) ۴/۹ (۴) صفر

۴۶. ذره‌ای در امتداد محور x، از مبدأ محور شروع به حرکت کرده و در مدت ۱۰ ثانیه به نقطه $x_A = +40m$ و سپس به نقطه $x_B = +10m$ برمی‌گردد. تندی متوسط ذره در این مدت چند متر بر ثانیه است؟

- (۱) ۱ (۲) ۷ (۳) ۶ (۴) ۵

۴۷☆ متحرکی روی خط $y = 2x + 1$ مسیری به اندازه ۴۰ متر را در مدت ۸ ثانیه می‌پیماید. سپس به مدت ۱۲ ثانیه، ۲۰ متر را در همان مسیر برمی‌گردد. تندی متوسط متحرک چند متر بر ثانیه است؟

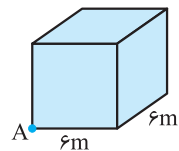
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۴۸☆ متحرکی روی خط $y = x$ در مدت زمان ۵ ثانیه مسافتی به اندازه ۵۰ متر را می‌پیماید، سپس در مدت ۱۰ ثانیه ۱۵ متر را در همان مسیر برمی‌گردد. سرعت متوسط در کل مدت حرکت تقریباً چند m/s است؟

- (۱) ۴/۳ (۲) ۲/۳ (۳) ۳ (۴) ۱/۴

۴۹☆ معادله حرکت خودرویی که در حال حرکت بر روی خط راست است در SI به صورت $x = 2t^2 - 10t + 12$ است. اندازه سرعت متوسط خودرو از لحظه $t = 0$ تا لحظه‌ای که برای دومین بار از مبدأ محور عبور می‌کند، چند متر بر ثانیه است؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴



۵۰☆ ذره‌ای در مدت $10\sqrt{5}$ ثانیه از نقطه A در کنج اتاقی به شکل مکعب و به ضلع ۶m می‌خواهد به رأس کنج مقابل اتاق در آن سوی قطر اتاق برود. کم‌ترین تندی متوسط حرکت ذره چند متر بر ثانیه است؟

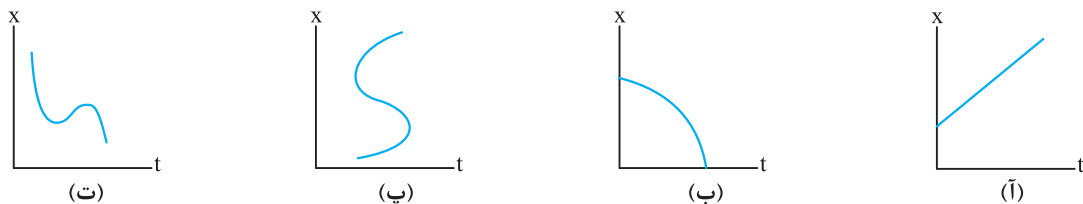
- (۱) ۰/۶ (۲) ۶ (۳) $1/8\sqrt{5}$ (۴) $3/6\sqrt{5}$

(ت) نمودار مکان - زمان (x - t)

○ اگر بخواهیم نحوه تغییرات مکان رو داشته باشیم، از نمودار مکان - زمان استفاده می‌کنیم. در ضمن به راحتی می‌توانیم تندی متوسط و سرعت متوسط رو حساب کنیم.

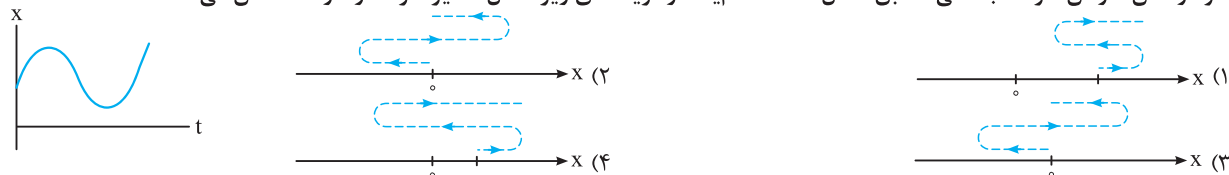
۵۱☆ نمودارهای مکان - زمان برای چند جسم رسم شده است. چند مورد از نمودارها برای حرکت جسم‌ها، امکان‌پذیر است؟

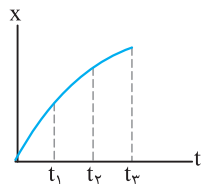
(برگرفته از کتاب درسی)



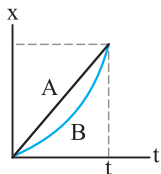
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۵۲☆ نمودار مکان - زمان حرکت جسمی مطابق شکل است. کدام یک از گزینه‌های زیر شکل مسیر حرکت را درست نشان می‌دهد؟

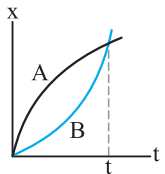




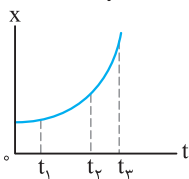
- ۵۳☆ نمودار مکان - زمان حرکت خودرویی مطابق شکل است. نسبت سرعت متوسط در بازه زمانی t_1 تا t_3 نسبت به سرعت متوسط در بازه زمانی t_2 تا t_3 کدام است؟
- (۱) بزرگتر از یک
 - (۲) برابر با یک
 - (۳) کوچکتر از یک
 - (۴) هر سه عبارت می تواند درست باشد.



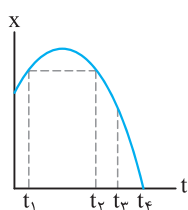
- ۵۴☆ نمودارهای مکان - زمان دو جسم A و B مطابق شکل است. در بازه زمانی مشخص شده کدام یک از گزینه های زیر درست است؟
- (۱) $\Delta x_A > \Delta x_B$
 - (۲) $v_{avA} > v_{avB}$
 - (۳) $v_{avA} = v_{avB}$
 - (۴) $\Delta x_A < \Delta x_B$



- ۵۵ نمودار مکان - زمان برای دو خودروی A و B مطابق شکل است. کدام گزینه در مورد مسافت پیموده شده توسط خودروها تا لحظه t درست است؟
- (۱) $I_A > I_B$
 - (۲) $I_B > I_A$
 - (۳) $I_A = I_B$
 - (۴) هر سه گزینه می تواند درست باشد.



- ۵۶☆ نمودار مکان - زمان متحرکی سهمی و مطابق شکل است. سرعت متوسط متحرک در کدام بازه زمانی بیش تر است؟
- (سراسری ریاضی - ۸۵)
- (۱) صفر تا t_1
 - (۲) t_1 تا t_3
 - (۳) t_2 تا t_3
 - (۴) بستگی به اندازه فاصله های زمانی دارد.



- ۵۷ نمودار مکان - زمان حرکت جسمی مطابق شکل است. در کدام بازه زمانی سرعت متوسط صفر است؟
- (۱) $t_1 - t_3$
 - (۲) $t_1 - t_2$
 - (۳) $t_1 - t_4$
 - (۴) $t_2 - t_4$

- ۵۸☆ معادله مکان - زمان جسمی در SI به صورت $x = 4t^2 - 16t + 8$ است. مسافت پیموده شده توسط جسم در ۴ ثانیه اول حرکت چند متر است؟
- (۱) ۳۲
 - (۲) ۱۶
 - (۳) ۸
 - (۴) صفر

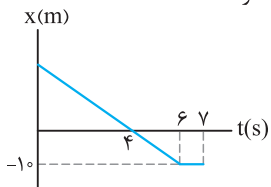
- ۵۹☆ معادله مکان - زمان جسمی در SI به صورت $x = t^2 - 4t + 2$ است. جابه جایی انجام شده توسط جسم در ۲ ثانیه اول حرکت چند برابر مسافت پیموده شده در این بازه زمانی است؟
- (۱) -۱
 - (۲) -۴
 - (۳) +۱
 - (۴) +۴

- ۶۰☆ معادله مکان - زمان جسمی در SI به صورت $x = -t^2 + 4t - 4$ است. در فاصله زمانی بین $t_1 = 0$ و $t_2 = 4$ مسافت طی شده توسط جسم چند متر است؟
- (سراسری تجربی فارغ از کشور - ۸۸)
- (۱) ۲
 - (۲) ۴
 - (۳) ۶
 - (۴) ۸

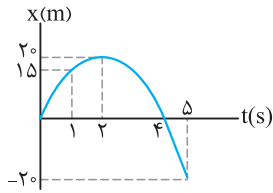
- ۶۱☆ متحرکی روی محور x حرکت می کند و معادله مکان - زمان آن در SI به صورت $x = -2t^2 + 12t - 4$ است. مسافتی که این متحرک در بازه زمانی صفر تا $t = 5$ طی می کند، چند متر است؟
- (سراسری ریاضی فارغ از کشور - ۹۴)
- (۱) ۱۰
 - (۲) ۱۵
 - (۳) ۲۴
 - (۴) ۲۶

- ۶۲ معادله مکان - زمان حرکت جسمی در SI به صورت $x = 4t - 4$ است. تندی متوسط جسم در مدت ۴ ثانیه چند متر بر ثانیه است؟
- (۱) ۱
 - (۲) ۲
 - (۳) ۳
 - (۴) ۴

- ۶۳☆ معادله مکان - زمان جسمی در SI به صورت $x = 8t^2 - 32t + 16$ است. تندی متوسط جسم در مدت ۲ ثانیه چند متر بر ثانیه است؟
- (۱) ۱۶
 - (۲) ۸
 - (۳) ۴
 - (۴) صفر



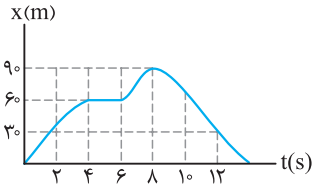
- ۶۴ نمودار مکان - زمان حرکت جسمی در راستای محور افقی به صورت شکل مقابل رسم شده است. مسافت پیموده شده توسط جسم در مدت زمان نشان داده شده چند متر است؟
- (۱) ۱۰
 - (۲) ۲۰
 - (۳) ۳۰
 - (۴) ۴۰



۶۵☆ شکل روبه‌رو نمودار مکان-زمان خودرویی را نشان می‌دهد که روی خط راست حرکت می‌کند. سرعت متوسط خودرو در دو ثانیه دوم چند برابر سرعت متوسط خودرو در کل حرکت است؟

(۱) ۰/۴
(۲) ۱/۲۵
(۳) ۲/۵
(۴) ۰/۸

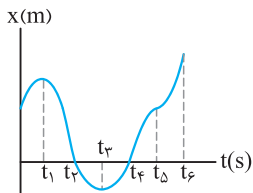
۶۶☆ نمودار مکان-زمان حرکت دوچرخه‌سواری مطابق شکل زیر است. چند مورد از عبارتهای زیر در مورد حرکت دوچرخه‌سوار نادرست است؟



(آ) در دو ثانیه سوم حرکت، دوچرخه‌سوار ساکن است.
(ب) بیش‌ترین فاصله دوچرخه‌سوار از مبدأ محور برابر ۹۰ متر است.
(پ) تندی متوسط در کل حرکت صفر است.
(ت) در دو ثانیه پنجم حرکت، سرعت متوسط در جهت مثبت محور است.

(۱) ۱
(۲) ۲
(۳) ۳
(۴) ۴

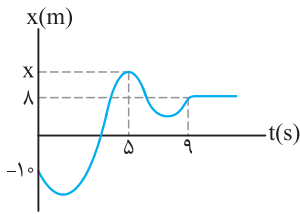
۶۷☆ نمودار مکان-زمان حرکت ذره‌ای مطابق شکل است. چند مورد از عبارتهای زیر در مورد حرکت این ذره درست است؟



(آ) سرعت متوسط بین دو بازه زمانی t_3 تا t_4 صفر است.
(ب) تندی متوسط در بازه زمانی t_3 تا t_4 صفر است.
(پ) جهت حرکت در لحظه‌های t_1 و t_3 تغییر کرده است.
(ت) سرعت متوسط در کل حرکت مثبت است.

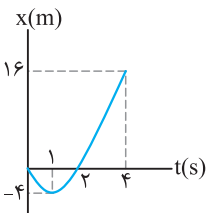
(۱) ۱
(۲) ۲
(۳) ۳
(۴) ۴

۶۸☆ نمودار مکان-زمان حرکت جسمی مطابق شکل است. مقدار سرعت متوسط در ۵ ثانیه اول حرکت دو برابر مقدار سرعت متوسط در ۴ ثانیه آخر حرکت است. مکان جسم در لحظه $t = 5s$ چند متر است؟ (مکان X فرضی رسم شده است.)



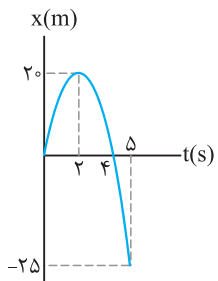
(۱) ۱۰
(۲) ۷
(۳) ۲۰
(۴) ۷

۶۹ شکل مقابل نمودار مکان-زمان متحرکی در یک مسیر مستقیم است. سرعت متوسط متحرک در این ۴ ثانیه چند متر بر ثانیه است؟ (kg)



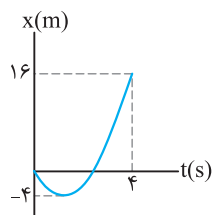
(۱) ۲
(۲) ۳
(۳) ۴
(۴) ۵

۷۰☆ نمودار مکان-زمان حرکت جسمی در مسیر مستقیمی مطابق شکل است. سرعت متوسط در کل مدت زمانی که جسم در جهت منفی محور حرکت می‌کند، چند متر بر ثانیه است؟



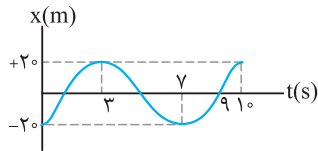
(۱) +۱۵
(۲) +۲۰
(۳) -۲۰
(۴) -۱۵

۷۱ شکل مقابل نمودار مکان-زمان متحرکی در یک مسیر مستقیم است. تندی متوسط متحرک در این ۴ ثانیه چند متر بر ثانیه است؟



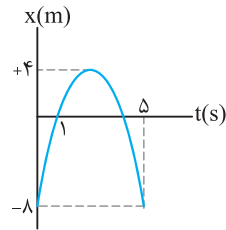
(۱) ۱۰
(۲) ۴
(۳) ۶
(۴) ۵

۷۲. در شکل مقابل، نمودار مکان- زمان متحرکی که روی محور X حرکت می‌کند، در مدت ۱۰ ثانیه رسم شده است. کدام یک از گزینه‌های زیر در این مدت زمان درست بیان شده است؟



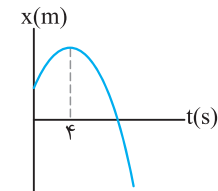
- (۱) $v_{av} = -4 \text{ m/s}$
 (۲) $s_{av} = 12 \text{ m/s}$
 (۳) $v_{av} = s_{av} = 12 \text{ m/s}$
 (۴) $v_{av} = s_{av} = 4 \text{ m/s}$

۷۳☆. نمودار مکان- زمان حرکت جسمی مطابق شکل است. تندی متوسط جسم در فاصله زمانی $t_1 = 1 \text{ s}$ تا $t_2 = 5 \text{ s}$ چند متر بر ثانیه است؟



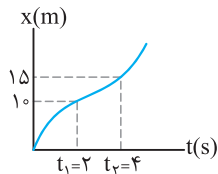
- (۱) ۱
 (۲) ۲
 (۳) ۳
 (۴) ۴

۷۴☆. نمودار مکان- زمان جسمی که بر مسیر مستقیم حرکت می‌کند مطابق سهمی شکل مقابل است. کدام گزینه در مورد تندی متوسط و سرعت متوسط بین دو لحظه $t_1 = 2 \text{ s}$ و $t_2 = 6 \text{ s}$ درست است؟



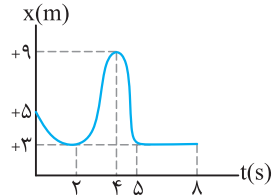
- (۱) $s_{av} \neq 0, v_{av} = 0$
 (۲) $s_{av} = v_{av} = 0$
 (۳) $s_{av} = 0, v_{av} \neq 0$
 (۴) $s_{av} = v_{av} \neq 0$

۷۵☆. نمودار مکان- زمان حرکت جسمی مطابق شکل است. تندی متوسط جسم در بازه زمانی t_1 تا t_2 چند m/s است؟



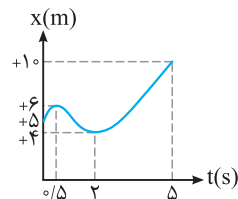
- (۱) ۲/۵
 (۲) ۳/۷۵
 (۳) ۱/۲۵
 (۴) ۷

۷۶. نمودار مکان- زمان حرکت جسمی مطابق شکل است. تندی متوسط جسم در مدت زمانی که جسم در جهت منفی محور حرکت کرده است، چند m/s است؟



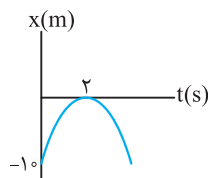
- (۱) ۴/۳
 (۲) ۸/۳
 (۳) ۲
 (۴) ۳

۷۷☆. نمودار مکان- زمان حرکت جسمی مطابق شکل است. سرعت متوسط در دو ثانیه اول حرکت، چند برابر سرعت متوسط در کل حرکت است؟



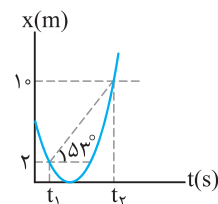
- (۱) $1/2$
 (۲) -۲
 (۳) +۲
 (۴) $-1/2$

۷۸. نمودار مکان- زمان حرکت جسمی مطابق سهمی شکل مقابل است. سرعت متوسط جسم در چهار ثانیه اول حرکت چند m/s است؟



- (۱) -۵
 (۲) -۱۰
 (۳) -۷/۵
 (۴) صفر

۷۹☆. با توجه به نمودار مکان- زمان داده شده که مربوط به حرکت جسمی بر مسیر مستقیم است، مدت زمان نشان داده شده ($t_2 - t_1$) چند ثانیه است؟



- (۱) ۲
 (۲) ۴
 (۳) ۶
 (۴) ۳

ث) تندی لحظه‌ای (v) و سرعت لحظه‌ای (v)

دو تا مفهوم تو بررسی نوع و جهت حرکت مهم هستند. تو تستای زیر برریشون می‌کنیم.

۸۰. با توجه به شکل مقابل، عدد نمایش داده‌شده، حرکت است و در مورد جهت حرکت اطلاعاتی به ما گزارش
(برگرفته از کتاب درسی)



- (۱) تندی - می‌کند
(۲) سرعت - نمی‌کند
(۳) سرعت - می‌کند
(۴) تندی - نمی‌کند

۸۱☆ کدام یک از عبارات‌های زیر درست است؟

- (۱) با دانستن محل عقربه تندی سنج خودرو، می‌توان جهت حرکت خودرو را مشخص کرد.
(۲) در فیزیک، لحظه به معنای یک بازه زمانی بسیار کوچک است.
(۳) شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان، مشخص‌کننده تندی لحظه‌ای است.
(۴) اگر هنگام گزارش تندی لحظه‌ای به جهت حرکت اشاره کنیم، سرعت لحظه‌ای را مشخص کرده‌ایم.

۸۲☆ معادله مکان - زمان متحرکی در SI به صورت $x = 2t^2 - 20t + 32$ است. مکان جسم در لحظه‌ای که تندی حرکت برابر صفر می‌شود، کدام است؟
(۱) $-18m$ (۲) $+18m$ (۳) $-9m$ (۴) $+9m$

۸۳☆ معادله سرعت - زمان جسمی در SI به صورت $v = 3t^2 - 12t + 12$ است. تندی جسم چند بار صفر شده و جسم چند بار تغییر جهت می‌دهد؟
(۱) ۱، صفر (۲) ۱، ۱ (۳) ۲، ۲ (۴) ۲، صفر

۸۴☆ معادله سرعت - زمان متحرکی در SI به صورت $v = 6t^2 - 24t + 18$ است. فاصله زمانی بین دو بار تغییر جهت متحرک چند ثانیه است؟
(۱) ۴ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۱

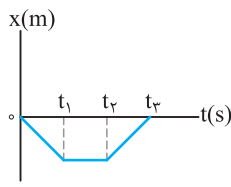
۸۵. معادله سرعت - زمان متحرکی در SI به صورت $v = 6t^2 - 8t + 2$ است. کم‌ترین مقدار سرعتی که این متحرک در مسیر حرکت خود دارد، چند متر بر ثانیه است؟

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

ج) تعیین سرعت لحظه‌ای به کمک نمودار مکان - زمان

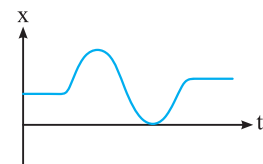
نمودار مکان - زمان تو تعیین نوع حرکت و کمیت‌های مربوط به اون برامون فیلی مهمه ولی هواسمون باشه با شکل مسیر حرکت اشتباه نشه.

۸۶. نمودار مکان - زمان حرکت جسمی روی محور X مطابق شکل است. در کدام بازه زمانی جسم ساکن است؟



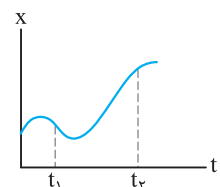
- (۱) $t_1 - t_2$
(۲) $0 - t_3$
(۳) $t_2 - t_3$
(۴) $0 - t_1$

۸۷☆ نمودار مکان - زمان حرکت جسمی بر مسیر مستقیم مطابق شکل است. جهت حرکت جسم چند بار تغییر کرده است؟



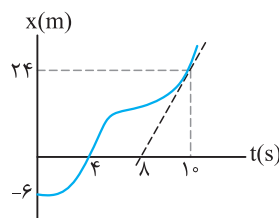
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) صفر

۸۸☆ نمودار مکان - زمان حرکت جسمی مطابق شکل است. نسبت تندی در لحظه t_1 به تندی در لحظه t_2 کدام است؟

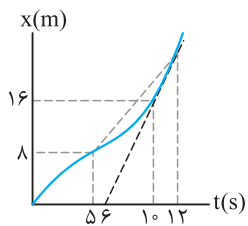


- (۱) کوچک‌تر از یک
(۲) بزرگ‌تر از یک
(۳) برابر یک
(۴) هر سه گزینه ممکن است.

۸۹☆ نمودار مکان - زمان حرکت خودرویی مطابق شکل است. سرعت خودرو در لحظه $t = 10s$ چند برابر سرعت متوسط آن در کل مدت زمان نشان داده شده است؟

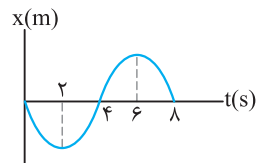


- (۱) ۲ (۲) ۶ (۳) ۳ (۴) ۴



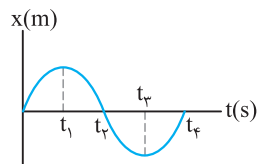
۹۰☆. نمودار مکان-زمان متحرکی بر مسیر مستقیم به صورت شکل مقابل است. اگر سرعت متحرک در لحظه $t = 10s$ برابر سرعت متوسط آن بین دو لحظه $t_1 = 5s$ و $t_2 = 12s$ باشد، متحرک در لحظه $t = 12s$ در چند متری مبدأ می باشد؟

- (۱) ۲۸
- (۲) ۲۴
- (۳) ۳۶
- (۴) ۲۰



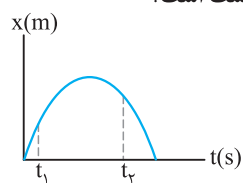
۹۱☆. نمودار مکان-زمان حرکت جسمی روی محور X مطابق شکل است. جسم چه مدت زمانی بر حسب ثانیه در جهت منفی محور حرکت کرده است؟

- (۱) ۲
- (۲) ۴
- (۳) ۶
- (۴) ۸



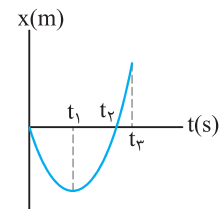
۹۲☆. نمودار مکان-زمان حرکت جسمی روی محور X مطابق شکل است. در کدام بازه زمانی ابتدا جسم در جهت منفی محور حرکت کرده و پس از مدتی در جهت مثبت محور حرکت می کند؟

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



۹۳. نمودار مکان - زمان حرکت جسمی مطابق شکل است. کدام گزینه در مورد حرکت جسم در لحظه های t_1 و t_2 درست است؟

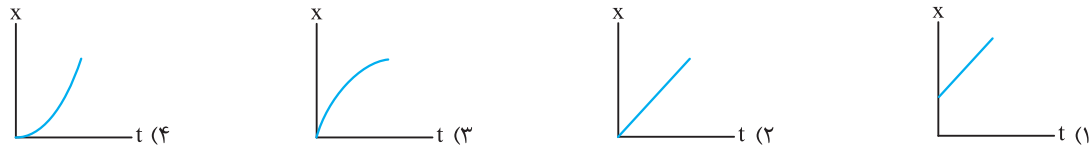
- (۱) مقدار سرعت در لحظه t_2 از t_1 بزرگ تر است.
- (۲) در لحظه t_1 جسم در جهت مثبت محور افقی حرکت می کند.
- (۳) در لحظه t_2 جسم در جهت مثبت محور افقی حرکت می کند.
- (۴) مقدار سرعت در لحظه های t_1 و t_2 برابر است.



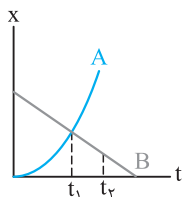
۹۴☆. نمودار مکان-زمان حرکت جسمی در مسیر مستقیم مطابق شکل است. در چه لحظه (لحظه هایی) تندی حرکت جسم صفر است؟

- (۱) صفر
- (۲) t_1
- (۳) صفر ، t_2
- (۴) t_1 ، t_3

۹۵. خودروبی روی محور افقی از حالت سکون شروع به حرکت می کند. کدام یک از گزینه های زیر نمودار مکان - زمان آن را درست نشان می دهد؟



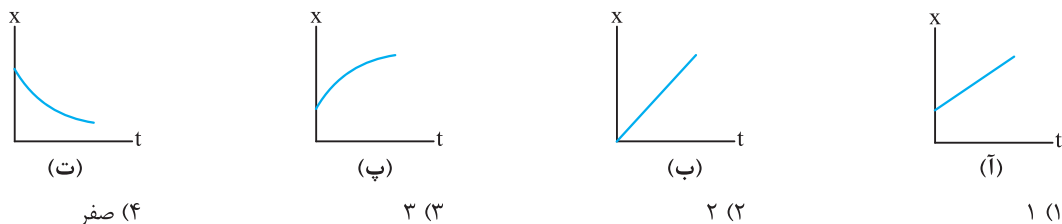
۹۶☆. نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B مطابق شکل است. کدام گزینه در مورد این دو متحرک نادرست است؟



- (۱) تندی دو متحرک در لحظه های t_1 و t_2 یکسان است.
- (۲) در لحظه t_1 ، تندی دو متحرک یکسان است.
- (۳) در لحظه t_1 ، دو متحرک در یک مکان قرار دارند.
- (۴) سرعت اولیه متحرک A صفر است.

(برگرفته از کتاب درسی)

۹۷. در چند مورد از نمودارهای مکان - زمان رسم شده، سرعت متوسط همواره با سرعت لحظه ای برابر است؟



- (۱) ۱
- (۲) ۲
- (۳) ۳
- (۴) صفر

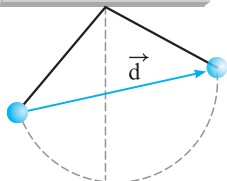


حرکت بر خط راست

پاسخ فصل ۱

۲۶۷

۶ ۴ ۳ ۲ ۱



با پرتاب کردن گلوله در لحظه $t_0 = 0$ ، گلوله مسیر منحنی مقابل را می‌پیماید. در این حالت بردار جابه‌جایی با \vec{d} در شکل نشان داده شده است.

۷ ۴ ۳ ۲ ۱

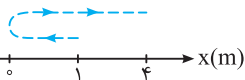
با توجه به رابطه مکان - زمان داده شده، مکان جسم در لحظه‌های $t_1 = 0$ ، $t_2 = 1s$ و $t_3 = 3s$ را به دست می‌آوریم، در این صورت داریم:

$$t_1 = 0 \Rightarrow x_1 = (0 - 1)^2 = 1m$$

$$t_2 = 1s \Rightarrow x_2 = 0$$

$$t_3 = 3s \Rightarrow x_3 = (3 - 1)^2 = 4m$$

$$l = 1 + 4 = 5m$$



۸ ۴ ۳ ۲ ۱

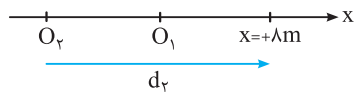
رابطه مکان - زمان حرکت جسم را می‌توان به صورت $x = -(t - 2)^2$ نوشت. یعنی جسم همواره در مکان‌های منفی قرار دارد. در این صورت بردار مکان جسم همواره در جهت منفی محور است.

با توجه به شکل مسیر حرکت مشخص می‌شود جسم

در مدتی در جهت مثبت محور و مدتی در جهت منفی محور حرکت کرده است.

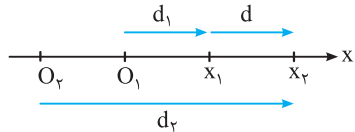
۹ ۴ ۳ ۲ ۱

با تغییر مبدأ محور اندازه بردار مکان تغییر می‌کند که نشان‌دهنده تغییر بردار مکان است. به شکل دقت کنید.



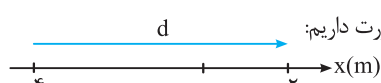
۱۰ ۴ ۳ ۲ ۱

بردار جابه‌جایی مستقل از مبدأ محور است و در صورتی که جسم بر مسیر مستقیم بدون تغییر جهت حرکت کند، جابه‌جایی با مسافت پیموده شده برابر است. از طرفی برای رسم بردار جابه‌جایی، همواره مکان ابتدایی را به مکان نهایی جسم متصل می‌کنیم، در این صورت با معلوم بودن جهت بردار جابه‌جایی جهت حرکت جسم بین دو نقطه مشخص می‌شود.



۱۱ ۴ ۳ ۲ ۱

با توجه به شکل حرکت جسم، مکان ابتدایی $x_1 = -4m$ و مکان نهایی $x_2 = +2m$ است. در این صورت داریم:



$$d = x_2 - x_1 = 2 - (-4) = +6m$$

۱ ۴ ۳ ۲ ۱

بردار مکان، برداری است که از مبدأ محور به مکان جسم وصل می‌شود. بردار جابه‌جایی در صورتی تعریف می‌شود که جسم حرکت کند. بردار جابه‌جایی و بردار مکان مستقل از چگونگی یا شکل حرکت جسم است. به شکل حرکت جسم، مسیر حرکت نیز می‌گویند. اگر مبدأ محور تغییر کند، بردار مکان دچار تغییرات می‌شود اما بردار جابه‌جایی ثابت می‌ماند.

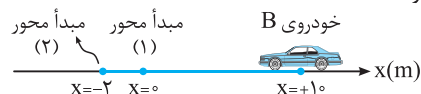
برای دو خودروی A و B در لحظه نشان داده شده بردار مکان در جهت مثبت محور قرار می‌گیرد. در این صورت می‌توان نوشت:

$$\vec{d}_A = +15\vec{i} \quad \vec{d}_B = +10\vec{i}$$

۲ ۴ ۳ ۲ ۱

باید توجه داشت که با تغییر مبدأ محور، بردار مکان تغییر می‌کند.

با انتقال مبدأ محور به نقطه $x = -2m$ ، بردار مکان خودروی B به صورت $\vec{d}_B = +12\vec{i}$ نوشته می‌شود.

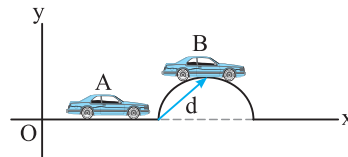


۳ ۴ ۳ ۲ ۱

در لحظه t_1 خودرو در سمت راست مبدأ محور قرار گرفته است و بنابر تعریف بردار مکان، در این لحظه بردار مکان در جهت مثبت محور قرار می‌گیرد. اما با توجه به جهت حرکت خودرو، جابه‌جایی در جهت منفی محور انجام می‌شود.

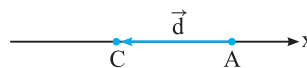
۴ ۴ ۳ ۲ ۱

با توجه به تعریف بردار جابه‌جایی، ابتدای بردار نقطه A و انتهای آن نقطه B است.



۵ ۴ ۳ ۲ ۱

بردار جابه‌جایی، برداری است که مکان ابتدایی را به مکان نهایی متصل می‌کند. در این صورت بردار جابه‌جایی برداری است که نقطه A را به نقطه C متصل می‌کند.



مسیر حرکت مجموعه نقاطی است که شخص هنگام جابه‌جایی از نقطه A تا نقطه C از آن‌ها عبور می‌کند. بنابراین ابتدا از نقطه A به نقطه B و در نهایت به نقطه C رسیده است. پس شکل مسیر حرکت را به صورت زیر رسم می‌کنیم:

