راهنمای استفاده از کتاب

برای کسب بهترین نتیجه در امتحانات مدرسه و کنکور گام‌های زیر را به ترتیب برای هر فصل طی کنید.

گام اول

فیلم آموزشی

۱. هر فصل به تعدادی جلسه تقسیم شده است.
۲. برای استفاده از فیلم‌های آموزشی هر جلسه QR-Codeهای صفحه بعد را اسکن کنید.
۳. در هر جلسه مطالب کتاب درسی درس به درس تدریس شده است.
۴. تمرین‌ها و فعالیت‌های کتاب درسی به صورت کامل تدریس شده است.

گام دوم

درسنامه آموزشی

۱. هر فصل به تعدادی قسمت تقسیم شده است.
۲. در هر قسمت آموزش کاملی به همراه مثال و تست ارائه شده است.
۳. کلیهٔ نکات کنکوری و راهکارهای میان‌بر و تستی مورد نیاز آورده شده است.
۴. تمام تیپ‌های مهم و کنکوری و نیز تمام مطالب کتاب درسی، اعم از فعالیت‌ها و تمرین‌ها در مثال‌ها و تست‌های درسنامه پوشش داده شده است.

گام سوم

پرسش‌های تشریحی

۱. هر فصل به تعدادی قسمت (دقیقاً منطبق بر قسمت‌بندی گام دوم) تقسیم شده است.
۲. سؤالات از ساده به دشوار و موضوعی مرتب شده‌اند.
۳. تمام تمرین‌ها و فعالیت‌ها و متن کتاب درسی و نیز سؤالات امتحانات نهایی سال‌های قبل که با مباحث کنونی انطباق دارند، پوشش داده شده است.

گام چهارم

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱. هر فصل به تعدادی قسمت (دقیقاً منطبق بر قسمت‌بندی گام دوم و سوم) تقسیم شده است.
۲. هر قسمت نیز دارای ریز طبقه‌بندی است.
۳. تست‌ها از ساده به دشوار و موضوعی مرتب شده‌اند.
۴. تمامی تست‌های کنکور داخل و خارج از کشور قابل استفاده و منطبق بر کتاب درسی جدید آورده شده است.
۵. تمام تمرین‌ها، فعالیت‌ها و متن کتاب درسی به‌صورت تست آورده شده است.
۶. تست‌ها دارای پاسخ تشریحی بوده و تمامی نکات درسی دوباره در پاسخ تست‌ها گنجانده شده است.
۷. تست‌های واجب با علامت ☆ و تست‌های دشوار با علامت ★ مشخص شده است.

به جای آن‌که چندین کتاب بخوانید، کتاب‌های گاج را چندین بار بخوانید

FILM

فصل اوّل: حرکت بر خط راست

جلسه اول: شناخت حرکت 107 min

جلسه دوم: حل پرسش‌ها و مسئله‌های کتاب درسی 46 min

جلسه سوم: حرکت با سرعت ثابت 20 min

جلسه چهارم: حل پرسش‌ها و مسئله‌های کتاب درسی 20 min

جلسه پنجم: حرکت با شتاب ثابت 87 min

جلسه ششم: حل پرسش‌ها و مسئله‌های کتاب درسی 42 min

جلسه هفتم: جمع‌بندی فصل اول 67 min

فصل دوم: دینامیک

جلسه هشتم: قوانین حرکت نیوتون 35 min

جلسه نهم: معرفی برخی از نیروهای خاص 102 min

جلسه دهم: حل پرسش‌ها و مسئله‌های کتاب درسی 90 min

جلسه یازدهم: تکانه و قانون دوم نیوتون 15 min

جلسه دوازدهم: حل پرسش‌ها و مسئله‌های کتاب درسی 8 min

جلسه سیزدهم: نیروی گرانشی 28 min

جلسه چهاردهم: حل پرسش‌ها و مسئله‌های کتاب درسی 20 min

جلسه پانزدهم: جمع‌بندی فصل دوم 72 min

فصل سوم: نوسان و امواج

جلسه شانزدهم: نوسان دوره‌ای 6 min

جلسه هفدهم: حرکت هماهنگ ساده 60 min

جلسه هجدهم: حل پرسش‌ها و مسئله‌های کتاب درسی 34 min

جلسه نوزدهم: انرژی در حرکت هماهنگ ساده 33 min

جلسه بیستم: حل پرسش‌ها و مسئله‌های کتاب درسی 32 min

جلسه بیست و یکم: تشدید 12 min

جلسه بیست و دوم: حل پرسش‌ها و مسئله‌های کتاب درسی 5 min

جلسه بیست و سوم: موج و انواع آن 16 min

جلسه بیست و چهارم: مشخصه‌های موج 120 min

جلسه بیست و پنجم: حل پرسش‌ها و مسئله‌های کتاب درسی 78 min

جلسه بیست و ششم: بازتاب موج 30 min

جلسه بیست و هفتم: حل پرسش‌ها و مسئله‌های کتاب درسی 10 min

جلسه بیست و هشتم: شکست موج 60 min

جلسه بیست و نهم: حل پرسش‌ها و مسئله‌های کتاب درسی 38 min

جلسه سی‌ام: جمع‌بندی فصل سوم 156 min

فصل چهارم: آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای

جلسه سی و یکم: اثر فوتوالکتریک و فوتون 42 min

جلسه سی و دوم: حل پرسش‌ها و مسئله‌های کتاب درسی 32 min

جلسه سی و سوم: طیف خطی 38 min

جلسه سی و چهارم: مدل اتمی رادرفورد - بور 61 min

جلسه سی و پنجم: حل پرسش‌ها و مسئله‌های کتاب درسی 25 min

جلسه سی و ششم: لیزر 9 min

جلسه سی و هفتم: حل پرسش‌ها و مسئله‌های کتاب درسی 7 min

جلسه سی و هشتم: ساختار هسته 25 min

جلسه سی و نهم: حل پرسش‌ها و مسئله‌های کتاب درسی 16 min

جلسه چهلم: پرتوزایی طبیعی و نیمه‌عمر 40 min

جلسه چهل و یکم: حل پرسش‌ها و مسئله‌های کتاب درسی 27 min

جلسه چهل و دوم: جمع‌بندی فصل چهارم 120 min

فهرست مطالب

	آموزش	کنکور	امتحان
فصل اوّل: حرکت بر خط راست			
قسمت اول: شناخت حرکت	۱۰	۱۸۵	۵۰۵
قسمت دوم: حرکت با سرعت ثابت	۲۹	۲۰۴	۵۰۹
قسمت سوم: حرکت با شتاب ثابت	۳۶	۲۰۹	۵۱۱
فصل دوم: دینامیک			
قسمت اول: قوانین حرکت نیوتون	۴۹	۲۷۲	۵۲۴
قسمت دوم: معرفی برخی از نیروهای خاص	۵۷	۲۸۱	۵۲۶
قسمت سوم: کاربرد قوانین نیوتون در حل مسائل	۶۹	۲۹۳	۵۲۸
قسمت چهارم: تکانه و قانون دوم نیوتون	۷۳	۲۹۸	۵۲۹
قسمت پنجم: نیروی گرانشی	۷۹	۳۰۳	۵۳۰
فصل سوم: نوسان و امواج			
قسمت اول: بررسی حرکت هماهنگ سادهٔ سامانهٔ جرم - فنر	۸۳	۳۳۴	۵۳۸
قسمت دوم: سرعت و شتاب در حرکت هماهنگ ساده	۹۶	۳۴۲	۵۴۰
قسمت سوم: انرژی در حرکت هماهنگ ساده	۱۰۱	۳۴۷	۵۴۱
قسمت چهارم: آونگ ساده و پدیدهٔ تشدید	۱۰۶	۳۵۱	۵۴۲
قسمت پنجم: معرفی موج	۱۱۰	۳۵۳	۵۴۳
قسمت ششم: موج‌های عرضی	۱۱۳	۳۵۵	۵۴۴
قسمت هفتم: امواج الکترومغناطیسی	۱۱۹	۳۶۱	۵۴۶
قسمت هشتم: موج‌های طولی و صوت	۱۲۲	۳۶۵	۵۴۷
قسمت نهم: بازتاب امواج	۱۳۲	۳۷۶	۵۵۰
قسمت دهم: شکست موج	۱۴۱	۳۸۴	۵۵۳
فصل چهارم: آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای			
قسمت اول: اثر فوتوالکتریک و فوتون	۱۵۱	۴۶۶	۵۷۷
قسمت دوم: طیف پیوسته، طیف خطی و مدل‌های اتمی	۱۵۴	۴۷۰	۵۷۸
قسمت سوم: ساختار هسته	۱۷۰	۴۷۷	۵۸۶
قسمت چهارم: پرتوزایی طبیعی	۱۷۵	۴۸۱	۵۸۷
قسمت پنجم: واپاشی پرتوزا و نیمه عمر	۱۷۷	۴۸۳	۵۸۸

فصل ۱

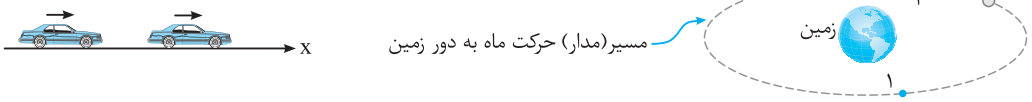
قسمت اوّل

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.

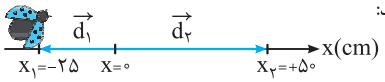
به ساده‌ترین شکل حرکت جسم که بر مسیر مستقیم انجام می‌شود، **حرکت روی خط راست** (حرکت یک بُعدی) می‌گویند. برای بررسی حرکت یک جسم ابتدا مفاهیم زیر را در نظر می‌گیریم:

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:

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

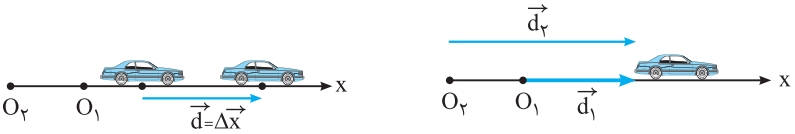
$$\vec{d} = \Delta\vec{y} \Rightarrow \vec{d} = \Delta y\vec{j} \quad , \quad \Delta y = y_2 - y_1$$ جابه‌جایی قائم

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.

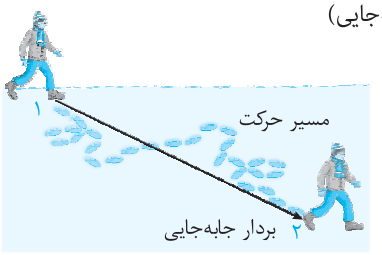
نکته اگر مبدأ محور تغییر کند، بردار مکان جسم تغییر می‌کند اما بردار جابه‌جایی تغییر نمی‌کند. در شکل‌های زیر این موضوع بررسی شده است.



(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.

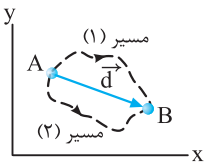
برای نمونه، اگر داخل اتومبیل روی یک صندلی نشسته باشیم، در این حالت مسیر حرکت قطره‌های باران در راستای قائم است. اما با حرکت اتومبیل، مسیر حرکت قطره‌های باران از نظر شما جهت مایل به خود می‌گیرند.

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.

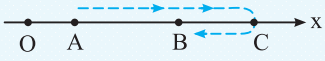
نکته ۲ در جابه‌جایی بین دو نقطه می‌توان بی‌شمار مسیر حرکت مشخص کرد که جابه‌جایی، مسیر مستقیم (کوتاه‌ترین مسیر) بین این دو نقطه است. یعنی مقدار جابه‌جایی همواره کوچک‌تر یا مساوی با مسافت پیموده‌شده است.



$$l \geq d$$

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:

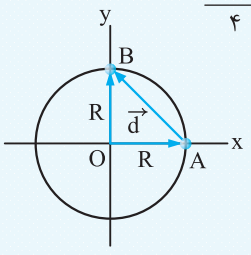
$$\frac{l}{d} = \frac{4\overline{BC}}{2\overline{BC}} = 2$$

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.

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

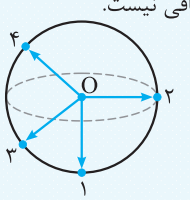
پاسخ : در مدت ۲۰ دقیقه متحرک دایرهٔ مسیر را ۲۰ بار می‌پیماید و به نقطهٔ شروع حرکت می‌رسد. بنابراین جابه‌جایی انجام‌شده توسط آن در این مدت صفر است. مسافت پیموده‌شده در این مدت برابر است با:

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

بنابراین گزینهٔ (۲) درست است.

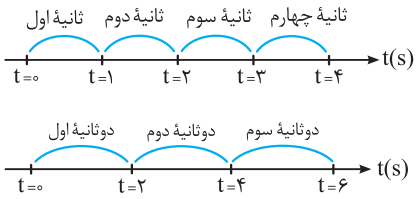
تست جسمی در ۸ متری مبدأ محور قرار دارد. از این نقطه ۳ متر به طرف غرب و ۴ متر به طرف جنوب می‌رود. فاصلهٔ نهایی جسم از مبدأ چند متر است؟

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 $۲s \le t \le ۴s$

⋮

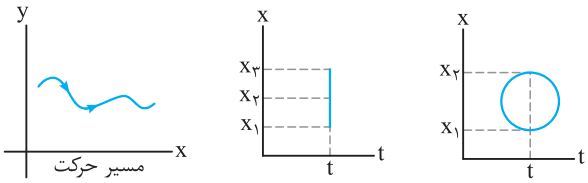
دو ثانیهٔ nام $۲n - ۲ \le t \le ۲n$

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.

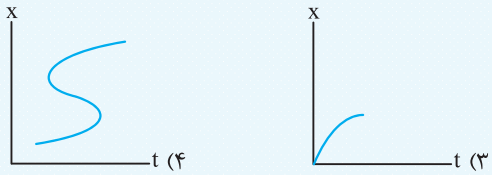
معادلهٔ مکان ـ زمان (معادلهٔ حرکت)

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.

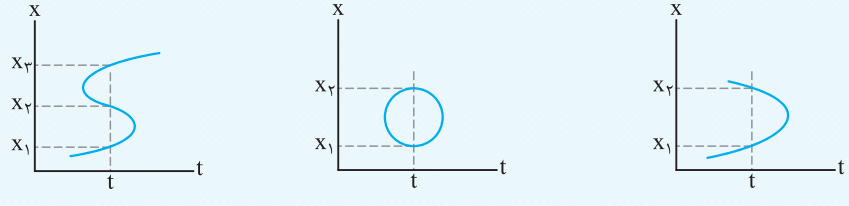


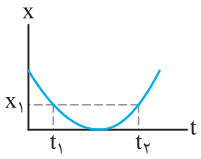
با توجه به نمودارها می‌توان نتیجه گرفت که جسم در یک لحظه در دو یا چند مکان قرار گرفته است که این نتیجه نمی‌تواند مربوط به یک جسم (ذره) باشد؛ یعنی چنین حرکت‌هایی در طبیعت وجود ندارد. اما در شکل (پ) مسیر حرکت جسم رسم شده است.

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.





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) $+6$ ۲) -6 ۳) -4 ۴) $+4$

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:

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

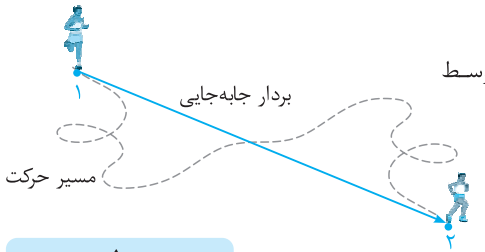
در این صورت دو متحرک در لحظهٔ $t = 1s$ در یک مکان قرار گرفته‌اند. توجه داشته باشید که در لحظهٔ شروع حرکت $(t = 0)$ مکان اولیه برای دو متحرک یکسان نیست. یعنی گزینهٔ (۳) نادرست و گزینهٔ (۱) درست است.

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

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

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

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.

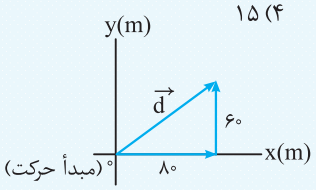
اگر سرعت متوسط جسمی در جابه‌جایی بین دو نقطه $۲۰\,km/h$ باشد، می‌توان نتیجه گرفت؛ جسم به طور متوسط در هر ساعت به اندازهٔ ۲۰ کیلومتر جابه‌جا شده است. در این صورت در هر لحظه جسم می‌تواند سرعت دلخواهی داشته باشد یا حتی جسم برای مدتی متوقف شده باشد.

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.

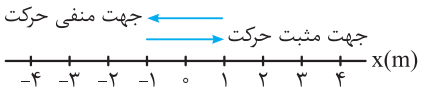
قرارداد: در کتاب درسی فیزیک سال دوازدهم، سرعت متوسط را برای حالت خاصی بررسی می‌کنیم که جسم در راستای خط راست حرکت کند.

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 سرعت (km/h) می‌توان استفاده کرد.

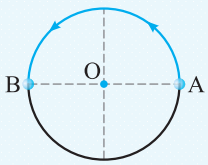
$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t}$$

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.

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:

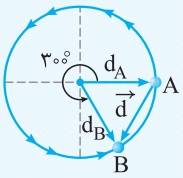
$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{۴۰}{۳۵} = \frac{۸}{۷} m/s$$

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

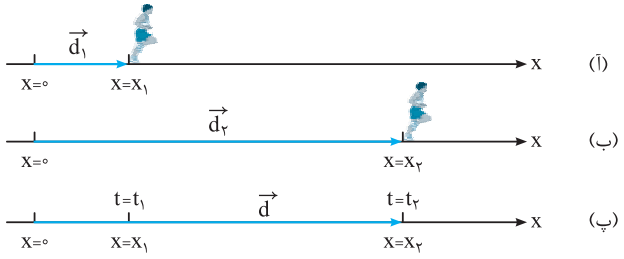
پاسخ: ابتدا جابه‌جایی جسم را حساب می‌کنیم. زاویهٔ بین دو بردار مکان برابر ۶۰° و اندازهٔ این دو بردار با شعاع دایره برابر است. در این صورت مثلث ایجادشده متساوی‌الاضلاع بوده ($d_A = d_B = d = r$) و جابه‌جایی با شعاع دایره برابر است. از طرفی مسافت پیموده‌شده با $\frac{۵}{۶}$ از محیط دایره برابر است، پس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

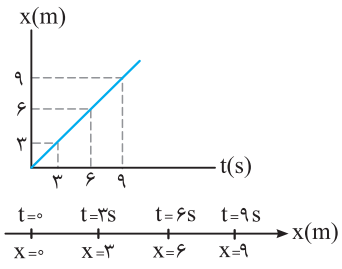
۱) مسیر حرکت جسم دایره‌ای شکل است.
۲) جسم در صفحهٔ مختصات به‌صورت دو بُعدی روی مسیر منحنی شکل حرکت می‌کند.
۳) مسیر حرکت جسم روی خط راست و بدون تغییر جهت است.
۴) اظهارنظر قطعی ممکن نیست.

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.

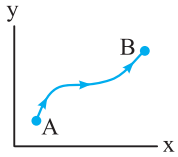
ت) نمودار مکان - زمان (x - t)

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:

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.



(آ)

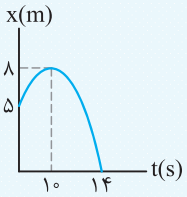


(ب)

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 $(\Delta x = x_۲ - x_۱)$ 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) $+۰/۶$ ۲) $-\frac{۵}{۳}$ ۳) $-۰/۶$ ۴) $+\frac{۵}{۳}$

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

$$\left.\begin{array}{l} t_۱ = ۰ \Rightarrow x_۱ = +۵m \\ t_۲ = ۱۰s \Rightarrow x_۲ = +۸m \end{array}\right\} \Rightarrow \Delta x = ۸ - ۵ = ۳m$$

در کل حرکت می‌توان نوشت:

$$\left.\begin{array}{l} t_۱ = ۰ \Rightarrow x_۱ = +۵m \\ t_۲ = ۱۴s \Rightarrow x_۲ = ۰ \end{array}\right\} \Rightarrow \Delta x_T = ۰ - ۵ = -۵m$$

در این صورت داریم:

$$\frac{\Delta x}{\Delta x_T} = -\frac{۳}{۵} = -۰/۶$$

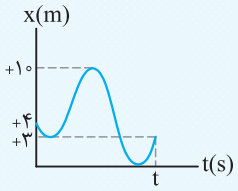
بنابراین گزینهٔ (۳) درست است.

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؟



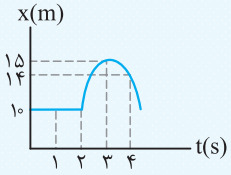
۱) ۱۴ ۲) ۱۷
۳) ۲۱ ۴) صفر

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:

$l = (۴ - ۳) + (۱۰ - ۳) + (۱۰ - ۰) + (۳ - ۰) \Rightarrow l = ۲۱m \Rightarrow$ 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) $+۵$ ، $+۶$ ۲) $+۶$ ، $+۴$
۳) -۵ ، -۶ ۴) -۶ ، -۴

پاسخ: جابه‌جایی انجام‌شده در ثانیهٔ سوم برابر است با:

$$\Delta x = x_۳ - x_۲ = ۱۵ - ۱۰ = +۵m$$

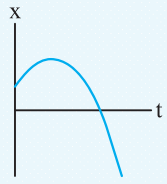
مسافت پیموده‌شده با طول مسیر پیموده‌شده برابر است. در این‌صورت می‌توان نوشت:

$$l = |\Delta x_{(۰-۳)}| + |\Delta x_{(۳-۴)}| = |۱۵ - ۱۰| + |۱۴ - ۱۵| = +۶m$$

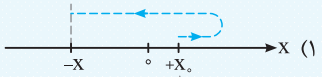
بنابراین گزینهٔ (۱) درست است.

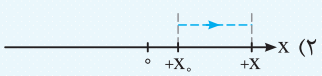
تست

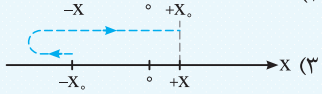
نمودار مکان ـ زمان حرکت جسمی مطابق شکل روبه‌رو است. کدام‌یک از گزینه‌ها مسیر حرکت جسم را درست نشان می‌دهد؟

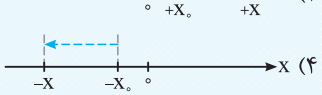


(برگرفته از کتاب درسی)

۱) 

۲) 

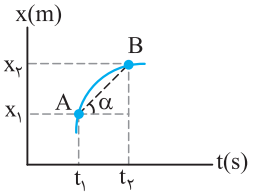
۳) 

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.

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.

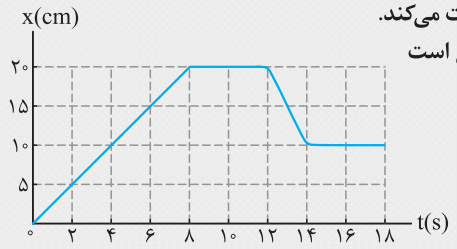
آ) مدت زمانی که مورچه در جهت مثبت محور x حرکت می‌کند، چند برابر مدت زمانی است که مورچه در جهت منفی محور x حرکت می‌کند؟

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 $x=+۲۰\ cm$ 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 $t_۱=۱۲s$ تا $t_۲=۱۴s$ جسم از مکان $x_۱=+۲۰cm$ به مکان $x_۲=+۱۰cm$ رسیده است، یعنی جابه‌جایی آن برابر با $\Delta x=x_۲-x_۱=۱۰-۲۰=-۱۰cm$ است. پس می‌توان نتیجه گرفت:

$$\frac{\Delta t_{\text{حرکت در جهت مثبت محور}}}{\Delta t_{\text{حرکت در جهت منفی محور}}}=\frac{۸}{۲}=۴$$

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 $t_۱=۸s$ تا $t_۲=۱۲s$ و $t_۳=۱۴s$ تا $t_۴=۱۸s$ مکان موچه تغییر نکرده است. پس می‌توان نتیجه گرفت:

$$\Delta t_{\text{ایستادن}}=(۱۲-۸)+(۱۸-۱۴)=۴+۴=۸s$$

پ) با توجه به نمودار در لحظهٔ $t_۱=۴s$ و بازهٔ زمانی $t_۲=۱۴s$ تا $t_۳=۱۸s$ فاصلهٔ موچه از مبدأ محور برابر ۱۰ سانتی‌متر است.

ت) با توجه به رابطهٔ محاسبهٔ سرعت متوسط داریم:

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{x_۲-x_۱}{t_۲-t_۱}=\frac{۱۰-۰}{۱۸-۰}=\frac{۵}{۹}cm/s$$

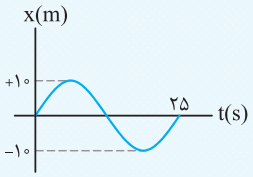
ث) با توجه به رابطهٔ محاسبهٔ تندی متوسط داریم:

$$s_{av}=\frac{l}{\Delta t}=\frac{۲۰+۱۰}{۱۸}=\frac{۵}{۳}cm/s$$

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:

$$l=۱۰+۱۰+۱۰+۱۰=۴۰m$$

برای محاسبهٔ سرعت متوسط داریم:

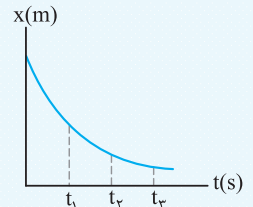
$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{x_۲-x_۱}{t_۲-t_۱}=\frac{۰-۰}{۲۵-۰}=۰$$

بنابراین گزینهٔ (۱) درست است.

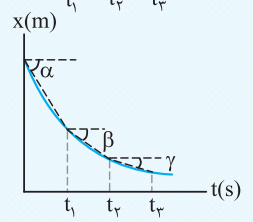
تست

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) $t_۲-t_۳$
۲) $۰-t_۳$
۳) $t_۱-t_۲$
۴) $۰-t_۱$



پاسخ : در نمودار مکان- زمان، شیب خط واصل بین دو لحظه مشخص‌کنندهٔ سرعت متوسط بین آن دو لحظه است. در بازهٔ زمانی صفر تا $t_۱$، اندازهٔ شیب خط از بقیهٔ بازه‌ها بزرگ‌تر است. پس در این بازه، اندازهٔ سرعت متوسط متحرک از بقیهٔ بازه‌ها بیش‌تر است.

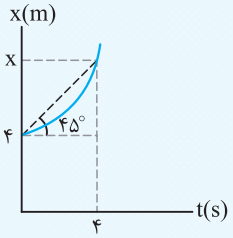


$$|\tan\alpha|>|\tan\beta|>|\tan\gamma|\Rightarrow|v_{av_{(۰-t_۱)}}|>|v_{av_{(t_۱-t_۲)}}|>|v_{av_{(t_۲-t_۳)}}|$$

بنابراین گزینهٔ (۴) درست است.

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:

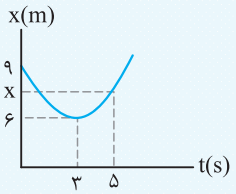
$$v_{av} = \tan 45^\circ = 1\,m/s$$

با استفاده از رابطهٔ سرعت متوسط داریم:

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

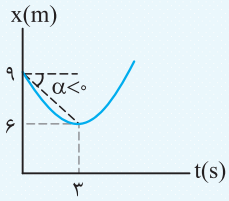
بنابراین گزینهٔ (۴) درست است.

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.

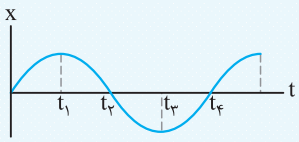
۲- اگر شیب خط واصل بین دو نقطه مثبت باشد، جسم در جهت مثبت محور x جابه‌جا شده است.

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.

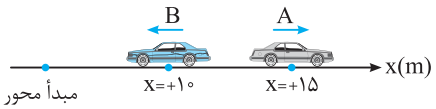
بنابراین گزینهٔ (۳) درست است.

قسمت اول: شناخت حرکت

آ) بردار مکان، جابه‌جایی و مسافت

تو قدم اول تستایی رو تمرین می‌کنیم که مفاهیم اولیه رو بررسی می‌کنن. برای ادامهٔ 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؟

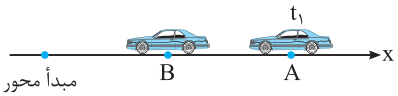


۱) $-۱۰\vec{i}$ ، $+۱۵\vec{i}$
۲) $+۱۰\vec{i}$ ، $+۱۵\vec{i}$
۳) $-۵\vec{i}$ ، $-۱۰\vec{i}$
۴) $+۵\vec{i}$ ، $+۱۰\vec{i}$

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

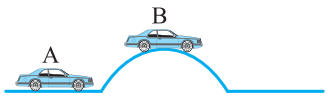
۱) $+۱۲\vec{i}$
۲) $-۲\vec{i}$
۳) $-۱۲\vec{i}$
۴) $+۲\vec{i}$

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



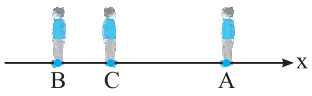
۱) ←، ←
۲) →، ←
۳) →، →
۴) ←، →

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



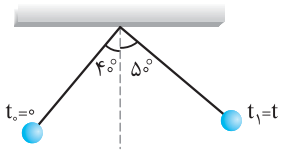
۱) →
۲) ↗
۳) ←
۴) ↙

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



۱) ←، ←
۲) →، ⤻
۳) ←، ⤺
۴) →، ←

۶. گلوله‌ای به جرم m را از نخی 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 لحظهٔ مشخص‌شده درست نشان می‌دهد؟



۱) →، ⟶
۲) ↗، ⟶
۳) ⟶، ↗
۴) ⟶، ⟶

۷.☆ رابطهٔ بین مکان و زمان جسمی که روی خط راست حرکت می‌کند در SI به‌صورت $x = (t-۱)^۲$ است. مسافت پیموده‌شده توسط جسم پس از ۳ ثانیه چند متر است؟

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۵
۴) ۴

دانش‌آموزان عزیز! در صورت کمبود وقت حتماً به تست‌های دارای علامت ☆ پاسخ دهید. تست‌های دارای علامت ★ کمی دشوارتر هستند.

۸. ★ رابطهٔ بین مکان و زمان جسمی که در راستای محور x حرکت می‌کند در SI به‌صورت $x = -t^2 + 4t - 4$ 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 بازهٔ 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.

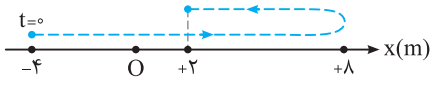
۹. کدام‌یک از عبارت‌های زیر در مورد بردار مکان نادرست است؟

۱) اندازهٔ بردار مکان، فاصلهٔ جسم از مبدأ محور را مشخص می‌کند.
۲) بردار مکان جسم در یک لحظه رسم می‌شود.
۳) بردار مکان با تغییر مبدأ محور، ثابت می‌ماند.
۴) در حرکت جسم، بردار مکان تغییر می‌کند.

۱۰. ☆ کدام‌یک از عبارت‌های زیر در مورد بردار جابه‌جایی نادرست است؟

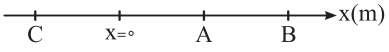
۱) برداری است که ابتدای آن مکان اولیه و انتهای آن مکان نهایی جسم است.
۲) بردار جابه‌جایی به مبدأ محور بستگی دارد.
۳) اندازهٔ بردار جابه‌جایی با مسافت پیموده‌شده می‌تواند برابر باشد.
۴) جهت بردار جابه‌جایی، جهت حرکت جسم را همواره مشخص نمی‌کند.

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 نقطهٔ A به نقطهٔ B و در نهایت به نقطهٔ 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 اندازهٔ d جابه‌جا می‌شود. اگر مسافت پیموده‌شده توسط جسم برابر ۲۷ متر باشد، بردار جابه‌جایی $(\vec{d})$ کدام است؟

۱) $-۱۷\vec{j}$
۲) $+۱۲\vec{j}$
۳) $+۱۷\vec{j}$
۴) $-۱۲\vec{j}$

۱۴. ☆ رابطهٔ بین مکان و زمان خودرویی که روی خط راست حرکت می‌کند در SI به‌صورت $x = t^2 + t - ۱$ است. در ثانیهٔ 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 راه‌پلهٔ 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) $۱/۳\sqrt{۱۵}$
۲) $۱/۵\sqrt{۱۳}$
۳) ۷/۵
۴) ۱/۵

۱۶. ☆ جسمی روی محور x حرکت می‌کند و رابطهٔ مکان ـ زمان آن در SI به‌صورت $x = t^2 - t + ۴$ است. جابه‌جایی جسم در ۳ ثانیهٔ 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) $+۱۷\vec{i}$
۲) $+۲۸\vec{i}$
۳) $+۳۱\vec{i}$
۴) $-۱۷\vec{i}$

۱۸. ★ جسمی از نقطهٔ A(۱۰۱) به نقطهٔ B(۴۰۱) و سپس به نقطهٔ C(۴۰۵) می‌رسد. این جسم از نقطهٔ A تا نقطهٔ C در چه جهتی جابه‌جا شده است و مسافت پیموده‌شده توسط آن چند متر است؟

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

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) $-\frac{۳}{۵}$
۳) $+\frac{۵}{۳}$
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. اندازهٔ جابه‌جایی انجام‌شده توسط شخص و جهت حرکت در کدام گزینه درست آمده است؟

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

۲۱☆. جسمی روی دایره‌ای به شعاع ۲ متر در هر ۱۰ ثانیه یک بار دایرهٔ مسیر را طی می‌کند. در مدت زمان $\frac{۱۰}{۶}$ ثانیه، مسافت پیموده‌شده توسط آن چند متر است؟

۱) $\frac{۲\pi}{۳}$ ۲) $\frac{۳\pi}{۲}$ ۳) $\frac{\pi}{۳}$ ۴) $\frac{\pi}{۲}$

۲۲★. جسمی را به طنابی به طول L بسته‌ایم و در یک صفحهٔ افقی روی مسیر دایره‌ای می‌چرخانیم. در مدتی که جسم $\frac{۱}{۳}$ از محیط دایره را طی می‌کند، مسافتی به اندازهٔ ۱۰ متر پیموده است. جابه‌جایی جسم در این مدت چند متر است؟ ($\pi \simeq ۳$)

۱) ۵ ۲) $۱۰\sqrt{۳}$ ۳) ۱۰ ۴) $۵\sqrt{۳}$

۲۳★. نقطه‌ای روی محیط چرخ خودرویی و در تماس با زمین قرار دارد. اگر شعاع چرخ خودرو ۵۰ سانتی‌متر باشد، زمانی‌که چرخ خودرو نیم دور بچرخد، این نقطه چند سانتی‌متر جابه‌جا می‌شود؟ ($\pi^۲ \simeq ۱۰$)

۱) $۵۰\sqrt{۱۴}$ ۲) $۵۰\sqrt{۲۶}$ ۳) $۱۰۰\sqrt{۲۶}$ ۴) $۲\sqrt{۲۶}$

۲۴. معادلهٔ حرکت متحرکی روی محور x در SI به‌صورت $x = t^۳ - t + ۲$ است. متحرک در لحظهٔ $t = ۱s$ در چه فاصله‌ای از نقطهٔ شروع حرکت قرار گرفته است؟

۱) ۲ ۲) صفر ۳) ۴ ۴) ۳

ب) سرعت متوسط ($\vec{v}_{av}$)

برای حرکت باید برونیم جسم جابه‌جایی‌ها رو چطوری انجام می‌ده، بخاطر 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 اندازهٔ سرعت متوسط متحرک A از B ..... است و متحرک B در جهت ..... محور حرکت می‌کند. (برگرفته از کتاب درسی)

	مکان آغازین	مکان پایانی
متحرک A	$+۲\vec{i}$	$-۷\vec{i}$
متحرک B	$+۴\vec{i}$	$+۱۶\vec{i}$

۱) کم‌تر ـ منفی ۲) بیش‌تر ـ مثبت ۳) بیش‌تر ـ منفی ۴) کم‌تر ـ 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
متحرک A	$-۴\vec{i}$	$-۱۱\vec{i}$	۲۰m
متحرک B	$+۳\vec{i}$	$-۱۲\vec{i}$	۱۵m

۱) کم‌تر ـ دارای تغییر جهت ـ دارای تغییر جهت ۲) کم‌تر ـ دارای تغییر جهت ـ فاقد تغییر جهت
۳) بیش‌تر ـ دارای تغییر جهت ـ فاقد تغییر جهت ۴) بیش‌تر ـ فاقد تغییر جهت ـ دارای تغییر جهت

۲۷☆. دو خودروی A و B از مسیرهای متفاوتی بین دو نقطه حرکت می‌کنند. کدام‌یک 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 نقطهٔ A و B برابر ۲۵km/h است. کدام‌یک از جملات زیر قطعاً درست است؟

۱) خودرو در جابه‌جایی بین این دو نقطه توقف نکرده است.
۲) سرعت خودرو حداقل یک‌بار ۲۵km/h است.
۳) فاصلهٔ بین دو نقطه از ۲۵km بیش‌تر نیست.
۴) خودرو همواره با سرعت ۲۵km/h حرکت کرده است.

۲۹. معادلهٔ حرکت متحرکی در SI به‌صورت $x = ۰/۲۵ + \sin \pi t$ است. سرعت متوسط آن در ۵ ثانیهٔ اول حرکت چند متر بر ثانیه است؟ (kg)

۱) صفر ۲) ۰/۰۵ ۳) ۰/۲۵ ۴) ۰/۱۵

۳۰☆. مکان متحرکی روی محور x در لحظهٔ $t = ۲s$ برابر ۸m و در لحظهٔ $t = ۱۰s$ برابر $-۱۶m$ می‌باشد. سرعت متوسط متحرک در این مدت چند m/s است؟ (kg)

۱) ۳- ۲) ۲- ۳) ۱ ۴) ۲

۳۱. معادلهٔ حرکت جسمی در SI به‌صورت $x = 2t^2 - 4t + 8$ است. بردار سرعت متوسط جسم در بازهٔ 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. معادلهٔ مکان ـ زمان حرکت جسمی در SI به‌صورت $x = t^3 + \pi$ است. سرعت متوسط جسم در دو ثانیهٔ دوم حرکت چند m/s است؟
۱) ۲۸ ۲) ۱۴ ۳) ۳۶ ۴) ۱۸

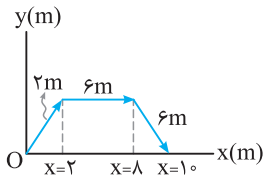
۳۳☆. معادلهٔ حرکت جسمی در SI به‌صورت $x = 2t^2 + \alpha t$ است. مقدار α چقدر باشد تا سرعت متوسط متحرک در دو ثانیهٔ دوم حرکت $4\,m/s$ باشد؟
۱) ۸+ ۲) ۴+ ۳) ۴- ۴) ۸-

۳۴. جسمی در امتداد محور x، از نقطهٔ $x_1 = +13m$ شروع به حرکت کرده و تا نقطهٔ $x_2 = +12m$ حرکت می‌کند. سپس در انتهای حرکت خود به نقطهٔ $x_3 = -7m$ می‌رسد. اگر این حرکت به مدت ۱۰ ثانیه انجام شود، سرعت متوسط چند m/s است؟
۱) ۲+ ۲) ۲/۸+ ۳) ۲- ۴) ۲/۸-

۳۵☆. متحرکی در لحظهٔ $t_1 = 2s$ در مکان $A(4m, -10m)$ و در لحظهٔ $t_2 = 4s$ در مکان $B(28m, 14m)$ قرار دارد. اندازهٔ 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 $3\,km/h$ و سرعت متوسط برابر $2\,km/h$ است. در این صورت کدام گزینه در مورد مسیر حرکت جسم درست است؟ (برگرفته از کتاب درسی)
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 صفحهٔ xoy مطابق شکل روبه‌رو، در مدت زمان‌های ۳s، ۵s و ۲s به ترتیب جابه‌جایی‌های ۲m، ۶m و ۶m را انجام می‌دهد. سرعت متوسط جسم چند متر بر ثانیه است؟

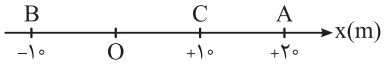


۱) ۱ ۲) ۱/۲ ۳) ۰/۶ ۴) ۲

پ) تندی متوسط (s_{av})

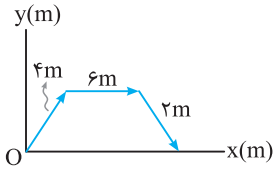
همیشه قرار نیست جسم مسیر مستقیم رو برای حرکت انتخاب کند. پس تندی متوسط برامون مهمه.

۳۸☆. متحرکی روی محور x، ابتدا به مدت ۶ ثانیه از A به B رفته، سپس در مدت ۴ ثانیه به نقطهٔ C برمی‌گردد. تندی متوسط متحرک در کل مسیر چند m/s است؟



۱) ۱ ۲) ۳ ۳) ۵ ۴) ۲

۳۹. جسمی در صفحهٔ xoy مطابق شکل در مدت زمان‌های ۳s، ۲s و ۵s به ترتیب جابه‌جایی‌های ۴m، ۶m و ۲m را انجام می‌دهد. تندی متوسط جسم چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۱/۲ ۲) ۰/۶ ۳) ۰/۳ ۴) ۲/۴

۴۰☆. ذره‌ای روی دایره‌ای به شعاع ۲/۴ متر، کمانی به اندازهٔ 300° را در مدت یک ثانیه طی می‌کند. تندی متوسط ذره چند برابر سرعت متوسط آن در این جابه‌جایی است؟ $(\pi = 3)$
۱) $\frac{1}{5}$ ۲) ۲ ۳) ۵ ۴) ۰/۵

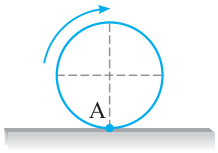
۴۱★. شخصی از ابتدای ورودی ساختمانی تا لحظهٔ رسیدن به آسانسور ۱۰ متر مسافت می‌پیماید. سپس با استفاده از آسانسور به طبقهٔ سوم ساختمان که در فاصلهٔ ۱۰ متری همکف است، می‌رسد و پس از آن ۱۰ متر دیگر در طبقهٔ سوم طی می‌کند تا به منزل خود برسد. اگر از لحظهٔ ورود شخص به ساختمان تا لحظهٔ ورود به منزل ۲۰ ثانیه طول بکشد و در تمام مدت مسیر حرکت شخص روی خط راست باشد، سرعت متوسط چند برابر تندی متوسط است؟
۱) $\frac{1}{3}$ ۲) $\frac{\sqrt{5}}{3}$ ۳) ۳ ۴) $\frac{\sqrt{5}}{3}, \frac{1}{3}$

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 $\frac{T}{4}$ برابر v باشد، سرعت متوسط آن در مدت زمان $\frac{3}{4}T$ کدام است؟
۱) v ۲) $\frac{2}{3}v$ ۳) $\frac{v}{3}$ ۴) $\frac{\sqrt{2}}{2}v$

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) $۰/۲\pi$ ۲) $۰/۸\pi$ ۳) $۰/۴\pi$ ۴) $۰/۱\pi$

۴۴★. در شکل مقابل نقطهٔ A روی محیط چرخ خودرویی به شعاع ۲۵ سانتی‌متر قرار دارد. سرعت متوسط نقطهٔ 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) $\frac{۹}{۴}$ ۲) $\frac{۲}{۹}$ ۳) $\frac{۴}{۹}$ ۴) صفر

۴۶. ذره‌ای در امتداد محور x، از مبدأ محور شروع به حرکت کرده و در مدت ۱۰ ثانیه به نقطهٔ $x_A = +۴۰m$ و سپس به نقطهٔ $x_B = +۱۰m$ برمی‌گردد. تندی متوسط ذره در این مدت چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۱ ۲) ۷ ۳) ۶ ۴) ۵

۴۷☆. متحرکی روی خط $y = ۲x + ۱$ مسیری به اندازهٔ 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

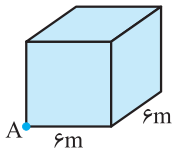
۴۸☆. متحرکی روی خط $y = x$ در مدت زمان ۵ ثانیه مسافتی به اندازهٔ ۵۰ متر را می‌پیماید، سپس در مدت ۱۰ ثانیه ۱۵ متر را در همان مسیر برمی‌گردد. سرعت متوسط در کل مدت زمان حرکت تقریباً چند m/s است؟

۱) ۴/۳ ۲) ۲/۳ ۳) ۳ ۴) ۱/۴

۴۹☆. معادلهٔ حرکت خودرویی که در حال حرکت بر روی خط راست است در SI به‌صورت $x = ۲t^۲ - ۱۰t + ۱۲$ است. اندازهٔ سرعت متوسط خودرو از لحظهٔ $t = ۰$ 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 $۱۰\sqrt{۵}$ ثانیه از نقطهٔ 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؟

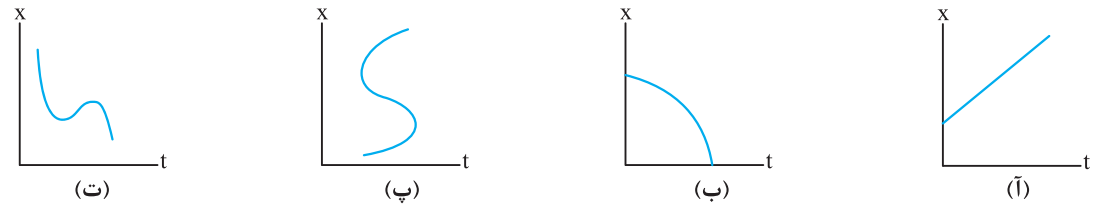


۱) ۰/۶ ۲) ۶ ۳) $۱/۸\sqrt{۵}$ ۴) $۳/۶\sqrt{۵}$

ت) نمودار مکان – زمان (x - t)

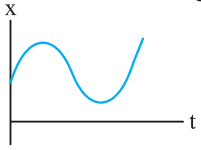
اگر بخواهیم نمودهٔ تغییرات مکان رو داشته باشیم، از نمودار مکان – زمان استفاده می‌کنیم. در ضمن به راحتی می‌تونیم تندی متوسط و سرعت متوسط رو حساب کنیم.

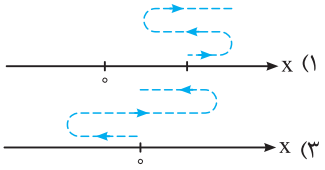
۵۱☆. نمودارهای مکان ــ زمان برای چند جسم رسم شده است. چند مورد از نمودارها برای حرکت جسم‌ها، امکان‌پذیر است؟ (برگرفته از کتاب درسی)



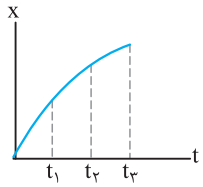
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۲☆. نمودارمکان ــ زمان حرکت جسمی مطابق شکل است. کدام‌یک از گزینه‌های زیر شکل مسیر حرکت را درست نشان می‌دهد؟



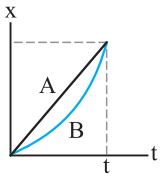


۵۳.☆ نمودار مکان ـ زمان حرکت خودرویی مطابق شکل است. نسبت سرعت متوسط در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 نسبت به سرعت متوسط در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3 کدام است؟



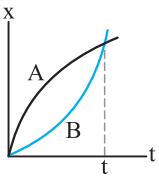
۱) بزرگ‌تر از یک
۲) برابر با یک
۳) کوچک‌تر از یک
۴) هر سه عبارت می‌تواند درست باشد.

۵۴.☆ نمودارهای مکان ـ زمان دو جسم A و B مطابق شکل است. در بازهٔ زمانی مشخص‌شده کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست است؟



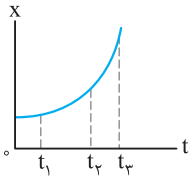
۱) $\Delta x_A > \Delta x_B$
۲) $v_{av_A} > v_{av_B}$
۳) $v_{av_A} = v_{av_B}$
۴) $\Delta x_A < \Delta x_B$

۵۵. نمودار مکان ـ زمان برای دو خودروی A و B مطابق شکل است. کدام گزینه در مورد مسافت پیموده‌شده توسط خودروها تا لحظهٔ t درست است؟



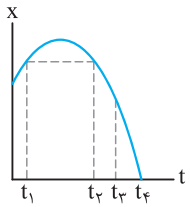
۱) $l_A > l_B$
۲) $l_B > l_A$
۳) $l_A = l_B$
۴) هر سه گزینه می‌تواند درست باشد.

۵۶.★ نمودار مکان ـ زمان متحرکی سهمی و مطابق شکل است. سرعت متوسط متحرک در کدام بازهٔ زمانی بیش‌تر است؟ (سراسری ریاضی- ۸۵)



۱) صفر تا t_1
۲) t_1 تا t_3
۳) t_2 تا t_3
۴) بستگی به اندازهٔ فاصله‌های زمانی دارد.

۵۷. نمودار مکان ـ زمان حرکت جسمی مطابق شکل است. در کدام بازهٔ 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.★ معادلهٔ مکان ـ زمان جسمی در SI به‌صورت $x = 4t^2 - 16t + 8$ است. مسافت پیموده‌شده توسط جسم در ۴ ثانیهٔ اول حرکت چند متر است؟

۱) ۳۲
۲) ۱۶
۳) ۸
۴) صفر

۵۹.★ معادلهٔ مکان ـ زمان جسمی در SI به‌صورت $x = t^2 - 4t + 2$ است. جابه‌جایی انجام‌شده توسط جسم در ۲ ثانیهٔ اول حرکت چند برابر مسافت پیموده‌شده در این بازهٔ زمانی است؟

۱) -1
۲) -4
۳) $+1$
۴) $+4$

۶۰.☆ معادلهٔ مکان ـ زمان جسمی در SI به‌صورت $x = -t^2 + 4t - 4$ است. در فاصلهٔ زمانی بین $t_1 = 0$ و $t_2 = 4s$ مسافت طی‌شده توسط جسم چند متر است؟ (سراسری تجربی خارج از کشور- ۸۸)

۱) ۲
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۸

۶۱.★ متحرکی روی محور x حرکت می‌کند و معادلهٔ مکان ـ زمان آن در SI به‌صورت $x = -2t^2 + 12t - 40$ است. مسافتی که این متحرک در بازهٔ زمانی صفر تا $t = 5s$ طی می‌کند، چند متر است؟ (سراسری ریاضی خارج از کشور- ۹۴)

۱) ۱۰
۲) ۱۵
۳) ۲۴
۴) ۲۶

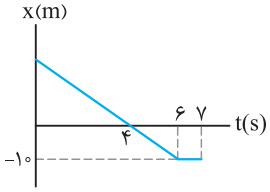
۶۲. معادلهٔ مکان ـ زمان حرکت جسمی در SI به‌صورت $x = 4t - 4$ است. تندی متوسط جسم در مدت ۴ ثانیه چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۶۳.★ معادلهٔ مکان ـ زمان جسمی در SI به‌صورت $x = 8t^2 - 32t + 16$ است. تندی متوسط جسم در مدت ۲ ثانیه چند متر بر ثانیه است؟

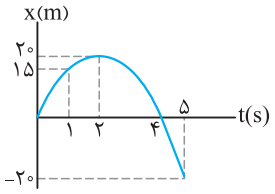
۱) ۱۶
۲) ۸
۳) ۴
۴) صفر

۶۴. نمودار مکان ـ زمان حرکت جسمی در راستای محور افقی به‌صورت شکل زیر رسم شده است. مسافت پیموده‌شده توسط جسم در مدت زمان نشان داده‌شده چند متر است؟



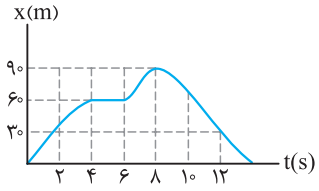
۱) ۱۰
۲) ۲۰
۳) ۳۰
۴) ۴۰

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



۱) ۰/۴ ۲) ۱/۲۵ ۳) ۲/۵ ۴) ۰/۸

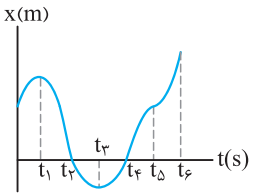
۶۶.☆ نمودار مکان ـ زمان حرکت دوچرخه‌سواری مطابق شکل زیر است. چند مورد از عبارت‌های زیر در مورد حرکت دوچرخه‌سوار نادرست است؟



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

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

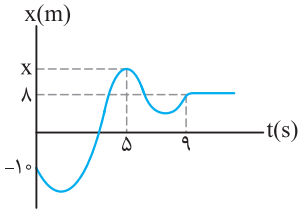
۶۷.☆ نمودار مکان ـ زمان حرکت ذره‌ای مطابق شکل است. چند مورد از عبارت‌های زیر در مورد حرکت این ذره درست است؟ (برگرفته از کتاب درسی)



آ) سرعت متوسط بین دو بازهٔ زمانی t_2 تا t_4 صفر است.
ب) تندی متوسط در بازهٔ زمانی t_2 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.

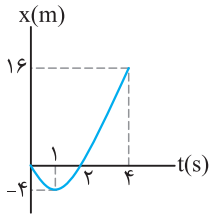
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۸.★ نمودار مکان ـ زمان حرکت جسمی مطابق شکل است. مقدار سرعت متوسط در ۵ ثانیهٔ اول حرکت دو برابر مقدار سرعت متوسط در ۴ ثانیهٔ آخر حرکت است. مکان جسم در لحظهٔ $t = 5s$ چند متر است؟ (مکان x فرضی رسم شده است.)



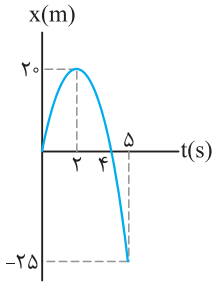
۱) $\frac{۱۰}{۷}$ ۲) ۱۰ ۳) $\frac{۲۰}{۷}$ ۴) ۲۰

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



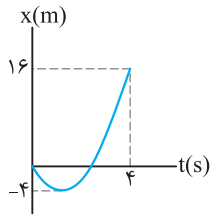
۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۷۰.☆ نمودار مکان ـ 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؟



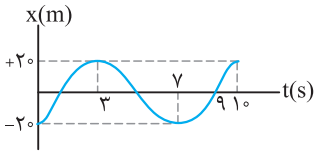
۱) +۱۵ ۲) +۲۰ ۳) -۲۰ ۴) -۱۵

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



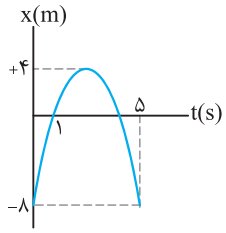
۱) ۱۰ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۵

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



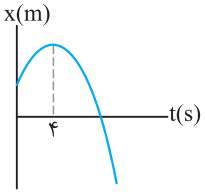
۱) $v_{av} = -۴\,m/s$
۲) $s_{av} = ۱۲\,m/s$
۳) $v_{av} = s_{av} = ۴\,m/s$
۴) $v_{av} = s_{av} = ۱۲\,m/s$

۷۳☆. نمودار مکان ـ زمان حرکت جسمی مطابق شکل است. تندی متوسط جسم در فاصلهٔ زمانی $t_۱ = ۱s$ تا $t_۲ = ۵s$ چند متر بر ثانیه است؟



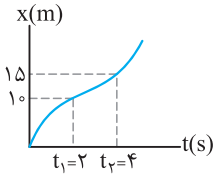
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۷۴★. نمودار مکان ـ زمان جسمی که بر مسیر مستقیم حرکت می‌کند مطابق سهمی شکل مقابل است. کدام گزینه در مورد تندی متوسط و سرعت متوسط بین دو لحظهٔ $t_۱ = ۲s$ و $t_۲ = ۶s$ درست است؟



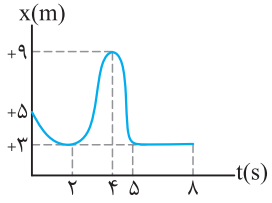
۱) $s_{av} \neq ۰\ ,\ v_{av} = ۰$
۲) $s_{av} = v_{av} = ۰$
۳) $s_{av} = ۰\ ,\ v_{av} \neq ۰$
۴) $s_{av} = v_{av} \neq ۰$

۷۵☆. نمودار مکان ـ زمان حرکت جسمی مطابق شکل است. تندی متوسط جسم در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۲$ چند m/s است؟



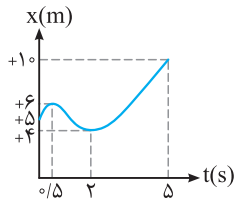
۱) ۲/۵
۲) ۳/۷۵
۳) ۱/۲۵
۴) ۷

۷۶. نمودار مکان ـ 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؟



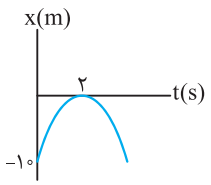
۱) $\frac{۴}{۳}$
۲) $\frac{۸}{۳}$
۳) ۲
۴) ۳

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



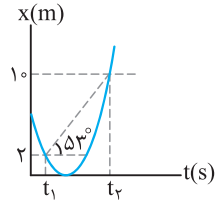
۱) $+\frac{۱}{۲}$
۲) -۲
۳) $+۲$
۴) $-\frac{۱}{۲}$

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



۱) -۵
۲) -۱۰
۳) $-۷/۵$
۴) صفر

۷۹★. با توجه به نمودار مکان ـ زمان داده‌شده که مربوط به حرکت جسمی بر مسیر مستقیم است، مدت زمان نشان داده‌شده $(t_۲ - t_۱)$ چند ثانیه است؟



۱) ۲
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۳

ث) تندی لحظه‌ای (v) و سرعت لحظه‌ای $(\vec{v})$

دو تا مفهوم تو بررسی نوع و جهت حرکت مهم هستند. تو تستای زیر بررسیشون 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 ـ می‌کند
۲) سرعت ـ نمی‌کند
۳) سرعت ـ می‌کند
۴) تندی ـ نمی‌کند

۸۱☆. کدام‌یک از عبارت‌های زیر درست است؟

۱) با دانستن محل عقربهٔ تندی‌سنج خودرو، می‌توان جهت حرکت خودرو را مشخص کرد.
۲) در فیزیک، لحظه به معنای یک بازهٔ زمانی بسیار کوچک است.
۳) شیب خط مماس بر نمودار مکان ـ زمان، مشخص‌کنندهٔ تندی لحظه‌ای است.
۴) اگر هنگام گزارش تندی لحظه‌ای به جهت حرکت اشاره کنیم، سرعت لحظه‌ای را مشخص کرده‌ایم.

۸۲☆. معادلهٔ مکان ـ زمان متحرکی در SI به‌صورت $x = ۲t^۲ - ۲۰t + ۳۲$ است. مکان جسم در لحظه‌ای که تندی حرکت برابر صفر می‌شود، کدام است؟

۱) $-۱۸m$ ۲) $+۱۸m$ ۳) $-۹m$ ۴) $+۹m$

۸۳★. معادلهٔ سرعت ـ زمان جسمی در SI به‌صورت $v = ۳t^۲ - ۱۲t + ۱۲$ 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☆. معادلهٔ سرعت ـ زمان متحرکی در SI به‌صورت $v = ۶t^۲ - ۲۴t + ۱۸$ است. فاصلهٔ زمانی بین دو بار تغییر جهت متحرک چند ثانیه است؟

۱) ۴ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۱

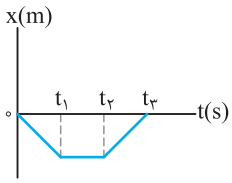
۸۵. معادلهٔ سرعت ـ زمان متحرکی در SI به‌صورت $v = ۶t^۲ - ۸t + ۲$ است. کم‌ترین مقدار سرعتی که این متحرک در مسیر حرکت خود دارد، چند متر بر ثانیه است؟

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

ج) تعیین سرعت لحظه‌ای به کمک نمودار مکان ـ زمان

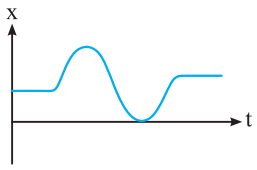
نمودار مکان ـ زمان تو تعیین نوع حرکت و کمیت‌های مربوط به اون برامون خیلی مهمه ولی هواسمون باشه با شکل مسیر حرکت اشتباه نشه.

۸۶. نمودار مکان ـ زمان حرکت جسمی روی محور x مطابق شکل است. در کدام بازهٔ زمانی جسم ساکن است؟



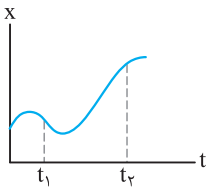
۱) $t_۱ - t_۲$
۲) $۰ - t_۳$
۳) $t_۲ - t_۳$
۴) $۰ - t_۱$

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



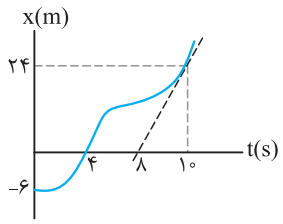
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) صفر

۸۸☆. نمودار مکان ـ زمان حرکت جسمی مطابق شکل است. نسبت تندی در لحظهٔ $t_۱$ به تندی در لحظهٔ $t_۲$ کدام است؟



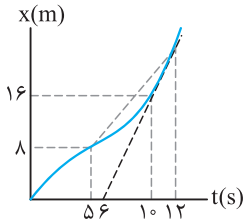
۱) کوچک‌تر از یک
۲) بزرگ‌تر از یک
۳) برابر یک
۴) هر سه گزینه ممکن است.

۸۹★. نمودار مکان ـ زمان حرکت خودرویی مطابق شکل است. سرعت خودرو در لحظهٔ $t = ۱۰s$ چند برابر سرعت متوسط آن در کل مدت زمان نشان داده شده است؟



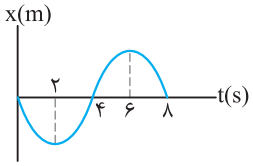
۱) ۲
۲) ۶
۳) ۳
۴) ۴

۹۰.★ نمودار مکان ــ زمان متحرکی بر مسیر مستقیم به‌صورت شکل مقابل است. اگر سرعت متحرک در لحظهٔ $t = ۱۰s$ برابر سرعت متوسط آن بین دو لحظهٔ $t_۱ = ۵s$ و $t_۲ = ۱۲s$ باشد، متحرک در لحظهٔ $t = ۱۲s$ در چند متری مبدأ می‌باشد؟ (kg)



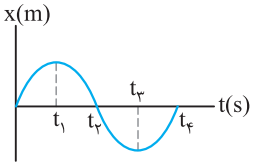
۱) ۲۸
۲) ۲۴
۳) ۳۶
۴) ۲۰

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



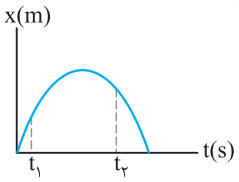
۱) ۲
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۸

۹۲.☆ نمودار مکان ــ زمان حرکت جسمی روی محور x مطابق شکل است. در کدام بازهٔ زمانی ابتدا جسم در جهت منفی محور حرکت کرده و پس از مدتی در جهت مثبت محور حرکت می‌کند؟



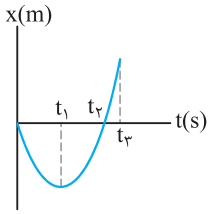
۱) $۰ - t_۲$
۲) $t_۱ - t_۳$
۳) $t_۱ - t_۲$
۴) $t_۲ - t_۴$

۹۳. نمودار مکان ــ زمان حرکت جسمی مطابق شکل است. کدام گزینه در مورد حرکت جسم در لحظه‌های $t_۱$ و $t_۲$ درست است؟



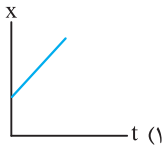
۱) مقدار سرعت در لحظهٔ $t_۲$ از $t_۱$ بزرگ‌تر است.
۲) در لحظهٔ $t_۱$ جسم در جهت مثبت محور افقی حرکت می‌کند.
۳) در لحظهٔ $t_۲$ جسم در جهت مثبت محور افقی حرکت می‌کند.
۴) مقدار سرعت در لحظه‌های $t_۱$ و $t_۲$ برابر است.

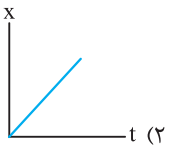
۹۴.☆ نمودار مکان ــ زمان حرکت جسمی در مسیر مستقیم مطابق شکل است. در چه لحظه (لحظه‌هایی) تندی حرکت جسم صفر است؟

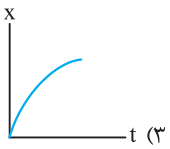


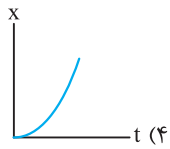
۱) صفر
۲) $t_۱$
۳) صفر ، $t_۲$
۴) $t_۱$ ، $t_۳$

۹۵. خودرویی روی محور افقی از حالت سکون شروع به حرکت می‌کند. کدام‌یک از گزینه‌های زیر نمودار مکان ــ زمان آن را درست نشان می‌دهد؟



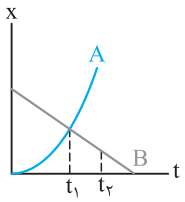
۱)


۲)


۳)


۴)

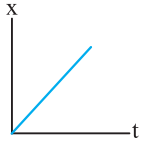
۹۶.★ نمودار مکان ــ زمان دو متحرک A و B مطابق شکل است. کدام گزینه در مورد این دو متحرک نادرست است؟



۱) تندی دو متحرک در لحظه‌های $t_۱$ و $t_۲$ یکسان است.
۲) در لحظهٔ $t_۱$، تندی دو متحرک یکسان است.
۳) در لحظهٔ $t_۱$، دو متحرک در یک مکان قرار دارند.
۴) سرعت اولیهٔ متحرک A صفر است.

۹۷. در چند مورد از نمودارهای مکان ــ زمان رسم‌شده، سرعت متوسط همواره با سرعت لحظه‌ای برابر است؟ (برگرفته از کتاب درسی)

(آ)

(ب)


(پ)

(ت)

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) صفر

پاسخ فصل ۱ حرکت بر خط راست

۱ ۱ ۲ ۳ ۴

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 لحظهٔ نشان داده‌شده بردار مکان در جهت مثبت محور قرار می‌گیرد. در این صورت می‌توان نوشت:

$$\vec{d}_A = +۱۵\vec{i} \;,\; \vec{d}_B = +۱۰\vec{i}$$

۲ ۱ ۲ ۳ ۴

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

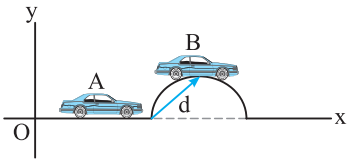
با انتقال مبدأ محور به نقطهٔ $x = -۲m$، بردار مکان خودروی B به‌صورت $x = +۱۲\vec{i}$ نوشته می‌شود.

۳ ۱ ۲ ۳ ۴

در لحظهٔ $t_۱$ 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.

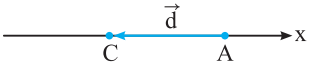
۴ ۱ ۲ ۳ ۴

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

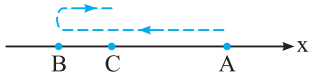


۵ ۱ ۲ ۳ ۴

بردار جابه‌جایی، برداری است که مکان ابتدایی را به مکان نهایی متصل می‌کند. در این‌صورت بردار جابه‌جایی برداری است که نقطهٔ A را به نقطهٔ C متصل می‌کند.

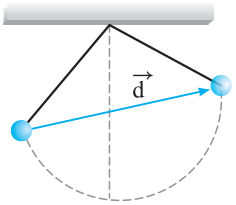


مسیر حرکت مجموعه نقاطی است که شخص هنگام جابه‌جایی از نقطهٔ A تا نقطهٔ C از آن‌ها عبور می‌کند. بنابراین ابتدا از نقطهٔ A به نقطهٔ B و در نهایت به نقطهٔ C رسیده است. پس شکل مسیر حرکت را به‌صورت زیر رسم می‌کنیم:



۶ ۱ ۲ ۳ ۴

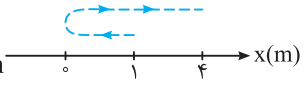
با پرتاب کردن گلوله در لحظهٔ $t_۰ = ۰$، گلوله مسیر منحنی مقابل را می‌پیماید. در این حالت بردار جابه‌جایی با $\vec{d}$ در شکل نشان داده شده است.



۷ ۱ ۲ ۳ ۴

با توجه به رابطهٔ مکان ـ زمان داده شده، مکان جسم در لحظه‌های $t_۱ = ۰$، $t_۲ = ۱s$ و $t_۳ = ۳s$ را به‌دست می‌آوریم، در این صورت داریم:

$$t_۱ = ۰ \Rightarrow x_۱ = (۰-۱)^۲ = ۱m$$
$$t_۲ = ۱s \Rightarrow x_۲ = ۰$$
$$t_۳ = ۳s \Rightarrow x_۳ = (۳-۱)^۲ = ۴m$$

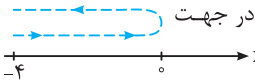


$$l = ۱ + ۴ = ۵m$$

۸ ۱ ۲ ۳ ۴

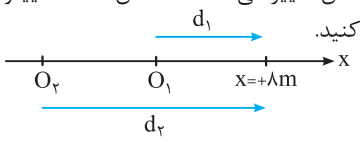
رابطهٔ مکان ـ زمان حرکت جسم را می‌توان به‌صورت $x = -(t-۲)^۲$ نوشت. یعنی جسم همواره در مکان‌های منفی قرار دارد. در این صورت بردار مکان جسم همواره در جهت منفی محور است.

با توجه به شکل مسیر حرکت مشخص می‌شود جسم در مدتی در جهت مثبت محور و مدتی در جهت منفی محور حرکت کرده است.



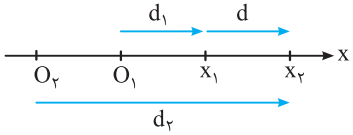
۹ ۱ ۲ ۳ ۴

با تغییر مبدأ محور اندازهٔ بردار مکان تغییر می‌کند که نشان‌دهندهٔ تغییر بردار مکان است. به شکل دقت کنید.



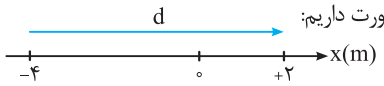
۱۰ ۱ ۲ ۳ ۴

بردار جابه‌جایی مستقل از مبدأ محور است و در صورتی که جسم بر مسیر مستقیم بدون تغییر جهت حرکت کند، جابه‌جایی با مسافت پیموده‌شده 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 ۱ ۲ ۳ ۴

با توجه به شکل حرکت جسم، مکان ابتدایی $x_۱ = -۴m$ و مکان نهایی $x_۲ = +۲m$ است. در این صورت داریم:



$$d = x_۲ - x_۱ = ۲ - (-۴) = +۶m$$