به نام خدای مهربان

مجموعه کتاب های پیپرسِت پک

رشتهٔ تجربی

پُرسؤال

فیزیک ۳

دوازدهم

نصرالله افاضل، مصطفی کیانی، مرضیه عصمتی پیله‌رود
ناظر محتوایی: نصرالله افاضل

مطابق با جدیدترین رویکرد امتحانات نهایی

مهروماه

مقدمه

سلام بر شما عزیزان

فیزیک علاوه بر این‌که مفاهیم پدیده‌های گوناگونی رو دربرمی‌گیره، با معادلات و نمودارهای گوناگون ریاضی هم سروکار داره، دشواری این درس در اینه که در هر دو زمینهٔ فیزیک و ریاضی باید مسلط باشی تا دستت به نمرهٔ بیست برسه. همهٔ تجربهٔ سال‌ها تدریس و تألیف خودمون رو به کار گرفتیم تا با سؤال‌های بسیار متنوع و پرشمار، زمینهٔ تسلط شما بر درس فیزیک ۳ رو فراهم کنیم.

هدف کتاب

تأثیر نتیجهٔ امتحان نهایی سال دوازدهم در آیندهٔ تحصیلی‌تون، هر سال بیشتر شده و کسب نمرهٔ بیست، کاری‌ست دشوار. این کتاب، این کارِ دشوار رو براتون ممکن می‌سازه. در این راه، قدم‌به‌قدم تا رسیدن به نمرهٔ بیست همراهتونیم. با این کتاب همراه شو و ازش لذت ببر.

ساختار بیست پک

۱ **کتاب پرسؤال:** این کتاب برای کسب نمرهٔ بیست همه چی داره:

- هر فصل رو به چند بسته آموزشی تقسیم کردیم که متناسب با جلسه‌های آموزشی کلاس‌های مدرسه‌تون باشه.
- تو هر بسته، براتون یه درسنامهٔ کامل اما جمع‌وجور، همراه با مثال‌ها و نکته‌های آموزشی آوردیم تا مواد لازم برای پاسخ دادن به همهٔ سؤال‌ها دَمِ دستتون باشه.
- تو هر بسته، همهٔ سؤال‌های امتحان‌های نهایی سال‌های اخیر رو گردآوری کردیم تا بانک کاملی از این سؤال‌ها رو داشته باشی.
- تو هر بسته، انواع سؤال‌های انتخاب کلمه، جای خالی، داوری (درست ـ نادرست)، نموداری، مسائل محاسباتی و... رو به‌ترتیب از ساده به دشوار چیدیم تا مسیر یادگیری براتون هموارتر بشه.
- هـــر چی که توی مثال‌ها، فعالیت‌ها، تصویرها، آزمایش‌ها، تمرین‌های متن و پرســش‌های آخر فصل کتاب درســی هســـت رو در قالب سؤال‌های جورواجور آوردیم. حواستون باشه که طراح‌های امتحان نهایی خیلی این سؤالات کتاب درسی رو دوست دارن.

۲ کاربرگ امتحانی:

- حتماً بعد از حل کردن همهٔ سؤالات کتاب پرسؤال، به سراغ امتحان‌های فصل به فصل برین.
- آزمون‌های شبه‌نهایی نوبت اول (نیم‌سال) و پایانی رو داریم که می‌تونین با اون‌ها خودتون رو برای گرفتن نمرهٔ بیست محک بزنین.
- پاسخ همهٔ سؤالات امتحانی رو، روون، مفهومی و با ریزبارم نوشتیم تا خودتون بتونین برگه امتحانی‌تون رو تصحیح کنین.

۳ خلاصه‌کپسولی:

- این ضمیمه طلاست و شامل مفاهیم، فرمول‌ها، تعریف‌ها و نمودارهای هر فصله و خیلی برای دورهٔ مطالب در شب امتحان به کارتون میاد.

قدردانی

انتشار کتاب خوب، نیاز به همدلی و هم‌یاری خوبان هم دارد. لازم است مراتب سپاس و قدردانی خود را از همهٔ مهروماهی‌های عزیز بیان کنیم:

- از جناب آقای **احمد اختیاری** مدیر فرهیختهٔ انتشارات مهروماه.
- از جناب آقای **حامد دورانی** مدیر تألیف کتاب‌های پرسؤال که پیگیرانه هماهنگی و مراحل اجرایی کتاب را پیش بردند.
- از مدیر ویراســـتاری مهروماه سرکار خانم **کبری ملکی** و همکاران ایشان به‌ویژه از خانم‌ها **فهیمه باقریان** و **مبینا حبیبی** که با دقت و حوصلهٔ بی‌نظیر خود در ویرایش این کتاب بسیار کوشیدند.
- از مدیر تولید مهروماه سرکار خانم **مریم تاجداری** و همکاران ایشان که تلاش فراوان در به انجام رسیدن کتاب داشتند.
- از مدیر هنری مهروماه آقای **محسن فرهادی** و همکار ایشان آقای **تایماز کاویانی** که به بهترین و زیباترین شکل، کتاب را طراحی کردند.
- از شما استاد محترم و دانش‌آموز عزیز که این کتاب را انتخاب کردید.

بذار خودمونی بگم!

حالا که ساختار کتاب رو گرفتی، چند مورد هم هست که می‌خوام دَرگوشی بهت بگم:

اول این‌که: یه نگاه دقیق به جدول‌های مشاوره‌ای هر فصل بندازین که اهمیت هر بسته آموزشی در امتحان‌های نهایی گذشته رو بهتون می‌رسونه!

دوم این‌که: با بررسی‌هایی که در سؤال‌های امتحان‌های نهایی چند سال اخیر انجام دادیم، فهمیدیم که ۱ حدود ۴۰ درصد از سؤال‌ها از متن کتاب درسی اومدن، ۲ حدود ۲۵ درصد سؤال‌ها از مثال‌ها و تمرین‌های آخر فصل کتاب درسی اومدن و ۳ بقیهٔ سؤال‌ها هم شامل پرسش‌ها، تمرین‌ها و آزمایش‌های داخل کتاب درسی بوده.

سوم این‌که: ضریب تأثیر معدل درس فیزیک حدود ۹ درصد است که خیلی مهمه!

نتیجهٔ مهم: ۳+۱ عامل مهم در کسب نمرهٔ بیست عبارتند از: **اول:** متن کتاب درسی، **دوم:** مثال‌ها و تمرین‌ها و پرسش‌های کتاب درسی، **سوم:** بقیهٔ کتاب درسی و **چهارم:** مجموعهٔ بیست پک که الان توی دستتونه!!!!

موفق و بیست باشید

فهرست

فصل اول:
حرکت بر خط راست

درس‌نامه ۵
پاسخ‌نامه ۱۸۸

فصل دوم:
دینامیک

درس‌نامه ۴۹
پاسخ‌نامه ۲۱۶

فصل سوم:
نوسان و امواج

درس‌نامه ۸۹
پاسخ‌نامه ۲۳۰

فصل چهارم:
آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای

درس‌نامه ۱۵۵
پاسخ‌نامه ۲۶۲

فصل اول

حرکت بر خط راست

فصل اول
حرکت بر خط راست

مشاوره: این فصل از مهم‌ترین فصل‌های کتاب؛ تنوع سؤالاتش خیلی زیاده و باید یه خورده بیشتر زحمت بکشی تا نتیجهٔ خوب بگیری. تسلط به مفاهیم ریاضی از جمله توابع درجه یک و دو و رسم نمودارهای خطی و سهمی برای کسب نمرهٔ بیست کاریست واجب! کاربردهای نمودار مکان - زمان، نمودار سرعت - زمان و مبحث حرکت با شتاب ثابت جزو مباحث مهم این فصل هستن.

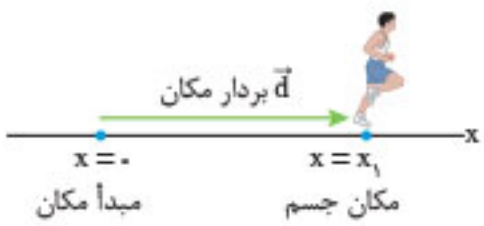
بارم‌بندی این فصل: آزمون نوبت اول: ۸ نمره آزمون نوبت دوم: ۴ نمره

شمارهٔ بسته	مباحث مهم و صفحات کتاب درسی	تعداد سؤالات نهایی ۱۴۰۲ (رشتهٔ تجربی)	تعداد سؤالات نهایی ۱۴۰۳ (رشتهٔ تجربی)
۱	مسافت و جابه‌جایی / تندی متوسط، سرعت متوسط / نمودار مکان - زمان (صفحات ۲ تا ۸ کتاب درسی)	۵	۱
۲	تندی و سرعت لحظه‌ای / شتاب متوسط / شتاب لحظه‌ای / نمودار سرعت - زمان (صفحات ۹ تا ۱۲ کتاب درسی)	۴	۱
۳	معادلهٔ مکان - زمان / نمودارهای مکان - زمان و سرعت - زمان در حرکت با سرعت ثابت (صفحات ۱۳ تا ۱۴ کتاب درسی)	۴	۰
۴	حرکت با شتاب ثابت / بررسی نوع حرکت (صفحات ۱۵ تا ۱۶ کتاب درسی)	۳	۱
۵	معادله‌های حرکت با شتاب ثابت و نمودارها (صفحات ۱۶ تا ۱۷ کتاب درسی)	۴	۱
۶	معادلهٔ سرعت - جابه‌جایی و نمودار شتاب - زمان در حرکت با شتاب ثابت (صفحات ۱۸ تا ۲۱ کتاب درسی)	۴	۳

بسته ۱ شناخت حرکت (بخش ۱)

شناخت و توصیف حرکت اجسام یکی از مباحث مهم فیزیک است که به آن «حرکت شناسی» یا «سینماتیک» نیز گفته می‌شود. مبحث حرکت‌شناسی در زندگی روزمره، مهندسی و علوم دیگر کاربرد فراوان دارد. حرکت را می‌توان از جنبه‌های گوناگون تقسیم‌بندی کرد. از نظر شکل و مسیر حرکت، آن را به «حرکت بر خط راست»، «حرکت در صفحه» و «حرکت در فضا (سه بُعد)» تقسیم‌بندی می‌کنند؛ همچنین از نظر نوع حرکت جسم، حرکت به انواع دیگری مانند «سرعت ثابت» و «حرکت شتاب‌دار» نیز تقسیم‌بندی می‌شود. در این کتاب، حرکت اجسام را بر خط راست بررسی می‌کنیم و پس از بررسی مفاهیم اولیهٔ حرکت‌شناسی، با قوانین و روابط «حرکت با سرعت ثابت» و «حرکت با شتاب ثابت» نیز آشنا می‌شویم.

● **بردار مکان:** برداری که مبدأ محور را به مکان جسم در هر لحظه وصل می‌کند، بردار مکان جسم در آن لحظه نامیده می‌شود.



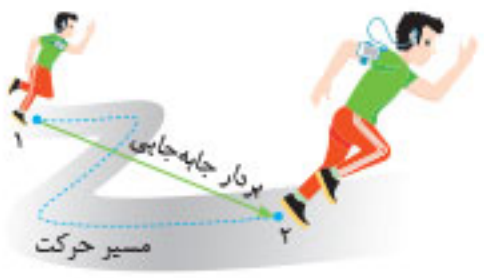
● **مسافت:** طول مسیری که متحرک می‌پیماید، مسافت نامیده می‌شود. مسافت را با l نشان می‌دهیم و یکای آن متر (m) است.

نکته: مسافت، کمیتی نرده‌ای است.

● **جابه‌جایی:** پاره‌خط جهت‌داری (برداری) که مکان آغازین حرکت را به مکان پایانی حرکت وصل کند، بردار جابه‌جایی نامیده می‌شود. یکای بردار جابه‌جایی متر (m) است.

نکته: جابه‌جایی کمیتی برداری است.

بردار جابه‌جایی را با $\vec{d}$ نشان می‌دهیم. در حرکت بر روی محور x، بردار جابه‌جایی با $\Delta\vec{x}$ نشان داده می‌شود. در شکل مقابل، مسیر حرکت (که برابر مسافت طی‌شده است) و بردار جابه‌جایی یک دونده بین دو نقطه نشان داده شده است.



● تفاوت مسافت و جابه‌جایی

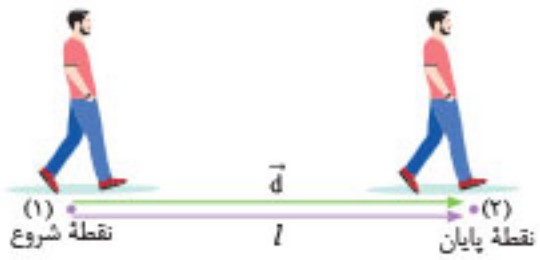
۱ مسافت کمیتی نرده‌ای اما جابه‌جایی کمیتی برداری است.

۲ مسافت به مسیر حرکت بستگی دارد، اما جابه‌جایی به مسیر حرکت بستگی ندارد.

۳ مسافت همواره بزرگ‌تر یا مساوی با اندازهٔ جابه‌جایی است ($l \geq |\vec{d}|$).

۴ در مسیر منحنی (غیر خط راست) مسافت طی‌شده بیشتر از اندازهٔ جابه‌جایی است.

تذکر: اگر حرکت بر روی مسیر مستقیم و بدون تغییرِ جهت انجام شود، مسافت پیموده‌شده با اندازهٔ جابه‌جایی برابر است. در شکل مقابل $l = |\vec{d}|$ است.



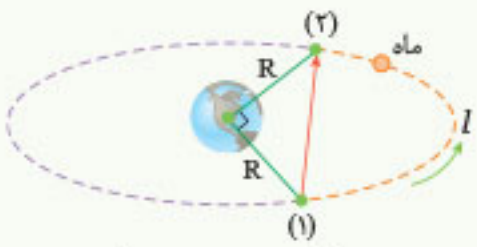
سؤال شکل زیر، مسیر حرکت کرهٔ ماه به دور زمین را نشان می‌دهد.

الف) هنگامی که ماه از مکان (۱) به مکان (۲) می‌رود، مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی آن را مشخص و اندازهٔ مسافت و اندازهٔ بردار جابه‌جایی را مقایسه کنید.

ب) فرض کنید مسیر حرکت ماه دایره است و مسیر (۱) تا (۲) یک‌چهارم محیط دایره است. نسبت مسافت به اندازهٔ جابه‌جایی ماه را حساب کنید.

جواب الف) جابه‌جایی $d < l$ مسافت طی‌شده

ب) **گام اول:** در این حالت مسافت طی‌شده، یک‌چهارم محیط دایره و برابر است با:



$$l = \frac{۲\pi R}{۴} = \frac{\pi R}{۲}$$

اندازهٔ بردار جابه‌جایی، وتر مثلث قائم‌الزاویه با دو ساق مساوی است که هر ساق فاصلهٔ ماه تا زمین، یعنی شعاع مدار ماه (r) است و از رابطهٔ فیثاغورس در مثلث قائم‌الزاویه، اندازهٔ جابه‌جایی را حساب می‌کنیم:

$$d = \sqrt{R^۲ + R^۲} = R\sqrt{۲}$$

گام دوم: نسبت $\frac{l}{d}$ را به دست می‌آوریم:

$$\frac{l}{d} = \frac{\frac{\pi R}{۲}}{R\sqrt{۲}} \Rightarrow \frac{l}{d} = \frac{\pi\sqrt{۲}}{۴}$$

تندی متوسط

اگر متحرکی در مدت‌زمان Δt مسافت l را طی کند، تندی متوسط آن (s_{av}) از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

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

(s_{av}: تندی متوسط (m/s)، l: مسافت (m)، Δt: مدت زمان (s))

تندی متوسط کمیتی نرده‌ای است و یکای آن متر بر ثانیه (m/s) است.

سرعت متوسط

اگر متحرکی در بازهٔ زمانی Δt از مکان (۱) به مکان (۲) برود و جابه‌جایی آن بین این دو مکان $\vec{d}$ باشد، سرعت متوسط آن از رابطهٔ مقابل به دست می‌آید:

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

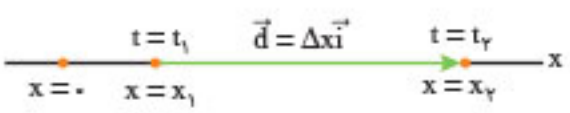
($\vec{v}_{av}$: سرعت متوسط (m/s)، $\vec{d}$: جابه‌جایی (m)، Δt: زمان جابه‌جایی (s))

سرعت متوسط کمیتی برداری است و یکای آن متر بر ثانیه (m/s) است.

نکته: ۱ یکای تندی متوسط و سرعت متوسط را برحسب km/h (کیلومتر بر ساعت) نیز در نظر می‌گیرند: $km/h \xrightarrow[\times ۳/۶]{\div ۳/۶} m/s$

۲ همواره بردار سرعت متوسط $(\vec{v}_{av})$ و بردار جابه‌جایی $(\vec{d})$ هم‌جهت هستند.

توجه: ۱ اگر جسم در راستای محور x حرکت کند و در لحظهٔ $t=t_1$ در مکان $x=x_1$ و در لحظهٔ $t=t_2$ در مکان $x=x_2$ باشد، سرعت متوسط آن از رابطهٔ مقابل به دست می‌آید:



$$\vec{v}_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}\vec{i}=\frac{x_2\vec{i}-x_1\vec{i}}{t_2-t_1}$$

۲ در حرکت بر روی خط راست برای سادگی کار، می‌توان از نوشتن بردارهای یکه صرف‌نظر کرد. در این حالت، رابطهٔ سرعت متوسط به‌صورت زیر نوشته می‌شود:

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

در این حالت، اگر متحرک در جهت محور x حرکت کند، جابه‌جایی و سرعت متوسط آن را با علامت مثبت و اگر متحرک در خلاف جهت محور x حرکت کند، جابه‌جایی و سرعت متوسط آن را با علامت منفی به کار می‌بریم.

نکته: ۱ اگر متحرکی روی خط راست حرکت کند و جهت حرکت آن تغییر نکند، اندازهٔ سرعت متوسط و تندی متوسط آن با هم برابر می‌شود.

۲ سرعت متوسط می‌تواند صفر شود (در یک حرکت رفت و برگشت به نقطهٔ آغازین شروع حرکت، بردار جابه‌جایی و در نتیجه سرعت متوسط متحرک صفر است)، اما تندی متوسط نمی‌تواند صفر باشد، مگر این‌که متحرک ایستاده باشد.

۳ تندی متوسط متحرک همواره مساوی یا بزرگ‌تر از اندازهٔ سرعت متوسط متحرک است.

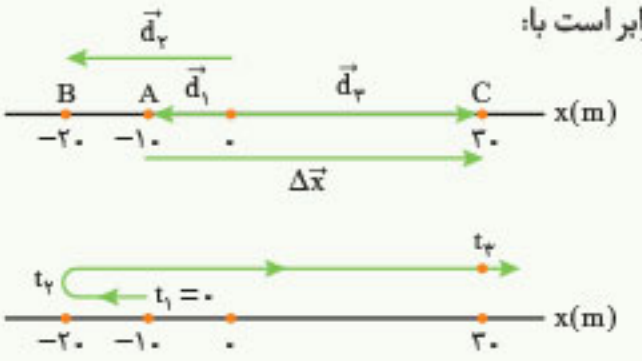
سؤال متحرکی مطابق شکل، در لحظهٔ $t_1=۰$ در نقطهٔ A، در لحظهٔ $t_2=۵s$ در نقطهٔ B و در لحظهٔ $t_3=۱۰s$ در نقطهٔ C قرار دارد.

الف) بردار مکان متحرک در لحظه‌های t_1، t_2 و t_3 و بردار جابه‌جایی آن را برحسب بردار یکه بنویسید.

ب) تندی متوسط را حساب کنید.

پ) سرعت متوسط را به دست آورید.

جواب الف) با توجه به مکان متحرک در لحظه‌های t_1، t_2 و t_3 بردار مکان و جابه‌جایی آن برابر است با:



$$\vec{d}_1=(-10m)\vec{i}\ ,\ \vec{d}_2=(-20m)\vec{i}\ ,\ \vec{d}_3=(30m)\vec{i}$$

$$\Delta\vec{x}=(d_3-d_1)\vec{i}\Rightarrow\Delta\vec{x}=(30m-(-10m))\vec{i}=(40m)\vec{i}$$

ب) برای محاسبهٔ تندی متوسط باید مسافت طی‌شده که برابر طول مسیر حرکت است را به دست آوریم. با توجه به شکل مقابل، مسافت طی‌شده برابر است با:

$$l=|-20-(-10)|+|30-(-20)|=10+50=60m$$

تندی متوسط برابر است با:

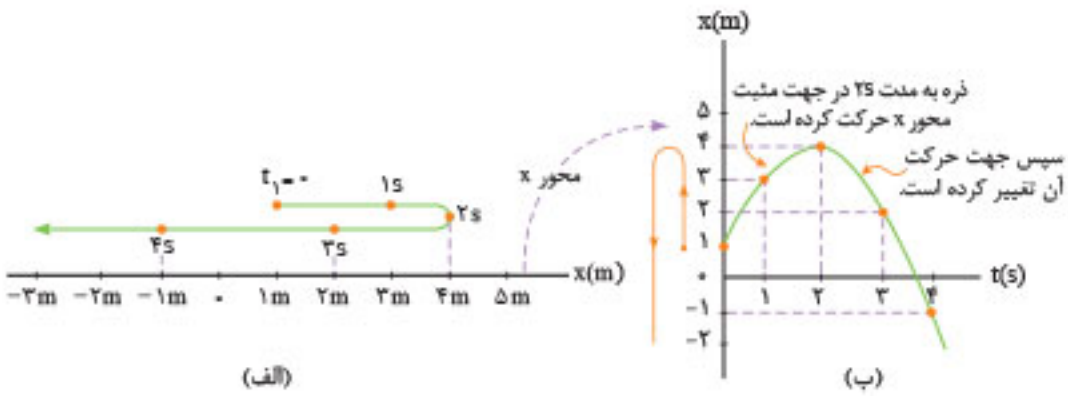
$$s_{av}=\frac{l}{\Delta t}\xrightarrow[\Delta t=t_2-t_1=10-0=10\,s]{l=60m}s_{av}=\frac{60}{10}=6m/s$$

پ) سرعت متوسط متحرک برابر است با:

$$\vec{v}_{av}=\frac{\Delta\vec{x}}{\Delta t}\xrightarrow[\Delta t=10\,s]{\Delta\vec{x}=(40m)\vec{i}}\vec{v}_{av}=\frac{(40m)\vec{i}}{10\,s}=(4m/s)\vec{i}$$

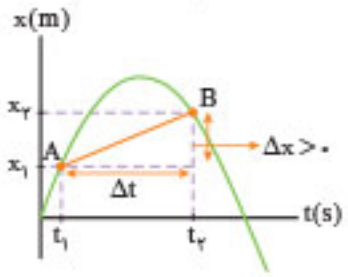
نمودار مکان - زمان

نمودار مکان - زمان، مکان جسم را در هر لحظه نشان می‌دهد و از آن برای توصیف حرکت یک جسم استفاده می‌شود. برای رسم این نمودار، زمان را روی محور افقی و مکان را روی محور قائم در نظر می‌گیریم. در این حالت، هر نقطه از نمودار، معرف مکان جسم (x) در یک لحظهٔ معین (t) است؛ بنابراین پس از مشخص‌کردن نقاط مربوط به زمان و مکان‌های داده‌شده، با وصل‌کردن این نقاط به هم، به وسیلهٔ یک منحنی (خم) هموار، نمودار مکان - زمان را رسم می‌کنیم. در شکل‌های مقابل، شکل (الف) مسیر حرکت متحرک در امتداد محور x و شکل (ب) نمودار مکان - زمان متحرک را نشان می‌دهد.



تعیین سرعت متوسط به کمک نمودار مکان ـ زمان

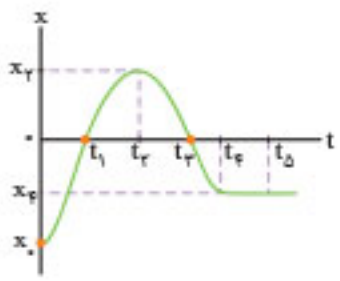
با توجه به نمودار مکان - زمان شکل زیر، متحرک در لحظهٔ $t=t_1$ در مکان $x=x_1$ و در لحظهٔ $t=t_2$ در مکان $x=x_2$ است. همان‌طور که در شکل دیده می‌شود، $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ برابر شیب پاره‌خطی است که دو نقطهٔ A و B را به هم وصل می‌کند. از سوی دیگر بنا به رابطهٔ $v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$، نسبت $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ برابر سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 است؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که سرعت متوسط متحرک بین دو لحظه از زمان، برابر شیب پاره‌خطی است که نقاط مانند آن دو لحظه در نمودار مکان - زمان را به یکدیگر وصل می‌کند.



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

نکته: اگر شیب پاره‌خط AB مثبت باشد ($\Delta x>0$)، سرعت متوسط مثبت ($v_{av}>0$) و اگر شیب پاره‌خط AB منفی باشد ($\Delta x<0$)، سرعت متوسط منفی ($v_{av}<0$) است.

● نکات نمودار مکان ـ زمان



با توجه به نمودار مکان - زمان داده‌شده، موارد زیر را درمی‌یابیم:

۱) در بازه‌های زمانی که شیب نمودار مثبت است؛ یعنی تابع صعودی است (صفر تا t_2)، متحرک در جهت محور x حرکت می‌کند و در بازه‌های زمانی که شیب نمودار منفی است؛ یعنی تابع نزولی است (t_2 تا t_4)، متحرک در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند و در بازه‌های زمانی که شیب نمودار صفر است؛ یعنی در نقاط قله یا دره یا خط افقی نمودار مکان - زمان، (لحظه‌های t_2 و t_4 تا t_5)، متحرک متوقف شده است.

۲) در لحظه‌هایی که نمودار محور زمان (t) را قطع می‌کند، متحرک از مبدأ مکان عبور کرده است و جهت بردار مکان عوض می‌شود (لحظه‌های t_1 و t_3).

۳) در لحظه‌ای که علامت شیب نمودار تغییر می‌کند (در نقاط بیشینه یا کمینه که در این نمودار در لحظه t_2 است)، جهت حرکت متحرک عوض می‌شود.

۴) در بازه‌های زمانی t_1 تا t_2 و t_3 تا t_4 متحرک از مبدأ مکان دور و در بازه‌های زمانی صفر تا t_1 و t_2 تا t_3 متحرک به مبدأ نزدیک می‌شود.

تذکر: دورشدن متحرک از مبدأ و یا نزدیک‌شدن متحرک به مبدأ می‌تواند هم در جهت محور x و هم در خلاف جهت آن انجام گیرد.

۵) برای تعیین سرعت متوسط از روی نمودار مکان - زمان، ابتدا مکان متحرک در لحظه‌های $t=t_1$ و $t=t_2$ را از روی نمودار مشخص می‌کنیم و سپس جابه‌جایی آن را از رابطهٔ $\Delta x=x_2-x_1$ به دست می‌آوریم و در آخر از رابطهٔ $v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$ استفاده می‌کنیم.

۶) برای به دست آوردن مسافت طی‌شده از روی نمودار مکان - زمان، جابه‌جایی در هر یک از بازه‌های زمانی که جهت حرکت تغییر نکرده است، به دست می‌آوریم و سپس مجموع قدرمطلق این جابه‌جایی‌ها را که برابر مسافت طی‌شده است، حساب می‌کنیم. در نمودار مکان - زمانِ رسم‌شده در بالا، مسافت طی‌شده در بازهٔ زمانی $t=0$ تا $t=t_5$ را حساب می‌کنیم. توجه کنید که مکان متحرک در لحظه‌های t_4 و t_5 یکسان است، از این‌رو $x_4=x_5$ است.

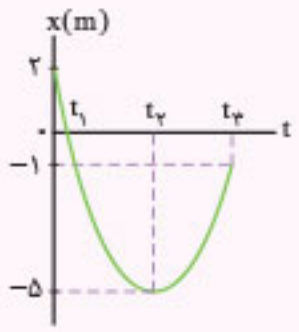
$$l=|x_2-x_0|+|x_5-x_2|$$

و جابه‌جایی در بازهٔ زمانی $t=0$ تا $t=t_5$ برابر است با:

$$\Delta x=x_5-x_0$$

بدیهی است، این جابه‌جایی منفی است؛ زیرا جهت آن در سوی منفی محور x است.

سؤال نمودار مکان - زمان متحرکی که بر روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است:



الف) در چه لحظه‌ای جهت حرکت متحرک عوض می‌شود؟

ب) در چه لحظه‌ای جهت بردار مکان متحرک عوض می‌شود؟

پ) در چه بازهٔ زمانی متحرک در جهت محور x حرکت می‌کند؟

ت) در چه لحظه‌ای متحرک در بیشترین فاصله از مبدأ مکان قرار دارد و مقدار آن چند متر است؟

ث) جابه‌جایی متحرک را در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3 حساب کنید.

ج) مسافت طی‌شدهٔ متحرک از لحظهٔ $t=0$ تا t_2 چند متر است؟

چ) در کدام بازهٔ زمانی متحرک در مکان منفی و در جهت مثبت محور حرکت می‌کند؟

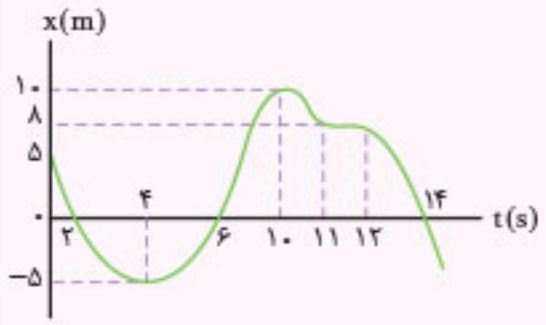
جواب الف) t_2 ب) t_1 پ) t_2 تا t_3 ت) t_2 ، $5m$

ث)
$$\Delta x=x_3-x_2 \xrightarrow[x_2=-5m]{x_3=-1m} \Delta x=-1-(-5)=4m$$

ج) مجموع قدرمطلق جابه‌جایی‌هایی که در یک جهت انجام‌شده را حساب می‌کنیم:
$$l=|(-5-2)|+|-1-(-5)|=11m$$

چ) در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3، نمودار صعودی و مقدار x منفی است.

سؤال نمودار مکان - زمان متحرکی که در راستای محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است.



الف) جهت بردار مکان جسم چند بار عوض شده است؟

ب) جهت حرکت جسم در چه لحظه‌هایی عوض شده است؟

پ) در مدت زمانی که متحرک در جهت محور حرکت می‌کند، سرعت متوسط متحرک چند متر بر ثانیه است؟

ت) تندی متوسط متحرک در بازهٔ صفر تا ۱۲ s چند متر بر ثانیه است؟

ث) سرعت متوسط متحرک در بازهٔ $t=2\,s$ تا $t=11\,s$ چند متر بر ثانیه است؟

ج) تندی متوسط جسم در بازهٔ زمانی که برای اولین بار جهت حرکت عوض می‌شود تا برای سومین بار جهت بردار مکان عوض می‌شود، چند متر بر ثانیه است؟

جواب الف) سه بار و در لحظه‌های $t_1=2\,s$ ، $t_2=6\,s$ و $t_3=14\,s$.

ب) دو بار و در لحظه‌های $t=4\,s$ و $t=10\,s$.

پ) در بازهٔ زمانی $t=4\,s$ تا $t=10\,s$ متحرک در جهت محور حرکت می‌کند.

$$v_{av}=\frac{10-(-5)}{10-4}=\frac{15}{6}=2/5\ m/s$$

ت) **گام اول:** مسافت طی‌شده را حساب می‌کنیم:

$$l=|-5-5|+|10-(-5)|+|8-10|=27\ m$$

گام دوم: اکنون تندی متوسط را به دست می‌آوریم:

$$s_{av}=\frac{l}{\Delta t}=\frac{27}{12-0}=\frac{9}{4}=2/25\ m/s$$

ث)

$$v_{av}=\frac{8-0}{11-2}=\frac{8}{9}\ m/s$$

ج) در لحظهٔ $t=4\,s$ ، برای اولین بار جهت حرکت عوض شده و در لحظهٔ $t=14\,s$ ، برای آخرین بار جهت بردار مکان عوض شده است.

$$s_{av}=\frac{|10-(-5)|+|0-10|}{14-4}=2/5\ m/s$$

سؤالات امتحانی

سؤالات انتخاب کلمه

عبارت درست را از درون پرانتز انتخاب کنید.

۱. پاره‌خط جهت‌داری که مکان آغازین حرکت را به مکان پایانی وصل می‌کند، (بردار مکان / بردار جابه‌جایی) نامیده می‌شود.
پُرتکرار (شهریور ۹۹ - ریاضی، شهریور ۱۴۰۰ - تجربی - با تغییر، دی ۱۴۰۰ - تجربی)

۲. تندی متوسط کمیتی (نرده‌ای / برداری) است. **پُرتکرار** (شهریور ۱۴۰۰ - تجربی - با تغییر، خرداد ۱۴۰۱ - ریاضی، شهریور ۱۴۰۲ - تجربی)

۳. نسبت مسافت طی‌شده به مدت‌زمان حرکت، (سرعت متوسط / تندی متوسط) نامیده می‌شود. (خرداد ۱۴۰۲ - تجربی)

۴. مسافت طی‌شده هرگز از اندازهٔ بردار جابه‌جایی (بزرگ‌تر / کوچک‌تر) نمی‌شود. (مشابه خرداد ۱۴۰۱ - تجربی)

۵. (جابه‌جایی / مسافت) کمیتی نرده‌ای است.

۶. (مسافت / جابه‌جایی) به مسیر حرکت بستگی ندارد.

۷. برداری که مبدأ مکان را به مکان جسم در هر لحظه وصل می‌کند، بردار (مکان / جابه‌جایی) نامیده می‌شود. (شهریور ۹۸ - تجربی - با تغییر)

۸. اگر در حرکت بر خط راست بین دو لحظهٔ t_1 و t_2 جهت سرعت یک بار تغییر کند، در این‌صورت در همان بازهٔ زمانی اندازهٔ سرعت متوسط از تندی متوسط (کمتر / بیشتر) است. (شهریور ۱۴۰۱ - ریاضی)

۹. مطابق شکل زیر، شخصی در راستای خط راست از مکان ۱ به مکان ۲ رفته و سپس در همان مسیر به مکان ۳ برمی‌گردد. اندازهٔ بردار جابه‌جایی (بیشتر از / کمتر از / برابر با) مسافت پیموده‌شده است. (دی ۱۴۰۱ - ریاضی)

۱۰. در حرکت روی محور x ، وقتی متحرک به مکان آغازین خود باز می‌گردد (مسافت طی‌شده / سرعت متوسط) متحرک صفر است. (خرداد ۹۹ - تجربی)

۱۱. عقربهٔ تندی‌سنج خودروها، تندی (متوسط / لحظه‌ای) را نشان می‌دهد. (خرداد ۹۸ - ریاضی، شهریور ۱۴۰۰ - ریاضی)

۱۲. در یک چرخش کامل ماه به دور زمین، (سرعت / تندی) متوسط برابر صفر است. (شهریور ۱۴۰۲ - ریاضی)

۱۳. در حرکت برخط راست و بدون تغییر جهت، مسافت پیموده‌شده (برابر با / بیشتر از) جابه‌جایی است. (دی ۱۴۰۲ - ریاضی)

۱۴. در نمودار مکان - زمان، شیب خطی که نمودار را در دو لحظه قطع می‌کند برابر (جابه‌جایی / سرعت متوسط) متحرک است.

سؤالات درست و نادرست

درستی یا نادرستی هر یک از جمله‌های زیر را مشخص کنید.

۱۵. در حرکت بر روی خط راست، اندازهٔ بردار جابه‌جایی متحرک برابر مسافت طی‌شده آن است. ☒ ☑

۱۶. سرعت متوسط یک کمیت برداری است که همواره با بردار تغییر مکان، هم‌جهت می‌باشد. (مشابه خرداد ۹۹ - تجربی، شهریور ۱۴۰۰ - ریاضی) ☒ ☑

۱۷. در حرکت بر روی خط راست، سرعت متوسط متحرک با تندی متوسط آن برابر است. ☒ ☑

۱۸. اگر متحرک در جهت محور x حرکت کند، جابه‌جایی آن مثبت و سرعت متوسط آن منفی است. ☒ ☑

۱۹. تندی متوسط در حرکت بر روی خط راست، برابر با نسبت جابه‌جایی جسم به زمان است. (خرداد ۱۴۰۲ - ریاضی) ☒ ☑

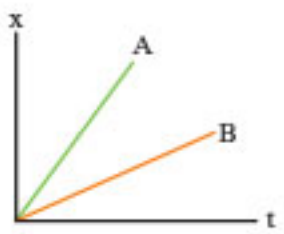
۲۰. در لحظه‌ای که متحرک از مبدأ مکان عبور می‌کند، جهت بردار مکان تغییر می‌کند. (شهریور ۱۴۰۱ - تجربی) ☒ ☑

سؤالات تشریحی

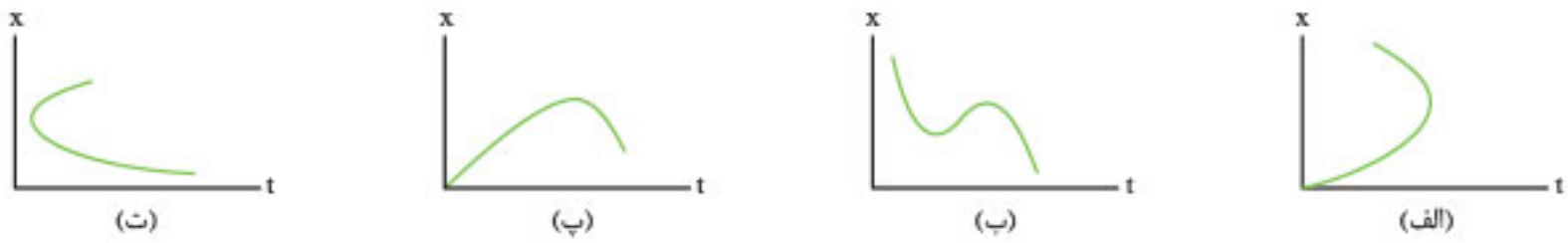
۲۱. بردار مکان را تعریف کنید.

۲۲. در چه صورت اندازهٔ سرعت متوسط متحرک با تندی متوسط آن برابر است؟

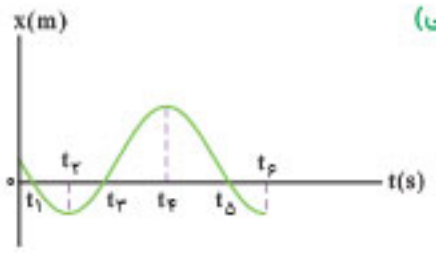
۲۳. شکل روبه‌رو، نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B را نشان می‌دهد.
با استدلال کافی سرعت متوسط این دو متحرک را با هم مقایسه کنید.



۲۴. توضیح دهید کدام‌یک از نمودارهای مکان - زمان که در زیر آمده‌اند، می‌تواند نشان‌دهندهٔ نمودار x – t یک متحرک باشد؟ (شهریور ۱۴۰۰ - تجربی، دی ۱۴۰۱ - ریاضی)



۲۵. با توجه به نمودار مکان - زمان شکل روبه‌رو، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید. (مشابه پرسش کتاب درسی)



الف) متحرک چند بار از مبدأ مکان عبور می‌کند؟ در چه لحظه‌هایی؟

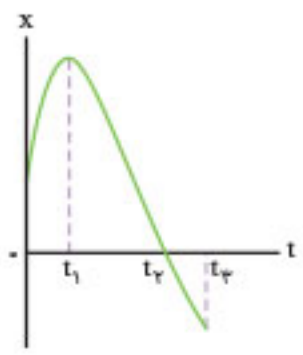
ب) در کدام بازه‌های زمانی، متحرک در حال دورشدن از مبدأ است؟

پ) در کدام بازه‌های زمانی، متحرک در حال نزدیک‌شدن به مبدأ است؟

ت) جهت حرکت چندبار تغییر کرده است؟ در چه لحظه‌هایی؟

ث) جابه‌جایی کل در جهت محور x است یا خلاف آن؟

۲۶. شکل زیر، نمودار مکان - زمان حرکت یک متحرک که در راستای محور x حرکت می‌کند را نشان می‌دهد. (خرداد ۱۴۰۰ - تجربی)



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

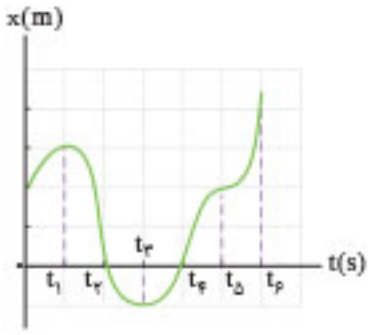
ب) جابه‌جایی کل متحرک در جهت محور x است یا خلاف جهت محور x ؟

پ) جهت حرکت متحرک چند بار تغییر کرده است؟

ت) در کدام بازهٔ زمانی متحرک در حال نزدیک‌شدن به مبدأ است؟

ث) در کدام لحظه متحرک از مبدأ عبور می‌کند؟

۲۷. با توجه به نمودار مکان - زمان شکل روبه‌رو، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید. (دی ۹۹ - ریاضی)

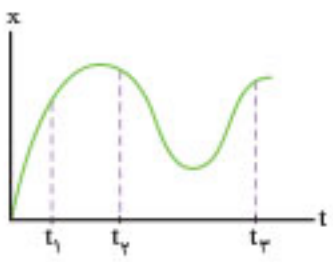


الف) متحرک در کدام لحظه‌ها از مبدأ مکان عبور کرده است؟

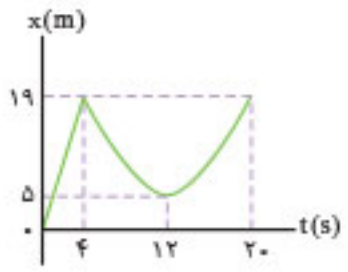
ب) جهت حرکت در کدام لحظه‌ها تغییر کرده است؟

پ) دو بازهٔ زمانی بنویسید که متحرک در حال دورشدن از مبدأ است.

۲۸. نمودار مکان - زمان متحرکی که بر روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است. با توضیح کافی سرعت متوسط این متحرک در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 و t_1 تا t_3 را با هم مقایسه کنید. (مشابه تمرین کتاب درسی)



۲۹. شکل زیر، نمودار مکان - زمان دوچرخه‌سواری را نشان می‌دهد که روی مسیری مستقیم در حال حرکت است. (دی ۹۷ - تجربی)



الف) بیشترین فاصلهٔ دوچرخه‌سوار از مبدأ چند متر است؟

ب) در کدام بازهٔ زمانی دوچرخه‌سوار در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند؟

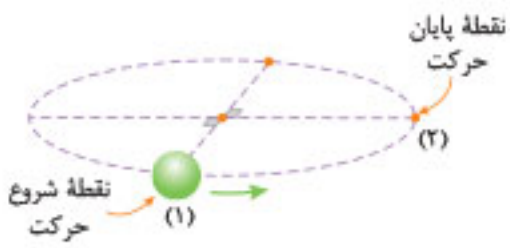
پ) مسافت طی‌شده توسط دوچرخه‌سوار در بازهٔ زمانی $t_0 = 0$ تا $t_3 = 20\,s$ چند متر است؟

ت) اندازهٔ سرعت متوسط دوچرخه‌سوار در بازهٔ زمانی $t_1 = 4\,s$ تا $t_2 = 20\,s$ را به دست آورید.

مسائل

۳۰. مطابق شکل زیر، شخصی از مکان (۱) شروع به حرکت کرده و پس از رسیدن به مکان (۲)، برمی‌گردد و روی همان مسیر به مکان (۳) می‌رود. مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی شخص را روی شکل مشخص و اندازهٔ بردار جابه‌جایی و مسافت طی‌شده را حساب کنید. (مشابه دی ۱۴۰۱ - ریاضی)

۳۱. مطابق شکل مقابل، جسمی روی یک مسیر دایره‌ای به شعاع ۱۰m از مکان (۱) به مکان (۲) می‌رود.



الف) بردار جابه‌جایی و مسیر حرکت جسم را مشخص کنید.

ب) اندازهٔ بردار جابه‌جایی و مسافت طی‌شده را به دست آورید.

۳۲. متحرکی مطابق شکل، در لحظهٔ t_1 در نقطهٔ A، در لحظهٔ t_2 در نقطهٔ B و در لحظهٔ t_3 در نقطهٔ C قرار دارد.

الف) بردارهای مکان متحرک را در هر یک از این لحظه‌ها روی محور x رسم کنید و برحسب بردار یکه بنویسید.

ب) بردار جابه‌جایی متحرک را در هر یک از بازه‌های زمانی t_1 تا t_2، t_2 تا t_3 و t_1 تا t_3 به دست آورید.

۳۳. کفش‌دوزکی که در جهت محور x در حرکت است، در لحظه‌های $t_1 = 0$ و $t_2 = 82\,s$ به‌ترتیب از مکان‌های $x_1 = -28\,m$ و $x_2 = 54\,m$ می‌گذرد. (مشابه مثال کتاب درسی، مشابه دی ۹۹ - تجربی)

الف) بردارهای مکان در لحظه‌های t_1 و t_2 و بردار جابه‌جایی کفش‌دوزک در این بازهٔ زمانی را رسم کنید.

ب) سرعت متوسط کفش‌دوزک را در این بازهٔ زمانی پیدا کنید.

۳۴. مکان متحرکی روی محور x در لحظه‌های $t_1 = 1s$، $t_2 = 3\,s$ و $t_3 = 9s$ در مکان‌های $x_1 = -4m$، $x_2 = 8\,m$ و $x_3 = -12\,m$ قرار دارد. اگر متحرک در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 و t_2 تا t_3 تغییر جهت نداده باشد:

الف) مسیر حرکت متحرک را در بازهٔ زمانی t_1 تا t_3، با رسم شکل نشان دهید.

ب) تندی متوسط را در بازهٔ زمانی t_1 تا t_3 به دست آورید.

پ) بردار جابه‌جایی را در بازهٔ زمانی t_1 تا t_3 روی محور x نشان دهید.

ت) سرعت متوسط را در بازهٔ زمانی t_1 تا t_3 حساب کنید.

۳۵. جدول زیر را کامل کنید. (فرض کنید هر چهار متحرک در مدت‌زمان ۴ s فاصلهٔ بین مکان آغازین و مکان پایانی را طی می‌کنند.) (تمرین کتاب درسی)

	مکان آغازین	مکان پایانی	جابه‌جایی	سرعت متوسط	جهت حرکت
متحرک A	$(-۲\,m)\vec{i}$	$(۶/۴\,m)\vec{i}$	.....	.....	.....
متحرک B	.....	$(-۲/۵\,m)\vec{i}$	$(-۵/۶\,m)\vec{i}$	.....	.....
متحرک C	$(۲\,m)\vec{i}$	$(۸/۶\,m)\vec{i}$	.....	.....	.....
متحرک D	$(-۱/۴\,m)\vec{i}$	.....	.....	$(۲/۴\,m/s)\vec{i}$	.....

۳۶. متحرکی در مدت‌زمان ۸s از مکان $\vec{d}_1=(-۴m)\vec{i}$ به مکان $\vec{d}_2=(+۴m)\vec{i}$ ، بدون تغییر جهت جابه‌جا می‌شود: (خرداد ۱۴۰۰ - تجربی)

الف) جهت حرکت این متحرک را تعیین کنید.

ب) بزرگی سرعت متوسط متحرک در مدت‌زمان ۸S چند متر بر ثانیه است؟

پ) مسافت طی‌شده متوسط متحرک چند متر است؟

۳۷. معادلهٔ حرکت جسمی در SI به‌صورت $x=t^۳-۳t^۲-۴$ است. سرعت متوسط جسم را در بازهٔ زمانی صفر تا ۲s پیدا کنید.

۳۸. شخصی برروی خط راست به مدت ۸ s ، ۱۸ m به طرف شمال و بعد به مدت ۱۰ s ، ۱۶ m به طرف شرق و در آخر به مدت ۲ s ، ۶ m به سمت جنوب حرکت می‌کند.

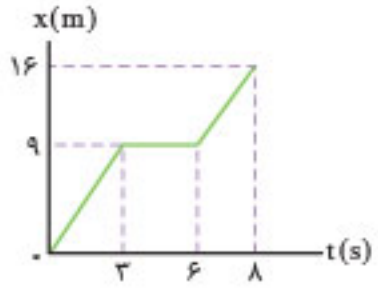
الف) با رسم شکل، اندازهٔ جابه‌جایی شخص را حساب کنید.

ب) کل مسافت طی‌شده چند متر است؟

پ) سرعت متوسط شخص را در کل مسیر برحسب واحد (SI) به دست آورید.

ت) تندی متوسط شخص را در کل مسیر به دست آورید.

۳۹. شکل زیر، نمودار مکان - زمان حرکت یک متحرک که در راستای محور x حرکت می‌کند را نشان می‌دهد. (شهریور ۹۹ - تجربی)

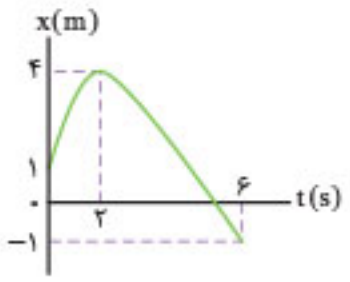


الف) در کدام لحظه، متحرک بیشترین فاصله از مبدأ مختصات را دارد؟

ب) سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی ۶s تا ۸s چند متر بر ثانیه است؟

پ) مسافت طی‌شده در بازهٔ زمانی صفر تا ۸s چند متر است؟

۴۰. نمودار مکان - زمان حرکت مورچه‌ای بر روی محور x ، همانند شکل زیر است. با توجه به این نمودار به سؤالات زیر پاسخ دهید. (دی ۱۴۰۰ - تجربی)



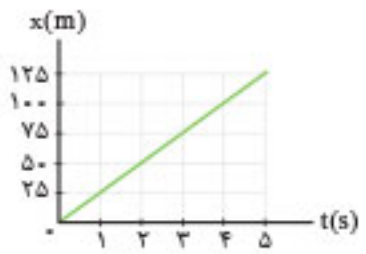
الف) در چه لحظه‌ای مورچه بیشترین فاصله از مبدأ مختصات را دارد؟

ب) در کدام بازهٔ زمانی سرعت مورچه هم‌جهت با محور x است؟

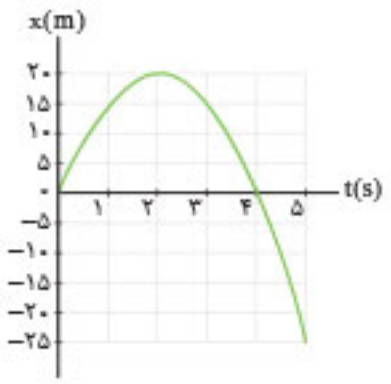
پ) سرعت متوسط مورچه از لحظهٔ $t_0=۰$ تا لحظهٔ $t=۶s$ چقدر است؟

ت)در چه لحظه‌ای جهت حرکت متحرک تغییر کرده است؟

۴۱. نمودار مکان - زمان موتورسواری که در جهت مثبت محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل است. سرعت متوسط موتورسوار در بازهٔ زمانی ۱s تا ۲s چند برابر سرعت متوسط آن در بازهٔ زمانی ۴s تا ۵s است؟ (مشابه مثال کتاب درسی)



۴۲. شکل زیر، نمودار مکان - زمان خودرویی را نشان می‌دهد که در راستای خط راست حرکت می‌کند. (مشابه مثال کتاب درسی)

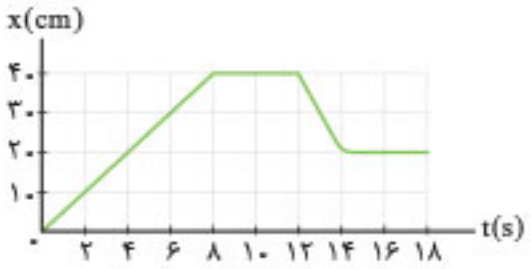


الف) سرعت متوسط و تندی متوسط را در بازهٔ زمانی $t_1=۱s$ تا $t_2=۳s$ پیدا کنید.

ب) سرعت متوسط را در بازهٔ زمانی $t_1=۱s$ تا $t_5=۵s$ به دست آورید و جهت آن را تعیین کنید.

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

(مشابه مثال کتاب درسی)



الف) در چه بازهٔ زمانی مورچه در جهت محور x حرکت می‌کند؟

ب) در چه بازهٔ زمانی مورچه در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند؟

پ) در چه بازه‌های زمانی مورچه ایستاده است؟

ت) در چه لحظه‌هایی فاصلهٔ مورچه از مبدأ ۳۰ cm است؟

ث) در چه بازهٔ زمانی فاصلهٔ مورچه از مبدأ بیشترین مقدار است؟

ج) جابه‌جایی و سرعت متوسط مورچه را در بازهٔ زمانی ۶ s تا ۱۴ s به دست آورید.

چ) مسافت طی‌شده و تندی متوسط مورچه را در بازهٔ زمانی ۴ s تا ۱۴ s حساب کنید.

بسته ۲ شناخت حرکت (بخش ۲)

تندی لحظه‌ای

تندی متحرک در هر لحظه از زمان را تندی لحظه‌ای می‌نامند.

توجه: ۱ تندی لحظه‌ای کمیتی نرده‌ای است و جهت ندارد.

۲ در تندی لحظه‌ای، جهت حرکت متحرک را در نظر نمی‌گیریم.

۳ عقربهٔ تندی‌سنج خودرو، تندی لحظه‌ای آن را نشان می‌دهد و هیچ‌گونه اطلاعی در خصوص جهت حرکت خودرو به ما گزارش نمی‌دهد.

سرعت لحظه‌ای (v)

اگر تندی لحظه‌ای را همراه با جهت حرکت متحرک در نظر بگیریم، سرعت لحظه‌ای به دست می‌آید.

به عنوان مثال، اگر خودرویی به طرف شمال در حرکت باشد و در نقطه‌ای از مسیر، عقربهٔ تندی‌سنج خودرو روی ۱۰۰ km / h باشد، تندی لحظه‌ای خودرو برابر ۱۰۰ km / h و سرعت لحظه‌ای آن ۱۰۰ km / h به طرف شمال است یا اگر سرعت متحرکی برابر $\vec{v} = (-۲\ m/s)\vec{i}$ باشد، یعنی اندازهٔ سرعت ۲ m / s و جهت آن خلاف جهت محور x است.

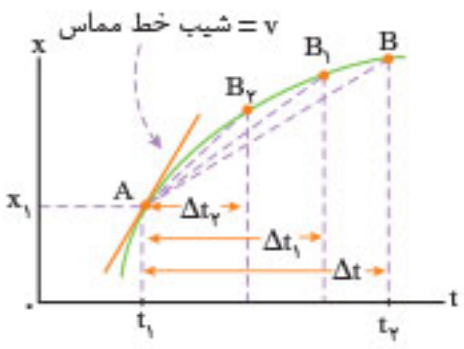
نکته: ۱ سرعت لحظه‌ای کمیتی برداری است.

۲ تندی لحظه‌ای با اندازهٔ سرعت لحظه‌ای برابر است، اما تندی متوسط الزاماً با سرعت متوسط برابر نیست. به عنوان مثال، در یک حرکت رفت و برگشت به نقطهٔ اولیه، سرعت متوسط صفر است، اما تندی متوسط مخالف صفر است.

۳ هرگاه متحرک در جهت مثبت محور x حرکت کند، سرعت لحظه‌ای (v) را با علامت مثبت و هرگاه در جهت منفی حرکت کند، سرعت لحظه‌ای (v) را با علامت منفی در نظر می‌گیریم.

تعیین سرعت لحظه‌ای به کمک نمودار مکان ـ زمان

می‌دانیم سرعت متوسط متحرک بین هر دو لحظهٔ دلخواه، برابر شیب خطی است که نمودار مکان - زمان را در آن دو لحظه قطع می‌کند. با توجه به شکل مقابل، اگر $t_۱$ ثابت باشد و Δt را به‌تدریج کوچک و کوچک‌تر کنیم، نقطهٔ B به نقطهٔ A نزدیک و نزدیک‌تر می‌شود؛ به‌طوری که اگر Δt به سمت صفر میل کند $(\Delta t \to ۰)$، نقطهٔ B به نقطهٔ A بسیار نزدیک می‌شود و سرانجام خط واصل بین دو نقطه به خط مماس بر نمودار در نقطهٔ A میل می‌کند. در این حالت، شیب خط مماس برابر سرعت متحرک در لحظهٔ $t_۱$ است؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که سرعت در هر لحظهٔ دلخواه t، برابر شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان در آن لحظه است.



نکته: ۱ هرگاه شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان مثبت باشد، سرعت مثبت $(v > ۰)$ است.

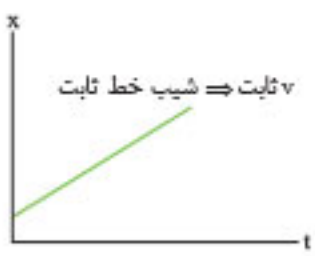
۲ هرگاه شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان منفی باشد، سرعت منفی $(v < ۰)$ است و متحرکِ در حال حرکت، در خلاف جهت محور حرکت می‌کند.

۳ چنانچه شیب خط مماس بر نمودار صفر باشد (خط مماس موازی محور زمان (t) باشد)، اندازهٔ سرعت صفر است.

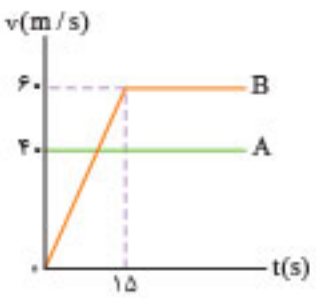
۴ اگر شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان در حال افزایش باشد، اندازهٔ سرعت در حال افزایش است.

۵ اگر شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان در حال کاهش باشد، اندازهٔ سرعت در حال کاهش است.

۶ هرگاه مطابق شکل مقابل، نمودار مکان - زمان به‌صورت خط راستی با شیب ثابت باشد، در تمام لحظه‌ها خط مماس بر نمودار نیز شیب ثابتی دارد؛ بنابراین در تمام لحظه‌ها سرعت ثابت است.



۲۳۴. شکل مقابل، نمودار سرعت - زمان دو متحرک A و B را نشان می‌دهد که در یک امتداد و در یک لحظه از یک نقطه می‌گذرند.



الف) پس از چه مدت، سرعت دو متحرک برابر می‌شود؟

ب) پس از چه مدت، دو متحرک دوباره به هم می‌رسند؟

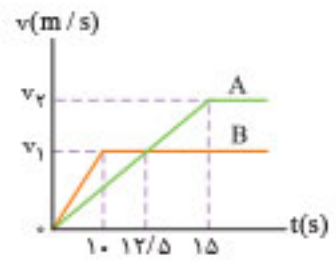
+۲۰ ۲۳۵. دو قطار یکی با سرعت ۲۵ m/s و دیگری با سرعت ۳۰ m/s روی یک ریل مستقیم و افقی به طرف یکدیگر در حال حرکت‌اند. وقتی فاصلهٔ آن‌ها از یکدیگر به ۱/۶ km می‌رسد، هر یک از دو لوکوموتیوران دیگری را مقابل خود می‌بینند و هر دو در یک لحظه ترمز می‌کنند. اگر در اثر ترمز، حرکت هر یک از قطارها با شتاب $۰/۵\ m/s^2$ کند شود، معین کنید، آیا دو قطار به هم برخورد می‌کنند؟ اگر برخورد نمی‌کنند در چه فاصله‌ای از یکدیگر متوقف می‌شوند؟

+۲۰ ۲۳۶. اتومبیل A از ابتدای یک جاده شروع به حرکت می‌کند و ۱۰ s بعد از همان نقطه، اتومبیل B به راه می‌افتد. اگر شتاب متحرک A برابر $\frac{۳}{۴}\ m/s^2$ و شتاب متحرک B برابر $۲\ m/s^2$ باشد و پس از گذشت ۲۰ s از شروع حرکت اتومبیل A ، هر دو متحرک هم‌زمان حرکتشان را با سرعت ثابت ادامه دهند:

الف) نمودار سرعت - زمان اتومبیل‌ها را در یک دستگاه مختصات به مدت ۴۰ s با جزئیات رسم کنید.

ب) به کمک نمودار رسم شده، معلوم کنید چه مدت پس از شروع حرکتِ اتومبیل A ، دو اتومبیل به هم می‌رسند و در این لحظه در چه فاصله‌ای از ابتدای جاده قرار دارند؟

+۲۰ ۲۳۷. نمودار سرعت - زمان دو خودروی A و B که کنار هم از ابتدای یک جادهٔ مستقیم هم‌زمان شروع به حرکت می‌کنند، مطابق شکل مقابل است. اگر دو خودرو بعد از طی مسافت ۳۰۰m دوباره به هم برسند:



الف) زمان طی این مسافت را به دست آورید.

ب) سرعت هر یک را در لحظه‌ای که به هم می‌رسند، حساب کنید.

سؤالات مفهومی و ترکیبی فصل اول

۲۳۸. در جمله‌های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید. (خرداد ۱۴۰۳ - ریاضی)

الف) شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان در هر لحظه، (سرعت / شتاب) متحرک در آن لحظه را نشان می‌دهد.

ب) هنگام عبور متحرک از مبدأ محور x ، بردار (مکان / جابه‌جایی) متحرک تغییر جهت می‌دهد.

پ) در یک بازهٔ زمانی معین، تندی متوسط متحرک نمی‌تواند (بزرگ‌تر / کوچک‌تر) از اندازهٔ سرعت متوسط آن باشد.

ت) بردار شتاب متوسط در هر بازهٔ زمانی، همواره در جهت (سرعت / تغییر سرعت) است.

۲۳۹. درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را با کلمه‌های «درست» و «نادرست» مشخص کنید. (خرداد ۱۴۰۳ - تجربی)

الف) برداری که مبدأ محور را به مکان جسم در هر لحظه وصل می‌کند، بردار جابه‌جایی جسم در آن لحظه نام دارد.

ب) در حرکت با شتاب ثابت، سرعت متوسط متحرک در هر بازهٔ زمانی دلخواه، برابر سرعت لحظه‌ای آن است.

پ) شتاب متوسط، کمیتی برداری و هم‌جهت با بردار تغییر سرعت است.

ت) مساحت سطح بین نمودار مکان - زمان و محور زمان در هر بازهٔ زمانی، برابر اندازهٔ جابه‌جایی در آن بازه است.

۲۴۰. درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را با عبارت‌های «درست» یا «نادرست» مشخص کنید. (خرداد ۱۴۰۲ - ریاضی)

الف) در حرکت با سرعت ثابت، در بازه‌های زمانی یکسان، اندازهٔ تغییر مکان ثابت است.

ب) در حرکت کندشونده، بردارهای سرعت و شتاب متحرک، در خلاف جهت هم هستند.

پ) تندی متوسط در حرکت بر روی خط راست، برابر با نسبت جابه‌جایی جسم به زمان است.

۲۴۱. در هر یک از جمله‌های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید. (شهریور ۱۴۰۲ - ریاضی)

الف) در یک چرخش کامل ماه به دور زمین، (سرعت / تندی) متوسط برابر صفر است.

ب) شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان در هر لحظه، برابر (شتاب / سرعت) لحظه‌ای متحرک است.

پ) در حرکت با شتاب ثابت، نمودار مکان - زمان متحرک به‌صورت (خط راست / سهمی) است.

۲۴۲. در هر قسمت عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف) نمودار مکان - زمان در حرکت با سرعت ثابت به شکل (سهمی / خط راست) است. (دی ۱۴۰۲ - ریاضی)

ب) در حرکت با شتاب ثابت، اختلاف جابه‌جایی در دو ثانیهٔ متوالی برابر (سرعت / شتاب) متحرک است. (دی ۱۴۰۲ - ریاضی)

پ) مساحت محصور بین نمودار $a-t$ و محور t در هر بازهٔ زمانی، برابر اندازهٔ تغییر (مکان / سرعت) در آن بازه است. (شهریور ۱۴۰۲ - تجربی)

ت) مساحت سطح بین نمودار سرعت - زمان و محور زمان در هر بازهٔ زمانی برابر اندازهٔ (جابه‌جایی / تغییر سرعت) در آن بازه است. (خرداد ۱۴۰۱ - تجربی)

۲۴۳. گزاره‌های زیر را با انتخاب واژهٔ مناسب، کامل کنید. (یک واژه اضافه است.) (شهریور ۱۴۰۰ تجربی)

بردار جابه‌جایی ـ برداری ـ تندی متوسط ـ بردار مکان ـ شتاب ـ نرده‌ای

الف) تندی متوسط، کمیتی ..... است.

ب) پاره‌خط جهت‌داری که مکان آغازین حرکت را به مکان پایانی حرکت وصل می‌کند ..... نامیده می‌شود.

پ) شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان در هر لحظه برابر ..... در آن لحظه است.

ت) برداری که مبدأ محور را به مکان جسم در هر لحظه وصل می‌کند ..... جسم در آن لحظه نامیده می‌شود.

ث) در حرکت متحرک بدون تغییر جهت، اندازهٔ سرعت متوسط در هر بازهٔ زمانی برابر ..... در آن بازهٔ زمانی است.

۲۴۴. درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را با علامت‌های «درست» یا «نادرست» مشخص کنید. (شهریور ۱۴۰۰ - ریاضی)

الف) سرعت متوسط، یک کمیت برداری است که همواره با بردار تغییر مکان، هم‌جهت می‌باشد. ☐ ☐

ب) شیب خطی که نمودار سرعت - زمان را در دو لحظه به هم وصل می‌کند، برابر شتاب لحظه‌ای است. ☐ ☐

پ) عقربهٔ تندی‌سنج خودروها، تندی لحظه‌ای خودرو را نشان می‌دهند. ☐ ☐

ت) شتاب در یک حرکت، فقط به دلیل تغییر در اندازهٔ بردار سرعت ایجاد می‌شود. ☐ ☐

۲۴۵. عبارت درست را از درون پرانتز انتخاب کنید. (شهریور ۹۹ - ریاضی)

الف) تندی متوسط یک کمیت (برداری / نرده‌ای) است.

ب) برداری که مبدأ محور را به مکان جسم وصل می‌کند، بردار (مکان / جابه‌جایی) است.

پ) بردار شتاب متوسط همواره هم‌جهت با بردار (تغییر سرعت / سرعت) است.

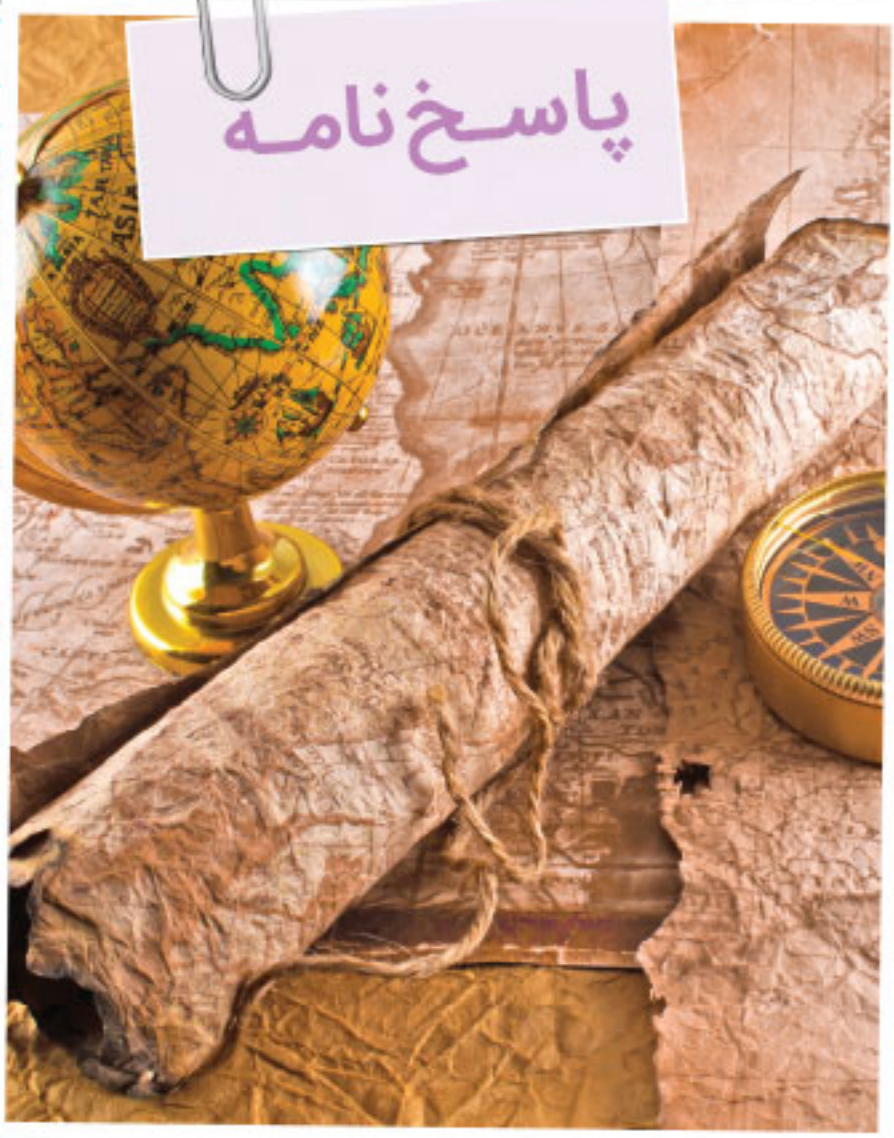
ت) معادلهٔ مکان - زمان در حرکت با شتاب ثابت، تابعی درجهٔ (اول / دوم) از زمان است.

۲۴۶. به سؤالات زیر پاسخ دهید.

الف) دو تفاوت بین تندی متوسط و سرعت متوسط بیان کنید. (دی ۹۹ - ریاضی)

ب) شتاب لحظه‌ای را با توجه به نمودار سرعت - زمان تعریف کنید.

پاسخ‌نامه



پاسخ فصل اول

۱. بردار جابه‌جایی
۲. نرده‌ای
۳. تندی متوسط
۴. کوچک‌تر
۵. مسافت
۶. جابه‌جایی
۷. مکان
۸. کمتر
۹. کمتر از
۱۰. سرعت متوسط
۱۱. لحظه‌ای
۱۲. سرعت
۱۳. برابر با
۱۴. سرعت متوسط

۱۵. **نادرست** در حرکت بر روی خط راست، اگر متحرک تغییر جهت ندهد، اندازهٔ بردار جابه‌جایی برابر مسافت طی‌شده است.

۱۶. **درست** بنا به رابطهٔ $\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$، سرعت متوسط و بردار تغییر مکان همواره هم‌جهت هستند.

۱۷. **نادرست** در حرکت بر روی خط راست، در صورتی‌که متحرک تغییر جهت ندهد، تندی متوسط برابر با سرعت متوسط است.

۱۸. **نادرست** جابه‌جایی و سرعت متوسط هم‌علامت هستند.

۱۹. **نادرست** تندی متوسط برابر نسبت مسافت طی‌شده به زمان است.

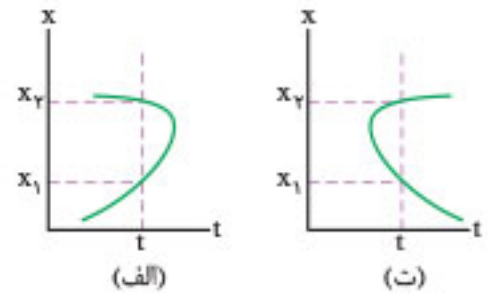
۲۰. **درست**

۲۱. برداری که مبدأ محور را به مکان جسم در هر لحظه وصل می‌کند.

۲۲. در صورتی‌که متحرک بر روی خط راست و بدون تغییر جهت حرکت کند.

۲۳. $v_{av_A} > v_{av_B}$، زیرا شیب خط A بزرگ‌تر از شیب خط B است.

۲۴. شکل‌های «ب» و «پ»؛ زیرا در شکل‌های «الف» و «ت»، متحرک در یک لحظه در دو مکان متفاوت قرار دارد و این غیرممکن است.



۲۵. **الف** ۳ بار در لحظه‌های t_1، t_3 و t_5 (در لحظه‌هایی که نمودار، محور زمان (t) را قطع می‌کند، متحرک از مبدأ مکان عبور کرده است.)

ب در بازه‌های زمانی t_1 تا t_2 (در این بازه متحرک در سوی منفی محور x حرکت می‌کند.)، t_3 تا t_4 (در این بازه متحرک در سوی مثبت محور x حرکت می‌کند.) و t_5 تا t_6 (در این بازه متحرک در سوی منفی محور x حرکت می‌کند).

پ $t = 0$ تا t_1، t_2 تا t_3 و t_4 تا t_5.

ت ۲ بار در لحظه‌های t_2 و t_4.

ث بردار جابه‌جایی نقطهٔ آغازین حرکت را به نقطهٔ پایان حرکت وصل می‌کند. اگر نقطهٔ آغازین را به نقطهٔ پایان حرکت بر روی محور x وصل کنیم، می‌بینیم که بردار جابه‌جایی در خلاف جهت محور x است.

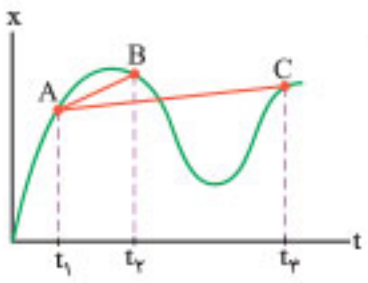
۲۶. **الف** t_1 / **ب** خلاف محور x / **پ** یک بار در لحظهٔ t_1 / **ت** t_1 تا t_2 / **ث** t_2

۲۷. **الف** لحظه‌های t_2 و t_4.

ب لحظه‌های t_1 و t_3.

پ صفر تا t_1، t_2 تا t_3 و t_4 تا t_6.

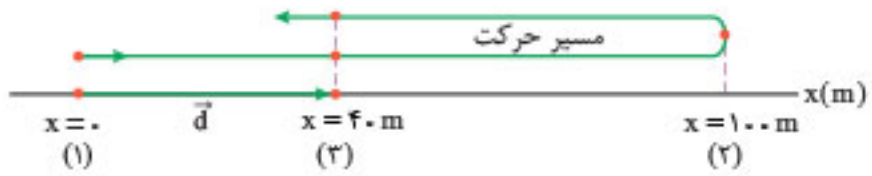
۲۸. می‌دانیم سرعت متوسط متحرک بین دو لحظه از زمان برابر شیب پاره‌خطی است که نقاط نظیر آن دو لحظه در نمودار مکان - زمان را به یکدیگر وصل می‌کند؛ بنابراین چون شیب خط AB بزرگ‌تر از شیب خط AC است، سرعت متوسط در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 بزرگ‌تر از سرعت متوسط در بازهٔ زمانی t_1 تا t_3 است.



۲۹. **الف** ۱۹ m / **ب** ۱۲ s تا ۴ s / **پ** $l = 19 + 14 + 14 = 47\ m$ /

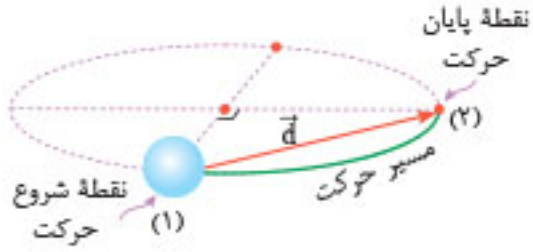
ت صفر است؛ چون جابجایی در این بازهٔ زمانی صفر است.

۳۰. بردار جابه‌جایی، نقطهٔ شروع حرکت را به نقطهٔ پایان حرکت وصل می‌کند.

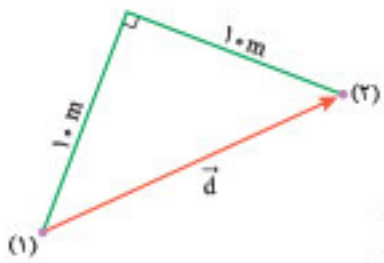


با توجه به شکل، اندازهٔ بردار جابه‌جایی $|\vec{d}| = 40\ m$ و مسافت طی‌شده که برابر طول مسیر حرکت است، برابر $l = 100 + |40 - 100| = 160\ m$ است.

۳۱. **الف** بردار جابه‌جایی نقطهٔ شروع حرکت را به نقطهٔ پایان حرکت وصل می‌کند.



ب اندازهٔ بردار جابه‌جایی برابر طول وتر مثلث قائم‌الزاویه است، بنابراین اندازهٔ جابه‌جایی برابر است با:

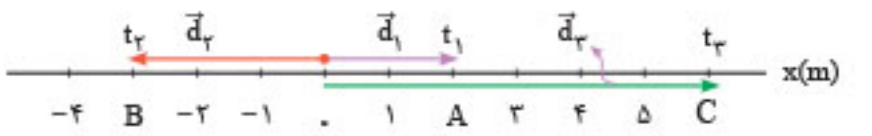


$$|\vec{d}| = \sqrt{10^2 + 10^2} \Rightarrow |\vec{d}| = 10\sqrt{2}\ m$$

مسافت طی‌شده برابر طول مسیر حرکت که برابر $\frac{1}{4}$ محیط دایره است.

$$l = \frac{1}{4} \times 2\pi r \xrightarrow{r=10\ m} l = \frac{1}{4} \times 2 \times \pi \times 10 \Rightarrow l = 5\pi\ m$$

۳۲. **الف** بردار مکان، برداری است که مبدأ محور را به مکان جسم وصل می‌کند.



$$\vec{d}_1 = 2\vec{i}\ ,\ \vec{d}_2 = -3\vec{i}\ ,\ \vec{d}_3 = 6\vec{i}$$

ب بردار جابه‌جایی در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 برابر است با:

$$\vec{d} = \vec{d}_2 - \vec{d}_1 = -3\vec{i} - 2\vec{i} \Rightarrow \vec{d} = -5\vec{i}$$

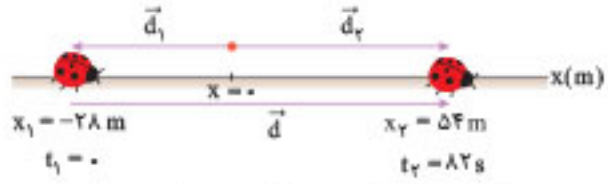
و در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3 برابر است با:

$$\vec{d} = \vec{d}_3 - \vec{d}_2 = 6\vec{i} - (-3\vec{i}) \Rightarrow \vec{d} = 9\vec{i}$$

همچنین در بازهٔ زمانی t_1 تا t_3 برابر است با:

$$\vec{d} = \vec{d}_3 - \vec{d}_1 = 6\vec{i} - 2\vec{i} \Rightarrow \vec{d} = 4\vec{i}$$

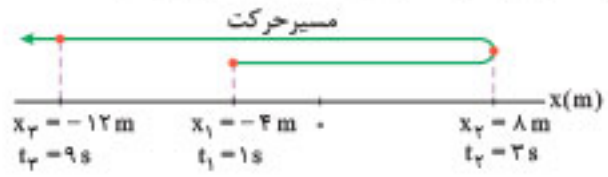
۳۳. **الف** بردار مکان، برداری است که مبدأ محور ($x=0$) را به مکان جسم وصل می‌کند ($\vec{d}_1$, $\vec{d}_2$) و بردار جابه‌جایی، برداری است که نقطهٔ آغازین حرکت را به نقطهٔ پایان حرکت وصل می‌کند ($\vec{d}$).



ب چون کفش‌دوزک در راستای خط راست حرکت می‌کند، سرعت متوسط آن برابر است با:

$$\vec{v}_{av} = \left(\frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}\right)\vec{i} \xrightarrow[t_2=82\,s\ ,\ t_1=0]{x_2=54\,m\ ,\ x_1=-28\,m} \vec{v}_{av} = \left(\frac{54-(-28)}{82-0}\right)\vec{i} \Rightarrow \vec{v}_{av} = (1\,m/s)\vec{i}$$

۳۴. **الف** ابتدا مکان متحرک را روی محور x در لحظات t_1، t_2 و t_3 مشخص می‌کنیم و سپس مسیر حرکتِ آن را رسم می‌کنیم:

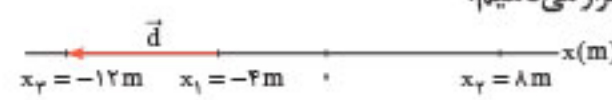


ب برای محاسبهٔ تندی متوسط، ابتدا مسافت طی‌شده در بازهٔ زمانی t_1 تا t_3 را حساب می‌کنیم:

$$l = |x_2 - x_1| + |x_3 - x_2| = |8-(-4)| + |-12-8| \Rightarrow l = 32\,m$$

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{32}{9-1} \Rightarrow s_{av} = 4\,m/s$$

پ برای رسم بردار جابه‌جایی، ابتدای بردار را در مکان x_1 و انتهای آن را در مکان x_3 قرار می‌دهیم.



ت سرعت متوسط برابر است با:

$$v_{av} = \frac{x_3 - x_1}{t_3 - t_1} \xrightarrow[x_1=-4\,m\ ,\ t_1=1\,s]{x_3=-12\,m\ ,\ t_3=9\,s} v_{av} = \frac{-12-(-4)}{9-1} \Rightarrow v_{av} = -1\,m/s$$

۳۵. برای پاسخ‌دادن به این سؤال، جابه‌جایی را از رابطهٔ $\vec{d} = \Delta x\vec{i} = x_2\vec{i} - x_1\vec{i}$ و سرعت متوسط را از رابطهٔ $\vec{v}_{av} = \frac{\Delta x\vec{i}}{\Delta t}$ به دست می‌آوریم:

متحرک A:
$$\begin{cases} \vec{d} = \Delta x\vec{i} = 6/4\vec{i} - (-2)\vec{i} = (8/4\,m)\vec{i} \\ \vec{v}_{av} = \frac{\Delta x\vec{i}}{\Delta t} = \frac{8/4\vec{i}}{4} = (2/1\,m/s)\vec{i} \end{cases}$$

متحرک B:
$$\begin{cases} \vec{d} = \Delta x\vec{i} \Rightarrow -5/6\vec{i} = -2/5\vec{i} - x_1\vec{i} \Rightarrow x_1\vec{i} = (3/1\,m)\vec{i} \\ \vec{v}_{av} = \frac{-5/6\vec{i}}{4} = (-1/4\,m/s)\vec{i} \end{cases}$$

متحرک C:
$$\begin{cases} \vec{d} = 8/6\vec{i} - 2\vec{i} = (6/6\,m)\vec{i} \\ \vec{v}_{av} = \frac{6/6\vec{i}}{4} = (1/65\,m/s)\vec{i} \end{cases}$$

متحرک D:
$$\begin{cases} \vec{v}_{av} = \frac{\Delta x\vec{i}}{\Delta t} \Rightarrow 2/4\vec{i} = \frac{\Delta x\vec{i}}{4} \Rightarrow \Delta x\vec{i} = (9/6\,m)\vec{i} \\ \Delta x\vec{i} = x_2\vec{i} - x_1\vec{i} \Rightarrow 9/6\vec{i} = x_2\vec{i} - (-1/4)\vec{i} \\ \Rightarrow x_2\vec{i} = (8/2\,m)\vec{i} \end{cases}$$

	مکان آغازین	مکان پایانی
متحرک A	$(-2\,m)\vec{i}$	$(6/4\,m)\vec{i}$
متحرک B	$(3/1\,m)\vec{i}$	$(-2/5\,m)\vec{i}$
متحرک C	$(2\,m)\vec{i}$	$(8/6\,m)\vec{i}$
متحرک D	$(-1/4\,m)\vec{i}$	$(8/2\,m)\vec{i}$

	سرعت متوسط	جهت حرکت
جابه‌جایی	$(8/4\,m)\vec{i}$	$(2/1\,m/s)\vec{i}$	مثبت
$(-5/6\,m)\vec{i}$	$(-1/4\,m/s)\vec{i}$	منفی
$(6/6\,m)\vec{i}$	$(1/65\,m/s)\vec{i}$	مثبت
$(9/6\,m)\vec{i}$	$(2/4\,m/s)\vec{i}$	مثبت

دقت کنید جهت حرکت را از روی علامت جابه‌جایی تعیین می‌کنیم.

۳۶. **الف** برای تعیین جهت حرکت باید جابه‌جایی متحرک را به دست آوریم:

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

متحرک در جهت محور x حرکت می‌کند.

ب سرعت متوسط برابر است با:

$$\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t} \xrightarrow[\vec{d}=(+8\,m)\vec{i}]{\Delta t=8\,s} \vec{v}_{av} = \frac{(+8\,m)\vec{i}}{8\,s} = (+1\,m/s)\vec{i}$$

$$\Rightarrow v_{av} = 1\,m/s$$

پ چون متحرک تغییر جهت نداده، $l = d = 8\,m$ است.

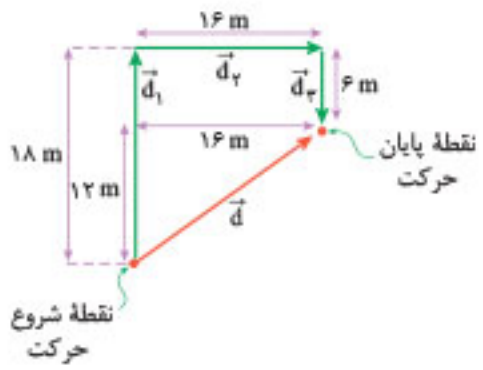
۳۷. **گام اول:** مکان جسم را در لحظه‌های $t_1 = 0$ و $t_2 = 2\,s$ حساب می‌کنیم:

$$x = t^3 - 3t^2 - 4 \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 0 \Rightarrow x_1 = 0 - 0 - 4 = -4\,m \\ t_2 = 2\,s \Rightarrow x_2 = 8 - 12 - 4 = -8\,m \end{cases}$$

گام دوم: با استفاده از رابطهٔ $\vec{v}_{av} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}\vec{i}$، سرعت متوسط جسم را حساب می‌کنیم:

$$\vec{v}_{av} = \left(\frac{-8-(-4)}{2-0}\right)\vec{i} \Rightarrow \vec{v}_{av} = (-2\,m/s)\vec{i}$$

۳۸. **الف** مطابق شکل زیر، جابه‌جایی‌ها را با توجه به جهت و اندازهٔ هر یک رسم می‌کنیم و سپس بردار برایند جابه‌جایی‌ها را به‌صورت زیر تعیین می‌کنیم. دقت کنید، بردار برایند جابه‌جایی‌ها، برداری است که نقطهٔ آغازین حرکت را به نقطهٔ پایان حرکت وصل می‌کند.



$$d = \sqrt{12^2 + 16^2} = \sqrt{400} \Rightarrow d = 20\,m$$

ب مسافت طی‌شده برابر طول مسیر حرکت است که به‌صورت زیر به دست می‌آید:

$$l = ۱۸ + ۱۶ + ۶ \Rightarrow l = ۴۰\ \text{m}$$

پ سرعت متوسط شخص برابر است با:

$$\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t} \xrightarrow[\Delta t = ۸+۱۰+۲ = ۲۰\ s]{d = ۲۰\ m} v_{av} = \frac{۲۰}{۲۰} \Rightarrow v_{av} = ۱\ \text{m/s}$$

ت تندی متوسط برابر است با:

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{۴۰}{۲۰} \Rightarrow s_{av} = ۲\ \text{m/s}$$

۳۹. **الف** در $t = ۸\ s$ مکان جسم $x = ۱۶\ m$ است و بیشترین فاصله تا مبدأ را دارد.

ب از معادلهٔ سرعت متوسط داریم:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{۱۶ - ۹}{۸ - ۶} = ۳/۵\ \text{m/s}$$

پ $l = ۱۶\ \text{m}$

۴۰. **الف** $t = ۲\ s$

ب در بازهٔ صفر تا $۲\ s$

پ از رابطهٔ سرعت متوسط داریم:

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

$$\Rightarrow v_{av} = \frac{-۱ - ۱}{۶} \Rightarrow v_{av} = -\frac{۱}{۳}\ \text{m/s}$$

ت $t = ۲\ s$

۴۱. می‌دانیم شیب نمودار مکان - زمان در هر بازهٔ زمانی دلخواه برابر سرعت متوسط موتورسوار است؛ از طرف دیگر، در این سؤال، شیب نمودار مکان - زمان موتورسوار در طول حرکت ثابت و سرعت متوسط در تمام بازه‌های زمانی دلخواه یکسان است؛ بنابراین نسبت سرعت متوسط در دو بازهٔ زمانی موردنظر برابر یک است. البته اگر رابطهٔ $v_{av} = \frac{x_۲ - x_۱}{t_۲ - t_۱}$ را به کار ببریم و سرعت متوسط را در هر بازهٔ زمانی به دست می‌آوریم، به همین نتیجه می‌رسیم.

۴۲. **الف** **گام اول:** به کمک نمودار، مکان خودرو را در لحظه‌های $t_۱ = ۱\ s$ و $t_۲ = ۳\ s$ به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} t_۱ = ۱\ s \Rightarrow x_۱ = ۱۵\ m \\ t_۲ = ۳\ s \Rightarrow x_۲ = ۱۵\ m \end{cases}$$

گام دوم: سرعت متوسط را به دست می‌آوریم:

$$v_{av} = \frac{x_۲ - x_۱}{t_۲ - t_۱} = \frac{۱۵ - ۱۵}{۳ - ۱} = \frac{۰}{۲} \Rightarrow v_{av} = ۰$$

گام سوم: با توجه به نمودار، خودرو در لحظهٔ $t_۱ = ۱\ s$، از مکان $x_۱ = ۱۵\ m$ در سوی مثبت محور x می‌گذرد، در لحظهٔ $t_۲ = ۲\ s$، در مکان $x_۲ = ۲۰\ m$ تغییر جهت می‌دهد و در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند و در لحظهٔ $t_۳ = ۳\ s$، به مکان $x_۳ = ۱۵\ m$ برمی‌گردد؛ بنابراین مسافت طی‌شده توسط خودرو برابر است با:

$$l = |x_۲ - x_۱| + |x_۳ - x_۲| = |۲۰ - ۱۵| + |۱۵ - ۲۰| \Rightarrow l = ۱۰\ \text{m}$$

تندی متوسط را حساب می‌کنیم:

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{۱۰}{۳ - ۱} \Rightarrow s_{av} = ۵\ \text{m/s}$$

ب سرعت متوسط در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۱\ s$ تا $t_۵ = ۵\ s$ برابر است با:

$$\begin{cases} t_۱ = ۱\ s \Rightarrow x_۱ = ۱۵\ m \\ t_۵ = ۵\ s \Rightarrow x_۵ = -۲۵\ m \end{cases} \Rightarrow v_{av} = \frac{x_۵ - x_۱}{t_۵ - t_۱} = \frac{-۲۵ - ۱۵}{۵ - ۱}$$

$$\Rightarrow v_{av} = -۱۰\ \text{m/s}$$

چون $v_{av} < ۰$ است، جهت سرعت متوسط منفی است.

۴۳. **الف** در بازهٔ زمانی $t = ۰$ تا $t = ۸\ s$، در جهت محور x حرکت می‌کند؛ زیرا در این بازهٔ زمانی $\Delta x > ۰$ است. $\Delta x = ۴۰ - ۰ = ۴۰\ \text{cm} > ۰$

ب در بازهٔ زمانی $t = ۱۲\ s$ تا $t = ۱۴\ s$، در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند؛ زیرا در این بازهٔ زمانی $\Delta x < ۰$ است.

$$\Delta x = ۲۰ - ۴۰ = -۲۰\ \text{cm} < ۰$$

پ در بازه‌های زمانی $۸\ s$ تا $۱۲\ s$ و $۱۴\ s$ تا $۱۸\ s$ مورچه ایستاده است؛ زیرا در این بازه‌های زمانی x تغییر نکرده است.

ت در لحظه‌های $t = ۶\ s$ و $t = ۱۳\ s$.

ث در بازهٔ زمانی $۸\ s$ تا $۱۲\ s$.

ج در لحظهٔ $t_۱ = ۶\ s$، مکان جسم $x_۱ = ۳۰\ \text{cm}$ و در لحظهٔ $t_۲ = ۱۴\ s$، مکان جسم برابر $x_۲ = ۲۰\ \text{cm}$ است؛ بنابراین جابه‌جایی موچه در این بازه برابر است با:

$$\Delta x = x_۲ - x_۱ = ۲۰ - ۳۰ \Rightarrow \Delta x = -۱۰\ \text{cm}$$

و سرعت متوسط موچه برابر است با:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-۱۰}{۱۴ - ۶} = -\frac{۱۰}{۸} \Rightarrow v_{av} = -۱/۲۵\ \text{cm/s}$$

ج مسافت طی‌شده توسط موچه برابر مجموع قدرمطلق جابه‌جایی‌ها در بازه‌های زمانی است که تغییر جهت ندارد؛ بنابراین داریم:

$$l = |x_۸ - x_۴| + |x_{۱۲} - x_۸| + |x_{۱۴} - x_{۱۲}|$$

$$\Rightarrow l = |۴۰ - ۲۰| + |۴۰ - ۴۰| + |۲۰ - ۴۰|$$

$$\Rightarrow l = ۲۰ + ۰ + ۲۰ \Rightarrow l = ۴۰\ \text{cm}$$

تندی متوسط برابر است با:

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{۴۰}{۱۴ - ۴} \Rightarrow s_{av} = ۴\ \text{cm/s}$$

۴۴. تندی لحظه‌ای

۴۵. شتاب

۴۶. تغییر سرعت

۴۷. متوسط

۴۸. مماس

۴۹. شتاب

۵۰. متر بر مربع ثانیه

۵۱. **درست**

۵۲. **درست**

۵۳. **نادرست** شتاب لحظه‌ای، سرعت متحرک در لحظهٔ t است؛ از آنجا که سرعت کمیتی برداری است، در نتیجه شتاب لحظه‌ای نیز کمیتی برداری است.

۵۴. **درست**

۵۵. **نادرست** در حرکت با سرعت ثابت برابرند.

۵۶. **درست**

۵۷. **نادرست** ممکن است متحرک متوقف شده باشد.

۵۸. **نادرست** نمودار مکان - زمان در حرکت با شتاب ثابت به‌صورت سهمی است.

۵۹. **نادرست** تغییر سرعت (اندازه یا جهت و یا هر دو) باعث ایجاد شتاب می‌شود.

۶۰. الف: **درست**

ب: **نادرست** سرعت مثبت است، زیرا بالای محور زمان است.

پ: **نادرست** اندازهٔ سرعت در حال افزایش است.

ت: **درست** شیب خط مماس بر نمودار $v - t$ صفر است.

ث: **نادرست** مساحت سطح بین نمودار $v - t$ و محور t صفر نیست.

۶۱. در صورتی‌که سرعت متحرک ثابت باشد.

۶۲. در صورتی‌که سرعت جسم (اندازهٔ سرعت یا جهت آن و یا هر دو) تغییر کند.

۶۳. در صورتی‌که در بازه‌های زمانی دلخواه و یکسان، تغییر سرعت جسم یکسان باشد.