

به نام خدای مهربان



مقدمه

سلام بر شما عزیزان

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

هدف کتاب

تأثیر نتیجه امتحان نهایی سال دوازدهم در آینده تحصیلی‌تون، هر سال بیشتر شده و کسب نمره بیست، کاری‌ست دشوار. این کتاب، این کار دشوار رو براتون ممکن می‌سازه. در این راه، قدم به قدم تا رسیدن به نمره بیست همراهتونیم. با این کتاب همراه شو و ازش لذت ببر.

ساختار بیست پک

۱ کتاب پرسؤال: این کتاب برای کسب نمره 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 درسنامه کامل اما جمع‌وجور، همراه با مثال‌ها و نکته‌های آموزشی آوردیم تا مواد لازم برای پاسخ دادن به همه سؤال‌ها دَم دستتون باشه.
- تو هر بسته، همه 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، دآوری (درست - نادرست)، نموداری، مسائل محاسباتی و... رو به ترتیب از ساده به دشوار چیدیم تا مسیر یادگیری براتون هموارتر بشه.
- هر چی که توی مثال‌ها، فعالیت‌ها، تصویرها، آزمایش‌ها، تمرین‌های متن و پرسش‌های آخر فصل کتاب درسی هست 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 همه 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 نمره بیست محک بزنین.
- پاسخ همه سؤالات امتحانی رو، روون، مفهومی و با ریزبارم نوشتیم تا خودتون بتونین برگه امتحانی‌تون رو تصحیح کنین.

۳ خلاصه کپسولی:

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

قدردانی

- انتشار کتاب خوب، نیاز به همدلی و هم‌پاری خوبان هم دارد. لازم است مراتب سپاس و قدردانی خود را از همه مهروماهی‌های عزیز بیان کنیم:
- از جناب آقای احمد اختیاری مدیر فرهیخته انتشارات مهروماه.
 - از جناب آقای حامد دورانی مدیر تألیف کتاب‌های پرسؤال که پیگیرانه هماهنگی و مراحل اجرایی کتاب را پیش بردند.
 - از مدیر ویراستاری مهروماه سرکار خانم کبری ملکی و همکاران ایشان به‌ویژه از خانم‌ها فهیمه باقریان و مبینا حبیبی که با دقت و حوصله 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 کلویانی 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 درگوشی 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** بقیه 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!

نتیجه مهم: ۱+۳ عامل مهم در کسب نمره بیست عبارتند از: **اول:** متن کتاب درسی، **دوم:** مثال‌ها و تمرین‌ها و پرسش‌های کتاب درسی، **سوم:** بقیه کتاب درسی و **چهارم:** مجموعه 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 مهم ترین فصل های کتابه: تنوع سوالاتش خیلی زیاده و باید به خورده بیشتر زحمت بکنی تا نتیجه خوب بگیری. تسلط به مفاهیم ریاضی از جمله توابع درجه یک و دو و رسم نمودارهای خطی و سهمی برای کسب نمره بیست کار نیست واجب! کار برد های نمودار مکان - زمان، نمودار سرعت - زمان و مبحث حرکت با شتاب ثابت جزو مباحث مهم این فصل هستند.

بارم بندی این فصل: آزمون نوبت اول: ۸ نمره آزمون نوبت دوم: ۴ نمره

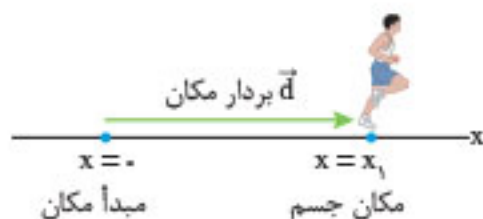
شماره بسته	مباحث مهم و صفحات کتاب درسی	تعداد سوالات نهایی (رشته تجربی) ۱۴۰۲	تعداد سوالات نهایی (رشته تجربی) ۱۴۰۳
۱	مسافت و جابه جایی / تندی متوسط / سرعت متوسط / نمودار مکان - زمان (صفحات ۸ تا ۲۲ کتاب درسی)	۵	۱
۲	تندی و سرعت لحظه ای / شتاب متوسط / شتاب لحظه ای / نمودار سرعت - زمان (صفحات ۲۲ تا ۲۹ کتاب درسی)	۴	۱
۳	معادله مکان - زمان / نمودارهای مکان - زمان و سرعت - زمان در حرکت با سرعت ثابت (صفحات ۴۱ تا ۴۳ کتاب درسی)	۴	۰
۴	حرکت با شتاب ثابت / بررسی نوع حرکت (صفحات ۱۵ تا ۱۶ کتاب درسی)	۳	۱
۵	معادله های حرکت با شتاب ثابت و نمودارها (صفحات ۱۶ تا ۱۷ کتاب درسی)	۴	۱
۶	معادله سرعت - جابه جایی و نمودار شتاب - زمان در حرکت با شتاب ثابت (صفحات ۱۸ تا ۲۱ کتاب درسی)	۴	۳

شناخت حرکت (بخش ۱)

بسته ۱

شناخت و توصیف حرکت اجسام یکی از مباحث مهم فیزیک است که به آن «حرکت شناسی» یا «سینماتیک» نیز گفته می شود. مبحث حرکت شناسی در زندگی روزمره، مهندسی و علوم دیگر کاربرد فراوان دارد. حرکت را می توان از جنبه های گوناگون تقسیم بندی کرد. از نظر شکل و مسیر حرکت، آن را به «حرکت بر خط راست»، «حرکت در صفحه» و «حرکت در فضا (سه بُعد)» تقسیم بندی می کنند؛ همچنین از نظر نوع حرکت جسم، حرکت به انواع دیگری مانند «سرعت ثابت» و «حرکت شتاب دار» نیز تقسیم بندی می شود. در این کتاب، حرکت اجسام را بر خط راست بررسی می کنیم و پس از بررسی مفاهیم اولیه حرکت شناسی، با قوانین و روابط «حرکت با سرعت ثابت» و «حرکت با شتاب ثابت» نیز آشنا می شویم.

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



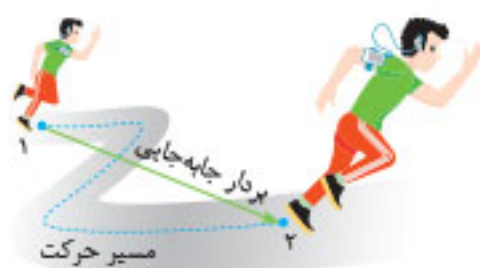
● **مسافت:** طول مسیری که متحرک می پیماید، مسافت نامیده می شود. مسافت را با l نشان می دهیم و یکای آن متر (m) است.

● **نکته:** مسافت، کمیتی نرده ای است.

● **جابه جایی:** پاره خط جهت داری (بردار) که مکان آغازین حرکت را به مکان پایانی حرکت وصل کند، بردار جابه جایی نامیده می شود. یکای بردار جابه جایی متر (m) است.

● **نکته:** جابه جایی کمیتی برداری است.

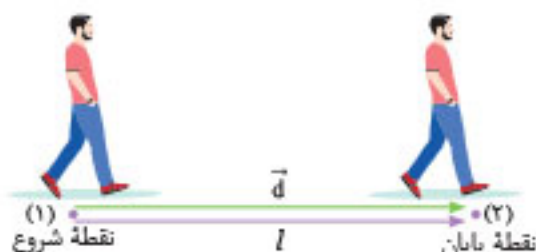
بردار جابه جایی را با $\vec{d}$ نشان می دهیم. در حرکت بر روی محور x ، بردار جابه جایی با Δx نشان داده می شود. در شکل مقابل، مسیر حرکت (که برابر مسافت طی شده است) و بردار جابه جایی یک دونه بین دو نقطه نشان داده شده است.





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 اندازه جابه‌جایی است ($l \geq |\vec{d}|$).
 - ۴ در مسیر منحنی (غیر خط راست) مسافت طی شده بیشتر از اندازه جابه‌جایی است.
- تذکره:** اگر حرکت بر روی مسیر مستقیم و بدون تغییر جهت انجام شود، مسافت پیموده‌شده با اندازه جابه‌جایی برابر است. در شکل مقابل $l = |\vec{d}|$ است.



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

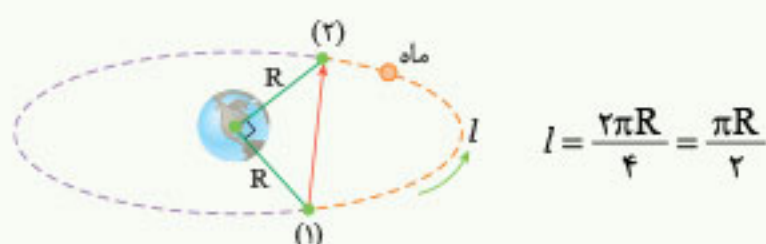
- الف) هنگامی که ماه از مکان (۱) به مکان (۲) می‌رود، مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی آن را مشخص و اندازه مسافت و اندازه بردار جابه‌جایی را مقایسه کنید.
- ب) فرض کنید مسیر حرکت ماه دایره است و مسیر (۱) تا (۲) یک چهارم محیط دایره است. نسبت مسافت به اندازه جابه‌جایی ماه را حساب کنید.



جواب الف) جابه‌جایی $d > l$ مسافت طی شده



ب) **گام اول:** در این حالت مسافت طی شده، یک چهارم محیط دایره و برابر است با:



$$l = \frac{2\pi R}{4} = \frac{\pi R}{2}$$

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

$$d = \sqrt{R^2 + R^2} = R\sqrt{2}$$

$$\frac{l}{d} = \frac{\frac{\pi R}{2}}{R\sqrt{2}} \Rightarrow \frac{l}{d} = \frac{\pi\sqrt{2}}{4}$$

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

تندی متوسط

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

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

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

تندی متوسط (m/s)

مسافت (m)

مدت زمان (s)

سرعت متوسط

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

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

سرعت متوسط (m/s)

جابه‌جایی (m)

زمان جابه‌جایی (s)

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

$$\text{km/h} \xrightarrow{\div 3.6} \text{m/s}$$

نکته: ۱ یکای تندی متوسط و سرعت متوسط را برحسب km/h (کیلومتر بر ساعت) نیز در نظر می‌گیرند:

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 لحظه $t = t_1$ در مکان $x = x_1$ و در لحظه $t = t_2$ در مکان $x = x_2$ باشد، سرعت متوسط آن از رابطه 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، رابطه سرعت متوسط به صورت 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، اندازه سرعت متوسط و تندی متوسط آن با هم برابر می‌شود.

۲ سرعت متوسط می‌تواند صفر شود (در یک حرکت رفت و برگشت به نقطه 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 اندازه سرعت متوسط متحرک است.

سؤال متحرکی مطابق شکل، در لحظه $t_1 = 0$ در نقطه A ، در لحظه $t_2 = 5\text{ s}$ در نقطه B و در لحظه $t_3 = 10\text{ s}$ در نقطه C قرار دارد.

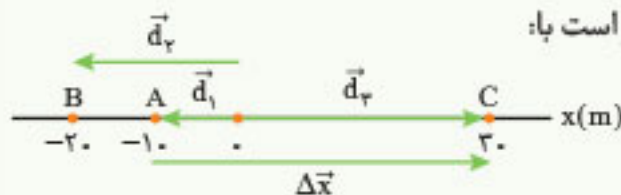


الف) بردار مکان متحرک در لحظه‌های t_1 ، t_2 و t_3 و بردار جابه‌جایی آن را برحسب بردار یکه بنویسید.

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:



$$\vec{d}_1 = (-20\text{ m})\vec{i}, \quad \vec{d}_2 = (30\text{ m})\vec{i}, \quad \vec{d}_3 = (50\text{ m})\vec{i}$$

$$\Delta \vec{x} = (\vec{d}_3 - \vec{d}_1) \Rightarrow \Delta \vec{x} = (30\text{ m} - (-20\text{ m}))\vec{i} = (50\text{ m})\vec{i}$$

ب) برای محاسبه 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:

$$l = |-20 - (-20)| + |30 - (-20)| = 0 + 50 = 50\text{ m}$$

تندی متوسط برابر است با:

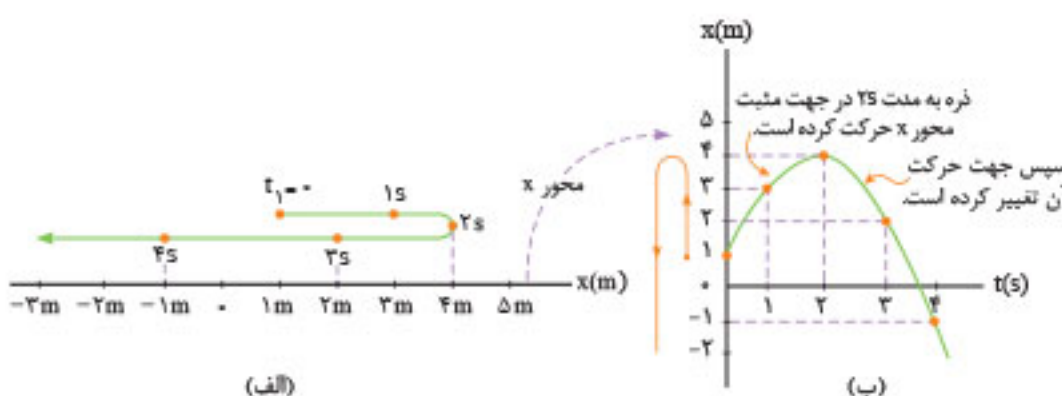
$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{50\text{ m}}{10\text{ s} - 0\text{ s}} = 5\text{ m/s}$$

پ) سرعت متوسط متحرک برابر است با:

$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{(50\text{ m})\vec{i}}{10\text{ s}} = (5\text{ m/s})\vec{i}$$

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 لحظه معین (t)

است؛ بنابراین پس از مشخص کردن نقاط مربوط به زمان و

مکان‌های داده‌شده، با وصل کردن این نقاط به هم،

به وسیله یک منحنی (خم) هموار، نمودار مکان - زمان را

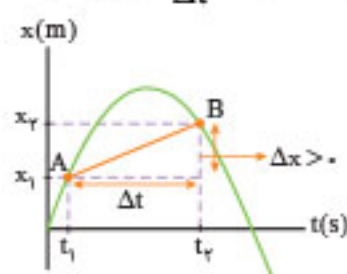
رسم می‌کنیم. در شکل‌های مقابل، شکل (الف) مسیر حرکت

متحرک در امتداد محور x و شکل (ب) نمودار مکان - زمان

متحرک را نشان می‌دهد.

تعیین سرعت متوسط به کمک نمودار مکان - زمان

با توجه به نمودار مکان - زمان شکل زیر، متحرک در لحظه $t = t_1$ در مکان $x = x_1$ و در لحظه $t = t_2$ در مکان $x = x_2$ است. همان طور که در شکل دیده می شود، $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ برابر شیب پاره خطی است که دو نقطه A و B را به هم وصل می کند. از سوی دیگر بنا به رابطه $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ، نسبت $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ برابر سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی t_1 تا t_2 است؛ بنابراین می توان نتیجه گرفت که سرعت متوسط متحرک بین دو لحظه از زمان، برابر شیب پاره خطی است که نقاط مانند آن دو لحظه در نمودار مکان - زمان را به یکدیگر وصل می کند.



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

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

• نکات نمودار مکان - زمان

با توجه به نمودار مکان - زمان داده شده، موارد زیر را درمی یابیم:

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

۲ در لحظه هایی که نمودار محور زمان (t) را قطع می کند، متحرک از مبدأ مکان عبور کرده است و جهت بردار مکان عوض می شود (لحظه های t_1 و t_3).

۳ در لحظه ای که علامت شیب نمودار تغییر می کند (در نقاط بیشینه یا کمینه که در این نمودار در لحظه t_2 است)، جهت حرکت متحرک عوض می شود.

۴ در بازه های زمانی t_1 تا t_2 و t_3 تا t_4 متحرک از مبدأ مکان دور و در بازه های زمانی صفر تا t_1 و t_2 تا t_3 متحرک به مبدأ نزدیک می شود.

تذکره: دور شدن متحرک از مبدأ و یا نزدیک شدن متحرک به مبدأ می تواند 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 لحظه های $t = t_1$ و $t = t_2$ را از روی نمودار مشخص می کنیم و سپس جابه جایی آن را از رابطه $\Delta x = x_2 - x_1$ به دست می آوریم و در آخر از رابطه $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ استفاده می کنیم.

۶ برای به دست آوردن مسافت طی شده از روی نمودار مکان - زمان، جابه جایی در هر یک از بازه های زمانی که جهت حرکت تغییر نکرده است، به دست می آوریم و سپس مجموع قدرمطلق این جابه جایی ها را که برابر مسافت طی شده است، حساب می کنیم. در نمودار مکان - زمان رسم شده در بالا، مسافت طی شده در بازه زمانی $t = 0$ تا $t = t_5$ را حساب می کنیم. توجه کنید که مکان متحرک در لحظه های t_2 و t_4 یکسان است، از این رو $x_2 = x_4$ است.

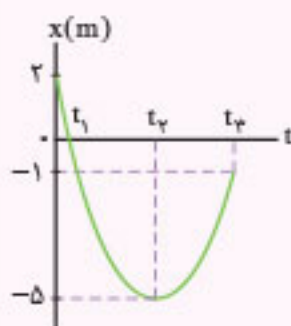
$$l = |x_2 - x_1| + |x_4 - x_3|$$

$$\Delta x = x_5 - x_0$$

و جابه جایی در بازه زمانی $t = 0$ تا $t = t_5$ برابر است با:

بدیهی است، این جابه جایی منفی است؛ زیرا جهت آن در سوی منفی محور X است.

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



الف) در چه لحظه ای جهت حرکت متحرک عوض می شود؟

ب) در چه لحظه ای جهت بردار مکان متحرک عوض می شود؟

پ) در چه بازه زمانی متحرک در جهت محور X حرکت می کند؟

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

ث) جابه جایی متحرک را در بازه زمانی t_2 تا t_3 حساب کنید.

ج) مسافت طی شده متحرک از لحظه $t = 0$ تا t_3 چند متر است؟

چ) در کدام بازه زمانی متحرک در مکان منفی و در جهت مثبت محور حرکت می کند؟

ت) t_2 ، Δm

پ) t_2 تا t_3

ب) t_1

الف) t_2 **جواب**

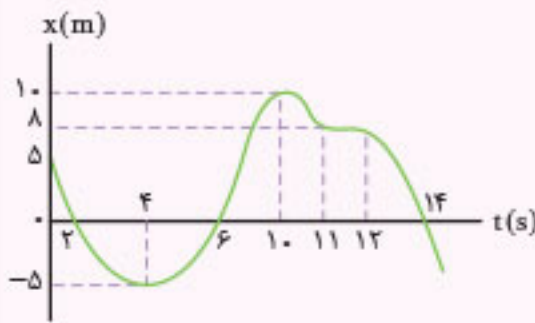
ث)

$$\Delta x = x_3 - x_2 = \frac{x_3 - x_2}{x_2 - x_1} \Delta x = -1 - (-5) = 4 \text{ m}$$

$$l = |(-5 - 2)| + |-1 - (-5)| = 11 \text{ m}$$

ج) مجموع قدرمطلق جابه جایی هایی که در یک جهت انجام شده را حساب می کنیم:

چ) در بازه 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 بازه صفر تا 12 s چند متر بر ثانیه است؟

ث) سرعت متوسط متحرک در بازه $t = 2\text{ s}$ تا $t = 11\text{ s}$ چند متر بر ثانیه است؟

ج) تندی متوسط جسم در بازه 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 $t_1 = 2\text{ s}$ ، $t_2 = 6\text{ s}$ و $t_3 = 14\text{ s}$.

ب) دو بار و در لحظه‌های $t = 4\text{ s}$ و $t = 10\text{ s}$.

پ) در بازه زمانی $t = 4\text{ s}$ تا $t = 10\text{ s}$ متحرک در جهت محور حرکت می‌کند.

ت) **گام اول:** مسافت طی شده را حساب می‌کنیم:

گام دوم: اکنون تندی متوسط را به دست می‌آوریم:

ث)

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

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

سوالات امتحانی

سوالات انتخاب کلمه

عبارت درست را از درون پرانتز انتخاب کنید.

۱. پاره خط جهت داری که مکان آغازین حرکت را به مکان پایانی وصل می‌کند، (بردار مکان / بردار جابه جایی) نامیده می‌شود.

(پرتکرار (شهریور ۹۹ - ریاضی، شهریور ۱۴۰۰ - تجربی - با تغییر، دی ۱۴۰۰ - تجربی)

۲. تندی متوسط کمیتی (نرده‌ای / برداری) است.

(پرتکرار (شهریور ۱۴۰۰ - تجربی - با تغییر، خرداد ۱۴۰۱ - ریاضی، شهریور ۱۴۰۲ - تجربی)

۳. نسبت مسافت طی شده به مدت زمان حرکت، (سرعت متوسط / تندی متوسط) نامیده می‌شود.

(خرداد ۱۴۰۲ - تجربی)

۴. مسافت طی شده هرگز از اندازه بردار جابه جایی (بزرگ‌تر / کوچک‌تر) نمی‌شود.

(مشابه خرداد ۱۴۰۱ - تجربی)

۵. (جابه جایی / مسافت) کمیتی نرده‌ای است.

۶. (مسافت / جابه جایی) به مسیر حرکت بستگی ندارد.

(شهریور ۹۸ - تجربی - با تغییر)

۷. برداری که مبدأ مکان را به مکان جسم در هر لحظه وصل می‌کند، بردار (مکان / جابه جایی) نامیده می‌شود.

۸. اگر در حرکت بر خط راست بین دو لحظه t_1 و t_2 جهت سرعت یک بار تغییر کند، در این صورت در همان بازه زمانی اندازه سرعت متوسط از تندی متوسط

(شهریور ۱۴۰۱ - ریاضی)

(کمتر / بیشتر) است.

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. اندازه بردار جابه جایی (بیشتر از / کمتر از / برابر با)

(دی ۱۴۰۱ - ریاضی)

مسافت پیموده شده است.



۱۰. در حرکت روی محور x ، وقتی متحرک به مکان آغازین خود باز می‌گردد (مسافت طی شده / سرعت متوسط) متحرک صفر است.

(خرداد ۹۹ - تجربی)

۱۱. عقربه تندی سنج خودروها، تندی (متوسط / لحظه‌ای) را نشان می‌دهد.

(خرداد ۹۸ - ریاضی، شهریور ۱۴۰۰ - ریاضی)



(شهریور ۱۴۰۲ - ریاضی)

(دی ۱۴۰۲ - ریاضی)

۱۲. در یک چرخش کامل ماه به دور زمین، (سرعت / تندی) متوسط برابر صفر است.
۱۳. در حرکت بر خط راست و بدون تغییر جهت، مسافت پیموده شده (برابر با / بیشتر از) جابه جایی است.
۱۴. در نمودار مکان - زمان، شیب خطی که نمودار را در دو لحظه قطع می کند برابر (جابه جایی / سرعت متوسط) متحرک است.

سوالات درست و نادرست

درستی یا نادرستی هر یک از جمله های زیر را مشخص کنید.

۱۵. در حرکت بر روی خط راست، اندازه بردار جابه جایی متحرک برابر مسافت طی شده آن است. ☒ ☐
۱۶. سرعت متوسط یک کمیت برداری است که همواره با بردار تغییر مکان، هم جهت می باشد. ☒ ☐ (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، جابه جایی آن مثبت و سرعت متوسط آن منفی است. ☒ ☐
۱۹. تندی متوسط در حرکت بر روی خط راست، برابر با نسبت جابه جایی جسم به زمان است. ☒ ☐ (خرداد ۱۴۰۲ - ریاضی)
۲۰. در لحظه ای که متحرک از مبدأ مکان عبور می کند، جهت بردار مکان تغییر می کند. ☒ ☐ (شهریور ۱۴۰۱ - تجربی)

سوالات تشریحی

۲۱. بردار مکان را تعریف کنید.

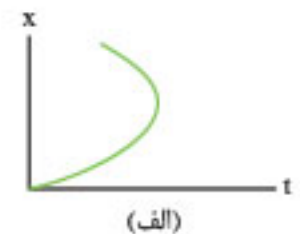
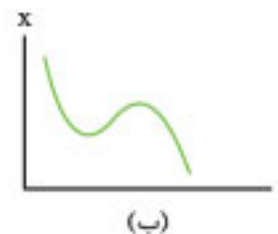
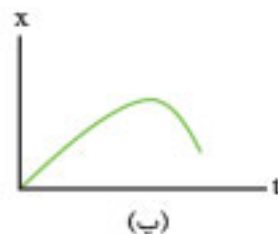
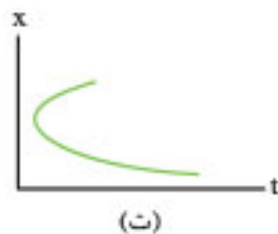
۲۲. در چه صورت اندازه سرعت متوسط متحرک با تندی متوسط آن برابر است؟

۲۳. شکل روبه رو، نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B را نشان می دهد.

با استدلال کافی سرعت متوسط این دو متحرک را با هم مقایسه کنید.



۲۴. توضیح دهید کدام یک از نمودارهای مکان - زمان که در زیر آمده اند، می تواند نشان دهنده نمودار $x-t$ یک متحرک باشد؟ (شهریور ۱۴۰۰ - تجربی، دی ۱۴۰۱ - ریاضی)



۲۵. با توجه به نمودار مکان - زمان شکل روبه رو، به پرسش های زیر پاسخ دهید.

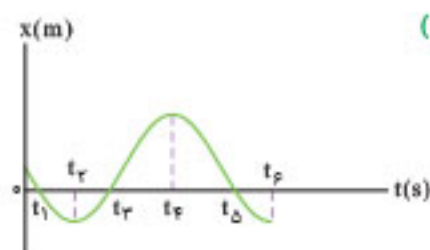
الف) متحرک چند بار از مبدأ مکان عبور می کند؟ در چه لحظه هایی؟

ب) در کدام بازه های زمانی، متحرک در حال دور شدن از مبدأ است؟

پ) در کدام بازه های زمانی، متحرک در حال نزدیک شدن به مبدأ است؟

ت) جهت حرکت چند بار تغییر کرده است؟ در چه لحظه هایی؟

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



(مشابه پرسش کتاب درسی)

(خرداد ۱۴۰۰ - تجربی)

۲۶. شکل زیر، نمودار مکان - زمان حرکت یک متحرک که در راستای محور x حرکت می کند را نشان می دهد.

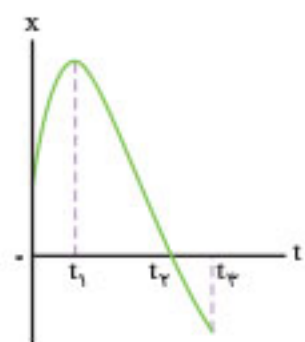
الف) در کدام لحظه، متحرک بیشترین فاصله از مبدأ مختصات را دارد؟

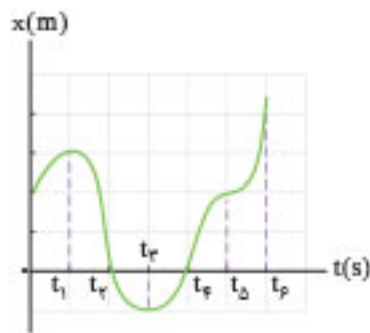
ب) جابه جایی کل متحرک در جهت محور x است یا خلاف جهت محور x ؟

پ) جهت حرکت متحرک چند بار تغییر کرده است؟

ت) در کدام بازه زمانی متحرک در حال نزدیک شدن به مبدأ است؟

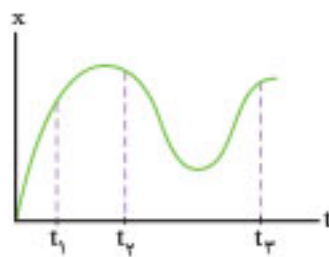
ث) در کدام لحظه متحرک از مبدأ عبور می کند؟





(دی ۹۹ - ریاضی)

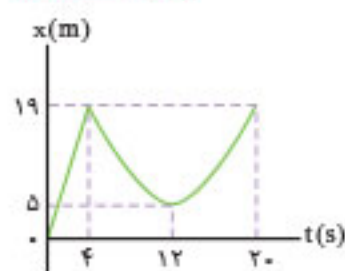
۲۷. با توجه به نمودار مکان - زمان شکل روبه‌رو، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.
- متحرک در کدام لحظه‌ها از مبدأ مکان عبور کرده است؟
 - جهت حرکت در کدام لحظه‌ها تغییر کرده است؟
 - دو بازه زمانی بنویسید که متحرک در حال دور شدن از مبدأ است.



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

(مشابه تمرین کتاب درسی)

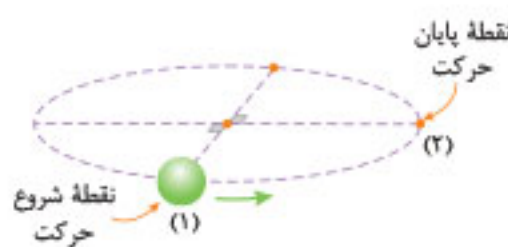
(دی ۹۷ - تجربی)



۲۹. شکل زیر، نمودار مکان - زمان دوچرخه‌سواری را نشان می‌دهد که روی مسیری مستقیم در حال حرکت است.
- بیشترین فاصله دوچرخه‌سوار از مبدأ چند متر است؟
 - در کدام بازه زمانی دوچرخه‌سوار در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند؟
 - مسافت طی شده توسط دوچرخه‌سوار در بازه زمانی $t_1 = 0$ تا $t_2 = 20$ s چند متر است؟
 - اندازه سرعت متوسط دوچرخه‌سوار در بازه زمانی $t_1 = 4$ s تا $t_2 = 20$ s را به دست آورید.

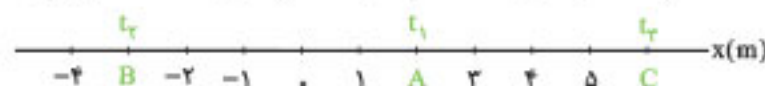
مسائل

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 اندازه بردار جابه‌جایی و مسافت طی شده را حساب کنید.



۳۱. مطابق شکل مقابل، جسمی روی یک مسیر دایره‌ای به شعاع 10 m از مکان (۱) به مکان (۲) می‌رود.
- بردار جابه‌جایی و مسیر حرکت جسم را مشخص کنید.
 - اندازه بردار جابه‌جایی و مسافت طی شده را به دست آورید.

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



- بردارهای مکان متحرک را در هر یک از این لحظه‌ها روی محور x رسم کنید و برحسب بردار یکه بنویسید.
- 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. کفش دوزکی که در جهت محور x در حرکت است، در لحظه‌های $t_1 = 0$ و $t_2 = 82\text{ s}$ به ترتیب از مکان‌های $x_1 = -28\text{ m}$ و $x_2 = 54\text{ m}$ می‌گذرد.

(مشابه مثال کتاب درسی، مشابه دی ۹۹ - تجربی)

- بردارهای مکان در لحظه‌های t_1 و t_2 و بردار جابه‌جایی کفش دوزک در این بازه زمانی را رسم کنید.
- سرعت متوسط کفش دوزک را در این بازه زمانی پیدا کنید.

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

- مسیر حرکت متحرک را در بازه زمانی t_1 تا t_3 ، با رسم شکل نشان دهید.
- تندی متوسط را در بازه زمانی t_1 تا t_3 به دست آورید.
- بردار جابه‌جایی را در بازه زمانی t_1 تا t_3 روی محور x نشان دهید.
- سرعت متوسط را در بازه زمانی t_1 تا t_3 حساب کنید.



۳۵. جدول زیر را کامل کنید. (فرض کنید هر چهار متحرک در مدت زمان ۴ s فاصله بین مکان آغازین و مکان پایانی را طی می کنند.) (تمرین کتاب درسی)

مکان آغازین	مکان پایانی	جابه جایی	سرعت متوسط	جهت حرکت
متحرک A	$(-2\text{ m})\vec{i}$	$(6/4\text{ m})\vec{i}$		
متحرک B		$(-2/5\text{ m})\vec{i}$	$(-5/6\text{ m})\vec{i}$	
متحرک C	$(2\text{ m})\vec{i}$	$(8/6\text{ m})\vec{i}$		
متحرک D	$(-1/4\text{ m})\vec{i}$		$(2/4\text{ m/s})\vec{i}$	

۳۶. متحرکی در مدت زمان ۸ s از مکان $\vec{d}_1 = (-4\text{ m})\vec{i}$ به مکان $\vec{d}_2 = (+4\text{ m})\vec{i}$ بدون تغییر جهت جابه جا می شود: (الف) جهت حرکت این متحرک را تعیین کنید.

(ب) بزرگی سرعت متوسط متحرک در مدت زمان ۸ s چند متر بر ثانیه است؟

(پ) مسافت طی شده متوسط متحرک چند متر است؟

۳۷. معادله حرکت جسمی در SI به صورت $x = t^2 - 3t^2 - 4$ است. سرعت متوسط جسم را در بازه زمانی صفر تا ۲ s پیدا کنید.

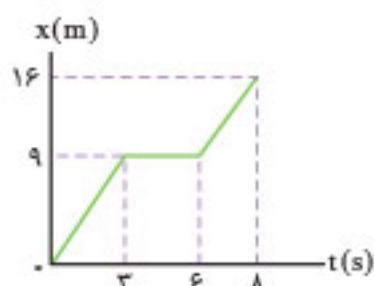
۳۸. شخصی بر روی خط راست به مدت ۸ s، ۱۸ m به طرف شمال و بعد به مدت ۱۰ s، ۱۶ m به طرف شرق و در آخر به مدت ۲ s، ۶ m به سمت جنوب حرکت می کند. (الف) با رسم شکل، اندازه جابه جایی شخص را حساب کنید.

(ب) کل مسافت طی شده 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 می کند را نشان می دهد. (شهریور ۹۹ - تجربی)

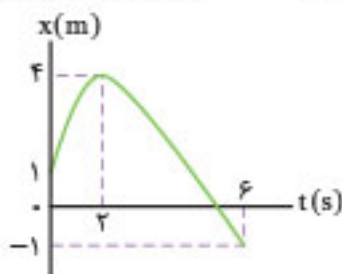


(الف) در کدام لحظه، متحرک بیشترین فاصله از مبدأ مختصات را دارد؟

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

(پ) مسافت طی شده در بازه زمانی صفر تا ۸ s چند متر است؟

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



(الف) در چه لحظه ای مورچه بیشترین فاصله از مبدأ مختصات را دارد؟

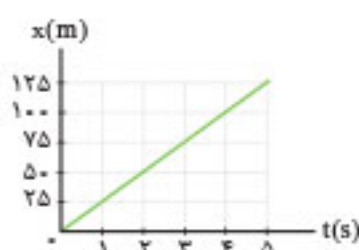
(ب) در کدام بازه زمانی سرعت مورچه هم جهت با محور x است؟

(پ) سرعت متوسط مورچه از لحظه $t = 0$ تا لحظه $t = 6$ s چقدر است؟

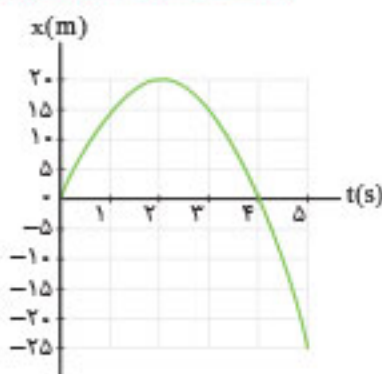
(ت) در چه لحظه ای جهت حرکت متحرک تغییر کرده است؟

۴۱. نمودار مکان - زمان موتورسواری که در جهت مثبت محور x حرکت می کند، مطابق شکل است. سرعت متوسط موتورسوار

در بازه زمانی ۱ s تا ۲ s چند برابر سرعت متوسط آن در بازه زمانی ۴ s تا ۵ s است؟ (مشابه مثال کتاب درسی)



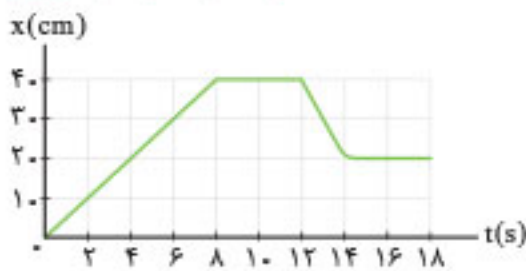
۴۲. شکل زیر، نمودار مکان - زمان خودرویی را نشان می دهد که در راستای خط راست حرکت می کند. (مشابه مثال کتاب درسی)



(الف) سرعت متوسط و تندی متوسط را در بازه زمانی $t_1 = 1\text{ s}$ تا $t_2 = 3\text{ s}$ پیدا کنید.

(ب) سرعت متوسط را در بازه زمانی $t_1 = 1\text{ s}$ تا $t_2 = 5\text{ s}$ به دست آورید و جهت آن را تعیین کنید.

(مشابه مثال کتاب درسی)



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

- الف) در چه بازه زمانی مورچه در جهت محور x حرکت می‌کند؟
 ب) در چه بازه زمانی مورچه در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند؟
 پ) در چه بازه‌های زمانی مورچه ایستاده است؟
 ت) در چه لحظه‌هایی فاصله مورچه از مبدأ 30 cm است؟
 ث) در چه بازه زمانی فاصله مورچه از مبدأ بیشترین مقدار است؟
 ج) جابه‌جایی و سرعت متوسط مورچه را در بازه زمانی 6 s تا 14 s به دست آورید.
 چ) مسافت طی شده و تندی متوسط مورچه را در بازه زمانی 4 s تا 14 s حساب کنید.

شناخت حرکت (بخش ۲)

بسته 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) عقربه تندی سنج خودرو، تندی لحظه‌ای آن را نشان می‌دهد و هیچ‌گونه اطلاعی در خصوص جهت حرکت خودرو به ما گزارش نمی‌دهد.

سرعت لحظه‌ای (۷)

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، عقربه تندی سنج خودرو روی 100 km/h باشد، تندی لحظه‌ای خودرو برابر 100 km/h و سرعت لحظه‌ای آن 100 km/h به طرف شمال است یا اگر سرعت متحرکی برابر $\vec{v} = (-2 \text{ m/s}) \hat{i}$ باشد، یعنی اندازه سرعت 2 m/s و جهت آن خلاف جهت محور x است.

نکته: ۱) سرعت لحظه‌ای کمیتی برداری است.

۲) تندی لحظه‌ای با اندازه سرعت لحظه‌ای برابر است، اما تندی متوسط الزاماً با سرعت متوسط برابر نیست. به عنوان مثال، در یک حرکت رفت و برگشت به نقطه 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 - زمان

می‌دانیم سرعت متوسط متحرک بین هر دو لحظه دلخواه، برابر شیب خطی است که نمودار مکان - زمان را در آن دو لحظه قطع می‌کند. با توجه به شکل مقابل، اگر t_1 ثابت باشد و Δt را به تدریج کوچک و کوچک‌تر کنیم، نقطه B به نقطه A نزدیک و نزدیک‌تر می‌شود؛ به طوری که اگر Δt به سمت صفر میل کند ($\Delta t \rightarrow 0$)، نقطه B به نقطه A بسیار نزدیک می‌شود و سرانجام خط واصل بین دو نقطه به خط مماس بر نمودار در نقطه A میل می‌کند. در این حالت، شیب خط مماس برابر سرعت متحرک در لحظه t_1 است؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که سرعت در هر لحظه 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 ($v > 0$) است.

۲) هرگاه شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان منفی باشد، سرعت منفی ($v < 0$) است و متحرک در حال حرکت، در خلاف جهت محور حرکت می‌کند.

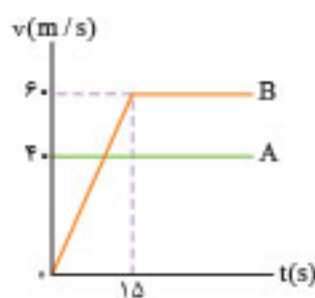
۳) چنانچه شیب خط مماس بر نمودار صفر باشد (خط مماس موازی محور زمان t باشد)، اندازه سرعت صفر است.

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

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

۶) هرگاه مطابق شکل مقابل، نمودار مکان - زمان به صورت 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؟

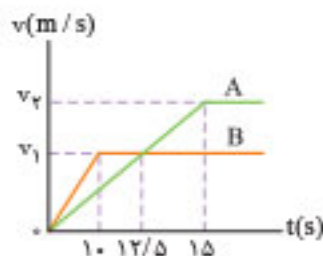
ب) پس از چه مدت، دو متحرک دوباره به هم می‌رسند؟

۲۳۵. دو قطار یکی با سرعت 25 m/s و دیگری با سرعت 30 m/s روی یک ریل مستقیم و افقی به طرف یکدیگر در حال حرکت‌اند. وقتی فاصله آن‌ها از یکدیگر به $1/6 \text{ km}$ می‌رسد، هریک از دو لوکوموتیوران دیگری را مقابل خود می‌بینند و هر دو در یک لحظه ترمز می‌کنند. اگر در اثر ترمز، حرکت هریک از قطارها با شتاب 0.5 m/s^2 کند شود، معین کنید، آیا دو قطار به هم برخورد می‌کنند؟ اگر برخورد نمی‌کنند در چه فاصله‌ای از یکدیگر متوقف می‌شوند؟

۲۳۶. اتومبیل A از ابتدای یک جاده شروع به حرکت می‌کند و 10 s بعد از همان نقطه، اتومبیل B به راه می‌افتد. اگر شتاب متحرک A برابر $3/4 \text{ m/s}^2$ و شتاب متحرک B برابر 2 m/s^2 باشد و پس از گذشت 20 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 40 s با جزئیات رسم کنید.

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



۲۳۷. نمودار سرعت - زمان دو خودروی A و B که کنار هم از ابتدای یک جاده مستقیم هم‌زمان شروع به حرکت می‌کنند، مطابق شکل مقابل است. اگر دو خودرو بعد از طی مسافت 200 m دوباره به هم برسند:

الف) زمان طی این مسافت را به دست آورید.

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

سوالات مفهومی و ترکیبی فصل اول

۲۳۸. در جمله‌های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

- 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 بازه زمانی معین، تندی متوسط متحرک نمی‌تواند (بزرگ‌تر / کوچک‌تر) از اندازه سرعت متوسط آن باشد.
 ت) بردار شتاب متوسط در هر بازه زمانی، همواره در جهت (سرعت / تغییر سرعت) است.

۲۳۹. درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را با کلمه‌های «درست» و «نادرست» مشخص کنید.

- 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 بازه زمانی دلخواه، برابر سرعت لحظه‌ای آن است.
 پ) شتاب متوسط، کمیتی برداری و هم جهت با بردار تغییر سرعت است.
 ت) مساحت سطح بین نمودار مکان - زمان و محور زمان در هر بازه زمانی، برابر اندازه جابه‌جایی در آن بازه است.

۲۴۰. درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را با عبارت‌های «درست» یا «نادرست» مشخص کنید.

- الف) در حرکت با سرعت ثابت، در بازه‌های زمانی یکسان، اندازه 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.
 ت) در هریک از جمله‌های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

۲۴۱. در هریک از جمله‌های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

- 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 به صورت (خط راست / سهمی) است.
 ت) 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.

ب) در حرکت با شتاب ثابت، اختلاف جابه‌جایی در دو ثانیه متوالی برابر (سرعت / شتاب) متحرک است.

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

ت) مساحت سطح بین نمودار سرعت - زمان و محور زمان در هر بازه زمانی برابر اندازه (جابه‌جایی / تغییر سرعت) در آن بازه است.

(دی ۱۴۰۲ - ریاضی)

(دی ۱۴۰۲ - ریاضی)

(شهریور ۱۴۰۲ - تجربی)

(خرداد ۱۴۰۱ - تجربی)

(شہریور ۱۴۰۰ء تجربی)

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

بردار جابه‌جایی - برداری - تندی متوسط - بردار مکان - شتاب - تدریجی

الف) تندی متوسط، کمپیتی است.

(ب) پاره خط جهت داری 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، اندازه سرعت متوسط در هر بازه زمانی برابر در آن بازه زمانی است.

۲۴۴. درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را با علامت‌های «درست» یا «نادرست» مشخص کنید.

(شہریور ۱۴۰۰ - ریاضی)

X ✓

الف) سرعت متوسط، یک کمیت برداری است که همواره با بردار تغییر مکان، هم جهت می باشد.

X ✓

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

✕ ✓

پ) عقربه تندى سنج خودروها، تندى لحظه‌اى خودرو را نشان مى‌دهند.

✕ ✓

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

(شہریور ۹۹ - ریاضی)

۲۴۵. عبارت درست را از درون پیرائتزان‌تخاب کنید.

الف) تندی متوسط یک کمیت (برداري / نرده‌اي) است.

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

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

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

۲۴۶. به سوالات زیر پاسخ دهید.

(دی ۹۹ - ریاضی)

الف) دو تفاوت بین تندی متوسط و سرعت متوسط بیان کنید.

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

پاسخ نامه



پاسخ فصل اول

۱. بردار جابه جایی
۲. نرده ای
۳. تندى متوسط
۴. کوچک تر
۵. مسافت
۶. جابه جایی
۷. مکان
۸. کمتر
۹. کمتر از
۱۰. سرعت متوسط
۱۱. لحظه ای
۱۲. سرعت
۱۳. برابر با
۱۴. سرعت متوسط

۱۵. **نادرست** در حرکت بر روی خط راست، اگر متحرک تغییر جهت ندهد، اندازه بردار جابه جایی برابر مسافت طی شده است.

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

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

۱۸. **نادرست** جابه جایی و سرعت متوسط هم علامت هستند.

۱۹. **نادرست** تندى متوسط برابر نسبت مسافت طی شده به زمان است.

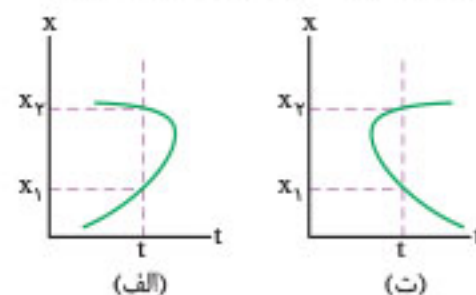
۲۰. **درست**

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

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

۲۳. $v_{avA} > v_{avB}$ ، زیرا شیب خط A بزرگ تر از شیب خط B است.

۲۴. شکل های «ب» و «پ» زیرا در شکل های «الف» و «ت»، متحرک در یک لحظه در دو مکان متفاوت قرار دارد و این غیر ممکن است.



۲۵. **الف** ۳ بار در لحظه های t_1 ، t_2 و t_3 (در لحظه هایی که نمودار، محور زمان (t) را قطع می کند، متحرک از مبدأ مکان عبور کرده است.)

ب در بازه های زمانی t_1 تا t_2 (در این بازه متحرک در سوی منفی محور X حرکت می کند)، t_2 تا t_3 (در این بازه متحرک در سوی مثبت محور X حرکت می کند)، و t_3 تا t_4 (در این بازه متحرک در سوی منفی محور X حرکت می کند).

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

ت ۲ بار در لحظه های t_2 و t_4 .

ث بردار جابه جایی نقطه آغازین حرکت را به نقطه پایان حرکت وصل می کند. اگر نقطه آغازین را به نقطه پایان حرکت بر روی محور X وصل کنیم، می بینیم که بردار جابه جایی در خلاف جهت محور X است.

۲۶. **الف** t_1 / **ب** خلاف محور X / **پ** یک بار در لحظه t_1

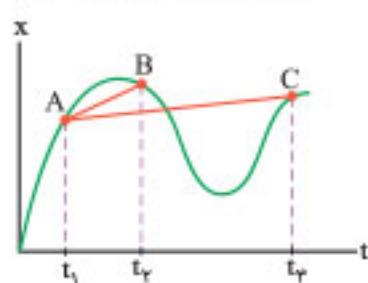
ت t_1 تا t_2 / **ث** t_2

۲۷. **الف** لحظه های t_2 و t_4 .

ب لحظه های t_1 و t_3 .

پ صفر تا t_1 ، t_2 تا t_3 و t_4 تا t_5 .

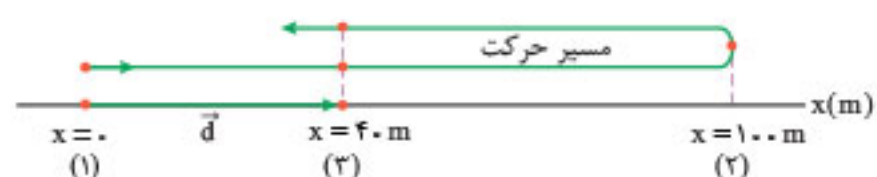
۲۸. می دانیم سرعت متوسط متحرک بین دو لحظه از زمان برابر شیب پاره خطی



است که نقاط نظیر آن دو لحظه در نمودار مکان - زمان را به یکدیگر وصل می کند؛ بنابراین چون شیب خط AB بزرگ تر از شیب خط AC است، سرعت متوسط در بازه زمانی t_1 تا t_2 بزرگ تر از سرعت متوسط در بازه زمانی t_2 تا t_3 است.

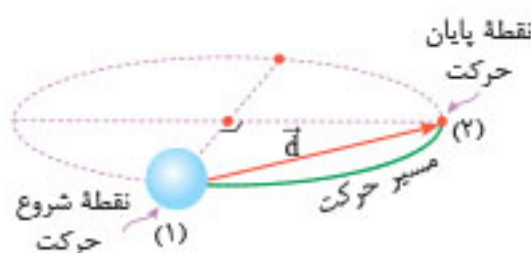
۲۹. **الف** ۱۹ m / **ب** ۴ s تا ۱۲ s / **پ** $l = 19 + 14 + 14 = 47 \text{ m}$ / **ت** صفر است؛ چون جابه جایی در این بازه زمانی صفر است.

۳۰. بردار جابه جایی، نقطه شروع حرکت را به نقطه پایان حرکت وصل می کند.



با توجه به شکل، اندازه بردار جابه جایی $|\vec{d}| = 40 \text{ m}$ و مسافت طی شده که برابر طول مسیر حرکت است، برابر $l = 100 + |40 - 100| = 160 \text{ m}$ است.

۳۱. **الف** بردار جابه جایی نقطه شروع حرکت را به نقطه پایان حرکت وصل می کند.



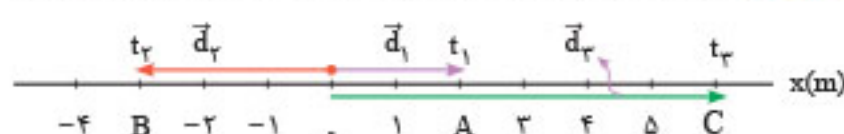
ب اندازه بردار جابه جایی برابر طول وتر مثلث قائم الزاویه است، بنابراین اندازه جابه جایی برابر است با:

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

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

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

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



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

ب بردار جابه جایی در بازه 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 بازه 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 بازه زمانی t_1 تا t_3 برابر است با:

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



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

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

دقت کنید جهت حرکت را از روی علامت جابه جایی تعیین می‌کنیم.

۳۶. الف) برای تعیین جهت حرکت باید جابه جایی متحرک را به دست آوریم:

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

متحرک در جهت محور X حرکت می‌کند.

ب) سرعت متوسط برابر است با:

$$\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t} = \frac{(+8 \text{ m})\vec{i}}{8 \text{ s}} \Rightarrow \vec{v}_{av} = (+1 \text{ m/s})\vec{i}$$

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

پ) چون متحرک تغییر جهت نداده، $l = d = 8 \text{ m}$ است.

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

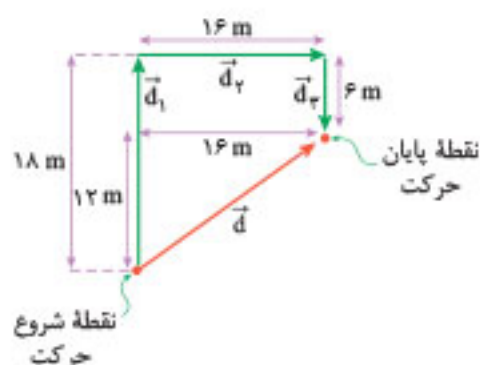
$$x = t^2 - 3t^2 - 4 \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 0 \Rightarrow x_1 = 0 - 0 - 4 = -4 \text{ m} \\ t_2 = 2 \text{ s} \Rightarrow x_2 = 8 - 12 - 4 = -8 \text{ m} \end{cases}$$

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

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

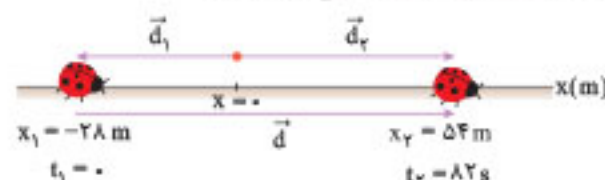
۳۸. الف) مطابق شکل زیر، جابه جایی‌ها را با توجه به جهت و اندازه

هر یک رسم می‌کنیم و سپس بردار برآیند جابه جایی‌ها را به صورت زیر تعیین می‌کنیم. دقت کنید، بردار برآیند جابه جایی‌ها، برداری است که نقطه آغازین حرکت را به نقطه پایان حرکت وصل می‌کند.



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

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 جابه جایی، برداری است که نقطه آغازین حرکت را به نقطه پایان حرکت وصل می‌کند ($\vec{d}$).



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

$$\vec{v}_{av} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \vec{i} = \frac{x_2 = 54 \text{ m}, x_1 = -28 \text{ m}}{t_2 = 82 \text{ s}, t_1 = 0}$$

$$\vec{v}_{av} = \frac{(54 - (-28))}{82 - 0} \vec{i} \Rightarrow \vec{v}_{av} = (1 \text{ m/s})\vec{i}$$

۳۴. الف) ابتدا مکان متحرک را روی محور X در لحظات t_1 و t_2 مشخص می‌کنیم و سپس مسیر حرکت آن را رسم می‌کنیم:

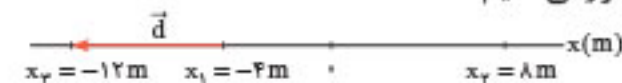


ب) برای محاسبه تندی متوسط، ابتدا مسافت طی شده در بازه زمانی t_1 تا t_2 را حساب می‌کنیم:

$$l = |x_2 - x_1| + |x_2 - x_2| = |8 - (-4)| + |-12 - 8| \Rightarrow l = 32 \text{ m}$$

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

پ) برای رسم بردار جابه جایی، ابتدای بردار را در مکان x_1 و انتهای آن را در مکان x_2 قرار می‌دهیم.



ت) سرعت متوسط برابر است با:

$$v_{av} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{x_2 = -12 \text{ m}, t_2 = 9 \text{ s}}{x_1 = -4 \text{ m}, t_1 = 1 \text{ s}}$$

$$v_{av} = \frac{-12 - (-4)}{9 - 1} \Rightarrow v_{av} = -1 \text{ m/s}$$

۳۵. برای پاسخ دادن به این سؤال، جابه جایی را از رابطه $\vec{d} = \Delta x \vec{i} = x_2 \vec{i} - x_1 \vec{i}$

و سرعت متوسط را از رابطه $\vec{v}_{av} = \frac{\Delta x \vec{i}}{\Delta t}$ به دست می‌آوریم:

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

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

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

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

۴۳. الف در بازه زمانی $t = 0$ تا $t = 8$ s، در جهت محور x حرکت می‌کند؛ زیرا در این بازه زمانی $\Delta x > 0$ است.

ب در بازه زمانی $t = 12$ s تا $t = 14$ s، در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند؛ زیرا در این بازه زمانی $\Delta x < 0$ است.

پ در بازه‌های زمانی 8 s تا 12 s و 14 s تا 18 s مورچه ایستاده است؛ زیرا در این بازه‌های زمانی x تغییر نکرده است.

ت در لحظه‌های $t = 6$ s و $t = 12$ s.

ث در بازه زمانی 8 s تا 12 s.

ج در لحظه $t_1 = 6$ s، مکان جسم $x_1 = 30$ cm و در لحظه $t_2 = 14$ s، مکان جسم برابر $x_2 = 20$ cm است؛ بنابراین جابه‌جایی مورچه در این بازه برابر است با:

و سرعت متوسط مورچه برابر است با:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-10}{14-6} = -\frac{10}{8} \Rightarrow v_{av} = -1.25 \text{ cm/s}$$

چ مسافت طی شده توسط مورچه برابر مجموع قدرمطلق جابه‌جایی‌ها در بازه‌های زمانی است که تغییر جهت ندارد؛ بنابراین داریم:

$$l = |x_8 - x_6| + |x_{12} - x_8| + |x_{14} - x_{12}| \\ \Rightarrow l = |40 - 20| + |40 - 40| + |20 - 40| \\ \Rightarrow l = 20 + 0 + 20 \Rightarrow l = 40 \text{ cm}$$

تندی متوسط برابر است با:

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{40}{14-6} \Rightarrow s_{av} = 5 \text{ cm/s}$$

۴۹. شتاب

۵۰. متر بر مربع ثانیه

۵۱. درست

۵۲. درست

۴۴. تندی لحظه‌ای

۴۵. شتاب

۴۶. تغییر سرعت

۴۷. متوسط

۴۸. مماس

۵۳. نادرست شتاب لحظه‌ای، سرعت متحرک در لحظه t است؛ از آنجا که سرعت کمیته برداری است، در نتیجه شتاب لحظه‌ای نیز کمیته 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 به صورت 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 اندازه 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 صورتی که سرعت متحرک ثابت باشد.

۶۲. در صورتی که سرعت جسم (اندازه سرعت یا جهت آن و یا هر دو) تغییر کند.

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

ب مسافت طی شده برابر طول مسیر حرکت است که به صورت زیر به دست می‌آید:

پ سرعت متوسط شخص برابر است با:

$$\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t} = \frac{d=20 \text{ m}}{\Delta t=8+10+2=20 \text{ s}} \Rightarrow v_{av} = \frac{20}{20} \Rightarrow v_{av} = 1 \text{ m/s}$$

ت تندی متوسط برابر است با:

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{40}{20} \Rightarrow s_{av} = 2 \text{ m/s}$$

۳۹. الف در $t = 8$ s مکان جسم $x = 16$ m است و بیشترین فاصله تا مبدأ را دارد.

ب از معادله سرعت متوسط داریم:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{16-9}{8-6} = 3.5 \text{ m/s}$$

پ $l = 16$ m

۴۰. الف $t = 2$ s

ب در بازه صفر تا 2 s

پ از رابطه سرعت متوسط داریم:

$$\Rightarrow v_{av} = \frac{-1-1}{6} \Rightarrow v_{av} = -\frac{1}{3} \text{ m/s}$$

ت $t = 2$ s

۴۱. می‌دانیم شیب نمودار مکان - زمان در هر بازه 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 بازه زمانی مورد نظر برابر یک است. البته اگر رابطه $v_{av} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$ را به کار ببریم و سرعت متوسط را در هر بازه زمانی به دست می‌آوریم، به همین نتیجه می‌رسیم.

۴۲. الف گام اول: به کمک نمودار، مکان خودرو را در لحظه‌های $t_1 = 1$ s و $t_2 = 3$ s به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} t_1 = 1 \text{ s} \Rightarrow x_1 = 15 \text{ m} \\ t_2 = 3 \text{ s} \Rightarrow x_2 = 15 \text{ m} \end{cases}$$

گام دوم: سرعت متوسط را به دست می‌آوریم:

$$v_{av} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{15 - 15}{3 - 1} = \frac{0}{2} \Rightarrow v_{av} = 0$$

گام سوم: با توجه به نمودار، خودرو در لحظه $t_1 = 1$ s، از مکان $x_1 = 15$ m در سوی مثبت محور x می‌گذرد، در لحظه $t_2 = 2$ s، در مکان $x_2 = 20$ m تغییر جهت می‌دهد و در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند و در لحظه $t_3 = 3$ s، به مکان $x_3 = 15$ m برمی‌گردد؛ بنابراین مسافت طی شده توسط خودرو برابر است با:

$$l = |x_2 - x_1| + |x_3 - x_2| = |20 - 15| + |15 - 20| \Rightarrow l = 10 \text{ m}$$

تندی متوسط را حساب می‌کنیم:

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{10}{3-1} \Rightarrow s_{av} = 5 \text{ m/s}$$

ب سرعت متوسط در بازه زمانی $t_1 = 1$ s تا $t_2 = 5$ s برابر است با:

$$\begin{cases} t_1 = 1 \text{ s} \Rightarrow x_1 = 15 \text{ m} \\ t_2 = 5 \text{ s} \Rightarrow x_2 = -25 \text{ m} \end{cases} \Rightarrow v_{av} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{-25 - 15}{5 - 1}$$

$$\Rightarrow v_{av} = -10 \text{ m/s}$$

چون $v_{av} < 0$ است، جهت سرعت متوسط منفی است.