

فهرست

| FILM | پاسخ | درسنامه و سوالات | |
|---------|------|------------------|----------------------------------|
| 142 min | ۲۲۲ | ۶ تا ۵۴ | فصل اول: حرکت بر خط راست |
| 122 min | ۲۴۴ | ۹۶ تا ۵۵ | فصل دوم: دینامیک و حرکت دایره‌ای |
| 143 min | ۲۶۲ | ۱۴۲ تا ۹۷ | فصل سوم: نوسان و موج |
| 87 min | ۲۷۷ | ۱۷۵ تا ۱۴۳ | فصل چهارم: برهم کنش‌های موج |
| 77 min | ۲۸۷ | ۲۰۴ تا ۱۷۶ | فصل پنجم: آشنایی با فیزیک اتمی |
| 68 min | ۲۹۹ | ۲۲۰ تا ۲۰۵ | فصل ششم: آشنایی با فیزیک هسته‌ای |

امتحان نهایی



| | |
|-----|-------------------------------|
| ۳۰۶ | آزمون ۱: شهریور ماه ۱۴۰۱ |
| ۳۰۸ | آزمون ۲: دی ماه ۱۴۰۱ |
| ۳۱۱ | آزمون ۳: خرداد ماه ۱۴۰۲ |
| ۳۱۴ | آزمون ۴: شهریور ماه ۱۴۰۲ |
| ۳۱۷ | پاسخ‌نامه تشریحی آزمون ۱ تا ۴ |

بارم‌بندی درس فیزیک ۳

| نوبت دوم | نوبت اول | شماره فصل | |
|----------|----------|---|-----|
| ۳/۷۵ | ۷/۲۵ | اول | |
| ۴ | ۸/۲۵ | دوم | |
| ۳/۷۵ | ۴/۵ | تا صفحه ۷۷ (سر موج طولی) و تمرین‌های مربوط به آخر فصل | سوم |
| | - | از صفحه ۷۷ (سر موج طولی) تا آخر فصل | |
| ۳/۲۵ | - | چهارم | |
| ۲/۷۵ | - | پنجم | |
| ۲/۵ | - | ششم | |
| ۲۰ | ۲۰ | جمع | |

1

بخش



درستامه

و سوالات تشریحی

فصل اول

حرکت بر خط راست

۱

فیزیک دوازدهم

فصل اول فیزیک ۳، در امتحان نوبت اول ۷/۲۵ نمره و در نوبت پایانی (آزمون‌های نهایی خرداد، شهریور و دی) ۳/۷۵ نمره دارد. در این فصل مباحثی چون، شناخت حرکت، حرکت با سرعت ثابت، حرکت با شتاب ثابت و سقوط آزاد مطرح شده است.

بسته ۵



بسته ۴



بسته ۳



بسته ۲ و ۱



برای استفاده از فیلم‌های آموزشی شب امتحان هر بسته QR-code های مقابل را اسکن کنید.

فیلم
شب
امتحان

شناخت حرکت - مسافت و جابه‌جایی - تندی متوسط و سرعت متوسط

صفحه ۲ تا ۵ کتاب درسی

بسته اول



این فصل مفهومی شما دانش‌آموزان پر تحرک و فوش‌فکره که صفر تا ۱۰۰ شما با صفر تا ۱۰۰ خودروهای ففن مانند بوگاتی و ... رقابت می‌کنه.

بله، فوب درس زردیر. این فصل مربوط به حرکت شناسی می‌شود که به آن سینما تیک نیز می‌گویند. حرکت شناسی در بیش تر شافه‌های مهندسی اهمیت زیادی دارد. برای مثال، مدت زمان رسیدن تندی خودرو از صفر تا 100 km/h یکی از معیارهای مقایسه خودروهای امروزی در صنعت خودرو سازی است. افزون بر این پژوهشگران پزشکی برای یافتن رگ مسدود باید به نحوه حرکت خون در رگ‌ها توجه کنند و مثال‌های بسیاری که می‌توان از حرکت شناسی مطرح کرد که در ادامه به آن‌ها می‌پردازیم.

الف شناخت حرکت

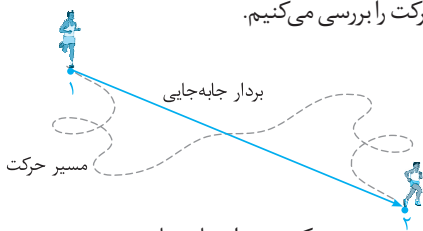
همه ما در اطراف خود حرکت اجسام مختلف را مشاهده می‌کنیم. بعضی از آن‌ها روی خط راست و بعضی دیگر روی خط خمیده حرکت می‌کنند. حرکت یک اتومبیل در جاده‌ای مستقیم نمونه‌ای از حرکت روی خط راست و حرکت سرنشین‌های روی صندلی چرخ و فلک در حال حرکت، نمونه‌ای از حرکت روی مسیر دایره‌ای است، هم چنین حرکت یک دوچرخه سوار در پیچ یک جاده، نمونه‌ای از حرکت روی خط خمیده است. مطالعه و بررسی حرکت اجسام با توجه به مسیر حرکت آن‌ها می‌تواند بسیار پیچیده و یا نسبتاً ساده باشد. مثلاً بررسی حرکت افتادن یک برگ از درخت در شرایطی که مقاومت هوا بر آن وارد می‌شود، پیچیده اما بررسی حرکت گلوله‌ای که از ارتفاعی نزدیک سطح زمین سقوط می‌کند با فرض نادیده گرفتن مقاومت هوا، نسبتاً ساده است.

در این فصل به مطالعه و بررسی حرکت اجسام در راستای خط راست پرداخته می‌شود. ابتدا مفاهیم اولیه حرکت را بررسی می‌کنیم.

بردار مکان: برداری است که مبدأ محور را به مکان جسم در هر لحظه وصل می‌کند.

بردار جابه‌جایی: باره خط جهت داری است که مکان آغازین حرکت را به مکان پایانی حرکت وصل می‌کند.

مسافت پیموده شده: طول مسیری که جسم آن را می‌پیماید، مسافت پیموده شده می‌نامند.



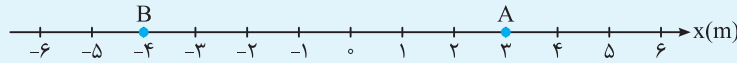
به نکات زیر خیلی توجه کنین!

۱ آگه متفرک در مسیر مستقیم حرکت کنه و تغییر جهت حرکت نده (برنگرده) اندازه جابه‌جایی با مسافت طی شده برابره ولی آگه متفرک تغییر جهت حرکت بره (برگرده) هتماً مسافت طی شده از اندازه جابه‌جایی بیشتره.

۲ آگه متفرک در مسیر خمیده حرکت کنه هتماً مسافت طی شده از اندازه جابه‌جایی بیشتره.

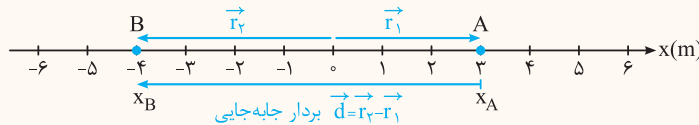
برای درک بیشتر به مثال‌های زیر دقت کنید.

سؤال در شکل زیر شخصی روی محور x از نقطه A حرکت کرده و به نقطه B می‌رسد.



- بردارهای مکان آن را در نقاط A و B رسم کرده و آن‌ها را بر حسب بردارهای یگانه بنویسید.
- بردار جابه‌جایی متحرک را رسم کرده و آن را بر حسب بردارهای یگانه بنویسید.

پاسخ ۱ بردار مکان، برداری است که مبدأ محور را به مکان جسم در هر لحظه وصل می‌کند. بنابراین داریم:



$\vec{r}_A = x_A \vec{i} \Rightarrow \vec{r}_A = 3\vec{i} \text{ m}$ ۲ به ترتیب بردارهای مکان جسم در نقاط A و B می‌باشند.

$\vec{r}_B = x_B \vec{i} \Rightarrow \vec{r}_B = -4\vec{i} \text{ m}$

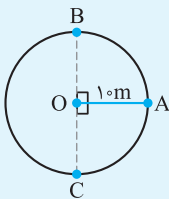
$\vec{d} = \vec{r}_B - \vec{r}_A = -4\vec{i} - 3\vec{i} = -7\vec{i} \text{ m}$

۲ بردار جابه‌جایی برابر است با:

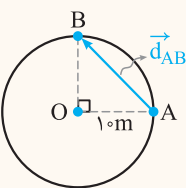
علامت منفی نشان می‌دهد که جسم خلاف جهت محور x حرکت می‌کند.

سؤال بگری روی برای حرکت متحرکی مطرح می‌کنیم که روی میز دایره حرکت می‌کند یعنی می‌فوییم شما رو با این نوع سؤالات هم آشنا کنیم.

سؤال مطابق شکل مقابل جسمی روی محیط دایره‌ای به شعاع 10m از نقطه A در جهت پادساعتگرد شروع به حرکت می‌کند. ($\pi \approx 3$)



- جابه‌جایی و مسافت پیموده‌شده این جسم در دور اول حرکت، در مسیر AB و AC چند متر است؟
- اگر این جسم پس از پیمودن ۲ دور کامل محیط دایره، به نقطه B برسد، جابه‌جایی و مسافت پیموده‌شده آن چند متر می‌شود؟



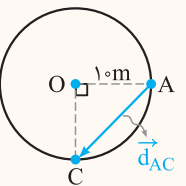
$d_{AB} = \sqrt{10^2 + 10^2} = 10\sqrt{2} \text{ m}$

۱ اگر بردار جابه‌جایی بین نقاط A و B را با \vec{d}_{AB} نشان دهیم، داریم:

اگر مسافت طی شده بین A تا B را با l_{AB} نشان دهیم، خواهیم داشت:

$l_{AB} = \frac{\text{محیط دایره}}{4} = \frac{1}{4} \pi r = \frac{3 \times 10}{2} = 15 \text{ m}$

هم چنین برای محاسبه جابه‌جایی و مسافت پیموده‌شده برای مسیر AC داریم:



$d_{AC} = \sqrt{10^2 + 10^2} = 10\sqrt{2} \text{ m}$

$l_{AC} = \frac{3}{4} (2\pi r) = \frac{3}{4} (2 \times 3 \times 10) = 45 \text{ m}$

۲ این جسم از نقطه A شروع به حرکت کرده و پس از پیمودن ۲ دور کامل محیط دایره، به نقطه B می‌رسد. بنابراین جابه‌جایی آن برابر $10\sqrt{2} \text{ m}$ می‌باشد، اما مسافت پیموده‌شده برابر است با:

$l'_{AB} = 2(2\pi r) + \frac{1}{4}(2\pi r) \Rightarrow l_{AB} = 2(2 \times 3 \times 10) + 15 = 135 \text{ m}$

یکی از مباحث مهم، که در اکثر سؤالات ردپای او را دیده همیشه مفهوم تندی متوسط و سرعت متوسط و به خاطر سپردنش از ضروریات است.

تندی متوسط: مسافت پیموده‌شده نسبت به مدت زمان طی این مسافت را تندی متوسط می‌نامند. تندی متوسط کمیتی نرده‌ای است و آن را با s_{av} نشان می‌دهند. رابطه آن به صورت مقابل است:

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

s_{av} : تندی متوسط بر حسب m/s ، l : مسافت پیموده‌شده بر حسب m ، Δt : مدت زمان بر حسب s

سرعت متوسط: نسبت جابه‌جایی متحرک به مدت زمان جابه‌جایی را سرعت متوسط می‌نامند. سرعت متوسط کمیتی برداری است و آن را با \vec{v}_{av} نشان می‌دهند. رابطه آن به صورت روبه‌رو است:

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

\vec{v}_{av} : سرعت متوسط بر حسب m/s ، \vec{d} : جابه‌جایی بر حسب m ، Δt : مدت زمان بر حسب s

نکته بردار سرعت متوسط همواره در جهت بردار جابه‌جایی است، بنابراین با توجه به انتخاب جهت مثبت محور، علامت سرعت متوسط مانند جابه‌جایی می‌تواند مثبت یا منفی شود.

درسته که سوالاتی درباره مسیر حرکت دایره‌ای و ... مطرح کردیم، اما بیشتر سوالات این فصل مربوط به حرکت روی فط، راسته که بوش می‌پردازیم.

ب حرکت روی خط راست

بررسی حرکت روی خط راست از بررسی حرکت دوبعدی و سه‌بُعدی ساده‌تر است. زیرا محاسبات برداری مانند برابند و تفاضل کمیت‌های برداری در یک جهت، ساده‌تر از محاسبات کمیت‌های برداری در حالت‌های دوبعدی و سه‌بُعدی است.

نکته ۱ هنگامی مسافت پیموده‌شده و اندازه جابه‌جایی یک جسم با هم برابر است که جسم روی خط راست حرکت کند و جهت حرکت خود را تغییر ندهد.

۲ اگر جسم روی محور X حرکت کند، رابطه سرعت متوسط به صورت زیر نوشته می‌شود، که در آن Δx جابه‌جایی جسم است.

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

در یک بازه زمانی معین، اگر $x_2 > x_1$ باشد، $v_{av} > 0$ یعنی متحرک در جهت مثبت محور X حرکت می‌کند و اگر $x_2 < x_1$ باشد، $v_{av} < 0$ یعنی متحرک خلاف جهت محور X حرکت می‌کند و اگر $x_2 = x_1$ باشد، $v_{av} = 0$ است.

سؤال مفهومی فیزیکی تندی متوسط و سرعت متوسط چه تفاوتی با یکدیگر دارد؟

پاسخ تندی متوسط کمیتی نرده‌ای است و جهت حرکت را در یک بازه زمانی نشان نمی‌دهد. هم‌چنین تندی متوسط مسافت پیموده‌شده متحرک را به طور متوسط در یک بازه زمانی نشان می‌دهد. ولی سرعت متوسط کمیتی برداری است و جهت حرکت را در یک بازه زمانی نشان می‌دهد. هم‌چنین سرعت متوسط بیانگر این است که متحرک در یک بازه زمانی به طور متوسط چقدر به مقصد نزدیک می‌شود.

سؤال تندی متوسط اتومبیلی 10 m/s و سرعت متوسط آن برابر 8 m/s است. مفهوم فیزیکی این دو کمیت را بیان کنید.

پاسخ تندی متوسط اتومبیل برابر 10 m/s است. یعنی اتومبیل به طور متوسط در هر ثانیه 10 متر را می‌پیماید. سرعت متوسط اتومبیل برابر 8 m/s است، یعنی اتومبیل به طور متوسط در هر ثانیه 8 متر به مقصد نزدیک می‌شود.

نکته در حرکت یک بعدی، جهت حرکت با توجه به جهت سرعت تعیین می‌شود. یعنی اگر $v > 0$ باشد، جسم در جهت محور X حرکت می‌کند و اگر $v < 0$ باشد، جسم خلاف جهت محور X حرکت می‌کند.

سؤال جدول زیر را کامل کنید. فرض کنید هر چهار متحرک در مدت زمان $4/0 \text{ s}$ فاصله بین مکان آغازین و مکان پایانی را طی می‌کنند.

برگرفته از کتاب درسی

| مکان آغازین | مکان پایانی | بردار جابه‌جایی | سرعت متوسط | جهت حرکت |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------|
| $(-2/0 \text{ m}) \vec{i}$ | $(6/4 \text{ m}) \vec{i}$ | | | متحرک A |
| | $(-2/5 \text{ m}) \vec{i}$ | $(-5/6 \text{ m}) \vec{i}$ | | متحرک B |
| $(2/0 \text{ m}) \vec{i}$ | $(8/6 \text{ m}) \vec{i}$ | | | متحرک C |
| $(-1/4 \text{ m}) \vec{i}$ | | | $(2/4 \text{ m/s}) \vec{i}$ | متحرک D |

پاسخ با استفاده از رابطه $\vec{v}_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \vec{i}$ و $\Delta x \vec{i} = (x_2 - x_1) \vec{i}$ تمام مجهولات مسئله حل می‌شود. مثلاً برای متحرک A داریم:

$$\Delta x \vec{i} = (x_2 - x_1) \vec{i} \Rightarrow \Delta x \vec{i} = [(6/4 \text{ m}) - (-2 \text{ m})] \vec{i} = (8/4 \text{ m}) \vec{i}$$

$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \vec{i} = \frac{(8/4 \text{ m})}{4 \text{ s}} \vec{i} = (2/1 \text{ m/s}) \vec{i}$$

جهت حرکت متحرک A، در جهت مثبت محور X است.

برای متحرک‌های دیگر نیز از همین روش استفاده می‌کنیم. پاسخ نهایی در جدول زیر آمده است:

| جهت حرکت | سرعت متوسط | بردار جابه‌جایی | مکان پایانی | مکان آغازین | متحرک |
|----------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------|
| +x | $(2/1 \text{ m/s}) \vec{i}$ | $(8/4 \text{ m}) \vec{i}$ | $(6/4 \text{ m}) \vec{i}$ | $(-2/0 \text{ m}) \vec{i}$ | متحرک A |
| -x | $(-1/4 \text{ m/s}) \vec{i}$ | $(-5/6 \text{ m}) \vec{i}$ | $(-2/5 \text{ m}) \vec{i}$ | $(3/1 \text{ m}) \vec{i}$ | متحرک B |
| +x | $(1/6 \text{ m/s}) \vec{i}$ | $(6/6 \text{ m}) \vec{i}$ | $(8/6 \text{ m}) \vec{i}$ | $(2/0 \text{ m}) \vec{i}$ | متحرک C |
| +x | $(2/4 \text{ m/s}) \vec{i}$ | $(9/6 \text{ m}) \vec{i}$ | $(8/2 \text{ m}) \vec{i}$ | $(-1/4 \text{ m}) \vec{i}$ | متحرک D |

برگرفته از کتاب درسی

سؤال در چه صورت تندی متوسط با اندازه سرعت متوسط یک متحرک برابر است؟

پاسخ هنگامی تندی متوسط یک متحرک با اندازه سرعت متوسط آن برابر است که حرکت متحرک روی خط راست و بدون تغییر جهت انجام شود. در این صورت مسافت پیموده شده و جابه‌جایی برابر می‌شود. در نتیجه تندی متوسط و اندازه سرعت متوسط با هم برابر است.

نکته یکی دیگر از یکاهای معمول و غیر SI سرعت km/h است که در مسائل کاربرد زیادی دارد. برای تبدیل km/h به m/s به صورت زیر عمل می‌کنیم.

$$\frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = \frac{1000}{3600} \text{ m/s} = \frac{10}{36} \text{ m/s}$$

در حالت کلی برای تبدیل km/h به m/s عدد را بر ۳/۶ تقسیم می‌کنیم، مثلاً برای تبدیل ۷۲ km/h به m/s داریم: $72 \text{ km/h} \div 3/6 = 20 \text{ m/s}$

سؤال متحرکی روی محور x حرکت می‌کند. این متحرک در لحظه $t_1 = 2 \text{ s}$ در -4 متری مبدأ مکان است و در لحظه $t_2 = 12 \text{ s}$ در مکان x_2 می‌باشد. اگر سرعت متوسط متحرک 72 km/h باشد، x_2 را به دست آورید.

پاسخ ابتدا 72 km/h را تبدیل به m/s می‌کنیم.

سپس با استفاده از رابطه سرعت متوسط، x_2 را به دست می‌آوریم.

$$v_{av} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \Rightarrow 20 = \frac{x_2 - (-4)}{12 - 2} \Rightarrow x_2 + 4 = 200 \Rightarrow x_2 = 196 \text{ m}$$

نکته گاهی اوقات حرکت از چند مرحله تشکیل شده و سرعت متوسط در کل حرکت خواسته شده است. در این صورت جابه‌جایی کل را به صورت مجموع

جابه‌جایی‌ها و زمان کل را به صورت مجموع زمان‌ها می‌نویسیم تا سرعت متوسط در کل حرکت به دست آید. اگر جابه‌جایی در یک جهت مثبت در نظر گرفته شود، علامت جابه‌جایی در جهت مخالف را باید منفی در نظر بگیریم.

$$v_{av} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \dots}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots}$$

آشنایی با همین سوالاتی فوشبقتیم. *بینید دوستان عزیز، از رابطه‌ای که در نکته بالا گفتیم، چند جور سؤال مطرح میشه که در ادامه شما را با انواع آن‌ها آشنا می‌کنیم. (متماً شما هم می‌گیرد از آشنایی با همین سوالاتی فوشبقتیم.)*

سؤال شناگری روی خط راست مسیری به اندازه 90 m را در مدت 12 s در یک جهت می‌پیماید. سپس در مدت 8 s ، مسافت 50 m را در همان مسیر برمی‌گردد.

۱ تندی متوسط شناگر چند متر بر ثانیه می‌باشد؟

۲ اندازه سرعت متوسط شناگر چند متر بر ثانیه می‌باشد؟

پاسخ ۱ با استفاده از رابطه $s_{av} = \frac{1}{\Delta t}$ تندی متوسط را محاسبه می‌کنیم.

$$s_{av} = \frac{1}{\Delta t} \rightarrow \frac{1=90+50=140 \text{ m}}{\Delta t=12+8=20 \text{ s}} \rightarrow s_{av} = \frac{140}{20} = 7 \text{ m/s}$$

۲ با استفاده از رابطه $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ سرعت متوسط به دست می‌آید.

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow \frac{\Delta x=40 \text{ m}}{\Delta t=20 \text{ s}} \rightarrow v_{av} = \frac{40}{20} = 2 \text{ m/s}$$

سؤال متحرکی روی خط راست بدون تغییر جهت مسافتی را طی می‌کند. اگر $\frac{1}{3}$ زمان حرکت خود را با سرعت متوسط 6 m/s و بقیه زمان حرکت خود را با سرعت 9 m/s طی کرده باشد، سرعت متوسط متحرک در کل حرکت چند متر بر ثانیه می‌شود؟

پاسخ چون زمان و سرعت متوسط هر مرحله مشخص است، پس می‌توانیم جابه‌جایی‌ها را بر حسب سرعت متوسط و زمان هر مرحله بنویسیم. اگر کل زمان حرکت t باشد، می‌توانیم بنویسیم:

$$v_{av} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \dots}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots} = \frac{v_{av_1} \Delta t_1 + v_{av_2} \Delta t_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2} = \frac{(6 \times \frac{t}{3}) + (9 \times \frac{2t}{3})}{\frac{t}{3} + \frac{2t}{3}} = \frac{2t + 6t}{t} = \frac{8t}{t} = 8 \text{ m/s}$$

سؤال متحرکی نصف مسیر حرکت خود را روی یک خط راست با سرعت 20 m/s و نصف دیگر آن را با سرعت 30 m/s طی می‌کند. سرعت متوسط متحرک در کل حرکت چند متربرثانیه است؟

پاسخ در این سؤال، سرعت و جابه‌جایی هر مرحله مشخص است، بنابراین Δt هر مرحله را می‌توانیم بر حسب جابه‌جایی و سرعت آن مرحله بنویسیم. اگر کل جابه‌جایی را d فرض کنیم، می‌توانیم بنویسیم:

$$v_{av} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2}{\frac{\Delta x_1}{v_1} + \frac{\Delta x_2}{v_2}} = \frac{\frac{d}{2} + \frac{d}{2}}{\frac{d}{20} + \frac{d}{30}} = \frac{d}{\frac{d}{40} + \frac{d}{60}} = \frac{d}{\frac{5d}{120}} = \frac{120}{5} = 24 \text{ m/s}$$

شناخت حرکت - مسافت و جابه‌جایی - تندی متوسط و سرعت متوسط **پرسش‌های تشریحی** بسته ۱

انواع سؤالی مفهومی که میتونه از این قسمت توی امتحانا مطرح بشه رو در ابتدا براتون آوردم. اول اونارو جواب بدین تا فوب یار بگیرین بعدا بریم سراغ سؤالات محاسباتی.

درستی یا نادرستی هریک از عبارتهای زیر را مشخص کنید و دلیل نادرستی عبارات نادرست را بنویسید.

۱. در حرکت روی خط راست همواره مسافت پیموده شده با جابه‌جایی برابر است.
۲. پاره خط جهت‌داری که مکان اولیه متحرک را به مکان پایانی آن وصل می‌کند، بردار جابه‌جایی می‌باشد.
۳. جهت سرعت متوسط همواره هم جهت با بردار جابه‌جایی است.
۴. تندی کمیتی برداری است.
۵. تندی متوسط در حرکت بر روی خط راست، برابر با نسبت جابه‌جایی جسم به زمان است.

(ریاضی خرداد ۱۴۰۲)

جاهای خالی را با عبارت مناسب کامل کنید.

۶. برداری که مبدأ محور را به مکان جسم در هر لحظه وصل می‌کند نامیده می‌شود.
۷. طول مسیری که جسم آن را می‌پیماید می‌نامند.
۸. سرعت متوسط همواره در جهت است.
۹. نسبت مسافت پیموده شده به مدت زمان طی این مسافت را می‌نامند.

(تجربی شهریور ۹۵، با اندکی تغییر)

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

۱۰. جابه‌جایی کمیتی (بردار) - نرده‌ای) و مسافت پیموده شده، کمیتی (بردار) - نرده‌ای) است.
۱۱. در یک چرخش کامل ماه به دور زمین، (سرعت - تندی) متوسط برابر صفر است.
۱۲. در حرکت یک بعدی، بدون تغییر جهت، مسافت طی شده (برابر یا - بزرگ‌تر از) جابه‌جایی است.
۱۳. جهت بردار سرعت متحرک همواره بر مسیر حرکت آن (عمود - مماس) است.
۱۴. در حرکت یک بعدی، جهت حرکت با توجه به (مسافت طی شده - جهت سرعت) تعیین می‌شود.
۱۵. 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 جابه‌جایی (بیشتر از، کم‌تر از - برابر یا) مسافت پیموده شده است.

(ریاضی شهریور ۱۴۰۲)



(ریاضی دی ۱۴۰۱)

عبارات زیر را تعریف کنید.

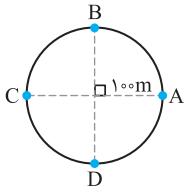
۱۶. بردار مکان
۱۷. جابه‌جایی
۱۸. تندی متوسط
۱۹. سرعت متوسط

حالا که از پس سؤالات مفهومی بر اومدین بریم سراغ مسئله‌ها. همون‌طور که مشاهده می‌کنین چه در امتحانای داخلی و چه امتحانای نهایی، هم سؤالی مفهومی اومده و هم محاسباتی!

۲۰. شخصی 600 m از غرب به شرق، سپس 800 m از جنوب به شمال حرکت می‌کند.

ا) مسافت پیموده شده و جابه‌جایی شخص چند متر است؟

ب) اگر مدت زمان کل حرکت برابر 30 دقیقه باشد، تندی متوسط و سرعت متوسط آن چند متربرثانیه می‌باشد؟



(تجربی دی ۹۹)

۲۱. با توجه به داده‌های نقشه شکل مقابل، خودرویی از مسیر نشان داده شده در مدت ۳ ساعت از شهر کرج به شهر آمل می‌رسد.

آ) تندی متوسط و اندازه سرعت متوسط خودرو چند کیلومتر بر ساعت است؟

ب) مفهوم فیزیکی این دو کمیت چه تفاوتی با یکدیگر دارد؟

پ) در چه صورت تندی متوسط و اندازه سرعت متوسط می‌توانست تقریباً با یکدیگر برابر باشد؟

۲۲. موتورسواری با تندی ثابت 72 km/h مسیر دایره‌ای شکل روبه‌رو به شعاع 100 m را می‌پیماید. ($\pi \approx 3$)

آ) اگر موتورسوار در دور اول از نقطه A به نقطه B برود، مسافت پیموده شده و جابه‌جایی آن چند متر است؟

ب) اگر موتورسوار در دور اول از نقطه A به نقطه C برسد، مدت زمان لازم برای طی این مسیر چند ثانیه است؟

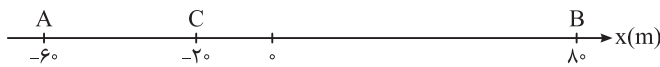
پ) اگر موتورسوار از نقطه A حرکت کند و پس از یک دور کامل به نقطه A برگردد، مسافت طی شده و جابه‌جایی آن را به دست آورید.

۲۳. متحرکی روی خط راست، فاصله بین مکان آغازین $(+5\text{m})\vec{i}$ و مکان پایانی $(-5\text{m})\vec{i}$ را طی می‌کند.

آ) بردار جابه‌جایی این متحرک را به دست آورید.

ب) در چه صورت اندازه سرعت متوسط متحرک با تندی متوسط حرکت متحرک برابر است؟

۲۴. مطابق شکل زیر متحرکی از نقطه A حرکت کرده، به نقطه B می‌رسد، سپس برمی‌گردد و در نقطه C متوقف می‌شود.



آ) بردار مکان جسم را در نقاط A، B و C رسم کنید.

ب) بردار جابه‌جایی جسم را رسم کنید.

پ) جابه‌جایی و مسافت پیموده شده متحرک از نقطه A تا C چند متر است؟

ت) اگر مدت زمان کل حرکت برابر یک دقیقه باشد، تندی متوسط و سرعت متوسط آن در کل حرکت چند متر بر ثانیه است؟

(تجربی خرداد ۱۴۰۰)

۲۵. متحرکی در مدت زمان ۸s از مکان $\vec{r}_1 = (-4\text{m})\vec{i}$ به مکان $\vec{r}_2 = (4\text{m})\vec{i}$ می‌رسد.

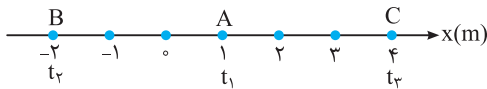
آ) جهت حرکت این متحرک را تعیین کنید.

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

پ) مسافت طی شده متحرک چند متر است؟

(تجربی دی ۹۷ خارج از کشور)

۲۶. 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.



آ) جهت و اندازه بردار مکان متحرک را در لحظه t_2 بنویسید.

ب) بردار جابه‌جایی متحرک در بازه زمانی t_1 تا t_3 را به دست آورید.

پ) مسافت طی شده توسط متحرک در بازه زمانی t_1 تا t_3 چند متر است؟

۲۷. جدول زیر را کامل کنید. فرض کنید هر سه متحرک در مدت زمان ۱۰s فاصله بین مکان آغازین و مکان پایانی را طی می‌کنند.

| متحرک | مکان آغازین (m) | مکان پایانی (m) | جابه‌جایی (m) | سرعت متوسط (m/s) | جهت حرکت |
|-------|-----------------|-----------------|---------------|------------------|----------|
| A | $-4\vec{i}$ | $7/6\vec{i}$ | | | |
| B | $-2/4\vec{i}$ | $-10/4\vec{i}$ | | | |
| C | $2\vec{i}$ | $42\vec{i}$ | | | |

آگه مطمئن هستید که در ستاره بسته اول رو فوب بلرین، سه تا سوال آفر رو حل کنید.

۲۸. شناگری که در مسیری مستقیم شنا می‌کند، مسیری به اندازه 80 m را در مدت 14 s در یک جهت شنا می‌کند. سپس در مدت 6 s مسافت 50 m را در همان مسیر برمی‌گردد. تندی متوسط و اندازه سرعت متوسط شناگر در کل مدت زمان حرکت چند متر بر ثانیه است؟

۲۹. اتومبیلی که در مسیری مستقیم حرکت می‌کند، نصف مسیری با سرعت 10 m/s و نصف دیگر مسیری با سرعت 30 m/s حرکت می‌کند. سرعت متوسط اتومبیل در کل مسیر حرکت چند متر بر ثانیه است؟

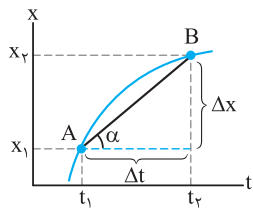
۳۰. متحرکی که در مسیری مستقیم حرکت می‌کند، $1/3$ مسیر حرکت را با سرعت 10 m/s و ادامه مسیر را با سرعت 40 m/s می‌پیماید. سرعت متوسط متحرک در کل مسیر حرکت چند متر بر ثانیه است؟



دوستان عزیز و دوست‌داشتنی؛ ابتدا فورد مونو به شما معرفی کنیم. اسم ما نموداره، اولش در کتاب‌های ریاضی با هم آشنا شدیم. هر سال در کتاب‌های فیزیک به شما سر می‌زنیم. در این فصل چند پند فلسفه‌ای مهمون شما هستیم. بله، در این بخش و بخش‌های دیگر این فصل ما سه تادادش به نام‌های نمودار «مکان - زمان»، نمودار «سرعت - زمان» و نمودار «شتاب - زمان» به‌دین شما می‌اییم و قبلی هم با فورد مونو سوغاتی (مثال) آوریم. هتماً این دور همی به هممون کلی فوش می‌گذره. یه توصیه معلم - شاگردی هم بکنیم که بعضی از دوستان در زمینه رسم نمودارهای درجه یک (نمودار قط) و درجه ۲ (نمودار سهمی) کمی ضعیف تشریف دارن لطفاً فورشونو تقویت کنن.

الف نمودار مکان - زمان و تعیین سرعت متوسط

برای توصیف حرکت یک جسم می‌توان از نمودار مکان - زمان که مکان جسم را در هر لحظه نشان می‌دهد، استفاده کرد. در بررسی این نمودار، مکان، جابه‌جایی و مسافت طی‌شده جسم به‌طور مستقیم از روی محور عمودی (محور X) مشخص می‌شود.



در نمودار مکان - زمان، سرعت متوسط متحرک بین هر دو لحظه دلخواه، برابر شیب خطی است که نمودار را در آن دو لحظه قطع می‌کند. در نمودار شکل مقابل شیب پاره خط AB در بازه زمانی Δt نشان‌دهنده سرعت متوسط متحرک در این بازه است. اگر $\Delta x > 0$ باشد، شیب پاره خط AB نیز مثبت است و $v_{av} > 0$ می‌باشد. یعنی سرعت متوسط در جهت محور X است و اگر در نمودار مکان - زمان، $\Delta x < 0$ باشد، شیب پاره خط AB نیز منفی است و $v_{av} < 0$ می‌باشد، یعنی سرعت متوسط خلاف جهت محور X است و اگر شیب صفر باشد، سرعت متوسط صفر است.

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

تندی لحظه‌ای و سرعت لحظه‌ای

تندی لحظه‌ای: تندی متحرک در هر لحظه از زمان را، تندی لحظه‌ای می‌نامند. تندی لحظه‌ای کمیتی نرده‌ای است.

سرعت لحظه‌ای: اگر هنگام گزارش تندی لحظه‌ای، به جهت حرکت متحرک اشاره شود، در واقع سرعت لحظه‌ای آن را که کمیتی برداری است، بیان کرده‌ایم.



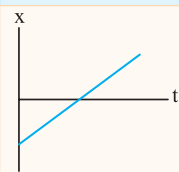
سرعت لحظه‌ای را با \vec{v} نشان می‌دهیم. در حرکت روی خط راست به جای \vec{v} از v استفاده می‌کنیم.

محل عقربه تندی سنج اتومبیل‌های در حال حرکت، تندی لحظه‌ای را نشان می‌دهد و هیچ‌گونه اطلاعی در خصوص جهت حرکت به ما گزارش نمی‌دهد.

نکته! هرگاه متحرک در جهت مثبت محور X حرکت کند، سرعت (v) مثبت و اگر در جهت منفی محور حرکت کند، سرعت (v) منفی است.

برگرفته از کتاب درسی

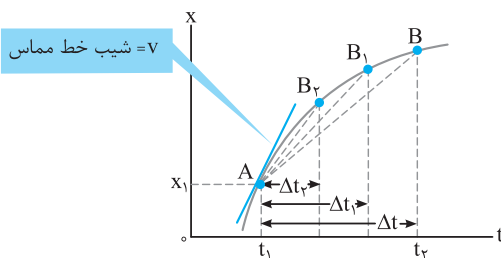
سؤال از روی نمودار مکان - زمان توضیح دهید در چه صورت سرعت لحظه‌ای متحرک همواره با سرعت متوسط آن برابر است؟



پاسخ اگر نمودار مکان - زمان یک خط راست باشد، سرعت لحظه‌ای متحرک با سرعت متوسط آن برابر است، زیرا در این صورت شیب پاره خط در هر بازه زمانی دلخواه ثابت می‌ماند. (در ادامه خواهید دید که به این نوع حرکت، حرکت با سرعت ثابت می‌گویند.) مانند نمودار شکل مقابل:

ب نمودار مکان - زمان و تعیین سرعت لحظه‌ای

در نمودار مکان - زمان با کوچک شدن تدریجی Δt ، نقطه B به نقطه A نزدیک می‌شود. در این صورت خط واصل بین این دو نقطه، در حالی که بازه زمانی Δt بسیار کوچک شود، یعنی $\Delta t \rightarrow 0$ ، تبدیل به خط مماس بر منحنی می‌شود. بنابراین شیب خط مماس بر منحنی در هر لحظه برابر با سرعت لحظه‌ای متحرک در آن لحظه است.

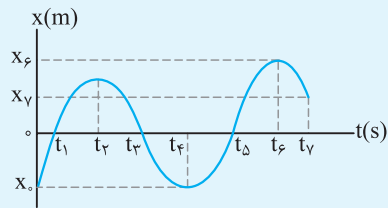


نکته! ۱ در نمودار مکان - زمان، به تعداد نقاطی که نمودار محور t را قطع می‌کند، متحرک از مبدأ عبور کرده و بردار مکان تغییر جهت می‌دهد.

۲ در نمودار مکان - زمان، به تعداد نقاط ماکزیمم و مینیمم نمودار، سرعت متحرک صفر شده و متحرک تغییر جهت می‌دهد.

حالا همون طوری که قول دادیم سوغاتی‌ها (مثال‌ها) را یکی یکی رو می‌کنیم.

برگرفته از کتاب درسی



سؤال با توجه به نمودار مکان - زمان شکل روبه‌رو به سؤالات زیر پاسخ دهید.

- ۱ متحرک چند بار از مبدأ مکان عبور می‌کند؟
- ۲ در کدام بازه‌های زمانی متحرک در حال دور شدن از مبدأ است؟
- ۳ در کدام بازه‌های زمانی متحرک به مبدأ نزدیک می‌شود؟
- ۴ سوی حرکت چند بار تغییر کرده است؟ در چه لحظه‌هایی؟
- ۵ جابه‌جایی کل در جهت محور X است یا خلاف جهت آن؟
- ۶ در بازه زمانی t_1 تا t_3 جابه‌جایی متحرک چقدر است؟

پاسخ ۱ در نمودار مکان - زمان به تعداد دفعاتی که نمودار محور t را قطع می‌کند (برش می‌دهد) متحرک از مبدأ عبور می‌کند، در این نمودار متحرک سه بار

یعنی در لحظه‌های t_1 ، t_3 و t_5 از مبدأ عبور می‌کند. جالب است بدانید در این لحظه‌ها، بردار مکان جسم نیز تغییر جهت می‌دهد.

۲ روش اول در یک بازه زمانی معین اگر بردار مکان تغییر جهت ندهد و اگر $|x_2| > |x_1|$ باشد، متحرک از مبدأ دور می‌شود و اگر $|x_2| < |x_1|$ باشد، متحرک به مبدأ نزدیک می‌شود. بنابراین در بازه‌های زمانی t_1 تا t_2 ، t_3 تا t_4 و t_5 تا t_6 متحرک در حال دور شدن از مبدأ است.

روش دوم برای پاسخ به این گونه سؤالات فرض کنید روی نمودار راه می‌رویم، اگر از محور t دور شویم متحرک در حال دور شدن از مبدأ و اگر به محور t نزدیک شویم، متحرک در حال نزدیک شدن به مبدأ است. بنابراین در بازه‌های زمانی t_1 تا t_2 ، t_3 تا t_4 و t_5 تا t_6 متحرک در حال دور شدن از مبدأ است.

۳ با توجه به قسمت قبل، در بازه‌های زمانی صفر تا t_1 ، t_1 تا t_2 ، t_2 تا t_3 ، t_3 تا t_4 ، t_4 تا t_5 و t_5 تا t_6 متحرک در حال نزدیک شدن به مبدأ است.

۴ به تعداد نقاط ماکزیمم و مینیمم نمودار، سوی حرکت تغییر می‌کند. چون در این نقاط شیب خط مماس برابر صفر است. یعنی سرعت متحرک برابر صفر می‌شود. بنابراین در لحظه‌های t_2 ، t_4 و t_6 یعنی سه بار سوی حرکت تغییر کرده است.

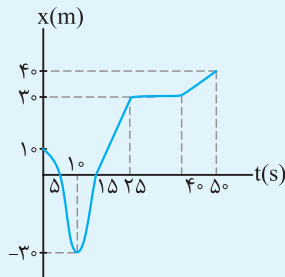
۵ در جهت محور X، زیرا $x_7 > x_0$ منفی است و در نتیجه حاصل عبارت روبه‌رو مثبت می‌شود.

بنابراین جابه‌جایی کل، در جهت محور X است.

۶ در لحظه t_1 مکان متحرک صفر و در لحظه t_3 نیز مکان متحرک صفر است، بنابراین در این بازه زمانی جابه‌جایی متحرک برابر صفر می‌باشد.

$$\Delta x = x_7 - x_0$$

برگرفته از کتاب درسی



سؤال نمودار مکان - زمان متحرکی که روی یک خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل روبه‌رو است.

- ۱ در چه لحظه‌ای متحرک بیشترین فاصله از مبدأ را دارد؟
- ۲ در چه بازه زمانی متحرک خلاف جهت محور X حرکت می‌کند؟
- ۳ در چه بازه زمانی متحرک در جهت محور X حرکت می‌کند؟
- ۴ در چه بازه زمانی متحرک ساکن است؟
- ۵ از لحظه شروع حرکت تا ۵۰s متحرک چند بار تغییر جهت داده است؟
- ۶ سرعت متوسط متحرک را در بازه‌های زمانی ۵s تا ۲۵s و صفر تا ۵۰s به دست آورید.
- ۷ تندی متوسط از لحظه شروع حرکت تا ۵۰s چند متر بر ثانیه است؟

پاسخ ۱ در لحظه $t = 50s$ متحرک بیشترین فاصله را از مبدأ دارد.

۲ برای پاسخ دادن به این گونه سؤالات در یک بازه زمانی معین اگر $x_2 > x_1$ باشد، متحرک در جهت محور X حرکت می‌کند و اگر $x_2 < x_1$ باشد، متحرک خلاف جهت محور X حرکت می‌کند. بنابراین در بازه‌های زمانی صفر تا ۱۰s متحرک در جهت محور X حرکت می‌کند.

۳ با توجه به توضیحات قسمت قبل در بازه زمانی ۱۰s تا ۲۵s و ۲۵s تا ۴۰s متحرک در جهت محور X حرکت می‌کند.

۴ در بازه زمانی ۲۵s تا ۴۰s، چون شیب خط در این بازه زمانی صفر است.

۵ یک بار، در لحظه ۱۰s

۶ با استفاده از رابطه سرعت متوسط داریم:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{3 - 0}{25 - 0} = 1/5 \text{ m/s}$$

در بازه زمانی ۵s تا ۲۵s سرعت متوسط برابر است با:

$$v_{av} = \frac{4 - 1}{5 - 0} \Rightarrow v_{av} = \frac{3}{5} = 0/6 \text{ m/s}$$

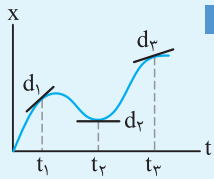
در بازه زمانی صفر تا ۵۰s سرعت متوسط برابر است با:

$$l = 40 + 10 = 110 \text{ m}$$

۷ ابتدا مسافت طی شده در بازه زمانی صفر تا ۵۰s را به دست می‌آوریم:

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} \xrightarrow{l=110 \text{ m}} s_{av} = \frac{110}{50} = 2/2 \text{ m/s}$$

با استفاده از رابطه تندی متوسط داریم:



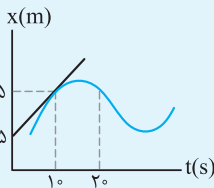
برگرفته از کتاب درسی

سؤال شکل روبه‌رو نمودار $x - t$ متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x در حرکت است.

خط‌های d_1 ، d_2 ، d_3 مماس بر منحنی را در سه لحظه متفاوت نشان می‌دهند.

- ۱ در کدام لحظه سرعت متحرک بیش‌تر است؟ چرا؟
- ۲ کدام لحظه سرعت متحرک صفر است؟ چرا؟

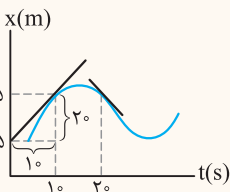
پاسخ ۱ در لحظه t_1 سرعت متحرک بیش‌تر است، زیرا شیب خط مماس در لحظه t_1 از شیب خط مماس در لحظه‌های دیگر بیش‌تر است.
 ۲ در لحظه t_2 سرعت متحرک صفر است، زیرا شیب خط مماس در لحظه t_2 برابر صفر است. بنابراین سرعت در این لحظه صفر می‌باشد.



سؤال شکل روبه‌رو نمودار $x - t$ متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x در حرکت است. خط مماس بر منحنی

در لحظه $10s$ رسم شده است.

- ۱ سرعت متحرک در لحظه $10s$ چند متر بر ثانیه است؟
- ۲ در لحظه $20s$ متحرک در جهت محور x حرکت می‌کند یا خلاف جهت آن؟ چرا؟



پاسخ شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان در هر لحظه نشان‌دهنده سرعت در آن لحظه است.

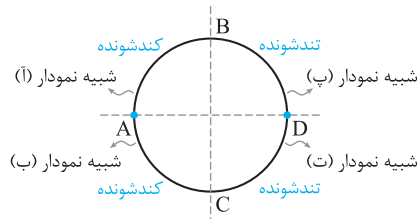
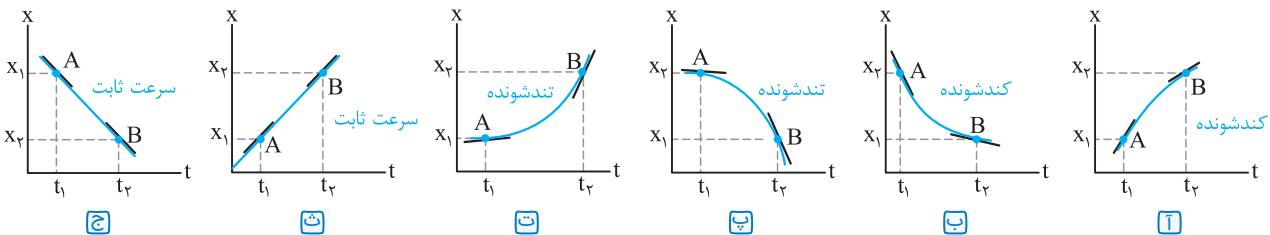
$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{35 - 15}{10 - 0} = 2 \text{ m/s}$$

- ۱ در لحظه $10s$ شیب خط مماس را به دست می‌آوریم.
- ۲ شیب خط مماس در لحظه $20s$ منفی است. بنابراین سرعت در این لحظه منفی است و متحرک خلاف جهت محور x حرکت می‌کند.

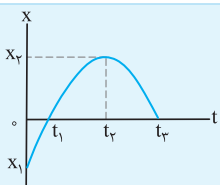
اینجا بهتون یاد می‌دهیم چه پوری با نمودار مکان - زمان بتوانید نوع حرکت جسم رو تعیین کنید.

تعیین نوع حرکت با استفاده از نمودار مکان - زمان

روش اول برای تعیین نوع حرکت در نمودار مکان - زمان، در هر بازه زمانی در ابتدا و انتهای بازه بر منحنی خط مماس رسم می‌کنیم، مقدار شیب خط مماس دوم را نسبت به مقدار شیب خط مماس اول مقایسه می‌کنیم. اگر مقدار شیب خط مماس در حال افزایش باشد، حرکت تندشونده و اگر در حال کاهش باشد حرکت کندشونده و اگر شیب خط مماس ثابت باشد (نمودار خط راست باشد) حرکت با سرعت ثابت است. مانند نمودار شکل‌های زیر:



روش دوم با توجه به شکل مقابل، دایره را چهار قسمت مساوی در نظر می‌گیریم. قسمت‌های سمت چپ (کمان AB و کمان AC) مربوط به حرکت کندشونده و قسمت‌های سمت راست (کمان BD و کمان CD) مربوط به حرکت تندشونده است.



سؤال نمودار مکان - زمان دوچرخه‌سواری که در امتداد محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل روبه‌رو است.

- ۱ در کدام بازه زمانی اندازه سرعت دوچرخه‌سوار رو به افزایش است؟
- ۲ در کدام بازه زمانی اندازه سرعت دوچرخه‌سوار رو به کاهش است؟
- ۳ در لحظه t_3 سرعت دوچرخه‌سوار چقدر است؟

پاسخ ۱ با توجه به توضیحات قبلی، در بازه زمانی t_1 تا t_3 اندازه سرعت دوچرخه‌سوار رو به افزایش است. زیرا اندازه شیب خط مماس در حال افزایش است.
 ۲ در بازه زمانی صفر تا t_2 سرعت دوچرخه‌سوار در حال کاهش است، زیرا شیب خط مماس در حال کاهش می‌باشد.
 ۳ شیب خط مماس در هر لحظه نشان‌دهنده سرعت در همان لحظه است. بنابراین سرعت در لحظه t_3 برابر صفر است.

شتاب متوسط و لحظه‌ای

هواستون رو فوب جمع کنین که شتاب متوسط رو با سرعت متوسط اشتباه نگیرین!

شتاب متوسط: نسبت تغییرات سرعت متحرک به مدت زمان تغییرات سرعت را شتاب متوسط می‌نامند. رابطه آن به صورت زیر است.

$$\bar{a}_{av} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

a_{av} : شتاب متوسط بر حسب m/s^2 ، Δv : تغییرات سرعت بر حسب m/s ، Δt : مدت زمان بر حسب s

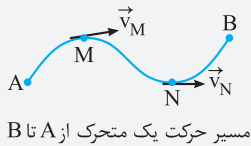
نکته ۱! شتاب متوسط یک کمیت برداری و هم جهت بردار $\Delta \vec{v}$ است.

۲ اگر متحرک در یک راستا حرکت کند، رابطه بالا به صورت زیر نوشته می‌شود. ولی با توجه به ماهیت برداری سرعت‌های v_1 و v_2 باید به علامت‌های جبری که نشان دهنده جهت حرکت اند، توجه کنیم.

$$a_{av} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

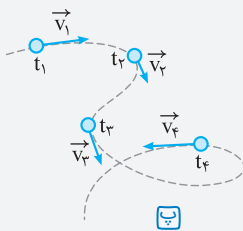
۳ اگر جسم در مسیر خمیده حرکت کند، جهت بردار سرعت آن همواره بر مسیر حرکت مماس است.

بردار سرعت جسمی که در شکل مقابل در مسیر AB از A تا B حرکت می‌کند، در نقاط M و N مشخص شده است.

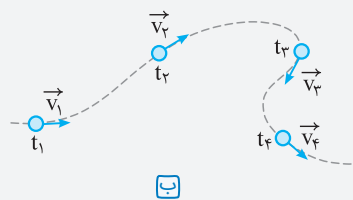


مسیر حرکت یک متحرک از A تا B

۴ بردار سرعت در هر نقطه از مسیر، بر مسیر حرکت مماس است. هرگاه سرعت جسمی تغییر کند، حرکت آن شتابدار است. ممکن است فقط اندازه بردار سرعت جسم تغییر کند یا فقط جهت سرعت تغییر کند و یا به طور هم‌زمان اندازه و جهت سرعت تغییر کند. مانند شکل‌های زیر:



بردار سرعت در هر نقطه از مسیر، بر مسیر حرکت مماس است. وقتی سرعت جسمی تغییر کند، (آ) به دلیل تغییر اندازه آن، (ب) به دلیل تغییر جهت آن و (پ) به دلیل تغییر هم‌زمان اندازه و جهت آن، حرکت جسم شتابدار است.



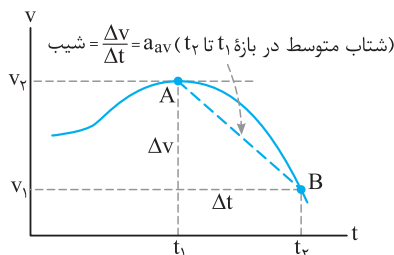
به دلیل تغییر هم‌زمان اندازه و جهت آن، حرکت جسم شتابدار است.

شتاب لحظه‌ای: شتاب متحرک در هر لحظه از زمان را شتاب لحظه‌ای می‌نامند.

در کتاب‌های فیزیک شتاب لحظه‌ای را برای سادگی شتاب می‌نامند و آن را با \vec{a} نشان می‌دهند.

نکته! اگر شتاب متحرک در بازه‌های زمانی مختلف یکسان باشد، در این حالت شتاب متوسط با شتاب لحظه‌ای برابر بوده و به آن شتاب ثابت گفته می‌شود.

پ نمودار سرعت - زمان و تعیین شتاب متوسط و شتاب لحظه‌ای



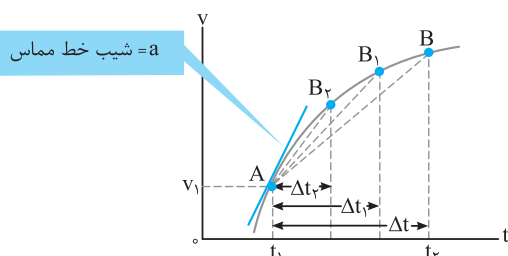
بازم تأکید کنم، هواستون رو فوب جمع کنین که نمودارها رو با هم قاطی نکنین!

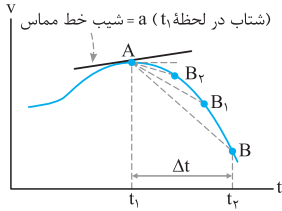
• در نمودار سرعت - زمان، شیب پاره‌خطی که نمودار را در یک بازه زمانی معین قطع می‌کند، نشان دهنده شتاب متوسط است.

• در نمودار سرعت - زمان شکل مقابل، شیب پاره خط AB برابر با شتاب متوسط است.

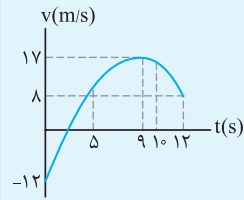
• اگر شیب خط واصل بین دو نقطه مثبت باشد، شتاب متوسط مثبت (در جهت محور x) و اگر شیب منفی باشد، شتاب متوسط منفی (خلاف جهت محور x) است و اگر شیب صفر باشد، شتاب متوسط صفر است.

$$AB \text{ شیب پاره خط } = \frac{\Delta v}{\Delta t} = a_{av}$$





• اگر t_1 به t_2 بسیار بسیار نزدیک شود، به طوری که Δt به سمت صفر میل کند ($\Delta t \rightarrow 0$) پاره خط AB در نقطه A بر منحنی مماس می شود. شیب خط مماس بر نمودار در هر نقطه نشان دهنده شتاب لحظه ای می باشد. در این نمودار نیز اگر شیب خط مماس مثبت باشد، شتاب لحظه ای مثبت و اگر منفی باشد، شتاب لحظه ای منفی و اگر صفر باشد، شتاب لحظه ای صفر است.



- سؤال** نمودار سرعت - زمان دوچرخه سواری که روی محور X حرکت می کند، مطابق شکل مقابل است.
- شتاب متوسط دوچرخه سوار در کل مدت زمان حرکت چند متر بر مربع ثانیه و در چه جهتی است؟
 - در چه لحظه ای شتاب صفر است؟
 - در بازه زمانی 9s تا 12s شتاب متوسط را به دست آورید و بیان کنید در چه جهتی است؟
 - در لحظه های 5s و 10s شتاب دوچرخه سوار در جهت محور X است یا خلاف جهت محور X؟ چرا؟

پاسخ ۱ با توجه به رابطه شتاب متوسط داریم:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a_{av} = \frac{8 - (-12)}{12 - 0} = \frac{20}{12} = \frac{5}{3} \text{ m/s}^2$$

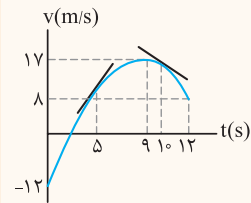
شتاب متوسط در جهت محور X می باشد.

۲ در لحظه 9s شیب خط مماس برابر صفر می شود. بنابراین شتاب در این لحظه برابر صفر است.

۳ با استفاده از رابطه شتاب متوسط داریم: $a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a_{av} = \frac{8 - 17}{12 - 9} = \frac{-9}{3} = -3 \text{ m/s}^2$

علامت منفی نشان می دهد که جهت شتاب خلاف جهت محور X است.

۴ شیب خط مماس بر نمودار در لحظه 5s مثبت و شیب خط مماس بر نمودار در لحظه 10s منفی است. بنابراین در لحظه 5s شتاب در جهت محور X و در لحظه 10s خلاف جهت محور X است.



اینها هم مثل نمودار مکان - زمان که قبلاً بهتون یاد دادیم، میفوییم یاد بگیرین چه پوری با نمودار سرعت - زمان نوع حرکت رو مشخص کنین.

تعیین نوع حرکت با استفاده از نمودار سرعت - زمان

روش اول برای تعیین نوع حرکت در نمودار سرعت - زمان با توجه به علامت های سرعت و شتاب داریم:

۱ اگر a و v هم علامت باشند، ($a > 0, v > 0$) یا ($a < 0, v < 0$) نوع حرکت تندشونده است.

۲ اگر a و v مختلف علامت باشند، ($a < 0, v > 0$) یا ($a > 0, v < 0$) نوع حرکت کندشونده است.

۳ اگر $a = 0$ باشد v ثابت و حرکت با سرعت ثابت می باشد. (به حرکت با سرعت ثابت در ادامه بیش تر پرداخته می شود).

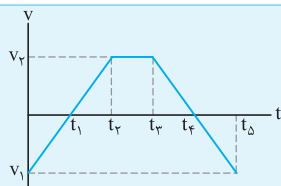
روش دوم اگر نمودار به محور t نزدیک شود، نوع حرکت کندشونده و اگر نمودار از محور t دور شود، نوع حرکت تندشونده و اگر نمودار موازی محور t باشد، نوع حرکت با سرعت ثابت است.

نکته ۱ در نمودار سرعت - زمان، اگر نمودار بالای محور t باشد، علامت سرعت مثبت است و متحرک در جهت محور X حرکت می کند و اگر نمودار پایین محور t باشد، علامت سرعت منفی است و متحرک خلاف جهت محور X حرکت می کند.

۲ اگر نمودار سرعت - زمان به شکل منحنی (خمیده) باشد، شتاب متحرک متغیر است. چون شیب خط مماس آن در هر لحظه تغییر می کند و اگر نمودار به شکل یک خط راست باشد، شتاب متحرک ثابت است. چون شیب خط مماس بر آن در هر لحظه تغییر نمی کند.

۳ در نمودار سرعت - زمان، به تعداد نقاطی که نمودار محور t را قطع می کند، سرعت صفر شده و متحرک تغییر جهت می دهد.

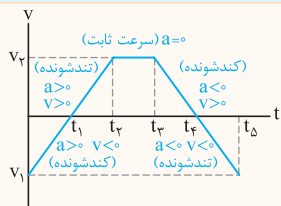
۴ در نمودار سرعت - زمان، به تعداد نقاط ماکزیمم و مینیمم شتاب حرکت صفر شده و شتاب تغییر جهت می دهد.

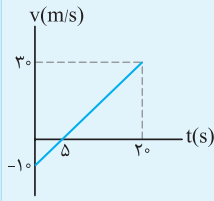


سؤال نمودار سرعت - زمان جسمی که روی محور X حرکت می کند، مطابق شکل مقابل است. نوع حرکت را در بازه های زمانی صفر تا t_1 ، t_1 تا t_2 ، t_2 تا t_3 ، t_3 تا t_4 ، t_4 تا t_5 تعیین کنید.

پاسخ با توجه به علامت های a و v نوع حرکت را در هر بازه زمانی تعیین می کنیم.

اگر نمودار پایین محور t باشد، علامت v منفی و اگر بالای محور t باشد علامت v مثبت است. اگر شیب نمودار مثبت باشد (نمودار سربالایی باشد) علامت a مثبت و اگر شیب نمودار منفی باشد (نمودار سربالایی باشد) علامت a منفی است و اگر نمودار افقی باشد، $a = 0$ است.



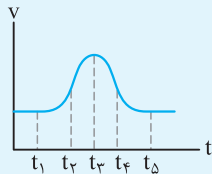


سؤال نمودار سرعت - زمان موتورسواری که روی محور X حرکت می‌کند، مطابق شکل روبه‌رو است.
 ۱ در بازه‌های زمانی صفر تا ۵s و ۵s تا ۲۰s سرعت موتورسوار در حال افزایش است یا کاهش؟
 ۲ شتاب متوسط موتورسوار و جهت آن را در بازه‌های زمانی صفر تا ۵s و ۵s تا ۲۰s بیابید.
 ۳ در چه لحظه‌ای جهت حرکت موتورسوار عوض می‌شود؟

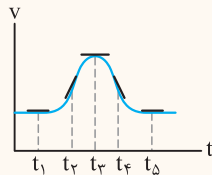
پاسخ ۱ از صفر تا ۵s اندازه سرعت کاهش می‌یابد و حرکت کندشونده است. به عبارت دیگر در این بازه زمانی $v < 0$ و $a > 0$ است، بنابراین حرکت کندشونده است و در بازه زمانی ۵s تا ۲۰s، اندازه سرعت روبه افزایش است و حرکت تندشونده می‌باشد. به عبارت دیگر در این بازه زمانی $v > 0$ و $a > 0$ است. پس حرکت تندشونده است.
 ۲ با توجه به داده‌های روی نمودار، شتاب متوسط را در هر بازه زمانی به دست می‌آوریم.

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - (-1.0)}{5 - 0} = 2 \text{ m/s}^2$$

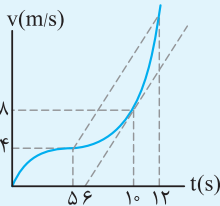
$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{3.0 - 0}{20 - 5} = 2 \text{ m/s}^2$$
 علامت مثبت شتاب نشان می‌دهد که شتاب در جهت محور X است و شیب نمودار سرعت - زمان ثابت است، بنابراین اندازه و جهت شتاب برای بازه‌های زمانی مختلف یکسان است.
 ۳ در لحظه ۵s چون سرعت متحرک صفر می‌شود.



سؤال شکل مقابل نمودار سرعت - زمان اتومبیلی را نشان می‌دهد که در امتداد محور X حرکت می‌کند.
 در کدام لحظه یا لحظه‌های نشان داده شده روی نمودار، شتاب اتومبیل مثبت، منفی یا صفر است؟



پاسخ شیب خط مماس در هر لحظه را بر روی نمودار رسم می‌کنیم. در لحظه‌های t_1 ، t_2 و t_5 شتاب صفر است زیرا شیب خط مماس در آن لحظه صفر است. در لحظه t_3 شتاب مثبت است، چون شیب خط مماس در آن لحظه مثبت است. در لحظه t_4 شتاب منفی است، زیرا شیب خط مماس در این لحظه منفی است.



سؤال نمودار سرعت - زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است. اگر شتاب متحرک در لحظه ۱۰s برابر شتاب متوسط آن بین دو لحظه $t_1 = 5s$ و $t_2 = 12s$ باشد، سرعت متحرک در لحظه ۱۲s چند متر بر ثانیه است؟

پاسخ ابتدا شتاب متحرک را در لحظه ۱۰s که همان شیب خط مماس است به دست می‌آوریم.
 سپس شتاب متوسط در بازه زمانی ۵s تا ۱۲s را محاسبه کرده و برابر با 2 m/s^2 قرار می‌دهیم.

$$a_{av} = \frac{v_{12} - v_5}{t_{12} - t_5} \Rightarrow \frac{v_{12} - 4}{12 - 5} = 2 \Rightarrow v_{12} - 4 = 14 \Rightarrow v_{12} = 18 \text{ m/s}$$

نمودار مکان - زمان، شتاب متوسط، شتاب لحظه‌ای، نمودار سرعت - زمان

پرسش‌های تشریحی

بسته
۲

اینها هم اول سؤالات مفهومی و فکری رو یاد می‌گیرین دوباره میریز سرخ سؤالات مناسباتی!

● عبارت مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

۳۱. شتاب متوسط کمیتی (نرده‌ای - برداری) است.
۳۲. شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان در هر لحظه، برابر (شتاب - سرعت) لحظه‌ای متحرک است. (ریاضی شهریور ۱۴۰۲)
۳۳. در نمودار سرعت - زمان شیب خط واصل بین دو نقطه در بازه زمانی دلخواه، نشان‌دهنده (شتاب متوسط - سرعت متوسط) است. (تجربی خرداد ۱۴۰۲)
۳۴. شتاب متوسط همواره در جهت (تغییرات سرعت - سرعت) است.
۳۵. نسبت مسافت طی شده به مدت زمان حرکت (سرعت متوسط - تندی متوسط) نامیده می‌شود. (تجربی خرداد ۱۴۰۲)
۳۶. عقربه تندی سنج (تندی لحظه‌ای - تندی متوسط) خودرو را نشان می‌دهد.

۲
بخش



پاسخنامه

۲۹ | اگر کل مسیر را Δx فرض کنیم، با استفاده از رابطه سرعت متوسط که در درسنامه توضیح داده شد، داریم:

$$\Delta x_1 = \frac{\Delta x}{2} \quad \Delta x_2 = \frac{\Delta x}{2}$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2} \Rightarrow v_{av} = \frac{\frac{\Delta x}{2} + \frac{\Delta x}{2}}{\frac{\Delta x}{v_1} + \frac{\Delta x}{v_2}}$$

$$\Delta x_1 = \Delta x_2 = \frac{\Delta x}{2} \Rightarrow v_{av} = \frac{\frac{2\Delta x}{2}}{\frac{\Delta x}{v_1} + \frac{\Delta x}{v_2}} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}$$

$$\Rightarrow v_{av} = \frac{\Delta x}{\frac{\Delta x}{2} \left(\frac{v_2 + v_1}{v_1 v_2} \right)} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}$$

$$\Rightarrow v_{av} = \frac{2(10 \times 30)}{10 + 30} = \frac{600}{40} = 15 \text{ m/s}$$

۳۰ | اگر کل مسیر حرکت را Δx در نظر بگیریم، با توجه به رابطه سرعت متوسط که در درسنامه توضیح داده شد، داریم:

$$\Delta x_1 = \frac{1}{3} \Delta x \quad \Delta x_2 = \frac{2}{3} \Delta x$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2} = \frac{\frac{1}{3} \Delta x + \frac{2}{3} \Delta x}{\frac{\Delta x_1}{v_1} + \frac{\Delta x_2}{v_2}}$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\frac{\frac{1}{3} \Delta x}{10} + \frac{\frac{2}{3} \Delta x}{40}} = \frac{\Delta x}{\frac{1}{30} \Delta x + \frac{1}{60} \Delta x}$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\frac{1}{20} \Delta x} \Rightarrow v_{av} = 20 \text{ m/s}$$

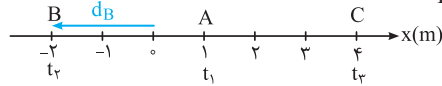
| | |
|-------------------|----------------------|
| ۳۱ برداری | ۳۲ شتاب |
| ۳۳ شتاب متوسط | ۳۴ تغییرات سرعت |
| ۳۵ تندی متوسط | ۳۶ تندی لحظه‌ای |
| ۳۷ سرعت لحظه‌ای | ۳۸ ب |
| ۳۹ زده‌ای | ۴۰ مثبت |
| ۴۱ متغیر | ۴۲ صفر |
| ۴۳ صفر | ۴۴ خلاف جهت |
| ۴۵ مکان | ۴۶ خلاف جهت محور X |
| ۴۷ t_2 | ۴۸ t_2 |
| ۴۹ کندشونده | ۵۰ منفی |
| ۵۱ درست | ۵۲ درست |

۲۵ | آ | در جهت مثبت محور X

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{4 - (-4)}{8} = 1 \text{ m/s} \quad \text{ب}$$

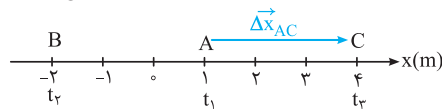
پ | اگر متحرک روی خط راست بدون تغییر جهت حرکت کند مسافت ۸m است در غیر این صورت نمی‌توان مسافت را تعیین کرد.

۲۶ | آ | $d_B = 2 \text{ m}$



با توجه به شکل، اندازه بردار مکان در لحظه t_2 ، 2 m و خلاف جهت محور X است.

ب | جابه‌جایی در جهت محور X است. $\Delta x_{AC} = 4 - 1 = 3 \text{ m}$



پ | $l_{AB} = 3 \text{ m}$

۲۷ |

| متحرک | مکان آغازین (m) | مکان پایانی (m) | جابه‌جایی (m) | سرعت متوسط (m/s) | جهت حرکت |
|-------|-----------------|-----------------|---------------|------------------|-----------------|
| A | $-4\vec{i}$ | $7/6\vec{i}$ | $11/6\vec{i}$ | $11/6\vec{i}$ | جهت محور X |
| B | $-2/4\vec{i}$ | $-10/4\vec{i}$ | $-8\vec{i}$ | $-0.8\vec{i}$ | خلاف جهت محور X |
| C | $2\vec{i}$ | $42\vec{i}$ | $40\vec{i}$ | $4\vec{i}$ | جهت محور X |

با استفاده از رابطه‌های جابه‌جایی ($\Delta x = x_2 - x_1$) و سرعت متوسط ($v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$) جدول را کامل می‌کنیم. هم‌چنین علامت Δx نشان‌دهنده جهت حرکت است.

$$A: \begin{cases} \Delta \vec{x} = 7/6\vec{i} - (-4\vec{i}) = (11/6\text{m})\vec{i} \\ \vec{v}_{av} = \frac{11/6\vec{i}}{10} = (11/60\text{m/s})\vec{i} \end{cases}$$

$$B: \begin{cases} \Delta \vec{x} = -10/4\vec{i} - (-2/4\vec{i}) = (-8\text{m})\vec{i} \\ \vec{v}_{av} = \frac{-8}{10} = (-0.8\text{m/s})\vec{i} \end{cases}$$

$$C: \begin{cases} \Delta \vec{x} = 42\vec{i} - 2\vec{i} = (40\text{m})\vec{i} \\ \vec{v}_{av} = \frac{40\vec{i}}{10} = (4\text{m/s})\vec{i} \end{cases}$$

۲۸ | مسافت پیموده‌شده شناگر برابر $130 \text{ m} = 80 + 50$ و مقدار

جابه‌جایی آن برابر 30 m می‌باشد.



$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} \xrightarrow{\Delta t=20\text{s}} s_{av} = \frac{130}{20} = 6.5 \text{ m/s}$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{30}{20} = 1.5 \text{ m/s}$$