

فهرست

FILM	پاسخ	درسنامه و سوالات	
122 min	۱۵۶	۶ تا ۳۸	فصل اول: حرکت بر خط راست
101 min	۱۶۸	۳۹ تا ۶۵	فصل دوم: دینامیک
193 min	۱۷۷	۶۶ تا ۱۲۳	فصل سوم: نوسان و موج
127 min	۱۹۳	۱۲۴ تا ۱۵۴	فصل چهارم: آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای

امتحان نهایی



۲۰۴	آزمون ۱: شهریور ماه ۱۳۹۹
۲۰۶	آزمون ۲: دی ماه ۱۳۹۹
۲۰۸	آزمون ۳: خرداد ماه ۱۴۰۰
۲۱۰	آزمون ۴: شهریور ماه ۱۴۰۰
۲۱۲	آزمون ۵: دی ماه ۱۴۰۰
۲۱۴	آزمون ۶: خرداد ماه ۱۴۰۱
۲۱۶	آزمون ۷: شهریور ماه ۱۴۰۱
۲۱۹	پاسخ‌نامه تشریحی آزمون ۱ تا ۷

بازمبندی درس فیزیک ۳

نوبت دوم	نوبت اول	شماره فصل
۴	۸	اول
۴/۲۵	۸/۵	دوم
۶/۷۵	۳/۵	تا صفحه ۶۲ (ابتدای مشخصه‌های موج) و تمرین‌های مربوط به آخر فصل
	-	از صفحه ۶۲ (ابتدای مشخصه‌های موج) تا آخر فصل
۵	-	چهارم

1

بخش



دَرَسْتَامَه

و سؤالات تشریحی

فصل اول

حرکت بر خط راست

فصل اول فیزیک ۳، در امتحان نوبت اول ۸ نمره و در نوبت پایانی (آزمون‌های نهایی خرداد، شهریور و دی) ۴ نمره دارد. در این فصل مباحثی چون، شناخت حرکت، حرکت با سرعت ثابت، حرکت با شتاب ثابت مطرح شده است.

بسته ۴



بسته ۳



بسته‌های ۱ و ۲



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 فوش فکریه که صفر تا ۱۰۰ شما با صفر تا ۱۰۰ خودروهای فتن مانند بولگاتی و ... رقابت می‌کنه.

بله، خوب درس زدید. این فصل مربوط به حرکت شناسی می‌شود که به آن سینماتیک 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 مسرود بایر به نمونه حرکت فون در رگ‌ها توجه کنند و مثال‌های بسیاری که می‌توان از حرکت شناسی مطرح کرد که در ادامه به آن‌ها می‌پردازیم.

الف شناخت حرکت

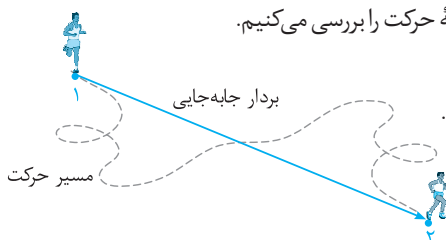
همه ما در اطراف خود حرکت اجسام مختلف را مشاهده می‌کنیم. بعضی از آن‌ها روی خط راست و بعضی دیگر روی خط خمیده حرکت می‌کنند. حرکت یک اتومبیل در جاده‌ای مستقیم نمونه‌ای از حرکت روی خط راست و حرکت سرنشین‌های روی صندلی چرخ و فلک در حال حرکت، نمونه‌ای از حرکت روی مسیر دایره‌ای است. هم‌چنین حرکت یک دوچرخه‌سوار 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: پاره خط جهت‌داری است که مکان آغازین حرکت را به مکان پایانی حرکت وصل می‌کند.

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



مسافت حرکت و بردار جابه‌جایی دونه

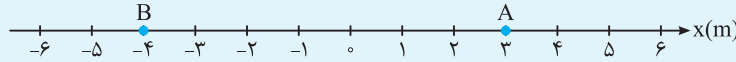
به نکات زیر خیلی توجه کنین!

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

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

برای درک بیشتر به مثال‌های زیر دقت کنید.

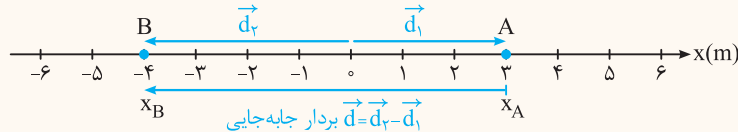
سؤال در شکل زیر شخصی روی محور x از نقطه A حرکت کرده و به نقطه B می‌رسد.



۱ بردارهای مکان آن را در نقاط A و B رسم کرده و آن‌ها را بر حسب بردارهای یگه بنویسید.

۲ بردار جابه‌جایی متحرک را رسم کرده و آن را بر حسب بردارهای یگه بنویسید.

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



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

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

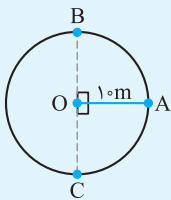
$$\vec{d} = \vec{d}_A - \vec{d}_B = -4\vec{i} - 3\vec{i} = -7\vec{i} \text{ m}$$

۲ بردار جابه‌جایی برابر است با:

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

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

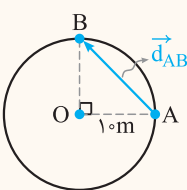
سؤال مطابق شکل مقابل جسمی روی محیط دایره‌ای به شعاع 10m از نقطه A در جهت پادساعتگرد شروع به حرکت می‌کند. ($\pi \approx 3$)



۱ جابه‌جایی و مسافت پیموده‌شده این جسم در دور اول حرکت، در مسیر AB و AC چند متر است؟

۲ اگر این جسم پس از پیمودن ۲ دور کامل محیط دایره، به نقطه B برسد، جابه‌جایی و مسافت پیموده‌شده آن

چند متر می‌شود؟



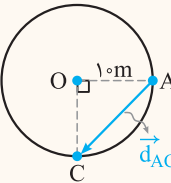
$$d_{AB} = \sqrt{10^2 + 10^2} = 10\sqrt{2} \text{ m}$$

پاسخ ۱ اگر بردار جابه‌جایی بین 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:

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

هم‌چنین 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:

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

یگی از مباحث مهم، مفهوم تندی متوسط و سرعت متوسط که در اکثر سؤالات ردپای او تا دیده میشه و به فاطر سپردنش از ضروریاته.

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. 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 سؤالاتی دربارهٔ مسیر حرکت دایره‌ای و ... مطرح کردیم، اما بیشتر سؤالات این فصل مربوط به حرکت روی فضا راسته که بخش می‌پردازیم.

ب حرکت روی خط راست

بررسی حرکت روی خط راست از بررسی حرکت دوبعدی و سه‌بعدی ساده‌تر است. زیرا محاسبات برداری مانند برآیند و تفاضل کمیت‌های برداری در یک جهت، ساده‌تر از محاسبات کمیت‌های برداری در حالت‌های دوبعدی و سه‌بعدی 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، رابطهٔ 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 بازهٔ 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 مفهوم فیزیکی تندی متوسط و سرعت متوسط چه تفاوتی با یکدیگر دارد؟

پاسخ تندی متوسط کمیتی نرده‌ای است و جهت حرکت را در یک بازهٔ زمانی نشان نمی‌دهد. هم‌چنین تندی متوسط مسافت پیموده‌شدهٔ متحرک را به طور متوسط در یک بازهٔ زمانی نشان می‌دهد. ولی سرعت متوسط کمیتی برداری است و جهت حرکت را در یک بازهٔ زمانی نشان می‌دهد. هم‌چنین سرعت متوسط بیانگر این است که متحرک در یک بازهٔ 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 $4/0 \text{ s}$ فاصلهٔ بین مکان آغازین و مکان پایانی را طی می‌کنند.

برگرفته از کتاب درسی

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

پاسخ با استفاده از رابطهٔ $\vec{v}_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \vec{i}$ 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	
+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	$(1/65 \text{ m/s}) \vec{i}$	$(6/6 \text{ m}) \vec{i}$	$(8/6 \text{ m}) \vec{i}$	$(2/0 \text{ m}) \vec{i}$	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 بکاهای 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.

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

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 $t_1 = -4$ 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.

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

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

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 $s_{av} = \frac{l}{\Delta t}$ تندی متوسط را محاسبه می‌کنیم.

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

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

پرسش‌های تشریحی

بسته
۱

انواع سؤالای مفهومی که می‌تونه از این قسمت توی امتحانات مطرح بشه رو در ابتدا براتون آوردم. اول اونارو جواب بدین تا خوب یاد بگیرین بعداً بریم سراغ سؤالات مساباتی.

• درستی یا نادرستی هریک از عبارات 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 جهتی 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 کمیته برداری است.

● جاهای خالی را با عبارت مناسب کامل کنید.

- ۵. برداری که مبدأً محورها به مکان جسم در هر لحظه وصل می‌کند نامیده می‌شود.
- ۶. طول مسیری که جسم آن را می‌پیماید می‌نامند.
- ۷. سرعت متوسط همواره در جهت است.
- ۸. نسبت مسافت پیموده‌شده به مدت زمان طی این مسافت را می‌نامند.

(تجربی شهریور ۹۵، با اندکی تغییر)

● در هر یک از جمله‌های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

- ۹. جابه‌جایی کمی (برداری - زنده‌ای) و مسافت پیموده‌شده، کمی (برداری - زنده‌ای) است.
- ۱۰. در حرکت یک‌بعدی، بدون تغییر جهت، مسافت طی شده (برابر یا - بزرگ‌تر از) جابه‌جایی است.
- ۱۱. جهت بردار سرعت متحرک همواره بر مسیر حرکت آن (عمود - مماس) است.
- ۱۲. در حرکت یک‌بعدی، جهت حرکت با توجه به (مسافت طی شده - جهت سرعت) تعیین می‌شود.

● عبارات زیر را تعریف کنید.

- ۱۳. بردار مکان
- ۱۴. جابه‌جایی
- ۱۵. تندی متوسط
- ۱۶. سرعت متوسط

📌 **هالا که از پس سؤالات مفهومی براومرین بریم سراغ مسئله‌ها. همون‌طور که مشاهده می‌کنین چه در امتحانای دافلی و چه امتحانای نهایی، هم سؤالی مفهومی اومره و هم محاسباتی!**

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

ا) مسافت پیموده‌شده و جابه‌جایی شخص چند متر است؟

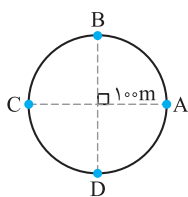
ب) اگر مدت زمان کل حرکت برابر 30 دقیقه باشد، تندی متوسط و سرعت متوسط آن چند متر بر ثانیه می‌باشد؟

۱۸. با توجه به داده‌های نقشه شکل مقابل، خودرویی از مسیر نشان داده شده از شهر کرج به شهر آملوت می‌رسد.

ا) 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؟



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

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

ب) اگر موتورسوار در دور اول از A به 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.

(تجربی دی ۹۹)

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

ا) بردار جابه‌جایی این متحرک را به دست آورید.

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

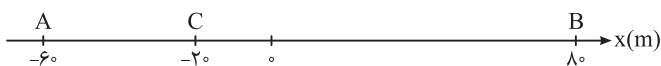
۲۱. مطابق شکل زیر متحرکی از نقطه A حرکت کرده، به نقطه B می‌رسد، سپس برمی‌گردد و در نقطه C متوقف می‌شود.

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

ب) بردار جابه‌جایی جسم را رسم کنید.

پ) جابه‌جایی و مسافت پیموده‌شده متحرک از 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)

۲۲. متحرکی در مدت زمان 8 s از مکان $\vec{d}_1 = (-4\text{ m})\hat{i}$ به مکان $\vec{d}_2 = (4\text{ m})\hat{i}$ می‌رسد.

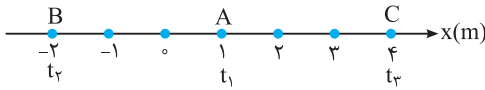
ا) جهت حرکت این متحرک را تعیین کنید.

ب) بزرگی سرعت متوسط متحرک در مدت زمان 8 s چند متر بر ثانیه است؟

پ) مسافت طی شده متحرک چند متر است؟

(تجربی دی ۹۷ خارج کشور)

۲۳. 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.



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

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

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

۲۴. 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	$2\vec{i}$	$42\vec{i}$			

اگر مطمئن هستید که در ستاره بسته اول رو فوب بلدین، این سؤال رو حل کنین.

۲۵. شناگری که در مسیری مستقیم شنا می‌کند، مسیری به اندازه ۸۰m را در مدت ۱۴s در یک جهت شنا می‌کند. سپس در مدت ۶s مسافت ۵۰m را در همان مسیر برمی‌گردد. تندی متوسط و اندازه سرعت متوسط شناگر در کل مدت زمان حرکت چند متر بر ثانیه است؟

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

صفحه ۶ تا ۱۲ کتاب درسی

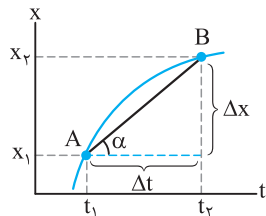
پسته دوم



دوستان عزیز و دوست‌داشتنی! ابتدا فودمونو 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 پنر جلسه‌ای مهمون شما هستیم. بله، در این بخش‌های دیگر این فصل ماسه تاراش به نام‌های نمودار «مکان-زمان»، نمودار «سرعت-زمان» و نمودار «شتاب-زمان» به دیدن شما میاییم و فیلی هم با فودمون سوغاتی (مثال) آوردیم. هتما این دورهمی به هممون کلی فوش می‌گذره. به توصیه معلم - شاگردی هم بکنیم که بعضی از دوستان در زمینه رسم نمودارهای درجه یک (نمودار فط) و درجه ۲ (نمودار سهمی) کمی ضعیف تشریف دارن لطفاً فودشونو 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 طی شده جسم به طور 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 نشان دهنده 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 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 کمیته نرده‌ای است.

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



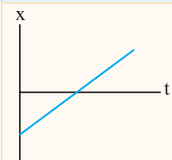
سرعت لحظه‌ای را با \vec{v} نشان می‌دهیم. در حرکت روی خط راست به جای \vec{v} از v استفاده می‌کنیم.

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

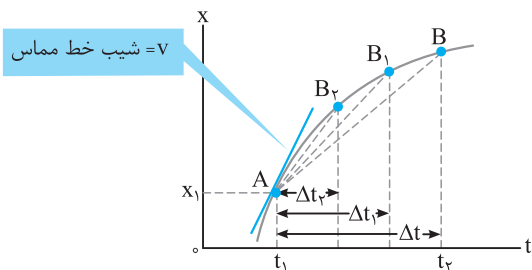
سؤال از روی نمودار مکان - زمان توضیح دهید در چه صورت سرعت لحظه‌ای متحرک همواره با سرعت متوسط آن برابر است؟



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

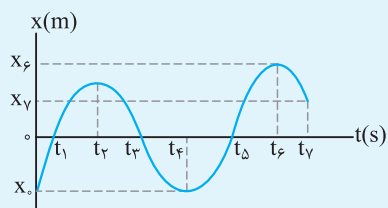


در نمودار مکان - زمان با کوچک شدن تدریجی Δt ، نقطه B به نقطه A نزدیک می‌شود. در این صورت خط واصل بین این دو نقطه، در حالتی که بازه زمانی Δt بسیار کوچک شود، یعنی Δt به سمت صفر میل کند ($\Delta t \rightarrow 0$)، تبدیل به خط مماس بر منحنی می‌شود. بنابراین شیب خط مماس بر منحنی در هر لحظه برابر با سرعت لحظه‌ای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

- متحرک چند بار از مبدأ مکان عبور می‌کند؟
- در کدام بازه‌های زمانی متحرک در حال دور شدن از مبدأ است؟
- در کدام بازه‌های زمانی متحرک به مبدأ نزدیک می‌شود؟
- سوی حرکت چند بار تغییر کرده است؟ در چه لحظه‌هایی؟
- جابه‌جایی کل در جهت محور x است یا خلاف جهت آن؟
- در بازه زمانی t_1 تا t_7 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 $|x_1| > |x_2|$ باشد، متحرک از مبدأ دور می‌شود و اگر $|x_1| < |x_2|$ 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_2 تا t_3 ، t_4 تا t_5 و t_6 تا t_7 متحرک در حال نزدیک شدن به مبدأ است.

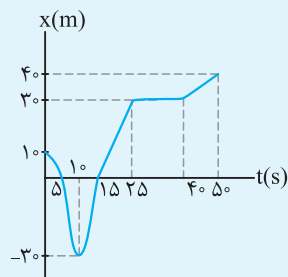
۴ به تعداد نقاط ماکزیمم و مینیمم نمودار، سوی حرکت تغییر می‌کند. چون در این نقاط شیب خط مماس برابر صفر است. یعنی سرعت متحرک برابر صفر می‌شود. بنابراین در لحظه‌های t_2 ، t_4 و t_6 یعنی سه بار سوی حرکت تغییر کرده است.

۵ در جهت محور x زیرا: $\Delta x = x_7 - x_0 \xrightarrow{x_7 > x_0} \Delta x > 0$

بنابراین جابه‌جایی کل، در جهت محور x است.

۶ در لحظه t_1 مکان متحرک صفر و در لحظه t_7 نیز مکان متحرک صفر است، بنابراین در این بازه زمانی جابه‌جایی متحرک برابر صفر می‌باشد.

برگرفته از کتاب درسی



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

- در چه لحظه‌ای متحرک بیش‌ترین فاصله از مبدأ را دارد؟
- در چه بازه زمانی متحرک خلاف جهت محور x حرکت می‌کند؟
- در چه بازه زمانی متحرک در جهت محور x حرکت می‌کند؟
- در چه بازه زمانی متحرک ساکن است؟
- از لحظه شروع حرکت تا 50 s متحرک چند بار تغییر جهت داده است؟
- سرعت متوسط متحرک را در بازه‌های زمانی 5 s تا 25 s و صفر تا 50 s به دست آورید.
- تندی متوسط از لحظه شروع حرکت تا 50 s چند متر بر ثانیه است؟

پاسخ ۱ در لحظه ۵۰s

۲ برای پاسخ دادن به این گونه سوالات 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 خلاف جهت محور X حرکت می‌کند.

۳ با توجه به توضیحات قسمت قبل در بازه زمانی ۱۰s تا ۲۵s و ۴۰s تا ۵۰s 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:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{30 - 0}{25 - 5} = 1/5 \text{ m/s}$$

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

$$v_{av} = \frac{40 - 10}{50 - 0} \Rightarrow v_{av} = \frac{30}{50} = 0/6 \text{ m/s}$$

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

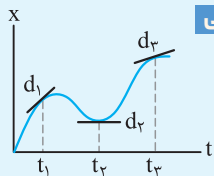
$$l = 40 + 60 = 110 \text{ m}$$

۷ ابتدا مسافت طی شده در بازه زمانی صفر تا ۵s 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:

سؤال شکل رویه‌رو نمودار $x - t$ متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور X در حرکت است. برگرفته از کتاب درسی



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

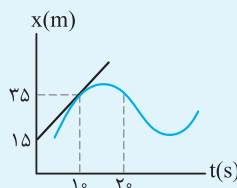
۱ در کدام لحظه سرعت متحرک بیش‌تر است؟ چرا؟

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 رویه‌رو نمودار $x - t$ متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور X در حرکت است. خط مماس بر



منحنی در لحظه ۱۰s رسم شده است.

۱ سرعت متحرک در لحظه ۱۰s چند متر بر ثانیه است؟

۲ در لحظه ۲۰s 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 ۱۰s شیب خط مماس را به دست می‌آوریم.

۲ شیب خط مماس در لحظه ۲۰s منفی است. بنابراین سرعت در این لحظه منفی است و متحرک خلاف جهت

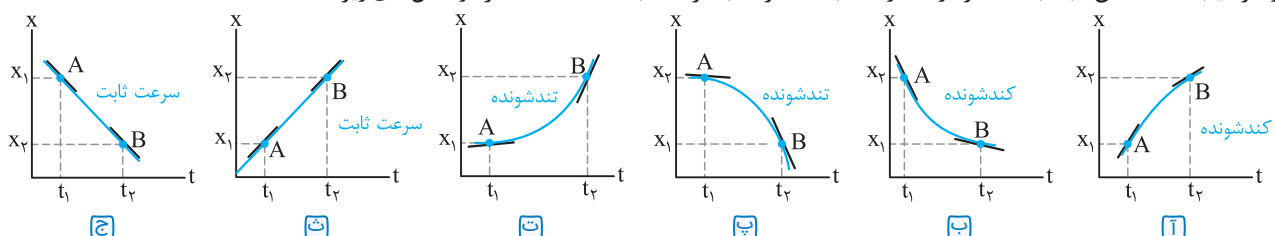
محور X حرکت می‌کند.

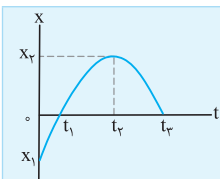
اینجا بهتون یاد می‌دهم چه پوری با نمودار مکان - زمان بتونید نوع حرکت جسم رو تعیین کنید.

تعیین نوع حرکت با استفاده از نمودار مکان - زمان

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.





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_2 سرعت دوچرخه‌سوار چقدر است؟

پاسخ ۱ با توجه به توضیحات قبلی، در بازه زمانی t_1 تا t_2 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 نشان دهنده سرعت در همان لحظه است. بنابراین سرعت در لحظه t_2 برابر صفر است.

شتاب متوسط و لحظه‌ای

هواستون رو فوب جمع کنین که شتاب متوسط رو با سرعت 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

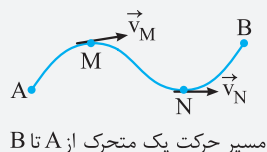
نکته ۱ بردار شتاب متوسط همواره هم جهت با بردار $\Delta \vec{v}$ می‌باشد.

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.

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

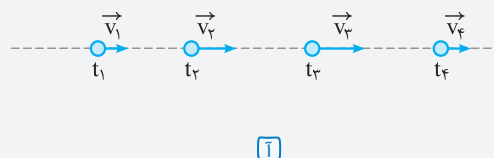
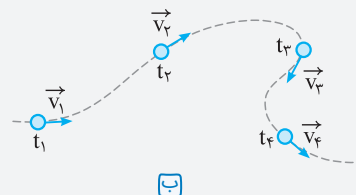
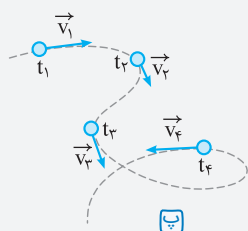
۳ اگر جسم در مسیر خمیده حرکت کند، جهت بردار سرعت آن همواره بر مسیر حرکت مماس است.

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



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، (ا) 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.

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.

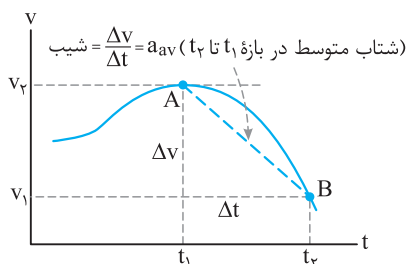
نکته اگر شتاب متحرک در بازه‌های زمانی مختلف یکسان باشد، در این حالت شتاب متوسط با شتاب لحظه‌ای برابر بوده و به آن شتاب ثابت گفته می‌شود.

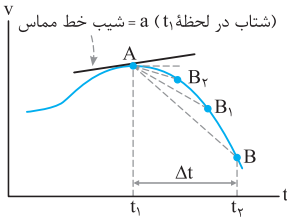
پ نمودار سرعت - زمان و تعیین شتاب متوسط و شتاب لحظه‌ای

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

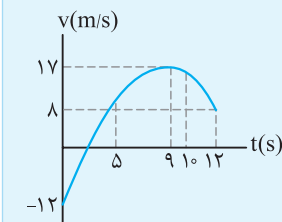
• در نمودار سرعت - زمان، شیب پاره‌خطی که نمودار را در یک بازه زمانی معین قطع می‌کند، نشان دهنده شتاب متوسط است.

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





• اگر 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.

- ۱ شتاب متوسط دوچرخه سوار در کل مدت زمان حرکت چند متر بر مربع ثانیه و در چه جهتی است؟
- ۲ در چه لحظه ای شتاب صفر است؟
- ۳ در بازه زمانی ۹s تا ۱۲s شتاب متوسط را به دست آورید و بیان کنید در چه جهتی است؟
- ۴ در لحظه های ۵s و ۱۰s 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 ۹s شیب خط مماس برابر صفر می شود. بنابراین شتاب در این لحظه برابر صفر است.

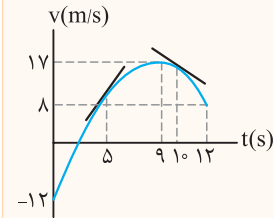
۳ با استفاده از رابطه شتاب متوسط داریم:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a_{av} = \frac{8 - 17}{12 - 9} = \frac{-9}{3} = -3 \text{ m/s}^2$$

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

۴ شیب خط مماس بر نمودار در لحظه ۵s مثبت و شیب خط مماس بر نمودار در لحظه ۱۰s منفی است.

بنابراین در لحظه ۵s شتاب در جهت محور X و در لحظه ۱۰s خلاف جهت محور X است.



اینها هم مثل نمودار مکان - زمان که قبلاً بهتون یاد دادیم، میفایم 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، یا ($v > 0, a > 0$) یا ($v < 0, a < 0$) نوع حرکت تندشونده است.

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

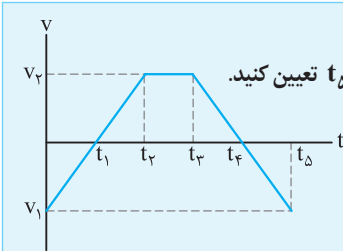
روش دوم اگر نمودار به محور t نزدیک شود، نوع حرکت کندشونده و اگر نمودار از محور t دور شود، نوع حرکت تندشونده و اگر نمودار موازی محور t باشد، نوع حرکت با سرعت ثابت است.

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.

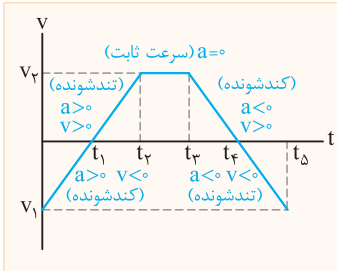
۳ در نمودار سرعت - زمان، به تعداد نقاطی که نمودار محور t را قطع می کند، سرعت صفر شده و متحرک تغییر جهت می دهد.

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

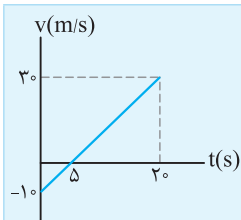


سؤال نمودار سرعت - زمان جسمی که روی محور X حرکت می کند، مطابق شکل مقابل است.

علامت شتاب و سرعت و همینطور 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 و t_4 تا t_5 تعیین کنید.



پاسخ با توجه به علامت‌های a و v نوع حرکت را در هر بازه زمانی تعیین می‌کنیم. 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 سریالایی باشد) علامت a مثبت و اگر شیب نمودار منفی باشد (نمودار سرپایینی باشد) علامت a منفی است و اگر نمودار افقی باشد، $a = 0$ است. **توجه** می‌توانستیم با نزدیک یا دور شدن نمودار به محور t هم نوع حرکت را تعیین کنیم. مثلاً در بازه‌های زمانی t_1 تا t_2 و یا t_4 تا t_5 ، نمودار از محور t دور می‌شود و نوع حرکت تند شونده است.



سؤال نمودار سرعت - زمان موتورسواری که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل روبه‌رو است. **۱** در بازه‌های زمانی صفر تا $5s$ و $5s$ تا $20s$ سرعت موتورسوار در حال افزایش است یا کاهش؟ **۲** شتاب متوسط موتورسوار و جهت آن را در بازه‌های زمانی صفر تا $5s$ و $5s$ تا $20s$ بیابید. **۳** در چه لحظه‌ای جهت حرکت موتورسوار عوض می‌شود؟

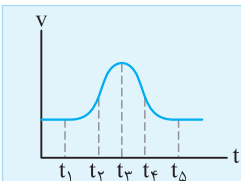
پاسخ ۱ از صفر تا $5s$ اندازه سرعت کاهش می‌یابد و حرکت کند شونده است. به عبارت دیگر در این بازه زمانی $v < 0$ و $a > 0$ است، بنابراین حرکت کند شونده است و در بازه زمانی $5s$ تا $20s$ ، اندازه سرعت روبه افزایش است و حرکت تند شونده می‌باشد. به عبارت دیگر در این بازه زمانی $v > 0$ و $a > 0$ است. پس حرکت تند شونده است.

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - (-10)}{5 - 0} = 2 \text{ m/s}^2$$

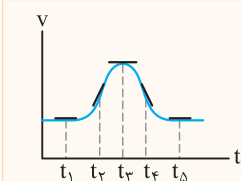
$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{30 - 0}{20 - 5} = 2 \text{ m/s}^2$$

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.

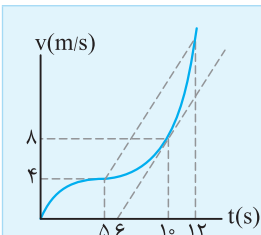
۳ در لحظه $5s$ چون سرعت متحرک صفر می‌شود.



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, t_4 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 $10s$ برابر شتاب متوسط آن بین دو لحظه $t_1 = 5s$ و $t_2 = 12s$ باشد، سرعت متحرک در لحظه $12s$ چند متر بر ثانیه است؟

پاسخ ابتدا شتاب متحرک را در لحظه $10s$ که همان شیب خط مماس است به دست می‌آوریم.

$$a_{10} = \frac{8 - 0}{10 - 6} = 2 \text{ m/s}^2$$

سپس شتاب متوسط در بازه زمانی $5s$ تا $12s$ را محاسبه کرده و برابر با 2 m/s^2 قرار می‌دهیم.

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

- ۳۲ | خلاف جهت محور X | ۳۵ | کندشونده
 ۳۳ | t_3 | ۳۶ | منفی
 ۳۴ | t_2

۳۷ | درست

۳۸ | نادرست، اگر شتاب و سرعت هم علامت باشند، نوع حرکت تندشونده و یا اندازه سرعت در حال افزایش است.

۳۹ | درست | ۴۰ | درست

۴۱ | نادرست، اگر جهت سرعت متحرک تغییر کند، حرکت جسم شتاب دار است.

۴۲ | درست | ۴۴ | درست

۴۳ | نادرست | ۴۵ | نادرست

۴۶ | سرعت متوسط | ۴۹ | شتاب لحظه‌ای

۴۷ | سرعت لحظه‌ای | ۵۰ | کندشونده

۴۸ | مماس

۵۱ | جابه‌جایی | ۵۴ | است

۵۲ | تغییر سرعت | ۵۵ | شتاب لحظه‌ای

۵۳ | با سرعت ثابت

۵۶ | (آ) زده‌ای | (ب) بردار جابه‌جایی | (پ) شتاب

(ت) بردار مکان | (ث) تندی متوسط

۵۷ | ۱- مسافت ۲- شتاب لحظه‌ای ۳- سرعت ۴- شتاب متوسط

۵۸ |

بازه زمانی	صفر تا t_1	t_1 تا t_2	t_2 تا t_3
نوع حرکت	کندشونده	تندشونده	کندشونده
علامت شتاب	منفی	منفی	مثبت

۵۹ | مسیر (آ) و (ت) دارای حرکت شتاب دار هستند، زیرا اگر اندازه

سرعت متحرک ثابت باشد و جهت آن تغییر کند، حرکت شتاب دار است. در مسیر (ب) اندازه سرعت تغییر می‌کند ولی جهت آن ثابت می‌ماند، بنابراین حرکت شتاب دار است.

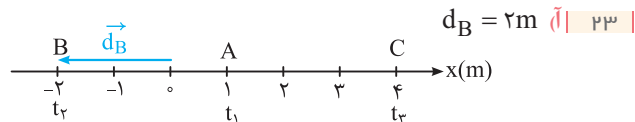
در مسیر (پ) اندازه و جهت سرعت ثابت می‌ماند، بنابراین حرکت شتاب دار نیست.

۶۰ | تندی متوسط کمیتی زده‌ای و سرعت متوسط کمیتی برداری است.

تندی متوسط یعنی نسبت مسافت به زمان و سرعت متوسط یعنی نسبت جابه‌جایی به زمان.

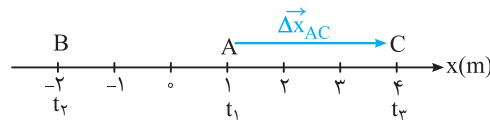
۶۱ | شتاب لحظه‌ای برابر است با شیب خط مماس بر نمودار سرعت -

زمان در هر لحظه



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

(ب) جابه‌جایی در جهت محور x است. $\Delta x_{AC} = 4 - 1 = 3m$



(پ) $l_{AB} = 3m$

۲۴ |

متحرک	مکان آغازین (m)	مکان پایانی (m)	جابه‌جایی متوسط (m)	سرعت متوسط (m/s)	جهت حرکت
A	$-4\vec{i}$	$7/6\vec{i}$	$11/6\vec{i}$	$1/16\vec{i}$	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.

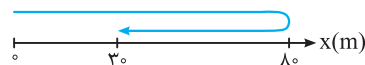
$$A: \begin{cases} \Delta \vec{x} = 7/6\vec{i} - (-4\vec{i}) = (11/6m)\vec{i} \\ \vec{v}_{av} = \frac{11/6\vec{i}}{10} = (1/16m/s)\vec{i} \end{cases}$$

$$B: \begin{cases} \Delta \vec{x} = -10/4\vec{i} - (-2/4\vec{i}) = (-8m)\vec{i} \\ \vec{v}_{av} = \frac{-8}{10} = (-0/8m/s)\vec{i} \end{cases}$$

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

۲۵ | مسافت پیموده شده شناگر برابر $130m = 80 + 50$ و مقدار

جابه‌جایی آن برابر $30m$ می‌باشد.



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

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

۲۶ | مثبت | ۲۹ | صفر

۲۷ | متغیر | ۳۰ | خلاف جهت

۲۸ | صفر | ۳۱ | مکان