گاج

ویرایش جدید

منطبق بر آخرین تغییرات امتحان نهایی ۱۴۰۲

فرمول بیست

فیزیک تجربی ۳

پایه دوازدهم

مؤلفان

هادی حمزه پور

علی کریمی

فرمول بیست

۱۰۰	۱۱۰۰	۸
صفحه درسنامه	پرسش تشریحی	نمونه امتحانی

+۹

ساعت فیلم آموزشی ویژه شب امتحان

9 786220 307273

تهران، میدان انقلاب
نبش بازارچه کتاب
www.gajmarket.com

پیشگفتار

ن و القلم و ما یسطرون

توی سال دوازدهم، اولویت اصلی با تست‌زنیه و کاملاً هم کار درستیه، اما خب یه مشکلی وجود داره و چیزی نیست جز امتحان‌های مدارس (نیمسال اول) و امتحان‌های نهایی کشوری (نیمسال دوم)!

مدل و نحوهٔ پاسخگویی به سؤالات تشریحی، کاملاً متفاوت از سؤال‌های تستیه و تمام کاری که توی این کتاب کردیم، همینه که ابتدا با یک آموزش ساده و کامل روی تمام تکنیک‌های امتحان‌های نهایی مسلط بشیم و بعدش با سیل عظیمی از سؤالات تشریحی مواجه میشین.

و اما این کتاب...

۱. تمام مطالب کتاب تو درس‌نامه‌ها پوشش داده شده، پس درس‌نامه‌ها رو خوب بخون و تمام مثال‌هاش رو حل کن. در ضمن نکته‌ها و فرمول‌ها رو خوب به خاطر بسپار.

۲. در هر بسته فیلم‌های جمع‌بندی توسط مؤلفین برای استفادهٔ شما عزیزان به صورت QR-code قرار داده شده است. این جمع‌بندی برای کسانی مناسب‌تر است که کتاب را در آن مبحث خوانده‌اند و می‌خواهند برای آمادگی بهتر، یک بار دیگر درس را مرور کنند.

۳. تمام سؤالات امتحانات نهایی که تو سال‌های اخیر اومدن رو تو این کتاب گردآوری کردیم، تا با نحوهٔ سؤالات امتحان نهایی آشنا بشین.

۴. تمام تمرینات کتاب درسی مشابه‌سازی شده و یا نمونهٔ اون رو به صورتی که توی امتحان مطرح میشه، آوردیم.

۵. تمرین‌های انتهای هر درس‌نامه رو حل کن و هرکدام که راه‌حل خوبی براش سراغ نداشتی، به پاسخ‌هاش نگاه کن. حتی اگر راه‌حل رو هم پیدا کردی، باز پاسخ‌نامه رو ببین.

۶. در پایان کتاب آزمون‌هایی وجود داره تا از خودت آزمون بگیری و با نحوهٔ مطرح شدن سؤالات توی امتحان آشنا بشی. تو می‌تونی بهترین نمرهٔ کلاس رو بگیری.

هادی حمزه‌پور، علی کریمی

فهرست

	درسنامه و سؤالات	پاسخ	FILM
فصل اول: حرکت بر خط راست	۶ تا ۴۲	۱۷۰	122 min
فصل دوم: دینامیک	۴۳ تا ۷۱	۱۸۴	101 min
فصل سوم: نوسان و موج	۷۲ تا ۱۳۴	۱۹۵	193 min
فصل چهارم: آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای	۱۳۵ تا ۱۶۸	۲۱۴	118 min

امتحان نهایی

آزمون ۱: دی ماه ۱۴۰۰	۲۲۸
آزمون ۲: خرداد ماه ۱۴۰۱	۲۳۰
آزمون ۳: شهریور ماه ۱۴۰۱	۲۳۲
آزمون ۴: دی ماه ۱۴۰۱	۲۳۴
آزمون ۵: خرداد ماه ۱۴۰۲	۲۳۶
آزمون ۶: شهریور ماه ۱۴۰۲	۲۳۹
آزمون ۷: دی ماه ۱۴۰۲	۲۴۰
آزمون ۸: خرداد ماه ۱۴۰۳	۲۴۳
پاسخ‌نامهٔ تشریحی آزمون ۱ تا ۸	۲۴۵

بارم‌بندی درس فیزیک ۳

شماره فصل		نوبت اول	نوبت دوم
اول		۸	۴
دوم		۸/۵	۴/۲۵
سوم	تا صفحه ۶۲ (ابتدای مشخصه‌های موج) و تمرین‌های مربوط از آخر فصل	۳/۵	۶/۷۵
	از صفحه ۶۲ (ابتدای مشخصه‌های موج) تا آخر فصل	-	
چهارم		-	۵
جمع		۲۰	۲۰

بخش ۱

درسنامه

و سؤالات تشریحی

فصل اول

۱ حرکت بر خط راست

فیزیک **دوازدهم**

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.

فیلم شب امتحان

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

بسته‌های ۱و۲ | بسته ۳ | بسته ۴

بسته اول

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

صفحه ۲ تا ۵ کتاب درسی

این فصل مخصوص شما دانش‌آموزان پرتحرک و خوش‌فکریه که صفر تا ۱۰۰ شما با صفر تا ۱۰۰ خودروهای خفن مانند بوگاتی و ... رقابت می‌کنه.
بله، خوب حدس زدید. این فصل مربوط به حرکت‌شناسی می‌شود که به آن سینماتیک نیز می‌گویند. حرکت‌شناسی در پیش‌تر شافه‌های مهندسی اهمیت زیادی دارد. برای مثال، مدت زمان رسیدن تندی خودرو از صفر تا ۱۰۰ km / h یکی از معیارهای مقایسهٔ خودروهای امروزی در صنعت خودروسازی است. افزون بر این پژوهشگران پزشکی برای یافتن رگ مسدود باید به نحوهٔ حرکت خون در رگ‌ها توجه کنند و مثال‌های بسیاری که می‌توان از حرکت‌شناسی مطرح کرد که در ادامه به آن‌ها می‌پردازیم.

الف شناخت حرکت

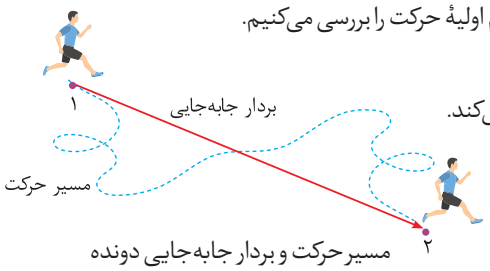
همهٔ ما در اطراف خود حرکت اجسام مختلف را مشاهده می‌کنیم. بعضی از آن‌ها روی خط راست و بعضی دیگر روی خط خمیده حرکت می‌کنند. حرکت یک اتومبیل در جاده‌ای مستقیم نمونه‌ای از حرکت روی خط راست و حرکت سرنشین‌های روی صندلی چرخ و فلکِ در حال حرکت، نمونه‌ای از حرکت روی مسیر دایره‌ای است، هم‌چنین حرکت یک دوچرخه‌سوار 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 اولیهٔ حرکت را بررسی می‌کنیم.

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

بردار جابه‌جایی: پاره‌خط جهت‌داری است که مکان آغازین حرکت را به مکان پایانی حرکت وصل می‌کند.

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



مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی دونده

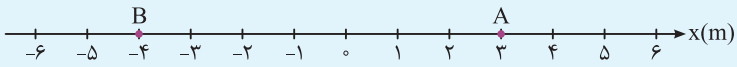
به نکات زیر خیلی توجه کنین!

۱ *اگه متحرک در مسیر مستقیم حرکت کنه و تغییر جهت حرکت نده (برنگرده) اندازهٔ جابه‌جایی با مسافت طی‌شده برابره ولی اگه متحرک تغییر جهت حرکت بده (برگرده) حتماً مسافت طی شده از جابه‌جایی بیشتره.*

۲ *اگه متحرک در مسیر خمیده حرکت کنه حتماً مسافت طی‌شده از اندازهٔ جابه‌جایی بیشتره.*

برای درک بیشتر به مثال‌های بعدی دقت کنین.

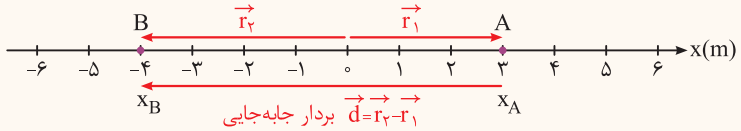
سؤال در شکل زیر شخصی روی محور x از نقطهٔ A حرکت کرده و به نقطهٔ B می‌رسد.



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

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

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



$\vec{r}_۱$ و $\vec{r}_۲$ به ترتیب بردارهای مکان جسم در نقاط A و B می‌باشند.

$$\vec{r}_۱ = x_A\vec{i} \Rightarrow \vec{r}_۱ = ۳\vec{i}\ m$$

$$\vec{r}_۲ = x_B\vec{i} \Rightarrow \vec{r}_۲ = -۴\vec{i}\ m$$

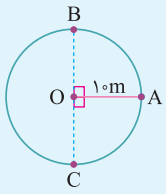
۲) بردار جابه‌جایی برابر است با:

$$\vec{d} = \vec{r}_۲ - \vec{r}_۱ = -۴\vec{i} - ۳\vec{i} = -۷\vec{i}\ m$$

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 می‌کنه یعنی می‌فوایم شما رو با این نوع سؤالات هم آشنا کنیم.

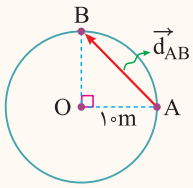
سؤال مطابق شکل مقابل جسمی روی محیط دایره‌ای به شعاع ۱۰m از نقطهٔ A در جهت پادساعتگرد شروع به حرکت می‌کند. ($\pi \simeq ۳$)



۱) جابه‌جایی و مسافت پیموده‌شدهٔ 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 نقطهٔ B برسد، جابه‌جایی و مسافت پیموده‌شدهٔ آن چند متر می‌شود؟

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

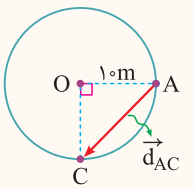


$$d_{AB} = \sqrt{۱۰^۲ + ۱۰^۲} = ۱۰\sqrt{۲}\ m$$

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

$$l_{AB} = \frac{\text{محیط دایره}}{۴} = \frac{\frac{۱}{۲}\pi r}{۴_{۲}} = \frac{۳\times۱۰}{۲} = ۱۵m$$

هم‌چنین برای محاسبهٔ جابه‌جایی و مسافت پیموده‌شده برای مسیر AC داریم:



$$d_{AC} = \sqrt{۱۰^۲ + ۱۰^۲} = ۱۰\sqrt{۲}\ m$$

$$l_{AC} = \frac{۳}{۴}(۲\pi r) = \frac{۳}{۴}(۲\times۳\times۱۰) = ۴۵m$$

۲) این جسم از نقطهٔ A شروع به حرکت کرده و پس از پیمودن ۲ دور کامل محیط دایره، به نقطهٔ B می‌رسد. بنابراین جابه‌جایی آن برابر $۱۰\sqrt{۲}\ m$ می‌باشد اما مسافت پیموده‌شده برابر است با:

$$l'_{AB} = ۲(۲\pi r) + \frac{۱}{۴}(۲\pi r) \Rightarrow l_{AB} = ۲(۲\times۳\times۱۰) + ۱۵ = ۱۳۵m$$

یکی از مباحث مهم، مفهوم تندی متوسط و سرعت متوسط که در اکثر سؤالات ردپای اونا دیده میشه و به خاطر 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. رابطهٔ آن به‌صورت مقابل است:

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

s_{av} : تندی متوسط برحسب m/s ، l : مسافت پیموده‌شده برحسب m ، Δt : مدت زمان برحسب 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. رابطهٔ آن به‌صورت روبه‌رو است:

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

$\vec{v}_{av}$: سرعت متوسط برحسب m/s ، $\vec{d}$: جابه‌جایی برحسب m ، Δt : مدت زمان برحسب 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، امّا بیشتر سؤالات این فصل مربوط به حرکت روی خط راسته که بهش می‌پردازیم.

ب حرکت روی خط راست

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

نکته ۱ هنگامی مسافت پیموده‌شده و اندازهٔ 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 به‌صورت 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 ۱۰ متر را می‌پیماید. سرعت متوسط اتومبیل برابر $8\,m/s$ است، یعنی اتومبیل به طور متوسط در هر ثانیه ۸ متر به مقصد نزدیک می‌شود.

نکته در حرکت یک بعدی، جهتِ 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 $4/0\,s$ فاصلهٔ بین مکان آغازین و مکان پایانی را طی می‌کنند.**

برگرفته از کتاب درسی

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

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:

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

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

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:

	مکان آغازین	مکان پایانی	بردار جابه‌جایی	سرعت متوسط	جهت حرکت
متحرک A	$(-2/0\,m)\vec{i}$	$(6/4m)\vec{i}$	$(8/4m)\vec{i}$	$(2/1\,m/s)\vec{i}$	+x
متحرک B	$(3/1\,m)\vec{i}$	$(-2/5m)\vec{i}$	$(-5/6m)\vec{i}$	$(-1/4m/s)\vec{i}$	-x
متحرک C	$(2/0\,m)\vec{i}$	$(8/6m)\vec{i}$	$(6/6m)\vec{i}$	$(1/65m/s)\vec{i}$	+x
متحرک D	$(-1/4m)\vec{i}$	$(8/2m)\vec{i}$	$(9/6m)\vec{i}$	$(2/4m/s)\vec{i}$	+x

سؤال در چه صورت تندی متوسط با اندازهٔ سرعت متوسط یک متحرک برابر است؟ **برگرفته از کتاب درسی**

پاسخ هنگامی تندی متوسط یک متحرک با اندازهٔ سرعت متوسط آن برابر است که حرکت متحرک روی خط راست و بدون تغییر جهت انجام شود. در این صورت مسافت پیموده‌شده و جابه‌جایی برابر می‌شود. در نتیجه تندی متوسط و اندازهٔ 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 به‌صورت زیر عمل می‌کنیم.

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

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

سؤال متحرکی روی محور x حرکت می‌کند. این متحرک در لحظهٔ $t_1 = 2\,s$ در ۴- متری مبدأ مکان است و در لحظهٔ $t_2 = 12\,s$ در مکان x_2 می‌باشد. اگر سرعت متوسط متحرک $72\,km/h$ باشد، x_2 را به‌دست آورید.

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

$$72\,km/h \div 3/6 = 20\,m/s$$

سپس با استفاده از رابطهٔ سرعت متوسط، x_2 را به‌دست می‌آوریم.

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

سؤال شناگری روی خط راست مسیری به اندازهٔ ۹۰ m را در مدت ۱۲ s در یک جهت می‌پیماید. سپس در مدت ۸ s، مسافت ۵۰ m را در همان مسیر برمی‌گردد.

۱) تندی متوسط شناگر چند متر بر ثانیه می‌باشد؟

۲) اندازهٔ سرعت متوسط شناگر چند متر بر ثانیه می‌باشد؟

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

$$s_{av}=\frac{l}{\Delta t}\xrightarrow[\Delta t=\Delta t_1+\Delta t_2=20\,s]{l=90+50=140\,m} s_{av}=\frac{140}{20}=7\,m/s$$

۲) با استفاده از رابطهٔ $v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$ سرعت متوسط به‌دست می‌آید.

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}\xrightarrow[\Delta t=20\,s]{\Delta x=40\,m} v_{av}=\frac{40}{20}=2\,m/s$$

بسته ۱ پرسش‌های تشریحی

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

انواع سؤالای مفهومی که میتونه از این قسمت توی امتحانا مطرح بشه رو در ابتدا براتون آوردیم. اول اونارو جواب بدین تا خوب یاد بگیرین بعداً 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 پیموده‌شده با جابه‌جایی برابر است.

۲. برداری که مبدأ محور را به مکان جسم در هر لحظه وصل می‌کند، بردار جابه‌جایی جسم در آن لحظه نام دارد. (تجربی خرداد ۱۴۰۳)

۳. جهت سرعت متوسط همواره هم‌جهت با بردار جابه‌جایی است.

۴. تندی کمیتی برداری است.

۵. تندی متوسط در حرکت بر روی خط راست، برابر با نسبت جابه جایی 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 پیموده‌شده به مدت زمان طی این مسافت را ..... می‌نامند.

● **در هریک از جمله‌های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید.** (تجربی شهریور ۹۵، با اندکی تغییر)

۱۰. جابه‌جایی کمیتی (برداری - نرده‌ای) و مسافت پیموده‌شده، کمیتی (برداری - نرده‌ای) است.

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

۱۲. هنگام عبور متحرک از مبدأ محور x، بردار (مکان - جابه‌جایی) متحرک تغییر جهت می‌دهد. (ریاضی خرداد ۱۴۰۳)

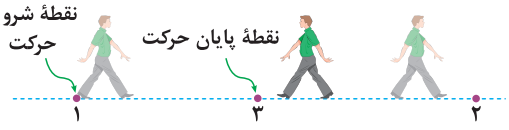
۱۳. در یک بازهٔ زمانی معین، تندی متوسط متحرک نمی‌تواند (بزرگ‌تر - کوچک‌تر) از اندازهٔ سرعت متوسط آن باشد. (ریاضی خرداد ۱۴۰۳)

۱۴. در حرکت یک‌بعدی، بدون تغییر جهت، مسافت طی‌شده (برابر با - بزرگ‌تر از) جابه‌جایی است. (ریاضی دی ۱۴۰۲)

۱۵. جهت بردار سرعت متحرک همواره بر مسیر حرکت آن (عمود - مماس) است.

۱۶. در حرکت یک‌بعدی، جهت حرکت با توجه به (مسافت طی‌شده - جهت سرعت) تعیین می‌شود.

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



● **عبارات زیر را تعریف کنید.**

۱۸. بردار مکان ۱۹. جابه‌جایی ۲۰. تندی متوسط ۲۱. سرعت متوسط

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

۲۲. **شخصی ۶۰۰ m از غرب به شرق، سپس ۸۰۰ m از جنوب به شمال حرکت می‌کند.**

آ) مسافت پیموده‌شده و جابه‌جایی شخص چند متر است؟

ب) اگر مدت زمان کل حرکت برابر ۳۰ دقیقه باشد، تندی متوسط و سرعت متوسط آن چند متر بر ثانیه می‌باشد؟

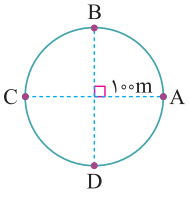
۲۳. **با توجه به داده‌های نقشهٔ شکل مقابل، خودرویی از مسیر نشان داده‌شده از شهر کرج به شهر آلَموت می‌رسد.**

آ) تندی متوسط و اندازهٔ 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 اندازهٔ سرعت متوسط می‌توانست تقریباً با یکدیگر برابر باشد؟

۲۴. **موتورسواری با تندی ثابت ۷۲ km/h مسیر دایره‌ای شکل روبه‌رو به شعاع ۱۰۰ m را می‌پیماید. ($\pi \simeq 3$)**



آ) اگر موتورسوار در دور اول از نقطهٔ A به نقطهٔ 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؟

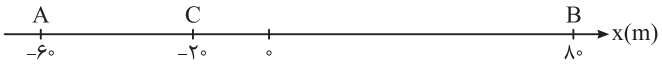
پ) اگر موتورسوار از نقطهٔ A حرکت کند و پس از یک دور کامل به نقطهٔ A برگردد، مسافت طی‌شده و جابه‌جایی آن را به‌دست آورید.

۲۵. **متحرکی روی خط راست، فاصلهٔ بین مکان آغازین $\vec{i}(+5m)$ و مکان پایانی $\vec{i}(-5m)$ را طی می‌کند.** (تجربی دی ۹۹)

آ) بردار جابه‌جایی این متحرک را به‌دست آورید.

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

۲۶. **مطابق شکل زیر متحرکی از نقطهٔ A حرکت کرده، به نقطهٔ B می‌رسد، سپس برمی‌گردد و در نقطهٔ 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 پیموده‌شدهٔ 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؟

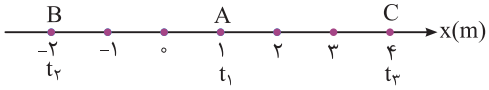
۲۷. **متحرکی در مدت زمان ۸s از مکان $\vec{r}_1 = (-4m)\vec{i}$ به مکان $\vec{r}_2 = (4m)\vec{i}$ می‌رسد.** (تجربی خرداد ۱۴۰۰)

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 شدهٔ متحرک چند متر است؟

۲۸. **متحرکی مطابق شکل در لحظهٔ t_1 در نقطهٔ A، در لحظهٔ t_2 در نقطهٔ B و در لحظهٔ t_3 در نقطهٔ C قرار دارد.** (تجربی دی ۹۷ خارج از کشور)



آ) جهت و اندازهٔ بردار مکان متحرک را در لحظهٔ t_2 بنویسید.

ب) بردار جابه‌جایی متحرک در بازهٔ زمانی t_1 تا t_3 را به‌دست آورید.

۲۹. **جدول زیر را کامل کنید. فرض کنید هر سه متحرک در مدت زمان ۱۰s فاصلهٔ 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	$-۴\vec{i}$	$۷/۶\vec{i}$			
B	$-۲/۴\vec{i}$	$-۱۰/۴\vec{i}$			
C	$۲\vec{i}$	$۴۲\vec{i}$			

اگه مطمئن هستین که درسنامه بستهٔ اول رو خوب بلدین، سؤال آخر رو حل کنین.

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

بسته دوم

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

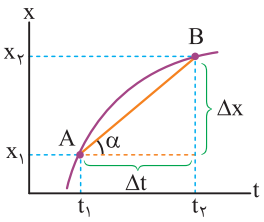
صفحه ۶ تا ۱۲ کتاب درسی

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 چند جلسه‌ای مهمون شما هستیم. بله، در این بخش و بخش‌های دیگر این فصل ما سه تا داداش به نام‌های نمودار «مکان - زمان»، نمودار «سرعت - زمان» و نمودار «شتاب - زمان» به دیدن شما میاییم و خیلی هم با فودمون سوغاتی (مثال) آوردیم. حتماً این دور همی به هممون کلی خوش می‌گذره.

یه توصیهٔ معلم - شاگردی هم بکنیم که بعضی از دوستان در زمینهٔ رسم نمودارهای درجهٔ یک (نمودار خط) و درجهٔ 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 طی‌شدهٔ جسم به طور مستقیم از روی محور عمودی (محور x) مشخص می‌شود.



در نمودار مکان - زمان، سرعت متوسط متحرک بین هر دو لحظهٔ دلخواه، برابر شیب خطی است که نمودار را در آن دو لحظه قطع می‌کند. در نمودار شکل مقابل شیب پاره‌خط AB در بازهٔ زمانی Δt نشان‌دهندهٔ سرعت متوسط متحرک در این بازه است. اگر $\Delta x > ۰$ باشد، شیب پاره‌خط AB نیز مثبت است و $v_{av} > ۰$ می‌باشد. یعنی سرعت متوسط در جهت محور x است و اگر در نمودار مکان - زمان، $\Delta x < ۰$ باشد، شیب پاره‌خط AB نیز منفی است و $v_{av} < ۰$ می‌باشد، یعنی سرعت متوسط خلاف جهت محور x است و اگر شیب صفر باشد، سرعت متوسط صفر است.

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

تندی لحظه‌ای و سرعت لحظه‌ای

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

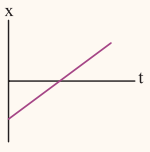
سرعت لحظه‌ای: اگر هنگام گزارش تندی لحظه‌ای، به جهت حرکت متحرک اشاره شود، در واقع سرعت لحظه‌ای آن را که کمیتی برداری است، بیان کرده‌ایم. سرعت لحظه‌ای را با $\vec{v}$ نشان می‌دهیم. در حرکت روی خط راست به جای $\vec{v}$ از v استفاده می‌کنیم.

محل عقربهٔ تندی‌سنج 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.

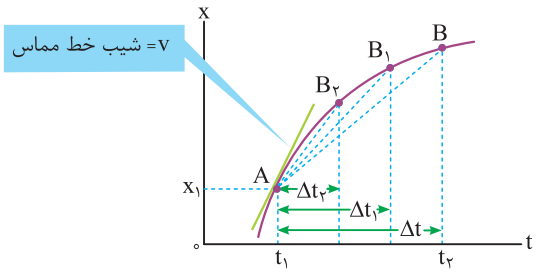
سؤال **از روی نمودار مکان - زمان توضیح دهید در چه صورت سرعت لحظه‌ای متحرک همواره با سرعت متوسط آن برابر است؟** برگرفته از کتاب درسی

پاسخ اگر نمودار مکان - زمان یک خط راست باشد، سرعت لحظه‌ای متحرک با سرعت متوسط آن برابر است، زیرا در این صورت شیب پاره‌خط در هر بازهٔ 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 ، نقطهٔ B به نقطهٔ A نزدیک می‌شود. در این صورت خط واصل بین این دو نقطه، در حالتی که بازهٔ زمانی Δt بسیار کوچک شود، یعنی Δt به سمت صفر میل کند $(\Delta t \to 0)$ ، 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.



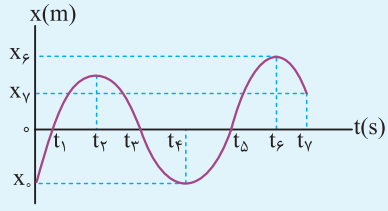
نکته ۱ در نمودار مکان - زمان، به تعداد نقاطی که نمودار محور t را قطع می‌کند، متحرک از مبدأ عبور کرده و بردار مکان تغییر جهت می‌دهد.

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 دادم سوغاتی‌ها (مثال‌ها) را یکی یکی رو می‌کنیم.

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

برگرفته از کتاب درسی



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 بازهٔ 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 بازهٔ 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.

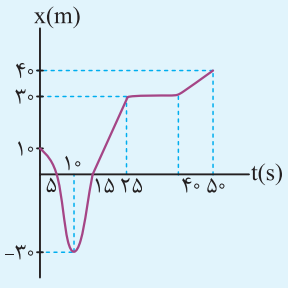
۵ در جهت محور x ؛ زیرا x_7 مثبت و x_0 منفی است و در نتیجه حاصل عبارت روبه‌رو مثبت می‌شود. $\Delta x = x_7 - x_0 \xrightarrow{x_7 > x_0} \Delta x > 0$

بنابراین جابه‌جایی کل، در جهت محور x است.

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

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

برگرفته از کتاب درسی



۱ **در چه لحظه‌ای متحرک بیش‌ترین فاصله از مبدأ را دارد؟**

۲ **در چه بازهٔ زمانی متحرک خلاف جهت محور x حرکت می‌کند؟**

۳ **در چه بازهٔ زمانی متحرک در جهت محور x حرکت می‌کند؟**

۴ **در چه بازهٔ زمانی متحرک ساکن است؟**

۵ **از لحظهٔ 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 به‌دست آورید.**

۷ **تندی متوسط از لحظهٔ شروع حرکت تا ۵۰s چند متر بر ثانیه است؟**

پاسخ ۱ در لحظهٔ ۵۰ s

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

۳ با توجه به توضیحات قسمت قبل در بازهٔ زمانی ۱۰ s تا ۲۵ s و ۴۰ s تا ۵۰ s متحرک در جهت محور x حرکت می‌کند.

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

۵ یک بار، در لحظهٔ ۱۰ s

۶ با استفاده از رابطهٔ سرعت متوسط داریم:

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

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{۳۰ - ۰}{۲۵ - ۵} = ۱/۵\,m/s$$

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

$$v_{av} = \frac{۴۰ - ۱۰}{۵۰ - ۰} \Rightarrow v_{av} = \frac{۳۰}{۵۰} = ۰/۶\,m/s$$

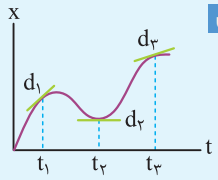
۷ ابتدا مسافت طی شده در بازهٔ زمانی صفر تا ۵۰ s را به‌دست می‌آوریم:

$$l = ۴۰ + ۷۰ = ۱۱۰\,m$$

با استفاده از رابطهٔ تندی متوسط داریم:

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} \xrightarrow{l=۱۱۰\,m} s_{av} = \frac{۱۱۰}{۵۰} = ۲/۲\,m/s$$

سؤال **شکل روبه‌رو نمودار x – t متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x در حرکت است.** برگرفته از کتاب درسی



خط‌های $d_۱$ ، $d_۲$ و $d_۳$ مماس بر منحنی را در سه لحظهٔ متفاوت نشان می‌دهند.

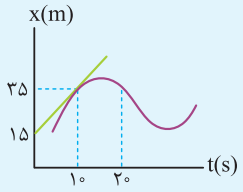
۱ در کدام لحظه سرعت متحرک بیش‌تر است؟ چرا؟

۲ کدام لحظه سرعت متحرک صفر است؟ چرا؟

پاسخ ۱ در لحظهٔ $t_۱$ سرعت متحرک بیش‌تر است، زیرا شیب خط مماس در لحظهٔ $t_۱$ از شیب خط مماس در لحظه‌های دیگر بیش‌تر است.

۲ در لحظهٔ $t_۲$ سرعت متحرک صفر است، زیرا شیب خط مماس در لحظهٔ $t_۲$ 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 لحظهٔ ۱۰ s رسم شده است.**



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

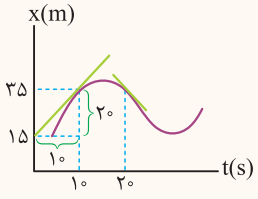
۲ در لحظهٔ ۲۰ s متحرک در جهت محور x حرکت می‌کند یا خلاف جهت آن؟ چرا؟

پاسخ شیب خط مماس بر نمودار مکان – زمان در هر لحظه نشان‌دهندهٔ سرعت در آن لحظه است.

۱ در لحظهٔ ۱۰ s شیب خط مماس را به‌دست می‌آوریم.

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۳۵ - ۱۵}{۱۰ - ۰} = ۲\,m/s$$

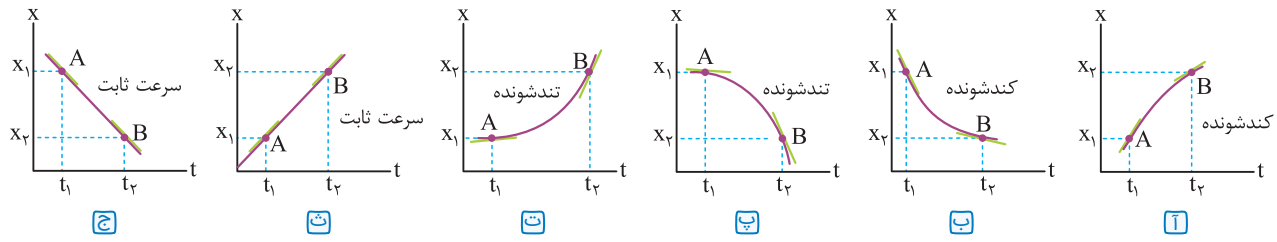
۲ شیب خط مماس در لحظهٔ ۲۰ s منفی است. بنابراین سرعت در این لحظه منفی است و متحرک خلاف جهت محور x حرکت می‌کند.



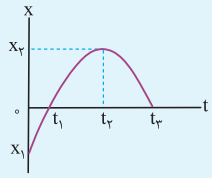
اینجا بهتون یاد می‌دیم چه‌جوری با نمودار مکان ـ زمان بتونید نوع حرکت جسم رو تعیین کنین.

تعیین نوع حرکت با استفاده از نمودار مکان – زمان

برای تعیین نوع حرکت در نمودار مکان – زمان، در هر بازهٔ 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 بازهٔ زمانی اندازهٔ سرعت دوچرخه‌سوار رو به افزایش است؟

۲ در کدام بازهٔ زمانی اندازهٔ سرعت دوچرخه‌سوار رو به کاهش است؟

۳ در لحظهٔ $t_۲$ سرعت دوچرخه‌سوار چقدر است؟

پاسخ ۱ با توجه به توضیحات قبلی، در بازهٔ زمانی $t_۲$ تا $t_۳$ اندازهٔ سرعت دوچرخه‌سوار رو به افزایش است. زیرا اندازهٔ شیب خط مماس در حال افزایش است.

۲ در بازهٔ زمانی صفر تا $t_۲$ سرعت دوچرخه‌سوار در حال کاهش است، زیرا شیب خط مماس در حال کاهش می‌باشد.

۳ شیب خط مماس در هر لحظه نشان‌دهندهٔ سرعت در همان لحظه است. بنابراین سرعت در لحظهٔ $t_۲$ برابر صفر است.

شتاب متوسط و لحظه‌ای

هواستون رو خوب 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. رابطهٔ آن به‌صورت زیر است.

$$\vec{a}_{av} = \frac{\vec{v}_۲ - \vec{v}_۱}{t_۲ - t_۱} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

a_{av} : شتاب متوسط برحسب $m/s^۲$ ، Δv : تغییرات سرعت برحسب m/s ، Δt : مدت زمان برحسب s

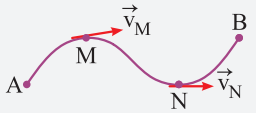
نکته ۱ شتاب متوسط یک کمیت برداری و هم‌جهت با بردار $\Delta \vec{v}$ است.

۲ اگر متحرک در یک راستا حرکت کند، رابطهٔ بالا به‌صورت زیر نوشته می‌شود. ولی با توجه به ماهیت برداری سرعت‌های $v_۱$ و $v_۲$ باید به علامت‌های جبری که نشان‌دهندهٔ جهت حرکت‌اند، توجه کنیم.

$$a_{av} = \frac{v_۲ - v_۱}{t_۲ - t_۱} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

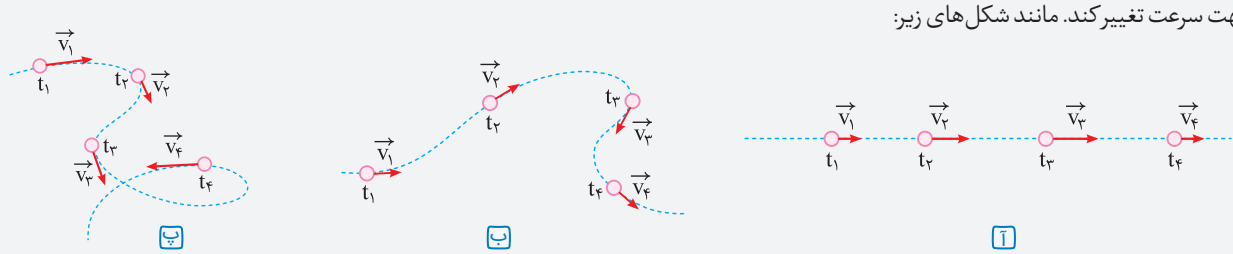
۳ اگر جسم در مسیر خمیده حرکت کند، جهت بردار سرعت آن همواره بر مسیر حرکت مماس است.

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 اندازهٔ 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 اندازهٔ آن، (ب) به دلیل تغییر جهت آن و (پ) به دلیل تغییر هم‌زمان اندازه و جهت آن، حرکت جسم شتابدار است.

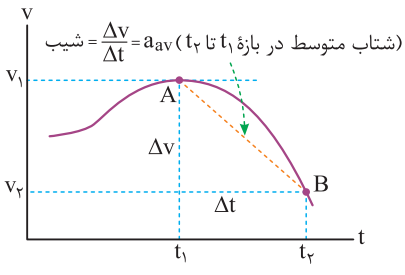
شتاب لحظه‌ای: شتاب متحرک در هر لحظه از زمان را شتاب لحظه‌ای می‌نامند. در کتاب‌های فیزیک شتاب لحظه‌ای را برای سادگی شتاب می‌نامند و آن را با $\vec{a}$ نشان می‌دهند.

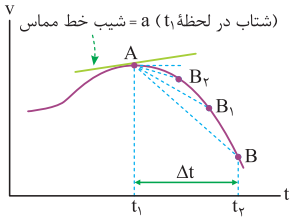
نکته اگر شتاب متحرک در بازه‌های زمانی مختلف یکسان باشد، در این حالت شتاب متوسط با شتاب لحظه‌ای برابر بوده و به آن شتاب ثابت گفته می‌شود.

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

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

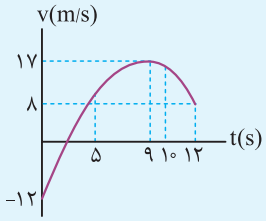
- در نمودار سرعت - زمان، شیب پاره‌خطی که نمودار را در یک بازهٔ زمانی معین قطع می‌کند، نشان‌دهندهٔ شتاب متوسط است.
- در نمودار سرعت - زمان شکل مقابل، شیب پاره‌خط AB برابر با شتاب متوسط است.





• اگر t_2 به t_1 بسیار بسیار نزدیک شود، به طوری‌که Δt به سمت صفر میل کند $(\Delta t \to 0)$ پاره‌خط AB در نقطهٔ A بر منحنی مماس می‌شود. شیب خط مماس بر نمودار در هر نقطه نشان‌دهندهٔ شتاب لحظه‌ای می‌باشد. در این نمودار نیز اگر شیب خط مماس مثبت باشد، شتاب لحظه‌ای مثبت و اگر منفی باشد، شتاب لحظه‌ای منفی و اگر صفر باشد، شتاب لحظه‌ای صفر است.

سؤال **نمودار سرعت - زمان دوچرخه‌سواری که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است.**



۱ شتاب متوسط دوچرخه‌سوار در کل مدت زمان حرکت چند متر بر مربع ثانیه و در چه جهتی است؟

۲ در چه لحظه‌ای شتاب صفر است؟

۳ در بازهٔ زمانی ۹s تا ۱۲s شتاب متوسط را به‌دست آورید و بیان کنید در چه جهتی است؟

۴ در لحظه‌های ۵s و ۱۰s شتاب دوچرخه‌سوار در جهت محور x است یا خلاف جهت محور x ؟ چرا؟

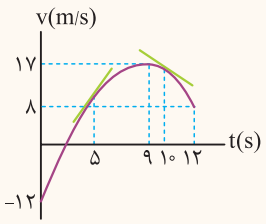
پاسخ **۱** با توجه به رابطهٔ شتاب متوسط داریم:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a_{av} = \frac{۸-(-۱۲)}{۱۲-۰} = \frac{۲۰}{۱۲} = \frac{۵}{۳}\,m/s^2$$

شتاب متوسط در جهت محور x می‌باشد.

۲ در لحظهٔ ۹s شیب خط مماس برابر صفر می‌شود. بنابراین شتاب در این لحظه برابر صفر است.

۳ با استفاده از رابطهٔ شتاب متوسط داریم:



$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a_{av} = \frac{۸-۱۷}{۱۲-۹} = \frac{-۹}{۳} = -۳\,m/s^2$$

علامت منفی نشان می‌دهد که جهت شتاب خلاف جهت محور x است.

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

بنابراین در لحظهٔ ۵s شتاب در جهت محور x و در لحظهٔ ۱۰s خلاف جهت محور x است.

اینجا هم مثل نمودار مکان ـ زمان که قبلاً بهتون یاد دادم، میخوایم یاد بگیرین چه‌جوری با نمودار سرعت ـ 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 علامت‌های سرعت و شتاب داریم:

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

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

۳ اگر $a=0$ باشد، v ثابت و حرکت با سرعت ثابت می‌باشد. (به حرکت با سرعت ثابت در ادامه بیش‌تر پرداخته می‌شود.)

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.

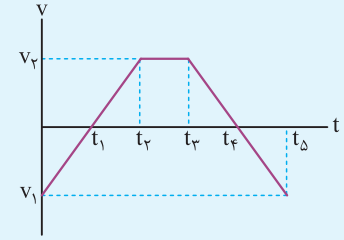
! نکته **۱** در نمودار سرعت - زمان، اگر نمودار بالای محور t باشد، علامت سرعت مثبت است و متحرک در جهت محور x حرکت می‌کند و اگر نمودار پایین محور t باشد، علامت سرعت منفی است و متحرک خلاف جهت محور x حرکت می‌کند.

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

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

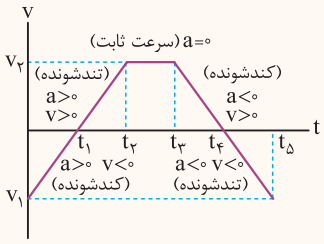
۴ در نمودار سرعت - زمان، به تعداد نقاط ماکزیمم و مینیمم شتاب حرکت صفر شده و شتاب تغییر جهت می‌دهد.

سؤال **نمودار سرعت - زمان جسمی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است.**



علامت شتاب و سرعت و همینطور نوع حرکت را در بازه‌های 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.

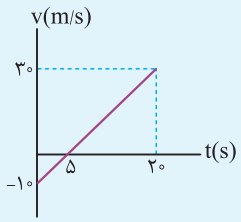
پاسخ با توجه به علامت‌های a و v نوع حرکت را در هر بازهٔ زمانی تعیین می‌کنیم.



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 سربالایی باشد) علامت a مثبت و اگر شیب نمودار منفی باشد (نمودار سرپایینی باشد) علامت a منفی است و اگر نمودار افقی باشد، $a = ۰$ است.

توجه می‌توانستیم با نزدیک یا دورشدن نمودار به محور t هم نوع حرکت را تعیین کنیم. مثلاً در بازه‌های زمانی $t_۱$ تا $t_۲$ و یا $t_۴$ تا $t_۵$، 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 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 اندازهٔ سرعت کاهش می‌یابد و حرکت کندشونده است. به عبارت دیگر در این بازهٔ زمانی $v < ۰$ و $a > ۰$ است، بنابراین حرکت کندشونده است و در بازهٔ زمانی ۵s تا ۲۰s، اندازهٔ سرعت رو به افزایش است و حرکت تندشونده می‌باشد. به عبارت دیگر در این بازهٔ زمانی $v > ۰$ و $a > ۰$ است. پس حرکت تندشونده است.

۲ با توجه به داده‌های روی نمودار، شتاب متوسط را در هر بازهٔ زمانی به‌دست می‌آوریم.

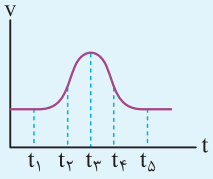
$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{۰ - (-۱۰)}{۵ - ۰} = ۲\,m/s^۲$$

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{۳۰ - ۰}{۲۰ - ۵} = ۲\,m/s^۲$$

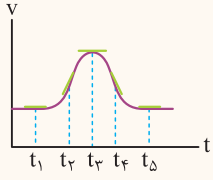
علامت مثبت شتاب نشان می‌دهد که شتاب در جهت محور x است و شیب نمودار سرعت - زمان ثابت است، بنابراین اندازه و جهت شتاب برای بازه‌های زمانی مختلف یکسان است.

۳ در لحظهٔ ۵s چون سرعت متحرک صفر می‌شود.

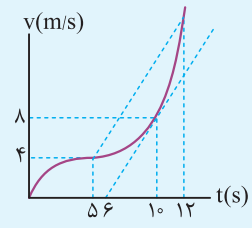
سؤال **شکل مقابل نمودار سرعت - زمان اتومبیلی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x حرکت می‌کند. در کدام لحظه یا لحظه‌های نشان داده‌شده روی نمودار، شتاب اتومبیل مثبت، منفی یا صفر است؟**



پاسخ شیب خط مماس در هر لحظه را بر روی نمودار رسم می‌کنیم. در لحظه‌های $t_۱$، $t_۲$ و $t_۵$ شتاب صفر است زیرا شیب خط مماس در آن لحظه صفر است. در لحظهٔ $t_۳$ شتاب مثبت است، چون شیب خط مماس در آن لحظه مثبت است. در لحظهٔ $t_۴$ 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 لحظهٔ ۱۰s برابر شتاب متوسط آن بین دو لحظهٔ $t_۱ = ۵s$ و $t_۲ = ۱۲s$ باشد، سرعت متحرک در لحظهٔ ۱۲s چند متر بر ثانیه است؟**



پاسخ ابتدا شتاب متحرک را در لحظهٔ ۱۰s که همان شیب خط مماس است به‌دست می‌آوریم.

$$a_{۱۰} = \frac{۸ - ۰}{۱۰ - ۶} = ۲\,m/s^۲$$

سپس شتاب متوسط در بازهٔ زمانی ۵s تا ۱۲s را محاسبه کرده و برابر با $۲\,m/s^۲$ قرار می‌دهیم.

$$a_{av} = \frac{v_{۱۲} - v_۵}{t_{۱۲} - t_۵} \Rightarrow \frac{v_{۱۲} - ۴}{۱۲ - ۵} = ۲ \Rightarrow v_{۱۲} - ۴ = ۱۴ \Rightarrow v_{۱۲} = ۱۸\,m/s$$

بسته ۲

پرسش‌های تشریحی

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

اینجا هم اول سؤالات مفهومی و حفظی رو یاد می‌گیرین دوباره میرید سراغ سؤالات محاسباتی!

عبارت مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

۳۱. شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان در هر لحظه، برابر (شتاب - سرعت) لحظه‌ای متحرک است. (ریاضی شهریور ۱۴۰۲)

۳۲. یکای شتاب متوسط در SI، (متر بر مربع ثانیه - متر در مربع ثانیه) است. (ریاضی دی ۱۴۰۲)

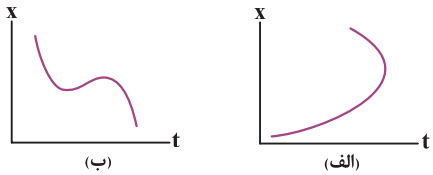
۳۳. در نمودار سرعت - زمان، شیب خط واصل بین دو نقطه در بازهٔ زمانی دلخواه، نشان‌دهندهٔ (شتاب متوسط - سرعت متوسط) است.

۳۴. شتاب متوسط همواره در جهت (تغییرات سرعت - سرعت) است. (تجربی خرداد ۱۴۰۲و ریاضی خرداد ۱۴۰۳)

۳۵. نسبت مسافت طی شده به مدت زمان حرکت (سرعت متوسط - تندی متوسط) نامیده می‌شود. (تجربی خرداد ۱۴۰۲)

۳۶. شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان در هر لحظه، (سرعت - شتاب) متحرک در آن لحظه را نشان می‌دهد. (ریاضی خرداد ۱۴۰۳)

۳۷. با توجه به شکل‌های زیر، نمودار (الف - ب) می‌تواند نشان‌دهندهٔ نمودار مکان - زمان یک متحرک باشد. (ریاضی دی ۱۴۰۱)



۳۸. تندی متوسط، کمیتی (نرده‌ای - برداری) است. (تجربی شهریور ۱۴۰۲)

با توجه به نمودار سرعت - زمان زیر که مربوط به حرکت یک جسم بر خط راست است، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

۳۹. در بازهٔ زمانی صفر تا t_1 شتاب حرکت (مثبت - منفی) است. (ریاضی دی ۹۹ خارج از کشور)

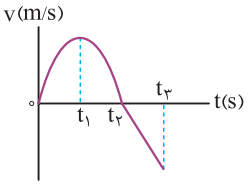
۴۰. در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 شتاب (ثابت - متغیر) است.

۴۱. در لحظهٔ t_1 شتاب حرکت (ثابت - صفر) است.

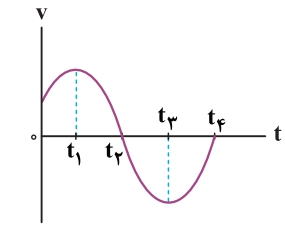
۴۲. در لحظهٔ t_2 سرعت متحرک (صفر - ثابت) شده است.

۴۳. در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3 حرکت جسم در (خلاف جهت - جهت) محور x است.

۴۴. سطح محصور بین نمودار و محور زمان، نشان دهندهٔ تغییر (مکان - سرعت) است.



نمودار سرعت - زمان متحرکی که بر محور x در حرکت است، مطابق شکل است. با توجه به نمودار عبارت درست را از درون پرانتز انتخاب کنید. (تجربی دی ۱۴۰۲)



۴۵. در لحظهٔ $(t_2 - t_1)$ جهت حرکت متحرک تغییر می‌کند.

۴۶. در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3 حرکت جسم (تندشونده - کندشونده) است.

۴۷. در لحظهٔ $(t_4 - t_3)$ متحرک متوقف می‌شود.

۴۸. شتاب متوسط متحرک در بازهٔ زمانی صفر تا t_4 (در جهت - خلاف جهت) محور x است.

درستی یا نادرستی عبارات زیر را مشخص کنید و دلیل نادرستی یا شکل درست عبارات نادرست را بنویسید.

۴۹. شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان در هر لحظه نشان‌دهندهٔ شتاب لحظه‌ای است.

۵۰. در حرکت کند شونده، بردارهای سرعت و شتاب متحرک، در خلاف جهت هم هستند. (ریاضی خرداد ۱۴۰۲)

۵۱. اگر شتاب و سرعت هم‌علامت باشند، سرعت متحرک رو به کاهش است.

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

۵۳. شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان در هر لحظه نشان‌دهندهٔ سرعت لحظه‌ای است.

۵۴. شتاب متوسط، کمیتی برداری و هم‌جهت با بردار تغییر سرعت است. (تجربی خرداد ۱۴۰۳)

۵۵. اگر جهت سرعت متحرک تغییر کند، حرکت جسم شتاب‌دار نیست.

درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را مشخص کنید. (ریاضی شهریور ۱۴۰۰، مشابه ریاضی دی ۱۴۰۰)

۵۶. سرعت متوسط، یک کمیت برداری است که همواره با بردار تغییر مکان هم جهت می‌باشد.

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

۵۸. عقربهٔ تندی‌سنج خودروها، تندی لحظه‌ای خودرو را نشان می‌دهند.

۵۹. شتاب در یک حرکت، فقط به دلیل تغییر در اندازهٔ بردار سرعت ایجاد می‌شود.

● جاهای خالی را با عبارات مناسب پر کنید.

۶۰. در نمودار مکان - زمان، شیب خط واصل بین دو نقطه در بازهٔ زمانی دلخواه، نشان‌دهندهٔ ..... است.

۶۱. اگر هنگام گزارش تندی لحظه‌ای، به جهت حرکت متحرک نیز اشاره شود، در واقع ..... را بیان کرده‌ایم.

۶۲. بردار سرعت در هر نقطه از مسیر، بر مسیر حرکت ..... است.

۶۳. در هر لحظهٔ دلخواه t ، ..... برابر شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان در آن لحظه است.

۶۴. اگر شتاب و سرعت دارای علامت مخالف باشند، حرکت متحرک ..... است.

● در جمله‌های زیر، جاهای خالی را با کلمه‌های مناسب تکمیل کنید. (ریاضی خرداد ۹۹، مشابه دی ۹۸)

۶۵. در حرکت بر روی خط راست و بدون تغییر جهت، مسافت با ..... برابر است.

۶۶. شتاب متوسط، کمیتی برداری است و هم‌جهت با بردار ..... می‌باشد.

۶۷. در حرکت ..... ، سرعت متوسط متحرک در هر بازهٔ زمانی دلخواه، با سرعت لحظه‌ای آن برابر است.

۶۸. اگر تندی جسم در یک مسیر خمیده ثابت باشد، حرکت دارای شتاب ..... .

۶۹. شیب خطِ مماس بر نمودار سرعت - زمان، برابر ..... متحرک است.

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

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

آ) تندی متوسط، کمیتی ..... است.

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

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

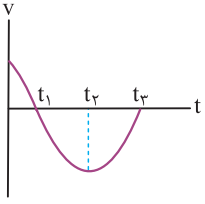
ت) برداری که مبدأ محور را به مکان جسم در هر لحظه وصل می‌کند، ..... جسم در آن لحظه نامیده می‌شود.

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

۷۱. **هر یک از گزاره‌های ستون (آ) تنها به یک کمیت در ستون (ب) ارتباط دارد. گزارهٔ مرتبط با هر کمیت را مشخص کنید (در ستون (ب) یک مورد اضافه است).** (تجربی شهریور ۱۴۰۰ خارج از کشور)

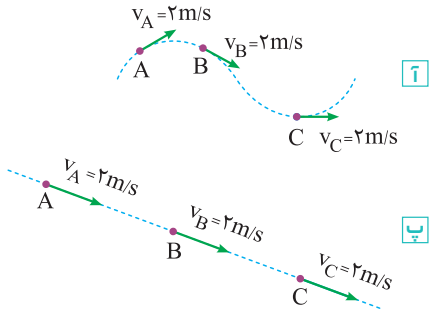
(آ)	(ب)
۱. کمیتی نرده‌ای و همواره مثبت است. ۲. برابر با شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان در هر لحظهٔ دلخواه t است. ۳. این بردار در هر نقطه از مسیر، مماس بر مسیر حرکت است. ۴. کمیتی برداری و در بازهٔ زمانی Δt ، هم‌جهت با بردار تغییر سرعت است.	a) سرعت b) شتاب لحظه‌ای c) شتاب متوسط d) مسافت e) جابه‌جایی

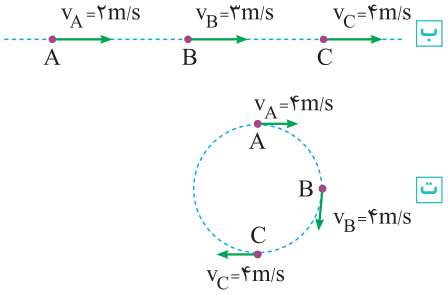
۷۲. **نمودار سرعت - زمان جسمی که بر روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. با توجه به نمودار جدول زیر را کامل کنید.** (ریاضی خرداد ۹۲، با اندکی تغییر)



بازهٔ زمانی	صفر تا t_1	t_1 تا t_2	t_2 تا t_3
نوع حرکت			
علامت شتاب			

۷۳. **در شکل‌های زیر در کدام مسیر، حرکت شتاب‌دار است و در کدام مسیر، حرکت شتاب‌دار نیست؟**

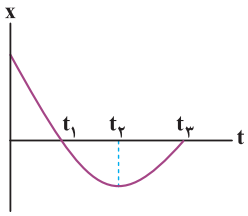




۷۴. **دو تفاوت بین تندی متوسط و سرعت متوسط بیان کنید.** (ریاضی دی ۹۹)

۷۵. **شتاب لحظه‌ای را با توجه به نمودار سرعت - زمان تعریف کنید.** (ریاضی دی ۹۹)

۷۶. **شکل زیر نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در راستای محور x با شتاب ثابت حرکت می‌کند.** (تجربی شهریور ۱۴۰۲)



آ) سرعت اولیه متحرک در جهت محور x است یا خلاف جهت محور x ؟

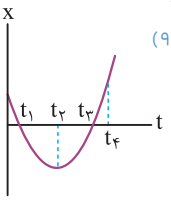
ب) در کدام بازهٔ زمانی متحرک در حال دور شدن از مبدأ است؟

پ) در چه لحظه ای جهت بردار مکان عوض شده است؟

ت) در کدام بازهٔ زمانی حرکت متحرک تند شونده است؟

ث) علامت بردار شتاب متحرک مثبت است یا منفی؟

۷۷. **نمودار مکان - زمان جسمی که روی خط راست حرکت می‌کند به شکل سهمی زیر است. با توجه به نمودار، به سؤالات زیر پاسخ دهید.**



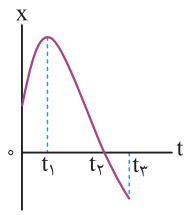
(ریاضی خرداد ۹۶، مشابه تجربی خرداد ۹۷)

آ) در چه لحظه‌ای جهت حرکت جسم تغییر کرده است؟

ب) در کدام لحظه‌ها جسم از مبدأ مکان می‌گذرد؟

پ) در بازهٔ زمانی صفر تا t_1 حرکت جسم، تندشونده است یا کندشونده؟

۷۸. **شکل روبه‌رو نمودار مکان - زمان حرکت یک متحرک که در راستای محور x حرکت می‌کند را نشان می‌دهد.** (تجربی خرداد ۱۴۰۰، مشابه ریاضی و تجربی دی ۹۹ و خارج از کشور ۱۴۰۰)



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

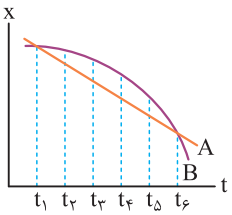
ب) جابه‌جایی کل متحرک در جهت محور x است یا خلاف جهت محور x ؟

پ) جهت حرکت متحرک چند بار تغییر کرده است؟

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

ث) در کدام لحظه متحرک از مبدأ عبور می‌کند؟

۷۹. **شکل مقابل نمودار مکان - زمان دو خودرو را نشان می‌دهد که در جهت محور x در حرکت‌اند.**



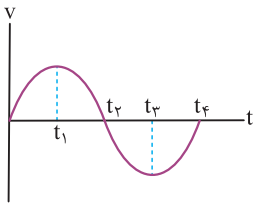
آ) در چه لحظه‌هایی دو خودرو از کنار یکدیگر می‌گذرند؟

ب) در چه لحظه‌ای تندی دو خودرو تقریباً یکسان است؟

پ) سرعت متوسط دو خودرو را در بازهٔ زمانی t_1 تا t_6 با هم مقایسه کنید.

ت) در لحظهٔ t_1 تندی دو خودرو را با هم مقایسه کنید.

۸۰. **نمودار سرعت - زمان حرکت یک جسم به شکل مقابل است.** (ریاضی شهریور ۹۴، با اندکی تغییر)



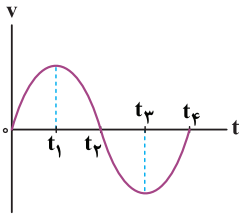
آ) در کدام لحظه جسم تغییر جهت می‌دهد؟

ب) در کدام بازهٔ زمانی، شتاب جسم منفی است؟

پ) در کل زمان حرکت، شتاب جسم چند بار تغییر جهت می‌دهد؟

ت) در کدام بازهٔ زمانی، متحرک در جهت مثبت محور x حرکت می‌کند؟

۸۱. **نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است:** (ریاضی دی ۱۴۰۲)

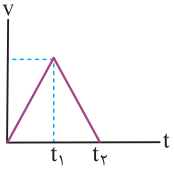


آ) در چه لحظه‌ای جهت حرکت متحرک تغییر می‌کند؟

ب) در کدام بازهٔ زمانی، حرکت متحرک تندشونده با شتاب منفی است؟

پ) چرا در بازهٔ زمانی t_1 تا t_3 جابه‌جایی متحرک برابر صفر است؟

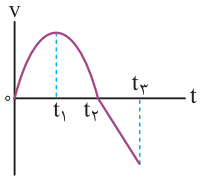
۸۲. **نمودار سرعت - زمان متحرکی که در مسیر مستقیم از مبدأ مکان شروع به حرکت می‌کند، مطابق شکل است.** (تجربی خرداد ۹۴)



آ) نوع حرکت در هر بازهٔ زمانی را تعیین کنید.

ب) نمودار مکان - زمان آن را به طور کیفی رسم کنید.

۸۳. نمودار سرعت - زمان متحرکی که در حال حرکت در امتداد محور x است در شکل زیر نشان داده شده است.

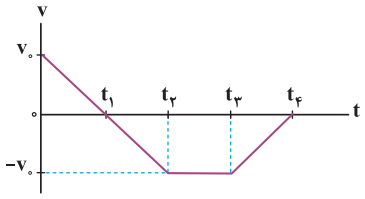


آ) در کدام بازهٔ زمانی، بردار شتاب در جهت محور x است؟

ب) در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3 حرکت تندشونده است یا کندشونده؟

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

۸۴. شکل زیر نمودار سرعت - زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x حرکت می‌کند. با توجه به نمودار به سؤالات زیر پاسخ دهید. (ریاضی شهریور ۱۴۰۲)



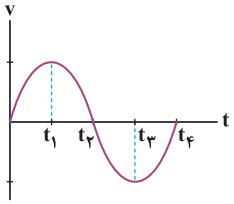
آ) در چه لحظه یا لحظه‌هایی جهت حرکت متحرک تغییر کرده است؟

ب) در کدام بازهٔ زمانی، حرکت کند شونده و در خلاف جهت محور x است؟

پ) نوع حرکت در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3 چیست؟

ت) جابه‌جایی در کل مدت زمان حرکت، در جهت محور x است یا در خلاف جهت آن؟

۸۵. نمودار سرعت - زمان متحرکی در شکل زیر نشان داده شده است. درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را مشخص کنید.

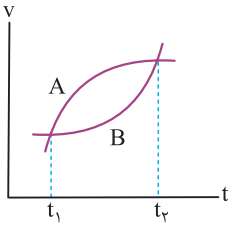


آ) در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3 بردار شتاب در جهت محور x است. (تجربی دی ۱۴۰۱)

ب) در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 حرکت کند شونده است.

پ) در لحظهٔ t_2 شتاب صفر است.

۸۶. نمودار سرعت - زمان حرکت دو جسم بر روی خط راست، مطابق شکل است.



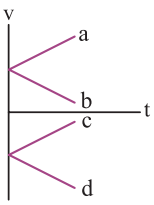
آ) شتاب کدام متحرک در حال کاهش است؟ توضیح دهید.

ب) در لحظهٔ t_1 ، شتاب متحرک A بیش‌تر است یا متحرک B ؟ چرا؟

پ) با استدلال شتاب متوسط دو متحرک را در بازهٔ t_1 تا t_2 با هم مقایسه کنید.

ت) نوع حرکت هر کدام چیست؟ (کندشونده یا تندشونده)

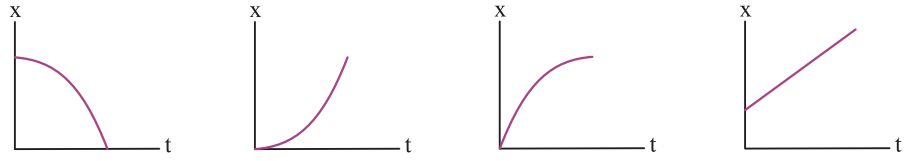
۸۷. در تمامی حالت‌های شکل زیر، خودروها در امتداد محور x و با شتاب ثابت در حرکت‌اند. (برگرفته از کتاب درسی)



آ) حرکت هر یک از خودروها، توسط کدام‌یک از نمودارهای v - t توصیف می‌شود؟

ب) توضیح دهید تندی کدام خودرو در حال افزایش (حرکت تندشونده) و تندی کدام خودرو در حال کاهش (حرکت کندشونده) است.

۸۸. در شکل‌های زیر نمودار مکان - زمان برای چهار متحرک نشان داده شده است. هر یک از جملات زیر، مربوط به کدام متحرک است؟



آ) متحرک از حال سکون شروع به حرکت کرده و خلاف جهت محور x حرکت می‌کند.

ب) سرعت متحرک در جهت محور x در حال کاهش است.

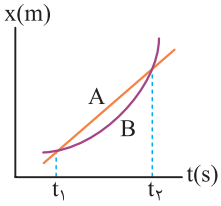
پ) سرعت متحرک ثابت است.

ت) متحرک از حال سکون در جهت محور x شروع به حرکت می‌کند.

۸۹. توضیح دهید کدام‌یک از نمودارهای مکان - زمان شکل زیر، می‌تواند نشان دهندهٔ نمودار x - t یک متحرک باشد. (تجربی شهریور ۱۴۰۰، مشابه تجربی شهریور ۹۸)

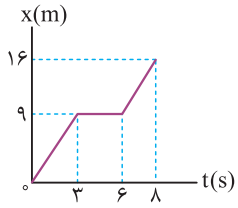
۹۰. **جسمی در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند. شتاب جسم در حال افزایش و تندی آن در حال کاهش است. نمودار سرعت - زمان این جسم را به‌صورت کیفی رسم کنید.** (ریاضی خرداد ۱۴۰۲)

۹۱. **شکل روبه‌رو نمودار مکان - زمان دو خودروی A و B را نشان می‌دهد که در جهت محور x در حرکت‌اند. با ذکر دلیل، سرعت متوسط دو خودرو در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 را با هم مقایسه کنید.** (تجربی خرداد ۹۹ خارج از کشور)



حالا وقتشه که آروم، آروم بریم سراغ سؤالات محاسباتی که ببینیم تو امتحانای نهایی چه‌جوری ازش سؤال میدن!

۹۲. **شکل روبه‌رو نمودار مکان - زمان حرکت یک متحرک که در راستای محور x حرکت می‌کند را نشان می‌دهد.** (تجربی شهریور۹۹)

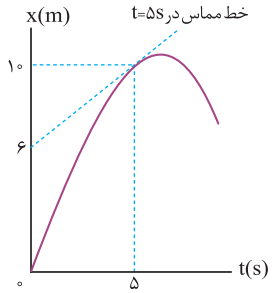


آ در کدام لحظه متحرک بیش‌ترین فاصله از مبدأ مختصات را دارد؟

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

پ مسافت طی شده در بازهٔ زمانی صفر تا ۸s چند متر است؟

۹۳. **نمودار مکان - زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند مطابق شکل است.**

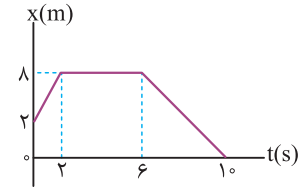


آ سرعت متحرک در لحظهٔ $t = 5\,s$ چند متر بر ثانیه است؟

ب سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی صفر تا ۵ ثانیه چند متر بر ثانیه است؟

پ علامت سرعت را در ۵ ثانیهٔ اول حرکت مشخص کرده و هم‌چنین نوع حرکت متحرک را در این مدت بیان کنید.

۹۴. **شکل روبه‌رو نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x حرکت می‌کند.**

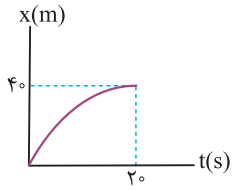


آ در کدام بازهٔ زمانی، متحرک ساکن است؟ (تجربی خرداد ۹۹ خارج از کشور)

ب مسافت پیموده شده توسط متحرک در بازهٔ زمانی صفر تا ۱۰ s چند متر است؟

پ سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی ۶s تا ۱۰ s، چند متر بر ثانیه است؟

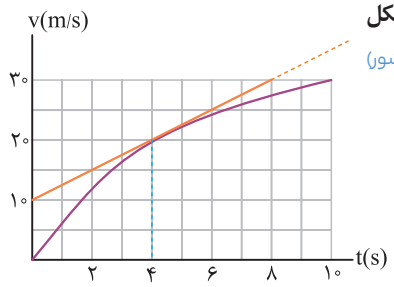
۹۵. **نمودار مکان - زمان دوچرخه‌سواری مطابق شکل روبه‌رو است. دوچرخه‌سوار در مبدأ زمان و در مبدأ مکان با سرعت $4\,m/s$ حرکت می‌کند.**



آ سرعت متوسط و تندی متوسط دوچرخه‌سوار از صفر تا ۲۰ s چند متر بر ثانیه است؟

ب شتاب متوسط این متحرک از صفر تا ۲۰ s چند متر بر مربع ثانیه است؟

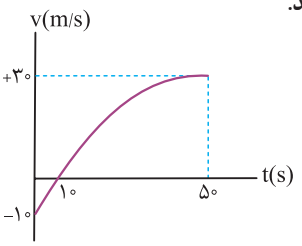
۹۶. **نمودار سرعت - زمان خودرویی که در امتداد محور x حرکت می‌کند، در بازهٔ زمانی ۰s تا ۱۰s مطابق شکل روبه‌رو است.** (تجربی شهریور۹۹ خارج از کشور)



آ شتاب متوسط خودرو در این بازهٔ زمانی چقدر است؟

ب شتاب خودرو را در لحظهٔ $t = 4\,s$ به دست آورید.

۹۷. **شکل روبه‌رو نمودار سرعت - زمان متحرکی که در راستای محور x حرکت می‌کند را در ۵۰s اول حرکت نشان می‌دهد.**

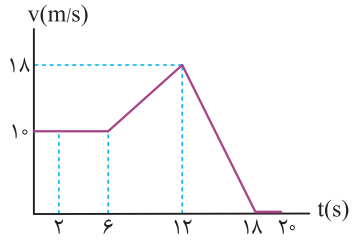


آ در کل مدت حرکت، حرکت متحرک تندشونده است یا کندشونده؟ چرا؟

ب شتاب متوسط متحرک را در بازه‌های زمانی صفر تا ۱۰ s و ۱۰ تا ۵۰ s محاسبه کنید.

پ در کل مدت زمان حرکت، اندازهٔ شتاب متحرک در حال افزایش است یا کاهش؟ چرا؟

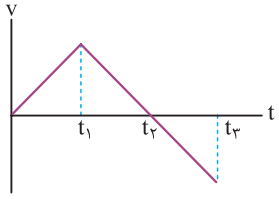
۹۸. **نمودار سرعت - زمان خودرویی که در راستای محور x حرکت می‌کند، در بازهٔ زمانی صفر تا ۲۰ s مطابق شکل روبه‌رو است.** (برگرفته از کتاب درسی)



آ) شتاب خودرو را در هر یک از لحظه‌های $t = ۲s$ ، $t = ۹s$ و $t = ۱۷s$ به‌دست آورید.

ب) شتاب متوسط خودرو در بازهٔ زمانی صفر تا ۲۰ s چقدر است؟

۹۹. **نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x در حال حرکت است، مطابق شکل است. به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.** (ریاضی خرداد ۹۷)



آ) در کدام بازهٔ زمانی، حرکت کندشونده است؟

ب) در کدام بازهٔ زمانی، علامت شتاب مثبت است؟

پ) در چه بازهٔ زمانی، حرکت تندشونده و در خلاف جهت محور x است؟

بسته سوم

حرکت با سرعت ثابت

صفحه ۱۳ و ۱۴ کتاب درسی

وقتی به حرکت با سرعت ثابت رسیدم یاد داستان مسابقهٔ لاک‌پشت و خرگوش که بچه بودین بهتون می‌گفتن، افتادم. حتماً یادتونه که در این داستان لاک‌پشت برنده میشه، بعدش هم این شعرو براتون می‌خوندن؛ رهرو آن نیست گهی تند و گهی خسته رود، رهرو آن است که آهسته و پیوسته رود.

حالا بریم سراغ حرکت با سرعت ثابت ببینیم چی می‌خواد براتون بگه.

حرکت با سرعت ثابت

ساده‌ترین نوع حرکت، حرکت با سرعت ثابت است. در این نوع حرکت، تندی (اندازهٔ سرعت) و جهت سرعت متحرک در طول مسیر ثابت است. در حرکت با سرعت ثابت شتاب متحرک برابر صفر است و سرعت متوسط متحرک در هر بازهٔ زمانی دلخواه، برابر سرعت لحظه‌ای آن است.

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

معادلهٔ حرکت با سرعت ثابت در امتداد محور x

اگر متحرکی که با سرعت ثابت حرکت می‌کند، در لحظهٔ $t_۱ = ۰$ در مکان $x_۱ = x_۰$ و در لحظهٔ $t_۲ = t$ در مکان $x_۲ = x$ باشد، معادلهٔ مکان - زمان آن به‌صورت مقابل است:

$$x = vt + x_۰$$

$x_۰$: مکان اولیه بر حسب m

x : مکان متحرک در لحظهٔ t بر حسب m

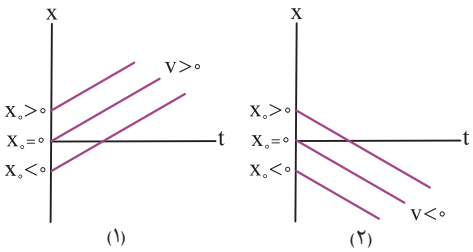
v : سرعت متحرک بر حسب m/s

t : زمان در هر لحظهٔ دلخواه بر حسب s

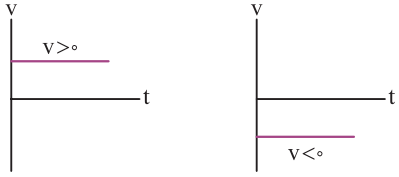
- توجه کنید x و $x_۰$ می‌توانند مثبت، منفی یا صفر باشند. سرعت متحرک هم به دلیل ماهیت برداری آن، در صورتی که متحرک در جهت محور x حرکت کند، مثبت و اگر خلاف جهت محور x حرکت کند، منفی است.

- مطابق شکل‌های زیر:

۱ نمودار مکان - زمان حرکت با سرعت ثابت روی خط راست، یک خط راست است.



۲ نمودار سرعت - زمان حرکت با سرعت ثابت، یک خط راست موازی محور زمان است.



بخش ۲

پاسخ‌نامه

فصل ۱

حرکت بر خط راست

۱ | نادرست، اگر متحرک تغییر جهت دهد، جابه‌جایی با مسافت برابر نیست.

۲ | نادرست، تعریف داده‌شده مربوط به بردار مکان است.

۳ | درست

۴ | نادرست، تندی کمیتی نرده‌ای است.

۵ | نادرست، تندی متوسط، نسبت مسافت طی‌شده به مدت زمان آن است.

۶	بردار مکان	۷	مسافت پیموده‌شده
۸	بردار جابه‌جایی	۹	تندی متوسط
۱۰	برداری - نرده‌ای	۱۱	سرعت
۱۲	مکان	۱۳	کوچک‌تر
۱۴	برابر با	۱۵	مماس
۱۶	جهت سرعت	۱۷	کم‌تر از

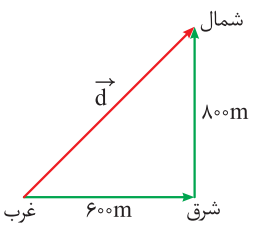
۱۸ | بردار مکان: برداری است که مبدأ محور را به مکان جسم در هر لحظه وصل می‌کند.

۱۹ | جابه‌جایی: پاره‌خط جهت‌داری است که مکان آغازین حرکت را به مکان پایانی وصل می‌کند.

۲۰ | تندی متوسط: مسافت پیموده‌شده نسبت به مدت زمان طی این مسافت را تندی متوسط می‌نامند.

۲۱ | سرعت متوسط: نسبت جابه‌جایی متحرک به مدت زمان جابه‌جایی را سرعت متوسط می‌نامند.

۲۲ | آ) مطابق شکل زیر، مسافت پیموده‌شده برابر است با:



$l = ۶۰۰ + ۸۰۰ = ۱۴۰۰\,m$

و جابه‌جایی شخص برابر است با:

$d = \sqrt{۶۰۰^۲ + ۸۰۰^۲} = ۱۰۰۰\,m$

ب) با استفاده از روابط تندی متوسط و سرعت متوسط داریم:

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} \Rightarrow s_{av} = \frac{۱۴۰۰}{۱۸۰۰} = \frac{۷}{۹}\,m/s$$

$$v_{av} = \frac{d}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{۱۰۰۰}{۱۸۰۰} = \frac{۵}{۹}\,m/s$$

۲۳ | آ) با استفاده از روابط تندی متوسط و سرعت متوسط، داریم:

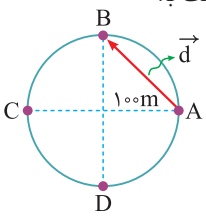
$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} \xrightarrow{\Delta t = ۳h} s_{av} = \frac{۱۰۱ + ۷۰}{۳} = ۵۷\,km/h$$

$$v_{av} = \frac{d}{\Delta t} \xrightarrow{\Delta t = ۳h} \frac{۸۱}{۳} = ۲۷\,km/h$$

ب) تندی متوسط خودرو $۵۷\,km/h$ است یعنی خودرو در هر ساعت به طور متوسط مسافت ۵۷ کیلومتر را می‌پیماید. سرعت متوسط خودرو $۲۷\,km/h$ است، یعنی خودرو در هر ساعت به طور متوسط ۲۷ کیلومتر به مقصد نزدیک‌تر می‌شود.

پ) در صورتی که متحرک روی خط راست و بدون تغییر جهت حرکت کند، اندازهٔ جابه‌جایی و مسافت طی شدهٔ آن یکسان خواهد شد و در نتیجه اندازهٔ سرعت متوسط و تندی متوسط آن نیز برابر می‌شود.

۲۴ | آ) مسافت پیموده‌شده از A تا B برابر است با:



$$l = \frac{۲\pi r}{۴} = \frac{۲ \times ۳ \times ۱۰۰}{۴} = ۱۵۰\,m$$

و جابه‌جایی متحرک برابر است با:

$$d = \sqrt{۱۰۰^۲ + ۱۰۰^۲} = ۱۰۰\sqrt{۲}\,m$$

ب) ابتدا $۷۲\,km/h$ را به متر بر ثانیه تبدیل می‌کنیم:

$$۷۲\,km/h \div ۳/۶ = ۲۰\,m/s$$

سپس با استفاده از رابطهٔ تندی متوسط، مدت زمانی را که طول می‌کشد تا موتورسوار از A به C برسد، به‌دست می‌آوریم:

$$l_{AC} = \frac{\pi r}{۲} = ۳ \times ۱۰۰ = ۳۰۰\,m$$

$$\Rightarrow s_{av} = \frac{l}{\Delta t} \xrightarrow{l = ۳۰۰\,m} \Delta t = \frac{l}{s_{av}} = \frac{۳۰۰}{۲۰} = ۱۵\,s$$

پ) مسافت طی‌شده برابر است با: $l = ۲\pi r = ۲ \times ۳ \times ۱۰۰ = ۶۰۰\,m$

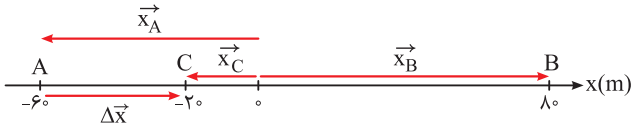
و جابه‌جایی برابر صفر است.

۲۵ | آ) $\vec{d} = \vec{r}_۲ - \vec{r}_۱ = (-۵m)\vec{i} - (۵m)\vec{i} \Rightarrow \vec{d} = (-۱۰m)\vec{i}$

ب) متحرک روی خط راست و در یک جهت حرکت کند.

۲۶ | آ) بردار مکان، برداری است که مبدأ محور را به مکان متحرک در هر نقطه وصل می‌کند که با $\vec{x}_A$ و $\vec{x}_B$ و $\vec{x}_C$ در شکل نمایش داده شده است.

ب) بردار جابه‌جایی، برداری است که نقطهٔ شروع حرکت (A) را به نقطهٔ پایانی حرکت (C) وصل می‌کند که با $\Delta\vec{x}$ نمایش داده شده است.



پ) مسافت پیموده‌شده برابر است با: $l = l_{AB} + l_{BC}$

$$\Rightarrow l = (۸۰ + ۶۰) + (۸۰ + ۲۰) \Rightarrow l = ۲۴۰\,m$$

و جابه‌جایی متحرک برابر است با:

$$\Delta x = x_C - x_A \Rightarrow \Delta x = -۲۰ - (-۶۰) = ۴۰\,m$$

ت) تندی متوسط متحرک برابر است با:

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} \Rightarrow s_{av} = \frac{۲۴۰}{۶۰} = ۴\,m/s$$

و سرعت متوسط آن از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید.

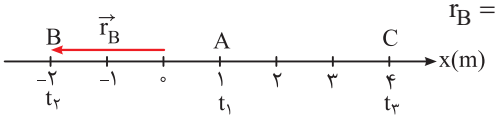
$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۴۰}{۶۰} = \frac{۲}{۳}\,m/s$$

۲۷ | آ) در جهت مثبت محور x

ب) $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{۴-(-۴)}{۸} = ۱ m/s$

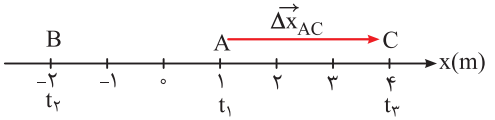
پ) اگر متحرک روی خط راست بدون تغییر جهت حرکت کند، مسافت ۸m است؛ در غیر این‌صورت نمی‌توان مسافت را تعیین کرد.

۲۸ | آ) $r_B = ۲m$



با توجه به شکل، اندازهٔ بردار مکان در لحظهٔ $t_۲$، ۲m و خلاف جهت محور x است.

ب) جابه‌جایی در جهت محور x است. $\Delta x_{AC} = ۴ - ۱ = ۳m$



۲۹ |

متحرک	مکان آغازین (m)	مکان پایانی (m)	جابه‌جایی (m)	سرعت متوسط (m/s)	جهت حرکت
A	$-۴\vec{i}$	$۷/۶\vec{i}$	$۱۱/۶\vec{i}$	$۱/۱۶\vec{i}$	جهت محور x
B	$-۲/۴\vec{i}$	$-۱۰/۴\vec{i}$	$-۸\vec{i}$	$-۰/۸\vec{i}$	خلاف جهت محور x
C	$۲\vec{i}$	$۴۲\vec{i}$	$۴۰\vec{i}$	$۴\vec{i}$	جهت محور x

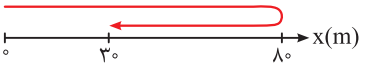
با استفاده از رابطه‌های جابه‌جایی $(\Delta x = x_۲ - x_۱)$ و سرعت متوسط $\left(v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}\right)$ جدول را کامل می‌کنیم. هم‌چنین علامت Δx نشان‌دهندهٔ جهت حرکت است.

$$A: \begin{cases} \vec{\Delta x} = ۷/۶\vec{i} - (-۴\vec{i}) = (۱۱/۶m)\vec{i} \\ \vec{v}_{av} = \frac{۱۱/۶\vec{i}}{۱۰} = (۱/۱۶ m/s)\vec{i} \end{cases}$$

$$B: \begin{cases} \vec{\Delta x} = -۱۰/۴\vec{i} - (-۲/۴\vec{i}) = (-۸m)\vec{i} \\ \vec{v}_{av} = \frac{-۸}{۱۰} = (-۰/۸ m/s)\vec{i} \end{cases}$$

$$C: \begin{cases} \vec{\Delta x} = ۴۲\vec{i} - ۲\vec{i} = (۴۰m)\vec{i} \\ \vec{v}_{av} = \frac{۴۰\vec{i}}{۱۰} = (۴m/s)\vec{i} \end{cases}$$

۳۰ | مسافت پیموده‌شدهٔ شناگر برابر $۵۰ + ۸۰ + ۵۰ = ۱۳۰m$ و مقدار جابه‌جایی آن برابر ۳۰m می‌باشد.



$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} \xrightarrow{\Delta t = ۲۰s} s_{av} = \frac{۱۳۰}{۲۰} = ۶/۵ m/s$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۳۰}{۲۰} = ۱/۵ m/s$$

۳۱ | شتاب
۳۲ | متر بر مربع ثانیه
۳۳ | شتاب متوسط
۳۴ | تغییرات سرعت
۳۵ | تندی متوسط
۳۶ | سرعت
۳۷ | ب
۳۸ | نرده‌ای
۳۹ | مثبت
۴۰ | متغیر
۴۱ | صفر
۴۲ | صفر
۴۳ | خلاف جهت
۴۴ | مکان
۴۵ | $t_۲$
۴۶ | تندشونده
۴۷ | $t_۴$
۴۸ | خلاف جهت

۴۹ | درست
۵۰ | درست
۵۱ | نادرست، اگر شتاب و سرعت هم‌علامت باشند، نوع حرکت تندشونده و یا اندازهٔ سرعت در حال افزایش است.
۵۲ | درست
۵۳ | درست
۵۴ | درست
۵۵ | نادرست، اگر جهت سرعت متحرک تغییر کند، حرکت جسم شتاب‌دار است.
۵۶ | درست
۵۷ | نادرست
۵۸ | درست
۵۹ | نادرست
۶۰ | سرعت متوسط
۶۱ | سرعت لحظه‌ای
۶۲ | مماس
۶۳ | شتاب لحظه‌ای
۶۴ | کندشونده
۶۵ | جابه‌جایی
۶۶ | تغییر سرعت
۶۷ | با سرعت ثابت
۶۸ | است.
۶۹ | شتاب لحظه‌ای

۷۰ | آ) نرده‌ای ب) بردار جابه‌جایی پ) شتاب ت) بردار مکان ث) تندی متوسط

۷۱ | ۱- مسافت ۲- شتاب لحظه‌ای ۳- سرعت ۴- شتاب متوسط

۷۲ |

بازهٔ زمانی	صفر تا $t_۱$	$t_۱$ تا $t_۲$	$t_۲$ تا $t_۳$
نوع حرکت	کندشونده	تندشونده	کندشونده
علامت شتاب	منفی	منفی	مثبت

۷۳ | مسیر (آ) و (ت) دارای حرکت شتاب‌دار هستند، زیرا اگر اندازهٔ سرعت متحرک ثابت باشد و جهت آن تغییر کند، حرکت شتاب‌دار است.
در مسیر (ب) اندازهٔ سرعت تغییر می‌کند ولی جهت آن ثابت می‌ماند، بنابراین حرکت شتاب‌دار است.
در مسیر (پ) اندازه و جهت سرعت ثابت می‌ماند، بنابراین حرکت شتاب‌دار نیست.

۷۴ | تندی متوسط کمیتی نرده‌ای و سرعت متوسط کمیتی برداری است. تندی متوسط یعنی نسبت مسافت به زمان و سرعت متوسط یعنی نسبت جابه‌جایی به زمان.

۷۵ | شتاب لحظه‌ای برابر است با شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان در هر لحظه

۷۶ | آ) خلاف جهت محور x ب) t_1 تا t_2
پ) t_1 ت) t_2 تا t_3 ث) مثبت

۷۷ | آ) t_2 ب) t_1 و t_3 پ) کندشونده

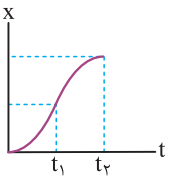
۷۸ | آ) t_1 ب) خلاف جهت محور x
پ) یک بار ت) t_1 تا t_2 ث) t_2

۷۹ | آ) در لحظه‌هایی که مکان دو خودرو برابر باشد، خودروها از کنار یکدیگر می‌گذرند. بنابراین در لحظه‌های t_1 و t_4 از کنار یکدیگر می‌گذرند.
ب) در لحظه‌ای که شیب خط مماس دو خودرو تقریباً یکسان باشد، تندی آن‌ها تقریباً برابر است. بنابراین در لحظهٔ t_4 ، تندی آن‌ها یکسان است.
پ) طبق رابطهٔ $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ، سرعت متوسط دو خودرو در بازهٔ زمانی t_1 تا t_4 با هم برابر است، چون Δx و Δt برای هر دو خودرو برابر می‌باشد.
ت) اگر شیب خط مماس را در لحظهٔ t_1 رسم کنیم، شیب خط مماس متحرک A از شیب خط مماس متحرک B بیش‌تر است. بنابراین تندی متحرک B کم‌تر از تندی متحرک A است.

۸۰ | آ) در لحظهٔ t_2 ب) در بازهٔ زمانی t_1 تا t_3
پ) دو بار، در لحظه‌های t_1 و t_3 ت) در بازهٔ زمانی صفر تا t_2

۸۱ | آ) در لحظهٔ t_2 ب) در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3
پ) مساحت بین نمودار سرعت - زمان و محور زمان برابر جابه‌جایی است، بنابراین جابه‌جایی در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 برابر با منفی جابه‌جایی در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3 است، پس جابه‌جایی کل این بازه، صفر می‌شود.

۸۲ | آ) در بازهٔ زمانی صفر تا t_1 حرکت تندشونده و در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 حرکت کندشونده است.
ب)

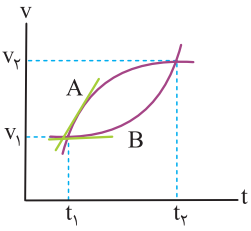


۸۳ | آ) صفر تا t_1 ب) تندشونده پ) t_2

۸۴ | آ) t_1 ب) t_3 تا t_4
پ) سرعت ثابت ت) در خلاف جهت محور x

۸۵ | آ) نادرست ب) درست پ) نادرست

۸۶ | آ) شتاب متحرک A در حال کاهش است؛ زیرا شیب نمودار سرعت - زمان آن در حال کاهش است.



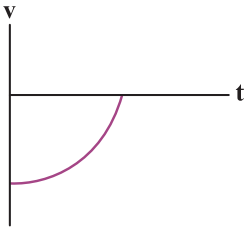
ب) A ، زیرا در لحظهٔ t_1 ، شیب خط مماس بر نمودار برای متحرک A بیش‌تر از متحرک B است.
پ) چون در یک بازهٔ زمانی تغییرات سرعت هر دو متحرک برابر است، پس شتاب متوسط دو متحرک با هم برابر است.
ت) حرکت هر دو متحرک تندشونده است، زیرا اندازهٔ سرعت هر دو متحرک از v_1 به v_2 رسیده و $v_2 > v_1$ است.

۸۷ | آ) ۱) ← (a) ، ۲) ← (b) ، ۳) ← (c) ، ۴) ← (d)
ب) تندی خودروهای شکل (۱) و (۴) در حال افزایش است. زیرا سرعت و شتاب آن‌ها هم‌جهت می‌باشد. تندی خودروهای (۲) و (۳) در حال کاهش است. زیرا سرعت و شتاب آن‌ها خلاف جهت یکدیگرند.

۸۸ | آ) ۴ ب) ۲ پ) ۱ ت) ۳

۸۹ | نمودار (آ)؛ زیرا متحرک در هر لحظه از زمان صرفاً در یک مکان قرار دارد. در شکل (ب) اگر یک خط قائم رسم کنیم، نمودار را در دو نقطه قطع می‌کند. بنابراین این نمودار نمی‌تواند نمودار مکان - زمان یک متحرک باشد.

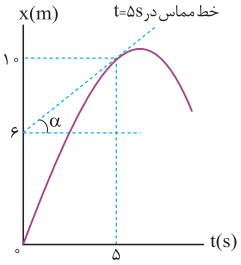
۹۰ |



۹۱ | طبق رابطهٔ $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ، سرعت متوسط هر دو متحرک برابر است.

۹۲ | آ) $t = 8s$
ب) $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{16-9}{8-6} = 3/5 m/s$
پ) $l = 16m$

۹۳ | آ) برای پیدا کردن سرعت در لحظهٔ $t = 5s$ باید شیب خط مماس در این لحظه را پیدا کنیم؛ شیب این خط برابر است با:



$$v_5 = \frac{10-6}{5-0} = 0/8 m/s$$

ب) $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_5 - x_0}{t_5 - t_0} = \frac{10-0}{5-0} = 2 m/s$

پ) شیب نمودار در بازهٔ زمانی صفر تا ۵ ثانیه مثبت است. بنابراین سرعت در این بازه مثبت است. هم‌چنین با توجه به توضیحات درسنامه در این بازهٔ زمانی، حرکت کندشونده است.

مرور سریع فرمول‌ها
فیزیک تجربی ۳
محمد رفعت
فرمول بیست
هدیه رایگان

فرمول بیست

در این کتابچه تمامی فرمول‌های مورد نیاز را به همراه نکات و تذکرات لازم ارائه کرده‌ایم و رابطه‌ی بین پارامترهای فرمول‌ها را به طور کامل ترسیم کرده‌ایم تا با بررسی نمودارها به تسلط لازم برسید. تصاویر و جداول مهم کتاب درسی و همین‌طور مطالب حفظی کتاب درسی را نیز به طور کامل بیان کرده‌ایم.

تهران، میدان انقلاب
نبش بازارچه کتاب
www.gajmarket.com

فهرست

فصل اول حرکت بر خط راست

بسته اول: فرمول‌ها ۳
بسته دوم: نمودارها ۸
بسته سوم: تصاویر و جداول ۱۱
بسته چهارم: مفاهیم ۱۲

فصل دوم دینامیک

بسته اول: فرمول‌ها ۱۳
بسته دوم: نمودارها ۲۲
بسته سوم: تصاویر و جداول ۲۴
بسته چهارم: مفاهیم ۲۴

فصل سوم نوسان و امواج

بسته اول: فرمول‌ها ۲۷
بسته دوم: نمودارها ۴۰
بسته سوم: تصاویر و جداول ۴۳
بسته چهارم: مفاهیم ۴۵

فصل چهارم آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای

بسته اول: فرمول‌ها ۵۲
بسته دوم: نمودارها ۵۶
بسته سوم: تصاویر و جداول ۵۷
بسته چهارم: مفاهیم ۶۱

فصل ۱
حرکت بر خط راست

بسته ۱ فرمول‌ها

۱ سرعت متوسط و تندی متوسط

$$s_{av} = \frac{l}{t} \quad \begin{matrix} \text{مسافت} \to (m) \\ \text{زمان} \to (s) \end{matrix} \qquad \text{تندی متوسط } (m/s)$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \begin{matrix} \text{جابه‌جایی} \to (m) \\ \text{زمان} \to (s) \end{matrix} \qquad \text{سرعت متوسط } (m/s)$$

تحلیل در سرعت متوسط، جابه‌جایی، فاصلهٔ مستقیم مبدأ تا مقصد مورد نظر است. ولی در تندی متوسط کل مسیر پیموده‌شده توسط متحرک در بازهٔ زمانی مد نظر است.

تذکر: اگر متحرکی به نقطهٔ شروع بازگردد، جابه‌جایی صفر و سرعت متوسط صفر دارد، ولی تندی متوسط برای آن غیر صفر است.

۲ سرعت متوسط در مسیرهای چند مرحله‌ای

اگر جابه‌جایی و زمان هر مسیر را داشته باشیم:

$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \cdots}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \cdots}$$

اگر جابه‌جایی را ندهند (Δx):

$$\vec{v}_{av} = \frac{v_1 \Delta t_1 + v_2 \Delta t_2 + \cdots}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \cdots}$$

اگر زمان را ندهند (Δt):

$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \cdots}{\frac{\Delta x_1}{v_1} + \frac{\Delta x_2}{v_2} + \cdots}$$

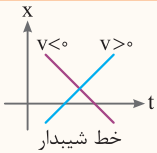
تذکر ۱: اگر متحرکی بخشی از مسیر را بازگردد و خلاف محور x حرکت کند، x آن را منفی جایگذاری می‌کنیم.

تذکر ۲: در حرکت‌های چندمرحله‌ای یکنواخت بر روی مسیر مستقیم، تندی متوسط برابر است با:

$$s_{av} = \frac{|\Delta x_1| + |\Delta x_2| + \ldots}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \ldots}$$

و همواره $s_{av} \geq v_{av}$ است.

۳ حرکت یکنواخت



سرعت (m/s)

$x = v\,t + x_{۰}$ → مکان اولیه (m)

مکان (m) — زمان (s)

تحلیل نمودار مکان – زمان در هر لحظه موقعیت متحرک را نشان می‌دهد. اگر متحرک قبل از مبدأ حرکت کند $x_{۰} < ۰$ ، بعد از مبدأ حرکت کند $x_{۰} > ۰$ و اگر از مبدأ حرکت کند $x_{۰} = ۰$ و شیب نمودار، علامت سرعت را تعیین می‌کند.

کلید واژه حرکت با سرعت ثابت – حرکت یکنواخت – نمودار خطی

تبدیل واحد واحد سرعت باید m/s باشد، در غیر این‌صورت داریم:

$$km/h \xrightarrow[\times ۳/۶]{\div ۳/۶} m/s \qquad cm/s \xrightarrow[\times ۱۰^{۲}]{\times ۱۰^{-۲}} m/s$$

ذره‌بین در نمودار مکان – زمان هر آن‌چه قبل از t وجود دارد، سرعت و هر آن‌چه بعد از t اضافه یا کم می‌شود، مکان اولیه است.

ایستگاه مثال

	v		$x_{۰}$
$x =$	۴	t	-۱۲
$x =$	۲	t	صفر
$x =$	-۳	t	$+۹$

۴ شتاب

تغییر سرعت (m/s)

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_{۲} - v_{۱}}{t_{۲} - t_{۱}}$$

شتاب ($m/s^{۲}$) — زمان (s)

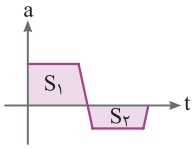
نکات:

۱ در حرکت با شتاب ثابت، این معادله به‌صورت یک عدد ثابت بدون درجه می‌باشد.

۲ اگر در حرکتی بردارهای سرعت و شتاب با یکدیگر هم‌جهت باشند، تندی متحرک ($|v|$) دائماً در حال افزایش بوده و حرکت متحرک تندشونده می‌باشد. ($a.v > ۰$) . در یک حرکت کندشونده بردارهای شتاب و سرعت در خلاف جهت یکدیگرند به طوری‌که $a.v < ۰$ می‌باشد.

۳ در قله‌ها و دره‌ها در نمودار سرعت – زمان، شتاب متحرک صفر است. اگر نمودار سرعت – زمان به محور t نزدیک شود، حرکت کندشونده و اگر از محور t دور شود، حرکت تندشونده است.

۴ سطح زیر نمودار شتاب - زمان تغییر سرعت را نشان می‌دهد:



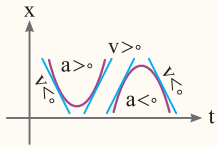
$$|S_1| - |S_2| = \Delta v$$

نکته کاربردی: اگر در نمودار شتاب - زمان محور عمودی را در جرم ضرب کنیم، نمودار نیرو - زمان به‌دست می‌آید که در فصل بعد کاربرد دارد.

۵ حرکت شتابدار

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$$

(شتاب: m/s^2، سرعت اولیه: m/s، مکان: m، زمان: s، مکان اولیه: m)



تحلیل با استفاده از نمودار مکان - زمان حرکت شتابدار با شتاب ثابت، می‌توان موقعیت متحرک را شناسایی کرد. در حرکت از مبدأ $x_0 = 0$، جلوتر از مبدأ $x_0 > 0$ و عقب‌تر از مبدأ $x_0 < 0$ می‌باشد. تقعر نمودار، علامت شتاب و شیب نمودار، علامت سرعت را تعیین می‌کند.

کلید واژه حرکت با شتاب ثابت - نمودار منحنی درجه ۲ - تغییر سرعت

ذره‌بین در حرکت با شتاب ثابت هر آن‌چه قبل از t^2 قرار دارد، نصف شتاب و هر آن‌چه قبل از t قرار دارد، سرعت اولیه و هر آن‌چه در انتهای معادله اضافه یا کم می‌شود، مکان اولیه است.

ایستگاه مثال

$$x = \underbrace{\frac{1}{2}}_{\frac{1}{2}a}t^2 + \underbrace{4}_{v_0}t \underbrace{-4}_{x_0} \qquad \frac{1}{2}a = \frac{1}{2} \Rightarrow a = 1\,m/s^2$$

$$x = \underbrace{-4}_{\frac{1}{2}a}t^2 + \underbrace{2}_{v_0}t + \underbrace{10}_{x_0} \qquad \frac{1}{2}a = -4 \Rightarrow a = -8\,m/s^2$$

نکات:

۱ اگر درجهٔ معادلهٔ مکان - زمان، ۳ و بالاتر باشد حرکت شتابدار متغیر، اگر معادله درجه ۲ باشد، شتابدار ثابت و اگر درجه ۱ باشد، یکنواخت است و اگر معادلهٔ $x-t$ مثلثاتی باشد، نوع حرکت، نوسانی یا هماهنگ ساده است. (شتاب متغیر)

۲ ریشه‌های معادلهٔ $x-t$ لحظات عبور از مبدأ را نشان می‌دهد.

۳ اگر در معادلهٔ مکان - زمان، t را صفر جایگذاری کنیم، مکان اولیهٔ متحرک (x_0) به‌دست می‌آید. با جایگذاری هر لحظه در معادلهٔ مکان - زمان موقعیت متحرک را در آن لحظه به‌دست می‌آوریم.

۴ اگر دو متحرک در نمودار مکان - زمان با هم برخورد کنند در آن لحظه موقعیت یکسان دارند $x_1 = x_2$.

۵ شیب نمودار بین دو نقطه، سرعت متوسط را نشان می‌دهد و اگر شیب در یک نقطه بر نمودار مماس شود، مفهوم تندی لحظه‌ای را می‌رساند.

۶ اگر نمودار مکان - زمان خط شیبدار باشد، حرکت یکنواخت و اگر منحنی باشد، حرکت شتابدار است.

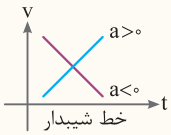
۷ اگر نمودار مکان – زمان با محور t برخورد کند و از آن عبور کند، در آن لحظات، متحرک از مبدأ عبور کرده است.
۸ در قله‌ها و دره‌ها در نمودار مکان – زمان تندی صفر و متحرک توقف کرده است.

۶ معادلهٔ سرعت – زمان

$v = a\,t + v_0$ → تندی اولیه (m/s)

زمان (S) ↑ سرعت (m/s) ↑

↓ شتاب (m/s^2)



تحلیل هرگاه در هر لحظه در حرکت شتابدار، سرعت متحرک را بخواهیم، از این رابطه استفاده می‌کنیم. از لحاظ نموداری، شیب نمودار، علامت سرعت را تعیین می‌کند و مساحت زیر نمودار، جابه‌جایی و مسافت متحرک را نشان می‌دهد.

تذکر: اگر متحرک متوقف شود $v = ۰$ و در نتیجه، زمان توقف از $t = |\frac{v_0}{a}|$ به‌دست می‌آید.

کلید واژه معادلهٔ سرعت زمان – زمان توقف یا ترمز – نمودار $v - t$

ذره‌بین در حرکت با شتاب ثابت هر آن‌چه قبل از t قرار دارد شتاب متحرک و هر آن‌چه در انتهای معادله اضافه یا کم می‌شود، سرعت اولیه است.

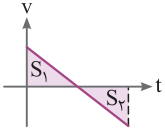
ایستگاه مثال

$v = \underbrace{۴}_{a}\ t\ \underbrace{-۲}_{v_0}$

$v = ۲\ t$ صفر

$v = -۳\ t + ۴$

نکات:

۱ 

جابه‌جایی $|S_1| - |S_2| = \Delta x$

مسافت $|S_1| + |-S_2| = L$

۲ اگر درجهٔ معادله ۲ و بالاتر باشد حرکت شتابدار متغیر، اگر درجهٔ معادله ۱ باشد حرکت شتابدار ثابت و اگر به‌صورت یک عدد ثابت باشد، حرکت یکنواخت است.

۳ اگر نمودار سرعت – زمان منحنی باشد، شتابدار متغیر، اگر خط شیبدار باشد شتابدار با شتاب ثابت و اگر خط صاف افقی باشد یکنواخت است.

۴ ریشه‌های معادلهٔ $v - t$ لحظات توقف و سرعت صفر را نشان می‌دهد. اگر قبل و بعد از این نقاط علامت سرعت تغییر کرده باشد علاوه بر توقف، تغییر جهت سرعت نیز خواهیم داشت.

۵ هر توقفی الزاماً تغییر جهت ندارد.

۶ اگر در معادلهٔ سرعت – زمان، t را صفر قرار دهیم سرعت اولیهٔ متحرک محاسبه می‌شود.

۷ اگر دو متحرک در نمودار سرعت – زمان با هم برخورد کنند دارای سرعت برابر می‌باشند: $v_1 = v_2$

۸ هرگاه دو متحرک از هم سبقت بگیرند: $\Delta x_1 = \Delta x_2$

۹ هرگاه متحرکی متوقف شود: $v_2 = ۰$

۱۰ هرگاه متحرکی رها شود – از حال سکون حرکت کند – شروع به حرکت کند: $v_۱ = ۰$

۱۱ هرگاه متحرک سرعت ثابت داشته باشد: $a = ۰ \, , \, v_۱ = v_۲$

۱۲ شیب نمودار بین دو نقطه، شتاب متوسط را نشان می‌دهد و اگر شیب در یک نقطه بر نمودار مماس شود، مفهوم شتاب لحظه‌ای را می‌رساند.

۱۳ اگر متحرک از حال سکون حرکت کند یا از ارتفاعی رها شود، سرعت اولیه نداشته است.

۱۴ اگر نمودار سرعت – زمان با محور t برخورد کند، در آن لحظات سرعت صفر بوده و متحرک متوقف شده است.

نکته کاربردی: اگر در نمودار سرعت – زمان، محور سرعت را در جرم ضرب کنیم نمودار تکانه – زمان به‌دست می‌آید که در فصل بعد کاربرد دارد.

۷ سرعت متوسط حرکت شتابدار

$$v_{avr} = \frac{۱}{۲} a t + v_۰$$

سرعت اولیه (m/s) ← $v_۰$

زمان (s) ← t

شتاب $(m/s^۲)$ ← a

سرعت متوسط (m/s) ← v_{avr}

$$v_{avr} = \frac{v_۱ + v_۲}{۲}$$

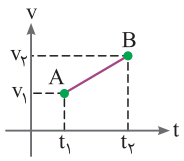
سرعت در لحظهٔ $t_۱$ (m/s) ← $v_۱$

سرعت در لحظهٔ $t_۲$ (m/s) ← $v_۲$

سرعت متوسط (m/s) ← v_{avr}

تحلیل هرگاه آهنگ تغییر سرعت در حرکت شتابدار منظم و خطی باشد سرعت متوسط، میانگین سرعت لحظات $t_۱$ و $t_۲$ می‌باشد و از رابطهٔ اول استفاده می‌کنیم.

و هرگاه در یک بازهٔ زمانی، سرعت متوسط را بخواهیم، از رابطهٔ دوم با استفاده از شتاب به سرعت متوسط می‌رسیم.



تذکر: $\bar{v}$ در رابطهٔ اول در لحظهٔ $t = \frac{t_۱ + t_۲}{۲}$ رخ می‌دهد:

سرعت در ثانیه‌های متوالی تشکیل یک تصاعد عددی با قدرنسبت a می‌دهد.

کلید واژه تندی متوسط – میانگین تندی

۸ معادلهٔ مستقل از شتاب

$$\Delta x = \frac{v_۱ + v_۲}{۲} \Delta t$$

زمان (s) ← Δt

جابه‌جایی (m) ← Δx

سرعت در لحظهٔ $t_۱$ (m/s) ← $v_۱$

سرعت در لحظهٔ $t_۲$ (m/s) ← $v_۲$

تحلیل هنگامی‌که بخواهیم جابه‌جایی در حرکت شتابدار را بررسی کنیم ولی شتاب حرکت را نداشته باشیم، از رابطهٔ فوق استفاده می‌کنیم.

کلید واژه حرکت شتابدار:

✓ v ✓ t ✓ Δx ✗ a

۹ روابط سریع حرکت

یک رابطهٔ سریع برای جابه‌جایی برابر در شتاب ثابت:

$$\Delta x_1 = \Delta x_2 \Rightarrow \frac{t_2}{t_1} = \sqrt{\frac{a_1}{a_2}}$$

(t_2: زمان (s)، t_1: زمان (s)، a_1 و a_2: شتاب (m/s^2))

یک رابطهٔ سریع برای $\frac{x}{n}$ مسیر:

$$t' = \frac{t}{\sqrt{n}}$$

(t': زمان $\frac{x}{n}$ مسیر (s)، t: زمان x (s)، $\sqrt{n}$: کسری از مسیر)

کلید واژه مسائل مقایسه‌ای - $\frac{x}{n}$ مسیر

تحلیل در جابه‌جایی برابر در حرکت شتابدار، زمان و جذر شتاب رابطهٔ عکس دارند.

اگر متحرک در t ثانیه، x متر را طی کند، $\frac{x}{n}$ مسیر را در زمان t' طی می‌کند.

۱۰ معادلهٔ مستقل از زمان

معادلهٔ مستقل از زمان

$$v^2 - v_0^2 = 2a\,\Delta x$$

(v: سرعت (m/s)، v_0: سرعت اولیه (m/s)، a: شتاب (m/s^2)، Δx: جابه‌جایی (m))

طول خط ترمز (مسافت توقف):

$$\Delta x = \left|\frac{v_0^2}{2a}\right|$$

(v_0: سرعت اولیه (m/s)، a: شتاب (m/s^2)، Δx: طول خط ترمز (m))

تحلیل در این معادله بدون در نظر داشتن زمان می‌توانیم جابه‌جایی یا سرعت را برای متحرک محاسبه کنیم.

کلید واژه حرکت شتابدار: ✓ x ✓ a ✓ v ✗ t

تذکر: هنگامی که متحرک متوقف می‌شود $v = 0$؛ در نتیجه طول خط ترمز از رابطهٔ دوم به دست می‌آید.

آن‌چه در فصل دینامیک خواهیم دید: در روابط زمان توقف و طول خط ترمز در حرکت شتابدار اگر ضریب اصطکاک را داشته باشیم، شتاب از رابطهٔ زیر نیز محاسبه می‌شود:

$$a = -\mu g \rightarrow (9/8\,m/s^2)$$

(a: شتاب (m/s^2)، μ: ضریب اصطکاک، g: شتاب گرانش)

بسته ۲ نمودارها

۱ نمودارها در نگاه کلی

● نمودارهای حرکت شتاب‌دار

نمودار مکان - زمان (منحنی درجه ۲)