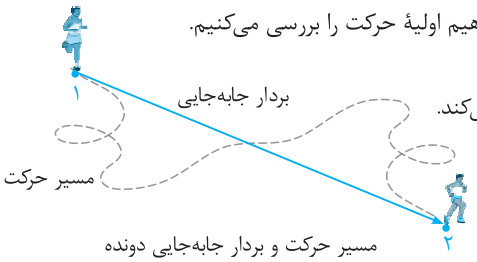
درسنامه ۱

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

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.



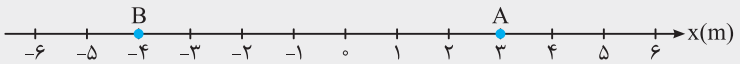
بردار مکان: برداری است که مبدأ محور را به مکان جسم در هر لحظه وصل می‌کند.

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.

مثال

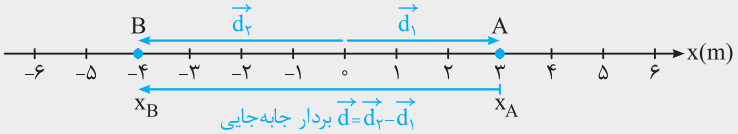
در شکل زیر شخصی روی محور x از نقطهٔ A حرکت کرده و به نقطهٔ B می‌رسد.



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

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

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



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

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

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

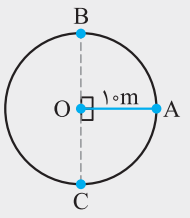
ب) بردار جابه‌جایی برابر است با:

$$\vec{d} = \vec{d}_۲ - \vec{d}_۱ = x_B\vec{i} - x_A\vec{i} = -۷\vec{i}\ m$$

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

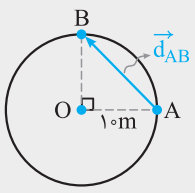
مثال

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



آ) جابه‌جایی و مسافت پیموده‌شدهٔ این جسم در دور اول حرکت، در مسیر AB و AC چند متر است؟

ب) اگر این جسم پس از پیمودن ۲ دور کامل محیط دایره، به نقطهٔ B برسد، جابه‌جایی و مسافت پیموده‌شدهٔ آن چند متر می‌شود؟



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

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

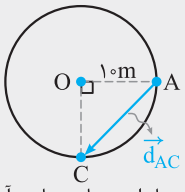
اگر مسافت طی‌شده بین A تا B را با l_{AB} نشان دهیم، خواهیم داشت:

$$l_{AB} = \frac{\text{محیط دایره}}{۴} = \frac{\frac{۱}{۲}\pi r}{\frac{۴}{۲}} = \frac{۳\times ۱۰}{۲} = ۱۵m$$

www.gajmarket.com

درسنامه ۱

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



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

$$l_{AC} = \frac{۳}{۴}(۲\pi r) = \frac{۳}{۴}(۲ \times ۳ \times ۱۰) = ۴۵m$$

ب) 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:

$$l'_{AB} = ۲(۲\pi r) + \frac{۱}{۴}(۲\pi r) \Rightarrow l_{AB} = ۲(۲ \times ۳ \times ۱۰) + ۱۵ = ۱۳۵m$$

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 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. رابطهٔ آن به‌صورت 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.

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.

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{x_۲ - x_۱}{t_۲ - t_۱}$$

در یک بازهٔ زمانی معین، اگر $x_۲ > x_۱$ باشد، $v_{av} > ۰$ یعنی متحرک در جهت مثبت محور x حرکت می‌کند و اگر $x_۲ < x_۱$ باشد، $v_{av} < ۰$ یعنی متحرک خلاف جهت محور x حرکت می‌کند و اگر $x_۲ = x_۱$ باشد، $v_{av} = ۰$ است.

مثال

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 را 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.

مثال

تندی متوسط اتومبیلی $۱۰m/s$ و سرعت متوسط آن برابر $۸m/s$ است. مفهوم فیزیکی این دو کمیت را بیان کنید.

پاسخ: تندی متوسط اتومبیل برابر $۱۰m/s$ است. یعنی اتومبیل به طور متوسط در هر ثانیه ۱۰ متر را می‌پیماید. همچنین سرعت متوسط اتومبیل برابر $۸m/s$ است، یعنی اتومبیل 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 $v > ۰$ باشد، جسم در جهت محور x حرکت می‌کند و اگر $v < ۰$ باشد، جسم خلاف جهت محور x حرکت می‌کند.

www.gajmarket.com

درسنامه ۱

مثال

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.

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

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

مثال

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

پاسخ: ابتدا $72km/h$ را تبدیل به m/s می‌کنیم. $72km/h \div 3/6 = 20m/s$

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

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

نکته

گاهی اوقات حرکت از چند مرحله تشکیل شده و سرعت متوسط در کل حرکت خواسته شده است. در این صورت جابه‌جایی کل را به‌صورت مجموع جابه‌جایی‌ها و زمان کل را به‌صورت مجموع زمان‌ها می‌نویسیم تا سرعت متوسط در کل حرکت به‌دست آید. اگر جابه‌جایی در یک جهت مثبت درنظر گرفته شود، علامت جابه‌جایی در جهت مخالف را باید منفی درنظر بگیریم.

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

مثال

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

آ) تندی متوسط شناگر چند متر بر ثانیه می‌باشد؟ **ب) اندازهٔ سرعت متوسط شناگر چند متر بر ثانیه می‌باشد؟**

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

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

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

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

مثال

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

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

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

مثال

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

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

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

www.gajmarket.com

سـؤالات امتـحـانی

۱. عبارات زیر را تعریف کنید.

آ) بردار مکان　　ب) جابه‌جایی　　پ) تندی متوسط　　ت) سرعت متوسط

۲. در هر یک از جمله‌های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید. (تجربی- شهریور ۹۵، با اندکی تغییر)

آ) جابه‌جایی کمیتی (برداری ـ نرده‌ای) و مسافت‌پیموده‌شده، کمیتی (برداری ـ نرده‌ای) است.

ب) در حرکت یک‌بعدی، بدون تغییر جهت، مسافت طی‌شده (برابر با ـ بزرگ‌تر از) جابه‌جایی است.

پ) جهت بردار سرعت متحرک همواره بر مسیر حرکت آن (عمود ـ مماس) است.

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

۳. درستی یا نادرستی هر یک از عبارت‌های زیر را مشخص کنید و دلیل نادرستی عبارات نادرست را بنویسید.

آ) در حرکت روی خط راست همواره مسافت پیموده‌شده با جابه‌جایی برابر است.

ب) پاره‌خط جهت‌داری که مکان اولیهٔ متحرک را به مکان پایانی آن وصل می‌کند، بردار جابه‌جایی می‌باشد.

پ) جهت سرعت متوسط همواره هم‌جهت با بردار جابه‌جایی است.

ت) تندی کمیتی برداری است.

۴. جاهای خالی را با عبارت مناسب کامل کنید.

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

ب) طول مسیری که جسم آن را می‌پیماید ..... می‌نامند.

پ) سرعت متوسط همواره در جهت ..... است.

ت) نسبت مسافت پیموده‌شده به مدت زمان طی این مسافت را ..... می‌نامند.

۵. شخصی ۶۰۰m از غرب به شرق، سپس ۸۰۰m 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؟

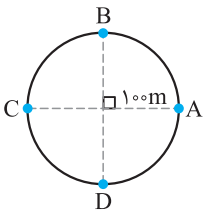
۶. باتوجه به داده‌های نقشهٔ شکل مقابل، خودرویی از مسیر نشان داده‌شده از شهر کرج به شهر آلموت می‌رسد.

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؟

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

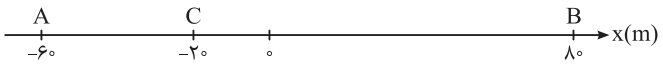


آ) اگر موتورسوار در دور اول از نقطهٔ A به نقطهٔ B برود، مسافت پیموده‌شده و جابه‌جایی آن چند متر است؟

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.

۸. 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؟

www.gajmarket.com

۹. 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	$۲\vec{i}$	$۴۲\vec{i}$			

۱۰. 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؟

۱۱. اتومبیلی که در مسیری مستقیم حرکت می‌کند، نصف مسیر را با سرعت ۱۰m/s و نصف دیگر مسیر را با سرعت ۳۰m/s حرکت می‌کند. سرعت متوسط اتومبیل در کل مسیر حرکت چند متر بر ثانیه است؟

۱۲. متحرکی که در مسیری مستقیم حرکت می‌کند، $\frac{۱}{۳}$ مسیر حرکت را با سرعت ۱۰m/s و ادامهٔ مسیر را با سرعت ۴۰m/s می‌پیماید. سرعت متوسط متحرک در کل مسیر حرکت چند متر بر ثانیه است؟

پاسخ‌های تشریحی

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

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

پ) تندی متوسط: مسافت پیموده‌شده نسبت به مدت زمان طی این مسافت را تندی متوسط می‌نامند.

ت) سرعت متوسط: نسبت جابه‌جایی متحرک به مدت زمان جابه‌جایی را سرعت متوسط می‌نامند.

---

۲ آ) برداری ـ نرده‌ای ب) برابر با

پ) مماس ت) جهت سرعت

---

۳ آ) نادرست، اگر متحرک تغییر جهت دهد، جابه‌جایی با مسافت برابر نیست.

ب) درست پ) درست

ت) نادرست، تندی کمیتی نرده‌ای است.

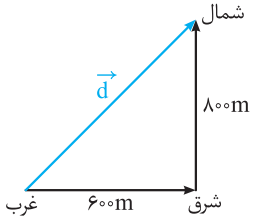
---

۴ آ) بردار مکان ب) مسافت پیموده‌شده

پ) بردار جابه‌جایی ت) تندی متوسط

---

۵ 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:

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

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

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

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

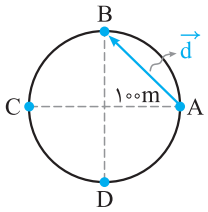
$$v_{av} = \frac{d}{\Delta t} \xrightarrow{\Delta t = ۳h} \frac{۸۱}{۳} = ۲۷\,km/h$$

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

پ) در صورتی‌که مسیر حرکت تقریباً یک خط راست باشد، تندی متوسط و اندازهٔ سرعت متوسط تقریباً برابر است.

---

۷ 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 ۷۲km/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:

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

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

پ) مسافت طی‌شده برابر است با:

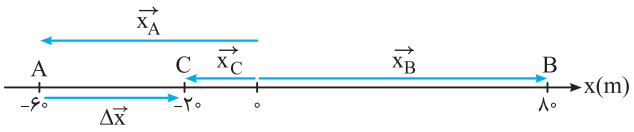
$$l = ۲\pi r = ۲ \times ۳ \times ۱۰۰ = ۶۰۰\,m$$

و جابه‌جایی برابر صفر است.

www.gajmarket.com

۸ آ) بردار مکان، برداری است که مبدأ محور را به مکان متحرک در هر نقطه وصل می‌کند.

ب) بردار جابه‌جایی، برداری است که نقطهٔ شروع حرکت (A) را به نقطهٔ پایانی حرکت (C) وصل می‌کند.



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.

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

۹

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

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

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

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

---

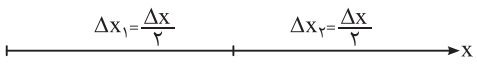
۱۰ مسافت پیموده‌شدهٔ شناگر برابر $۱۳۰m = ۵۰ + ۸۰$ و مقدار جابه‌جایی آن برابر $۳۰m$ می‌باشد.

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

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

---

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



$$v_{av} = \frac{\Delta x_۱ + \Delta x_۲}{\Delta t_۱ + \Delta t_۲} \Rightarrow v_{av} = \frac{\frac{\Delta x}{۲} + \frac{\Delta x}{۲}}{\frac{\Delta x_۱}{v_۱} + \frac{\Delta x_۲}{v_۲}}$$

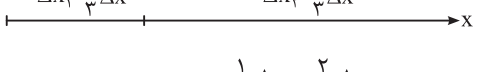
$$\xrightarrow{\Delta x_۱ = \Delta x_۲ = \frac{\Delta x}{۲}} v_{av} = \frac{۲\Delta x}{\frac{v_۲\Delta x_۱ + v_۱\Delta x_۲}{v_۱ v_۲}}$$

$$\Rightarrow v_{av} = \frac{\Delta x}{\frac{\Delta x}{۲}\left(\frac{v_۲ + v_۱}{v_۱ v_۲}\right)} = \frac{۲v_۱ v_۲}{v_۱ + v_۲}$$

$$\Rightarrow v_{av} = \frac{۲(۱۰ \times ۳۰)}{۱۰ + ۳۰} = \frac{۶۰۰}{۴۰} = ۱۵\,m/s$$

---

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



$$v_{av} = \frac{\Delta x_۱ + \Delta x_۲}{\Delta t_۱ + \Delta t_۲} = \frac{\frac{۱}{۳}\Delta x + \frac{۲}{۳}\Delta x}{\frac{\Delta x_۱}{v_۱} + \frac{\Delta x_۲}{v_۲}}$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\frac{\frac{۱}{۳}\Delta x}{۱۰} + \frac{\frac{۲}{۳}\Delta x}{۴۰}} = \frac{\Delta x}{\frac{۱}{۳۰}\Delta x + \frac{۱}{۶۰}\Delta x}$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\frac{۱}{۲۰}\Delta x} \Rightarrow v_{av} = ۲۰\,m/s$$

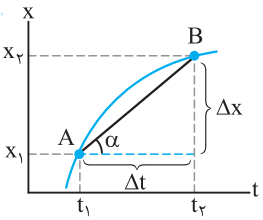
www.gajmarket.com

درسنامه ۲

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

نمودار مکان ـ زمان و تعیین سرعت متوسط

برای توصیف حرکت یک جسم می‌توان از نمودار مکان ـ 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 ـ 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 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 ـ زمان، $\Delta x < ۰$ باشد، شیب پاره‌خط 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.

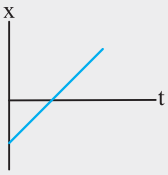
محل عقربهٔ تندی‌سنج اتومبیل‌ها در حال حرکت، تندی لحظه‌ای را نشان می‌دهد و هیچ‌گونه اطلاعی در خصوص جهت حرکت به ما گزارش نمی‌دهد.

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.

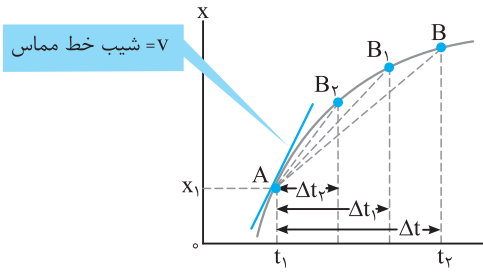
مثال

از روی نمودار مکان ـ زمان توضیح دهید در چه صورت سرعت لحظه‌ای متحرک همواره با سرعت متوسط آن برابر است؟ (برگرفته از کتاب درسی)



پاسخ: اگر نمودار مکان ـ 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:

نمودار مکان ـ زمان و تعیین سرعت لحظه‌ای



در نمودار مکان ـ 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 می‌کند $(\Delta t \to ۰)$، 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 ـ زمان، به تعداد نقاطی که نمودار محور t را قطع می‌کند، متحرک از مبدأ عبور می‌کند و بردار مکان تغییر جهت می‌دهد.

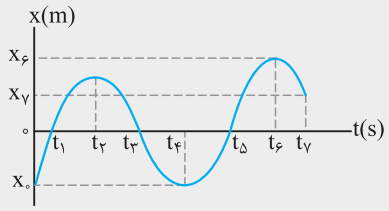
۲) در نمودار مکان ـ زمان، به تعداد نقاط ماکزیمم و مینیمم نمودار، سرعت متحرک صفر شده و متحرک تغییر جهت می‌دهد.

www.gajmarket.com

درسنامه ۲

مثال

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



(برگرفته از کتاب درسی)

آ) متحرک چند بار از مبدأ مکان عبور می‌کند؟

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

پ) در کدام بازه‌های زمانی متحرک به مبدأ نزدیک می‌شود؟

ت) سوی حرکت چند بار تغییر کرده است؟ در چه لحظه‌هایی؟

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

ج) در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۳$ جابه‌جایی متحرک چقدر است؟

پاسخ: آ) در نمودار مکان ـ 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 $t_۱$، $t_۳$ و $t_۵$ از مبدأ عبور می‌کند. جالب است بدانید در این لحظه‌ها، بردار مکان جسم نیز تغییر جهت می‌دهد.

ب) **روش اول:** در یک بازهٔ زمانی معین اگر بردار مکان تغییر جهت ندهد و اگر $|x_۲|>|x_۱|$ باشد، متحرک از مبدأ دور می‌شود و اگر $|x_۲|<|x_۱|$ باشد، متحرک به مبدأ نزدیک می‌شود.. بنابراین در بازه‌های زمانی $t_۱$ تا $t_۲$، $t_۳$ تا $t_۴$ و $t_۵$ تا $t_۶$ 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 $t_۱$ تا $t_۲$، $t_۳$ تا $t_۴$ و $t_۵$ تا $t_۶$ متحرک در حال دور شدن از مبدأ است.

پ) با توجه به قسمت (ب)، در بازه‌های زمانی صفر تا $t_۱$، $t_۲$ تا $t_۳$، $t_۴$ تا $t_۵$ و $t_۶$ تا $t_۷$ متحرک در حال نزدیک شدن به مبدأ است.

ت) 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 $t_۲$، $t_۴$ و $t_۶$ یعنی سه بار سوی حرکت تغییر کرده است.

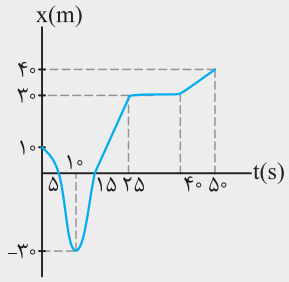
ث) در جهت محور x زیرا: $\Delta x = x_۷ - x_۰ \xrightarrow{x_۷>x_۰} \Delta x > ۰$

بنابراین جابه‌جایی کل، در جهت محور x است.

ج) در لحظهٔ $t_۱$، مکان متحرک صفر و در لحظهٔ $t_۳$ نیز مکان متحرک صفر است، بنابراین در این بازهٔ زمانی جابه‌جایی متحرک برابر صفر می‌باشد.

مثال

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



آ) در چه لحظه‌ای متحرک بیش‌ترین فاصله از مبدأ را دارد؟

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

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

ت) در چه بازهٔ زمانی متحرک ساکن است؟

ث) از لحظهٔ شروع حرکت تا ۵۰s متحرک چند بار تغییر جهت داده است؟

ج) سرعت متوسط متحرک را در بازه‌های زمانی ۵s تا ۲۵s و صفر تا ۵۰s به‌دست آورید.

پاسخ: آ) در لحظهٔ ۵۰s

ب) برای پاسخ دادن به این گونه سؤالات در یک بازهٔ زمانی معین اگر $x_۱ < x_۲$ باشد، متحرک در جهت محور x حرکت می‌کند و اگر $x_۲ < x_۱$ باشد، متحرک خلاف جهت محور x حرکت می‌کند. بنابراین در بازه‌های زمانی صفر تا ۱۰s متحرک در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند.

پ) با توجه به توضیحات قسمت (ب) در بازهٔ زمانی ۱۰s تا ۲۵s و ۴۰s تا ۵۰s متحرک در جهت محور x حرکت می‌کند.

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

ث) یک بار، در لحظهٔ ۱۰s

ج) با استفاده از رابطهٔ سرعت متوسط داریم:

در بازهٔ زمانی ۵s تا ۲۵s سرعت متوسط برابر است با: $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{۳۰ - ۰}{۲۵ - ۵} = ۱/۵\,m/s$

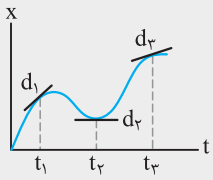
در بازهٔ زمانی صفر تا ۵۰s سرعت متوسط برابر است با: $v_{av} = \frac{۴۰ - ۱۰}{۵۰ - ۰} \Rightarrow v_{av} = \frac{۳۰}{۵۰} = ۰/۶\,m/s$

www.gajmarket.com

درسنامه ۲

مثال

شکل روبه‌رو نمودار $x-t$ متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x در حرکت است. خط‌های d_1، d_2 و d_3 مماس بر منحنی را در سه لحظهٔ متفاوت نشان می‌دهند.



آ) در کدام لحظه سرعت متحرک بیش‌تر است؟ چرا؟

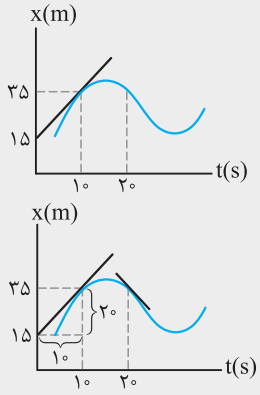
ب) کدام لحظه سرعت متحرک صفر است؟ چرا؟

پاسخ: آ) در لحظهٔ t_1 سرعت متحرک بیش‌تر است، زیرا شیب خط مماس در لحظهٔ t_1 از شیب خط مماس در لحظه‌های دیگر بیش‌تر است.

ب) در لحظهٔ t_2 سرعت متحرک صفر است، زیرا شیب خط مماس در لحظهٔ t_2 برابر صفر است. بنابراین سرعت در این لحظه صفر می‌باشد.

مثال

شکل روبه‌رو نمودار $x-t$ متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x در حرکت است. خط مماس بر منحنی در لحظهٔ ۱۰s رسم شده است.



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

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

پاسخ: شیب خط مماس در نمودار مکان ـ زمان در هر لحظه نشان‌دهندهٔ سرعت در آن لحظه است.

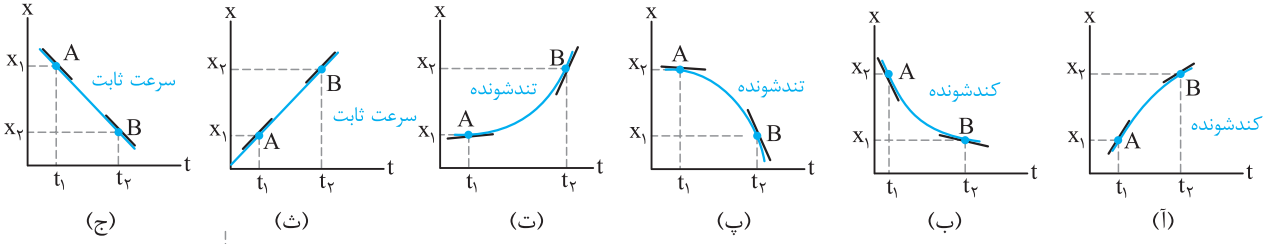
آ) در لحظهٔ ۱۰s شیب خط مماس را به‌دست می‌آوریم.

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

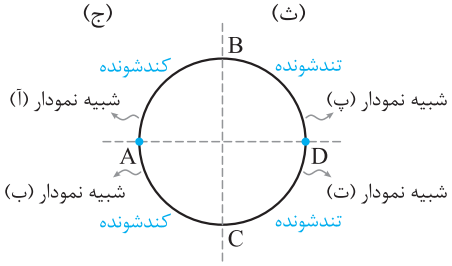
ب) شیب خط مماس در لحظهٔ ۲۰s منفی است. بنابراین سرعت در این لحظه منفی است و متحرک خلاف جهت محور x حرکت می‌کند.

تعیین نوع حرکت با استفاده از نمودار مکان ـ زمان

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

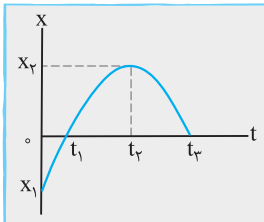


روش دوم: با توجه به دایرهٔ شکل مقابل، دایره را چهار قسمت مساوی در نظر می‌گیریم. قسمت‌های سمت چپ (کمان AB و کمان AC) مربوط به حرکت کندشونده و قسمت‌های سمت راست (کمان BD و کمان CD) مربوط به حرکت تندشونده است.



مثال

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



آ) در کدام بازهٔ زمانی اندازهٔ سرعت دوچرخه‌سوار رو به افزایش است؟

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

پ) در لحظهٔ t_2 سرعت دوچرخه‌سوار چقدر است؟

پاسخ: آ) با توجه به توضیحات قبلی، در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3 اندازهٔ سرعت دوچرخه‌سوار رو به افزایش است. زیرا اندازهٔ شیب خط مماس در حال افزایش است.

ب) در بازهٔ زمانی صفر تا t_2 سرعت دوچرخه‌سوار در حال کاهش است، زیرا شیب خط مماس در حال کاهش می‌باشد.

پ) شیب خط مماس در هر لحظه نشان‌دهندهٔ سرعت در همان لحظه است. بنابراین سرعت در لحظهٔ t_2 برابر صفر است.

www.gajmarket.com

درسنامه ۲

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

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

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

نکته

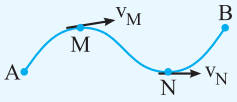
۱) بردار شتاب متوسط همواره هم‌جهت با بردار $\Delta\vec{v}$ می‌باشد.

۲) اگر متحرک در یک راستا حرکت کند، رابطهٔ بالا به‌صورت زیر نوشته می‌شود. ولی با توجه به ماهیت برداری سرعت‌های v_1 و v_2 باید به علامت‌های جبری که نشان‌دهندهٔ جهت حرکت‌اند، توجه کنیم.

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

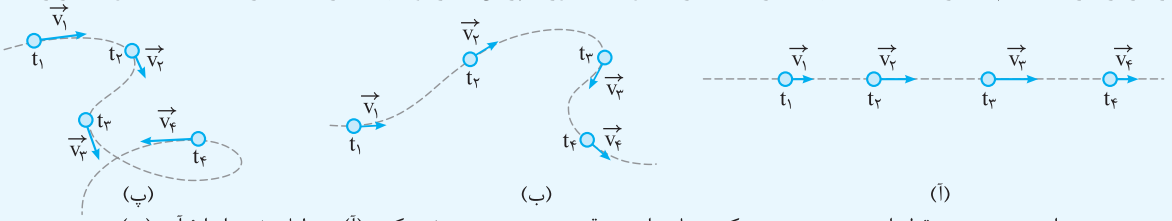
۳) اگر جسم در مسیر خمیده حرکت کند، جهت بردار سرعت آن همواره بر مسیر حرکت مماس است.

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



مسیر حرکت یک متحرک از A تا B

۴) بردار سرعت در هر نقطه از مسیر، بر مسیر حرکت مماس است. هرگاه سرعت جسمی تغییر کند، حرکت آن شتابدار است. ممکن است فقط 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.

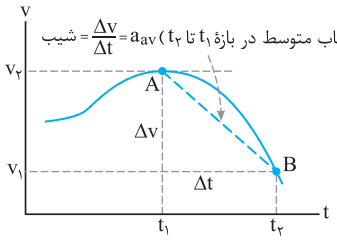
در کتاب‌های فیزیک شتاب لحظه‌ای را برای سادگی شتاب می‌نامند و آن را با $\vec{a}$ نشان می‌دهند.

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.

نمودار سرعت ـ زمان و تعیین شتاب متوسط و شتاب لحظه‌ای

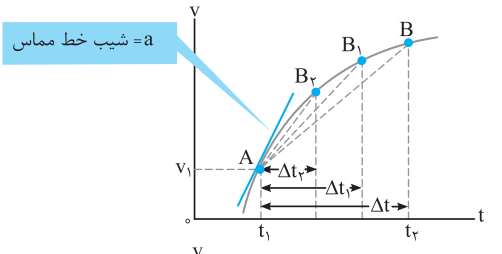
در نمودار سرعت ـ زمان، شیب پاره‌خطی که نمودار را در یک بازهٔ زمانی معین قطع می‌کند، نشان‌دهندهٔ شتاب متوسط است.



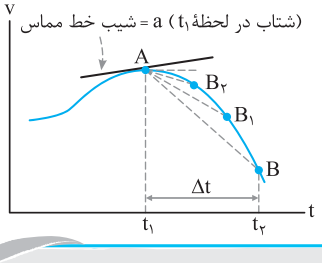
در نمودار سرعت ـ زمان شکل مقابل، شیب پاره‌خط AB برابر با شتاب متوسط است.

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

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



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.

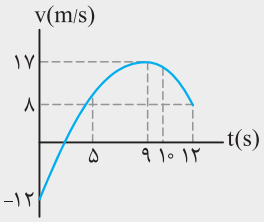


www.gajmarket.com

درسنامه ۲

مثال

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



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

ب) در چه لحظه‌ای شتاب صفر است؟

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

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

پاسخ: آ) با توجه به رابطهٔ شتاب متوسط داریم:

$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}\Rightarrow a_{av}=\frac{۸-(-۱۲)}{۱۲-۰}=\frac{۲۰}{۱۲}=\frac{۵}{۳}\,m/s^{۲}$$

شتاب متوسط در جهت محور x می‌باشد.

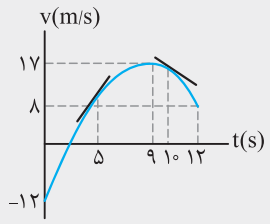
ب) در لحظهٔ ۹s شیب خط مماس برابر صفر می‌شود. بنابراین شتاب در این لحظه برابر صفر است.

پ) با استفاده از رابطهٔ شتاب متوسط داریم:

$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}\Rightarrow a_{av}=\frac{۸-۱۷}{۱۲-۹}=\frac{-۹}{۳}=-۳m/s^{۲}$$

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

ت) 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.



تعیین نوع حرکت با استفاده از نمودار سرعت ـ زمان

روش اول: برای تعیین نوع حرکت در نمودار سرعت ـ زمان با توجه به علامت‌های سرعت و شتاب داریم:

۱) اگر a و v هم‌علامت باشند، $(v>۰\,,\,a>۰)$ یا $(v<۰\,,\,a<۰)$ نوع حرکت تندشونده است.

۲) اگر a و v مختلف‌العلامت باشند، $(v>۰\,,\,a<۰)$ یا $(v<۰\,,\,a>۰)$ نوع حرکت کندشونده است.

۳) اگر $a=۰$ باشد v ثابت و حرکت با سرعت ثابت می‌باشد. (دربارهٔ 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 ـ 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.

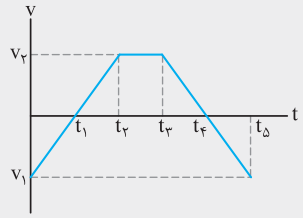
۲) اگر نمودار سرعت ـ زمان به شکل منحنی (خمیده) باشد، شتاب متحرک متغیر است. چون شیب خط مماس آن در هر لحظه تغییر می‌کند و اگر نمودار به شکل یک خط راست باشد، شتاب متحرک ثابت است. چون شیب خط مماس آن در هر لحظه تغییر نمی‌کند.

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

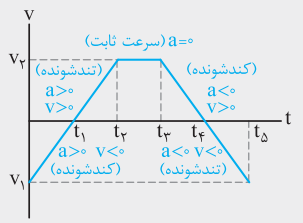
۴) در نمودار سرعت ـ زمان، به تعدا نقاط ماکزیمم و مینیمم شتاب حرکت صفر شده و شتاب تغییر جهت می‌دهد.

مثال

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



نوع حرکت را در بازه‌های زمانی صفر تا $t_۱$، $t_۱$ تا $t_۲$، $t_۲$ تا $t_۳$، $t_۳$ تا $t_۴$ و $t_۴$ تا $t_۵$ تعیین کنید.



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

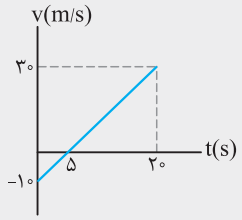
اگر نمودار پایین محور t باشد، علامت v منفی و اگر بالای محور t باشد علامت v مثبت است. اگر شیب نمودار مثبت باشد (نمودار سربالایی باشد) علامت a مثبت و اگر شیب نمودار منفی باشد (نمودار سرپایینی باشد) علامت a منفی است و اگر نمودار، افقی باشد $a=۰$ است.

www.gajmarket.com

درسنامه ۲

مثال

نمودار سرعت ـ زمان موتورسواری که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل روبه‌رو است.
آ) در بازه‌های زمانی صفر تا ۵s و ۵s تا ۲۰s سرعت موتورسوار در حال افزایش است یا کاهش؟
ب) شتاب متوسط موتورسوار و جهت آن را در بازه‌های زمانی صفر تا ۵s و ۵s تا ۲۰s بیابید.
پ) در چه لحظه‌ای جهت حرکت موتورسوار عوض می‌شود؟



پاسخ: آ) از صفر تا ۵s اندازهٔ سرعت کاهش می‌یابد و حرکت کندشونده است. به عبارت دیگر در این بازهٔ زمانی $v<0$ و $a>0$ 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 $v>0$ و $a>0$ است. پس حرکت تندشونده است.

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

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

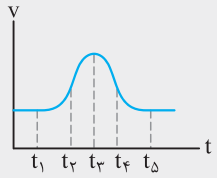
$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{30-0}{20-5}=2\,m/s^2$$

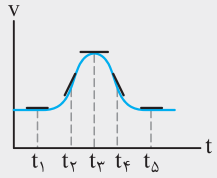
علامت مثبت شتاب نشان می‌دهد که شتاب در جهت محور x است و شیب نمودار سرعت ـ زمان ثابت است، بنابراین اندازه و جهت شتاب برای بازه‌های زمانی مختلف یکسان است.

پ) در لحظهٔ ۵s چون سرعت متحرک صفر می‌شود.

مثال

شکل مقابل نمودار سرعت ـ 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؟

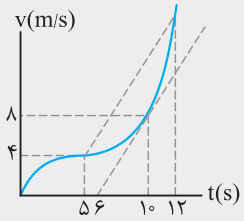




پاسخ: شیب خط مماس در هر لحظه را بر روی نمودار رسم می‌کنیم. در لحظه‌های t_1 ، t_3 و t_5 شتاب صفر است زیرا شیب خط مماس آن صفر است. در لحظهٔ t_2 شتاب مثبت است، چون شیب خط مماس آن مثبت است. در لحظهٔ t_4 شتاب منفی است، زیرا شیب خط مماس در این لحظه منفی است.

مثال

نمودار سرعت ـ 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 $t_1=5s$ و $t_2=12s$ 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.

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

سپس شتاب متوسط در بازهٔ زمانی ۵s تا ۱۲s را محاسبه کرده و برابر با $2\,m/s^2$ قرار می‌دهیم.

$$a_{av}=\frac{v_{12}-v_5}{t_{12}-t_5}\Rightarrow\frac{v_{12}-4}{12-5}=2\Rightarrow v_{12}-4=14$$

$$\Rightarrow v_{12}=18\,m/s$$

www.gajmarket.com

سـؤالات امتـحـانی

۱۳. عبارت مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

آ) شتاب متوسط کمیتی (نرده‌ای ـ برداری) است.

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

پ) شتاب متوسط همواره در جهت (تغییرات سرعت ـ جابه‌جایی) است.

ت) عقربهٔ تندی‌سنج (تندی لحظه‌ای ـ تندی متوسط) خودرو را نشان می‌دهد.

ث) در نمودار مکان ـ زمان شیب خط مماس بر نمودار در هر لحظه نشان‌دهندهٔ (سرعت متوسط ـ سرعت لحظه‌ای) است.

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

آ) شیب خط مماس بر نمودار سرعت ـ زمان در هر لحظه نشان‌دهندهٔ شتاب لحظه‌ای است.

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

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

ت) شیب خط مماس بر نمودار مکان ـ زمان در هر لحظه نشان‌دهندهٔ سرعت لحظه‌ای است.

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

۱۵. جاهای خالی را با عبارات مناسب پر کنید.

آ) در نمودار مکان ـ زمان شیب خط واصل بین دو نقطه در بازهٔ زمانی دلخواه نشان‌دهندهٔ ..... است.

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

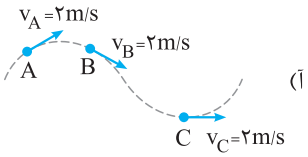
پ) بردار سرعت در هر نقطه از مسیر، بر مسیر حرکت ..... است.

ت) در هر لحظهٔ دلخواه t ، ..... برابر شیب خط مماس بر نمودار سرعت ـ زمان در آن لحظه است.

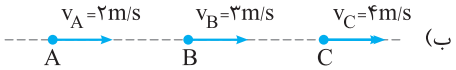
ث) اگر شتاب و سرعت دارای علامت مخالف باشند $(a>0 \ , \ v<0)$، حرکت متحرک ..... است.

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

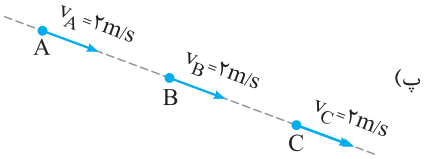
آ)



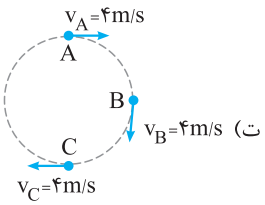
ب)



پ)

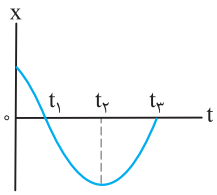


ت)



۱۷. نمودار مکان ـ زمان حرکت متحرکی بر روی خط راست مطابق شکل است.

(تجربی- خرداد ۹۷)



پاسخ کوتاه دهید:

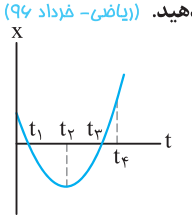
آ) در کدام لحظه جسم تغییر جهت می‌دهد؟

ب) یک لحظه را مشخص کنید که جسم از مبدأ مکان می‌گذرد.

پ) یک بازهٔ زمانی را معین کنید که جسم در جهت محور x حرکت می‌کند.

ت) در کدام بازهٔ زمانی حرکت کندشونده است؟

۱۸. نمودار مکان ـ 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)



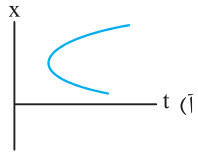
آ) در چه لحظه‌ای جهت حرکت جسم تغییر کرده است؟

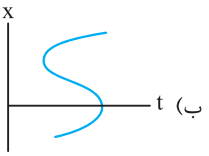
ب) در کدام لحظه‌ها جسم از مبدأ مکان می‌گذرد؟

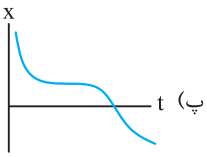
پ) در بازهٔ زمانی صفر تا $t_۱$ حرکت جسم، تندشونده است یا کندشونده؟

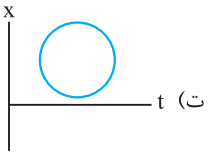
www.gajmarket.com

۱۹. توضیح دهید کدام یک از نمودارهای مکان ــ زمان شکل زیر می‌تواند نشان‌دهندهٔ نمودار $x-t$ یک متحرک باشد. (برگرفته از کتاب درسی)

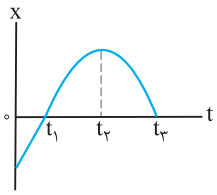
آ) 

ب) 

پ) 

ت) 

۲۰. نمودار مکان ــ زمان جسمی که بر روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است. (نمودار در بازهٔ زمانی ۰ تا t_1 به‌صورت یک خط راست است.) (تجربی- ۹۰، با اندکی تغییر)

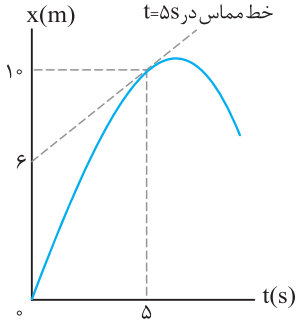


آ) نوع حرکت در بازهٔ زمانی صفر تا t_1 و t_2 تا t_3 چیست؟

ب) در بازهٔ زمانی t_1 تا t_3، سرعت متوسط چقدر است؟

پ) در کدام لحظه، سرعت جسم صفر است؟ چرا؟

۲۱. نمودار مکان ــ زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند مطابق شکل است.

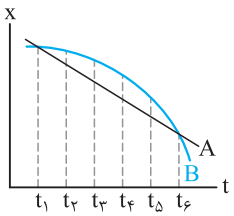


آ) سرعت متحرک در $t = 5s$ چند متر بر ثانیه است؟

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.

۲۲. شکل مقابل نمودار مکان ــ زمان دو خودرو را نشان می‌دهد که در جهت محور x در حرکت‌اند.



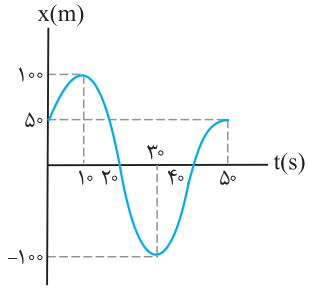
آ) در چه لحظه‌هایی دو خودرو از کنار یکدیگر می‌گذرند؟

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.

۲۳. نمودار مکان ــ زمان متحرکی مطابق شکل روبه‌رو است:



آ) متحرک چند بار و در چه لحظه‌هایی تغییر جهت داده است؟

ب) چند بار و در چه لحظه‌هایی سرعت متحرک صفر شده است؟

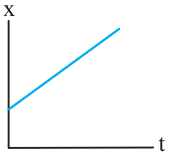
پ) متحرک چند ثانیه خلاف جهت محور x حرکت می‌کند؟

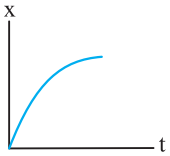
ت) جابه‌جایی متحرک در کل مدت حرکت چند متر است؟

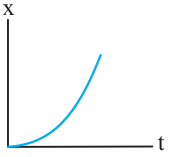
ث) مسافت پیموده‌شدهٔ متحرک در کل مدت حرکت چند متر است؟

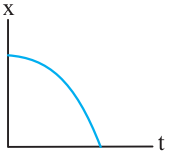
ج) تندی متوسط و سرعت متوسط متحرک در کل مدت حرکت چقدر است؟

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

(۱) 

(۲) 

(۳) 

(۴) 

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

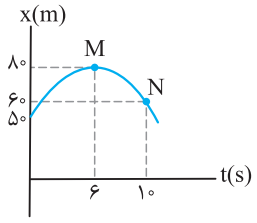
ب) سرعت متحرک در جهت محور x در حال کاهش است.

پ) سرعت متحرک ثابت است.

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

www.gajmarket.com

۲۵. نمودار مکان ــ زمان متحرکی که در راستای محور x حرکت می‌کند، به‌صورت شکل زیر است. با توجه به نمودار درستی یا نادرستی جملات زیر را با ذکر دلیل مشخص کنید.



آ) در بازهٔ زمانی ۶s تا ۱۰s علامت سرعت متوسط منفی است.

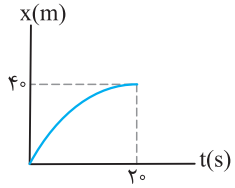
ب) از صفر تا ۱۰s جابه‌جایی متحرک ۱۰m و خلاف جهت محور x است.

پ) از صفر تا ۱۰s مسافت پیموده‌شده ۵۰m می‌باشد.

ت) در لحظهٔ ۶s متحرک تغییر جهت می‌دهد.

ث) اندازهٔ سرعت متوسط در بازهٔ زمانی صفر تا ۶s کم‌تر از اندازهٔ سرعت متوسط در بازهٔ زمانی صفر تا ۱۰s است.

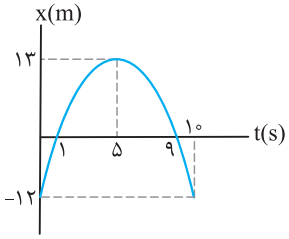
۲۶. نمودار مکان ــ زمان دوچرخه‌سواری مطابق شکل روبه‌رو است. دوچرخه‌سوار در مبدأ زمان و در مبدأ مکان با سرعت ۴m/s حرکت می‌کند.



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

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

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

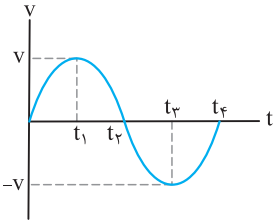


آ) جابه‌جایی متحرک و مسافت پیموده‌شدهٔ آن در بازهٔ زمانی ۱s تا ۱۰s چند متر است؟

ب) تندی متوسط و سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی ۱s تا ۱۰s چند متر بر ثانیه می‌باشد؟

پ) اگر سرعت متحرک در لحظهٔ صفر برابر ۱۰m/s باشد، شتاب متوسط آن در بازهٔ زمانی صفر تا ۵s چند متر بر مربع ثانیه می‌باشد؟

۲۸. با توجه به نمودار سرعت ــ زمان حرکت یک جسم در شکل روبه‌رو، از داخل پرانتز گزینهٔ مناسب را انتخاب کنید. (ریاضی- شهریور ۹۴)



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

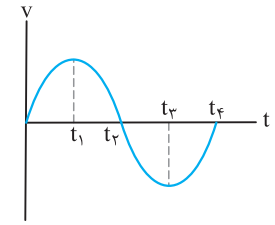
ب) در لحظهٔ (t_3, t_2) شتاب حرکت جسم، صفر است.

پ) در لحظهٔ (t_1, t_2) جهت حرکت جسم تغییر کرده است.

ت) در بازهٔ زمانی t_3 تا t_4 نوع حرکت جسم، (تندشونده، کندشونده) است.

ث) علامت شتاب متوسط جسم در بازهٔ زمانی صفر تا t_3، (مثبت، منفی) است.

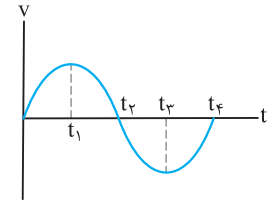
۲۹. نمودار سرعت ــ زمان حرکت جسمی که بر روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل است با ذکر دلیل به سؤالات پاسخ دهید. (تجربی- خرداد ۹۳)



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

ب) در لحظهٔ t_1 شتاب جسم چقدر است؟

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



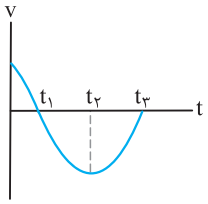
آ) در کدام لحظه جسم تغییر جهت می‌دهد؟

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؟

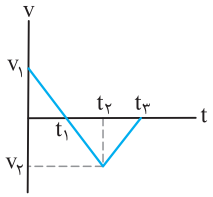
۳۱. نمودار سرعت ــ زمان جسمی که بر روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. با توجه به نمودار جدول زیر را کامل کنید. (ریاضی- خرداد ۹۲، با اندکی تغییر)



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

www.gajmarket.com

۳۲. نمودار سرعت ـ زمان اتومبیلی که در راستای محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. با توجه به نمودار درستی و نادرستی هر یک از عبارت‌های زیر را مشخص کنید.



آ) در بازهٔ زمانی صفر تا t_1 اتومبیل در جهت محور x حرکت می‌کند.

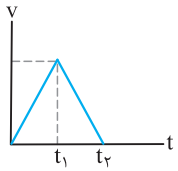
ب) در بازهٔ زمانی صفر تا t_1 شتاب مثبت است.

پ) در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3 حرکت اتومبیل کندشونده است.

ت) در لحظهٔ t_1 اتومبیل تغییر جهت می‌دهد.

ث) شتاب اتومبیل در بازه‌های زمانی صفر تا t_1 و t_1 تا t_2 با هم برابر است.

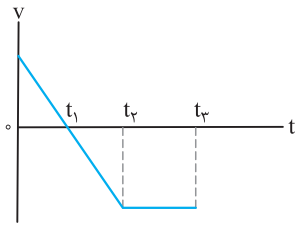
۳۳. نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که در مسیر مستقیم از مبدأ مکان شروع به حرکت می‌کند، مطابق شکل است. (تجربی- خرداد ۹۴)



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

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

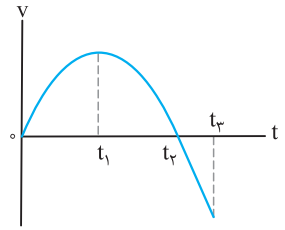
۳۴. نمودار سرعت ـ زمان متحرکی در حرکت بر روی خط راست، مطابق شکل است. (ریاضی- ۹۰)



با توجه به نمودار، خانه‌های خالی آن را پر کنید:

بازهٔ زمانی	جهت حرکت	جهت شتاب	نوع حرکت
صفر تا t_1	+x		
t_1 تا t_2		–	
t_2 تا t_3		–	–

۳۵. با توجه به نمودار سرعت ـ زمان زیر که مربوط به حرکت یک جسم بر خط راست است، عبارت‌های درست را از داخل پرانتز مشخص کنید. (نمودار از t_2 تا t_3 به‌صورت خط راست است.) (تجربی- ۹۰)



آ) در بازهٔ صفر تا t_1 شتاب حرکت (مثبت ، منفی) است.

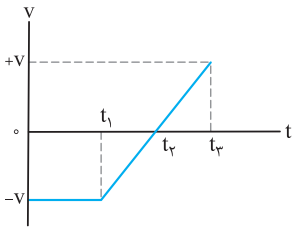
ب) در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 شتاب (ثابت ، متغیر) است.

پ) در لحظهٔ t_1 شتاب (ثابت ، صفر) است.

ت) در لحظهٔ t_2 سرعت متحرک (صفر ، ثابت) شده است.

ث) در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3 حرکت جسم در (خلاف جهت ، جهت) محور x ها است.

۳۶. در شکل روبه‌رو، نمودار سرعت ـ زمان جسمی را مشاهده می‌کنید که روی محور x حرکت می‌کند. (ریاضی- ۸۹)



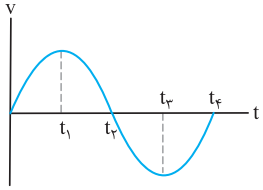
آ) در کدام بازهٔ زمانی حرکت جسم کندشونده است؟

ب) در چه لحظه‌ای جسم تغییر جهت می‌دهد؟

پ) در بازهٔ زمانی صفر تا t_1 شتاب متحرک چقدر است؟

ت) شتاب متوسط در کل زمان حرکت مثبت است یا منفی؟ توضیح دهید.

۳۷. نمودار سرعت ـ زمان متحرکی، مطابق شکل است. (ریاضی- ۹۰)

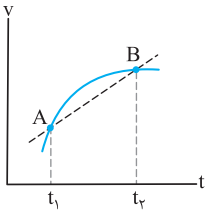


آ) در کدام بازهٔ زمانی بردار سرعت متحرک در جهت محور x است؟

ب) در چه لحظه‌هایی شتاب حرکت متحرک صفر است؟

پ) در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3 شتاب متوسط مثبت است یا منفی؟ توضیح دهید.

۳۸. نمودار سرعت ـ زمان حرکت جسمی بر روی خط راست، مطابق شکل است.

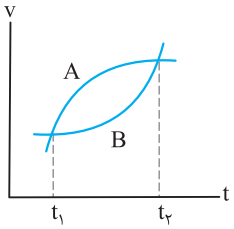


آ) استنباط خود را در مورد پاره‌خط AB ، بیان کنید.

ب) رابطهٔ فیزیکی مربوط به آن را بنویسید.

www.gajmarket.com

۳۹. **نمودار سرعت ـ زمان حرکت دو جسم بر روی خط راست، مطابق شکل است.** (تجربی- ۸۹)



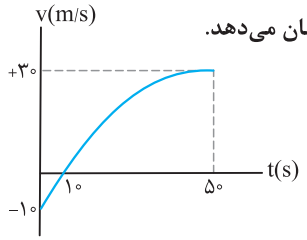
آ) شتاب کدام متحرک در حال کاهش است؟ توضیح دهید.

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

پ) با استدلال شتاب متوسط دو متحرک را با هم مقایسه کنید.

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

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

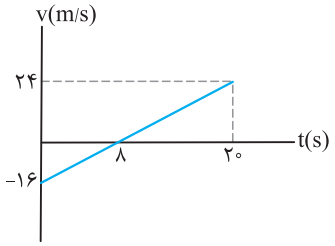


آ) در کل مدت حرکت، حرکت متحرک تندشونده است یا کندشونده؟ چرا؟

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

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

۴۱. **نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که در راستای محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل روبه‌رو است.**

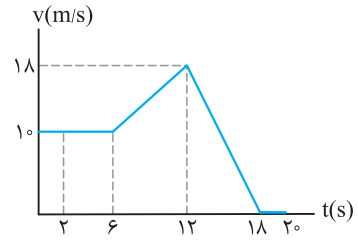


آ) نوع حرکت متحرک را در بازه‌های زمانی صفر تا ۸s و ۸s تا ۲۰s بیان کنید.

ب) شتاب متوسط متحرک را در بازه‌های زمانی صفر تا ۸s و ۸s تا ۲۰s به‌دست آورید.

پ) شتاب متحرک در لحظهٔ ۱۲s چند متر بر مربع ثانیه است؟

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



آ) شتاب خودرو را در هر یک از لحظه‌های $t = 2s$، $t = 9s$ و $t = 17s$ به‌دست آورید.

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

پاسخ‌های تشریحی

۱۳ آ) برداری ب) شتاب متوسط پ) تغییرات سرعت
ت) تندی لحظه‌ای ث) سرعت لحظه‌ای

۱۴ آ) درست
ب) نادرست، اگر شتاب و سرعت هم‌علامت باشند، نوع حرکت تندشونده و یا سرعت در حال افزایش است.
پ) درست ت) درست
ث) نادرست، اگر جهت سرعت متحرک تغییر کند، حرکت جسم شتاب‌دار است.

۱۵ آ) سرعت متوسط ب) سرعت لحظه‌ای پ) مماس
ت) شتاب لحظه‌ای ث) کندشونده

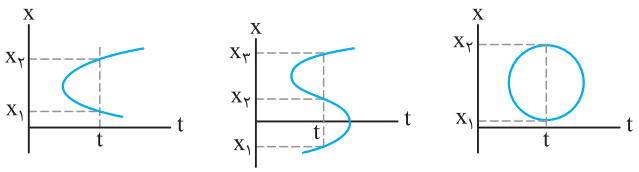
۱۶ مسیر (آ) و (ت) دارای حرکت شتاب‌دار هستند زیرا اگر اندازهٔ سرعت متحرک ثابت باشد و جهت آن تغییر کند، حرکت شتاب‌دار است.
در مسیر (ب) اندازهٔ سرعت تغییر می‌کند ولی جهت آن ثابت می‌ماند بنابراین حرکت شتاب‌دار است. ولی در مسیر (پ) اندازه و جهت سرعت ثابت می‌ماند بنابراین حرکت شتاب‌دار نیست.

۱۷ آ) در لحظهٔ t_2 ب) در لحظهٔ t_1
پ) بازهٔ زمانی t_2 تا t_3 ت) بازهٔ زمانی صفر تا t_2

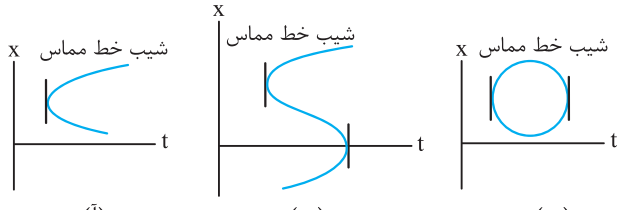
۱۸ آ) t_2 ب) t_1 و t_3 پ) کندشونده

۱۹ در حالت کلی در نمودار x – t باید به نکات زیر توجه کرد.

۱) نمودار نباید به گونه‌ای رسم شود که در یک لحظه، متحرک در دو مکان مختلف باشد، در نمودار شکل (آ)، (ب) و (ت) متحرک در یک لحظه در دو مکان قرار دارد بنابراین نمودار (آ)، (ب) و (ت) یک نمودار مکان ـ زمان نیست.



۲) خط مماس بر نمودار در هیچ لحظه‌ای نباید به‌طور قائم قرار گیرد زیرا شیب خط آن بی‌نهایت شده و سرعت بی‌نهایت وجود ندارد. در نمودارهای (آ)، (ب) و (ت) این موضوع رعایت نشده است. بنابراین نمودار شکل (پ) می‌تواند یک نمودار مکان ـ زمان باشد.



www.gajmarket.com

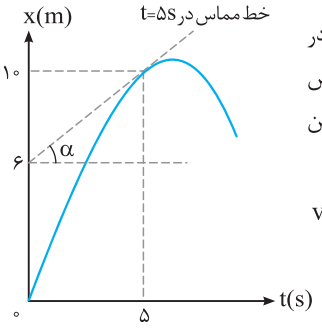
۲۰ آ) در بازهٔ زمانی صفر تا t_1 حرکت با سرعت ثابت و در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3 حرکت شتاب‌دار تندشونده است.

ب) سرعت متوسط برابر صفر است. $v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{0}{t_3-t_1}=0$

پ) در لحظهٔ t_2 سرعت جسم صفر است؛ زیرا شیب خط مماس بر نمودار در این لحظه صفر است.

۲۱ 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.

۲۲ 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.

۲۳ آ) متحرک دو بار تغییر جهت داده است، در لحظه‌های ۱۰s و ۳۰s. چون شیب خط مماس بر نمودار در این لحظه‌ها برابر صفر است.

ب) سه بار سرعت متحرک صفر شده است. در لحظه‌های ۱۰s، ۳۰s و ۵۰s. دقت کنید در لحظهٔ ۵۰s متحرک متوقف شده و تغییر جهت نداده است. (تفاوت قسمت (ب) با قسمت (آ) در همین نکته است.)

پ) در بازهٔ زمانی ۱۰s تا ۳۰s یعنی به مدت ۲۰s متحرک خلاف جهت محور x حرکت کرده است.

ت) متحرک در لحظهٔ $t_1=0$ در مکان $x_1=50m$ و در لحظهٔ ۵۰s باز هم در مکان $x_2=50m$ است. بنابراین جابه‌جایی برابر صفر می‌باشد.

$$\Delta x=x_2-x_1\Rightarrow\Delta x=50-50=0$$

ث) مسافت‌های پیموده‌شده را در بازه‌های زمانی مختلف با هم جمع می‌کنیم تا مسافت پیموده‌شده به‌دست آید.

$$l=50+100+100+100+50=400m$$

ج) تندی متوسط از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$s_{av}=\frac{l}{\Delta t}=\frac{400}{50}=8\,m/s$$

و سرعت متوسط نیز به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{0}{50}=0$$

---

۲۴ آ) ۴ ب) ۲ پ) ۱ ت) ۳

---

۲۵ آ) درست $v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}\Rightarrow v_{av}=\frac{60-80}{10-6}=\frac{-20}{4}=-5\,m/s$

ب) نادرست، جابه‌جایی در جهت محور x است زیرا:

$$\Delta x=x_2-x_1\Rightarrow\Delta x=60-50=+10m$$

پ) درست، مسافت پیموده‌شده برابر است با: $l=30+20=50m$

ت) درست، در لحظهٔ ۶s سرعت متحرک برابر صفر شده و متحرک تغییر جهت می‌دهد.

ث) نادرست، با استفاده از رابطهٔ سرعت متوسط داریم:

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}\xrightarrow{(0,6s)}v_{av}=\frac{80-50}{6-0}=\frac{30}{6}=5\,m/s$$

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}\xrightarrow{(0,10s)}v_{av}=\frac{60-50}{10-0}=1\,m/s$$

---

۲۶ آ) در این نمودار مسافت پیموده‌شده و جابه‌جایی در بازهٔ زمانی صفر تا ۲۰s برابر ۴۰m است. بنابراین داریم:

$$s_{av}=\frac{l}{\Delta t}=\frac{40}{20}=2\,m/s\ ,\ v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{40}{20}=2\,m/s$$

ب) در لحظهٔ ۲۰s، سرعت دوچرخه‌سوار صفر می‌باشد.

$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}\Rightarrow a_{av}=\frac{0-4}{20}=-0/2\,m/s^2$$

---

۲۷ آ) برای محاسبهٔ جابه‌جایی داریم:

$$\left.\begin{matrix}t_1=1s\Rightarrow x_1=0\\ t_2=10s\Rightarrow x_2=-12m\end{matrix}\right\}\Rightarrow\Delta x=-12-0=-12m$$

برای محاسبهٔ مسافت پیموده‌شده باید مسافت‌های پیموده‌شده را در بازه‌های زمانی مختلف با هم جمع کنیم.

مسافت‌های طی‌شده در بازه‌های زمانی 1s تا 5s، 5s تا 9s و 9s تا 10s به ترتیب 13m، 13m و 12m است. بنابراین: $l=13+13+12=38m$

ب) با توجه به قسمت (آ) داریم:

$$s_{av}=\frac{l}{\Delta t}\Rightarrow s_{av}=\frac{38}{10-1}=\frac{38}{9}\,m/s$$

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{-12}{10-1}=-\frac{12}{9}=\frac{-4}{3}\,m/s$$

پ) در لحظهٔ 5s سرعت متحرک برابر صفر است. بنابراین داریم:

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

---

۲۸ آ) خلاف جهت محور x ب) t_3

پ) t_2 ت) کندشونده ث) منفی

---

۲۹ آ) تندشونده، چون اندازهٔ سرعت افزایش می‌یابد.

ب) صفر، چون شیب خط مماس در لحظهٔ t_1 صفر است.

www.gajmarket.com

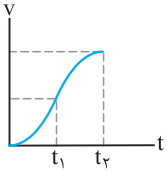
۳۰ آ) در لحظهٔ $t_۲$
ب) در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۳$
پ) دو بار، در لحظه‌های $t_۱$ و $t_۳$
ت) در بازهٔ زمانی صفر تا $t_۲$

۳۱

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

۳۲ آ) درست
ب) نادرست، چون شیب خط منفی است.
پ) درست
ت) درست
ث) درست

۳۳ آ) در بازهٔ زمانی صفر تا $t_۱$ حرکت تندشونده و در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۲$ حرکت کندشونده است.
ب)



۳۴

بازهٔ زمانی	جهت حرکت	جهت شتاب	نوع حرکت
صفر تا $t_۱$	$+x$	$-x$	کندشونده
$t_۱$ تا $t_۲$	$-x$	—	تندشونده
$t_۲$ تا $t_۳$	$-x$	—	—

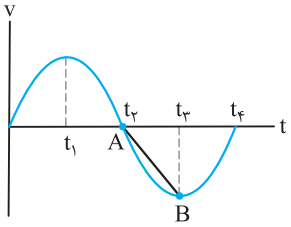
۳۵ آ) مثبت
ب) متغیر
پ) صفر
ت) صفر
ث) خلاف جهت

۳۶ آ) $t_۱$ تا $t_۲$
ب) $t_۲$
پ) صفر، زیرا شیب خط در این بازهٔ زمانی برابر صفر است.
ت) اگر یک خط بین ابتدا و انتهای نمودار رسم کنیم، شیب آن مثبت است. بنابراین شتاب متوسط در کل حرکت مثبت است و یا این‌که:

$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{v-(-v)}{t_۳-۰}=\frac{۲v}{t_۳}$$

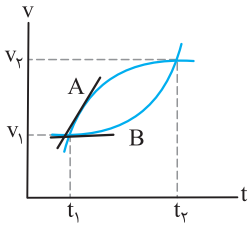
که مقدار مثبتی است.

۳۷ آ) صفر تا $t_۲$
ب) $t_۱$ و $t_۳$
پ) شتاب متوسط در بازهٔ زمانی $t_۲$ تا $t_۳$ برابر شیب پاره‌خط AB در شکل مقابل است.
چون این شیب منفی است پس شتاب متوسط نیز در این بازهٔ زمانی منفی است.



۳۸ آ) شیب پاره‌خط AB شتاب متوسط در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۲$ است.
ب) $a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}$

۳۹ آ) شتاب متحرک A در حال کاهش است؛ زیرا شیب نمودار سرعت ـ زمان آن در حال کاهش است.
ب) A، زیرا در لحظهٔ $t_۱$، 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 $v_۱$ به $v_۲$ رسیده و $v_۲ > v_۱$ است.

۴۰ آ) از صفر تا ۱۰s نوع حرکت متحرک کندشونده است، چون اندازهٔ سرعت کاهش می‌یابد و از ۱۰s تا ۵۰s نوع حرکت متحرک تندشونده است، چون اندازهٔ سرعت افزایش می‌یابد.
ب) با استفاده از رابطهٔ شتاب متوسط داریم:

$$(۰,۱۰s): a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{۰-(-۱۰)}{۱۰-۰}=۱m/s^۲$$

$$(۱۰s,۵۰s): a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{۳۰-۰}{۵۰-۱۰}=\frac{۳}{۴}=۰/۷۵\,m/s^۲$$

پ) شیب خط مماس بر نمودار که نشان‌دهندهٔ شتاب لحظه‌ای می‌باشد، در لحظه‌های مختلف در حال کاهش است. بنابراین شتاب در حال کاهش است.

۴۱ آ) در بازهٔ زمانی صفر تا ۸s حرکت کندشونده و در بازهٔ زمانی ۸s تا ۲۰s حرکت تندشونده است.
ب) با استفاده از رابطهٔ شتاب متوسط داریم:

$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}\xrightarrow{(۰,۸s)}a_{av}=\frac{۰-(-۱۶)}{۸-۰}=۲m/s^۲$$

$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}\xrightarrow{(۸s,۲۰s)}a_{av}=\frac{۲۴-۰}{۲۰-۸}=۲m/s^۲$$

پ) در لحظهٔ ۱۲s شتاب برابر $۲m/s^۲$ است، زیرا نمودار یک خط راست می‌باشد و شیب خط مماس که نشان‌دهندهٔ شتاب لحظه‌ای است، در تمام نقاط یکسان است.

۴۲ آ) شتاب حرکت این متحرک در بازهٔ زمانی صفر تا ۶s ثابت و برابر صفر است. بنابراین شتاب در لحظهٔ ۲s برابر صفر می‌باشد.
هم‌چنین شتاب متحرک در بازهٔ زمانی ۶s تا ۱۲s ثابت و برابر است با:

$$a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{۱۸-۱۰}{۱۲-۶}=\frac{۸}{۶}=\frac{۴}{۳}m/s^۲$$

بنابراین شتاب در لحظهٔ ۹s نیز $\frac{۴}{۳}m/s^۲$ می‌باشد و در بازهٔ زمانی ۱۲s تا ۱۸s نیز شتاب متحرک ثابت بوده و برابر است با:

$$a=\frac{\Delta v}{\Delta t}\Rightarrow a=\frac{۰-۱۸}{۱۸-۱۲}=-\frac{۱۸}{۶}=-۳m/s^۲$$

در نتیجه شتاب متحرک در لحظهٔ ۱۷s برابر $-۳m/s^۲$ است.

ب) $a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}\Rightarrow a_{av}=\frac{۰-۱۰}{۲۰-۰}=-\frac{۱}{۲}m/s^۲$

www.gajmarket.com