

۶۸ +	مسافت و جابه‌جایی
۶۹ +	تندی متوسط و سرعت متوسط
۷۰ +	نمودار مکان - زمان
۷۱	تعیین سرعت متوسط به کمک نمودار مکان - زمان
۷۲ +	تندی لحظه‌ای و سرعت لحظه‌ای و تعیین آن به کمک
	نمودار مکان - زمان
۷۳ +	نمودار سرعت - زمان
۷۴ +	شتاب متوسط و شتاب لحظه‌ای و تعیین آنها به کمک
	نمودار سرعت - زمان
۷۵ +	معادله مکان - زمان در حرکت با سرعت ثابت
۷۶	نمودار مکان - زمان در حرکت با سرعت ثابت
۷۷	بررسی حرکت دو جسمی
۷۸ +	معادله سرعت - زمان در حرکت با شتاب ثابت
۷۹ +	معادله مکان - زمان در حرکت با شتاب ثابت
۸۰	معادله سرعت - جابه‌جایی در حرکت با شتاب ثابت
۸۱	نمودارهای حرکت با شتاب ثابت

حرکت بر خط راست

آزمون تشخیصی مفاهیم کلیدی

پایه نهم

۶۸ مسافت و بردار جابه‌جایی را تعریف کنید.

۶۹ متحرکی در مدت زمان ۵s فاصله بین مکان آغازین $\vec{d}_1 = (-2m)\vec{i}$ و مکان پایانی $\vec{d}_2 = (28m)\vec{i}$ را طی می‌کند.

الف) جهت حرکت متحرک را تعیین کنید.

ب) بردار جابه‌جایی متحرک را به دست آورید.

ج) بزرگی سرعت متوسط متحرک چند متر بر ثانیه است؟

۷۰ نمودار مکان - زمان متحرکی که روی محور x در حال حرکت است، مطابق شکل زیر است.

الف) متحرک چند بار تغییر جهت داده است؟

ب) در چه لحظه‌ای سرعت متحرک برابر صفر است؟

ج) جهت حرکت متحرک را در بازه زمانی t_1 تا t_4 تعیین کنید.

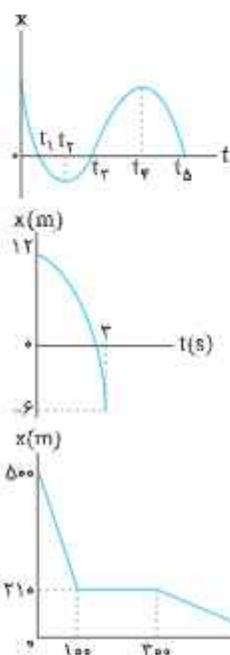
۷۱ متحرکی در امتداد محور x حرکت می‌کند و نمودار مکان - زمان آن مطابق شکل زیر است.

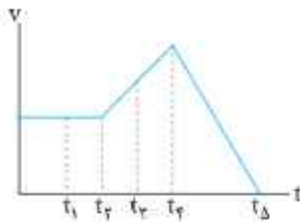
الف) سرعت متوسط متحرک را در ۳ ثانیه اول حرکت به دست آورید.

ب) جهت بردار سرعت متوسط متحرک را تعیین کنید.

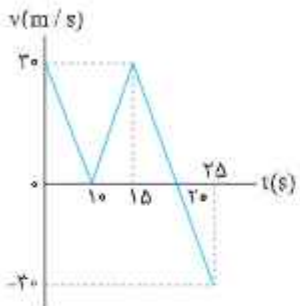
۷۲ نمودار مکان - زمان دوندۀ ای که روی خط راست می‌دود، مطابق شکل زیر است.

الف) در چه بازه زمانی دونده ایستاده است؟

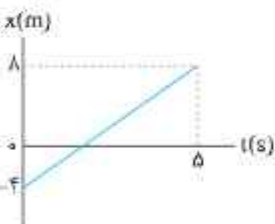
ب) سرعت دونده در لحظه $t = 50s$ چند متر بر ثانیه است؟



- ۷۳ با توجه به نمودار سرعت - زمان شکل روبه‌رو که مربوط به حرکت جسمی بر روی خط راست است، به سؤال‌های زیر پاسخ دهید:
- الف) نوع حرکت متحرک در لحظه t_1 چیست؟
- ب) در کدام لحظه متحرک تغییر جهت داده است؟
- ج) در کدام بازه زمانی حرکت متحرک کندشونده است؟



- ۷۴ نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است.
- الف) شتاب متوسط متحرک در بازه زمانی $t = 0s$ تا $t = 15s$ را تعیین کنید.
- ب) شتاب متحرک را در لحظه $t = 22s$ تعیین کنید.



- ۷۵ با توجه به نمودار مکان - زمان روبه‌رو به سؤال‌های زیر پاسخ دهید:
- الف) معادله مکان - زمان متحرک را بنویسید.
- ب) در چه لحظه‌ای متحرک از مبدأ گذشته است؟
- ج) در لحظه $t = 4s$ متحرک در چند متری مبدأ بوده است؟

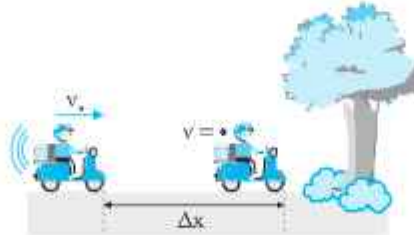
- ۷۶ معادله مکان - زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند، در SI به صورت $x = -6t + 18$ است. در چه لحظه‌ای متحرک از مبدأ عبور کرده است؟ نمودار مکان - زمان آن را رسم کنید.

- ۷۷ دو دوندۀ با سرعت ثابت روی خط راست، پشت سر همدیگر در حال دویدن هستند. سرعت دوندۀ‌ای که جلوتر است $4m/s$ و دوندۀ عقب‌تر با سرعت $6m/s$ در حال دویدن است. اگر بعد از $12s$ ، دوندۀ عقب‌تر به دوندۀ جلویی برسد، فاصله اولیه دو دوندۀ از یکدیگر چند متر بوده است؟
- ۷۸ معادله سرعت - زمان متحرکی که بر خط راست حرکت می‌کند، در SI به صورت $v = 4t + 12$ است. سرعت متوسط متحرک را در 4 ثانیه اول حرکت به دست آورید.

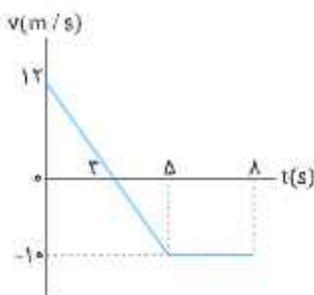
- ۷۹ معادله حرکت جسمی که روی خط راست حرکت می‌کند، در SI به صورت $x = 4t^2 - 10t + 5$ است.
- الف) مکان اولیه جسم و شتاب حرکت را تعیین کنید.

- ب) سرعت متوسط بین دو لحظه $t_1 = 1s$ و $t_2 = 3s$ را حساب کنید.

- ۸۰ مطابق شکل، یک پیک موتوری که با سرعت $30m/s$ در حال حرکت است، ناگهان درختی را در فاصله 80 متری خود می‌بیند و بلافاصله ترمز می‌گیرد. موتور با شتاب کندشونده $6m/s^2$ متوقف می‌شود.



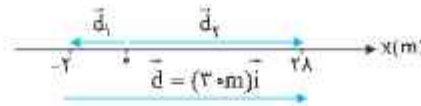
- الف) جایه جایی او تا لحظه توقف چقدر است؟
- ب) آیا موتور به درخت برخورد می‌کند؟



- ۸۱ نمودار سرعت - زمان جسمی که بر روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است.
- الف) سرعت متوسط جسم در بازه زمانی $0s$ تا $8s$ چقدر است؟
- ب) تندی متوسط جسم در بازه زمانی $0s$ تا $8s$ چقدر است؟

[۶۸] به طول مسیری که یک متحرک از مکان آغازین حرکت تا مکان پایانی حرکت پیموده است، مسافت می‌گوییم. به پاره خط جهت‌داری که مکان آغازین حرکت را به مکان پایانی حرکت وصل می‌کند، بردار جابه‌جایی می‌گوییم.

[۶۹] الف) در جهت محور x



ب) $\vec{d} = (30\text{m})\vec{i}$

ج) $v_{av} = 6\text{m/s}$

[۷۰] الف) ۲ بار

[۷۱] الف) $v_{av} = -6\text{m/s}$

[۷۲] الف) $t = 100\text{s}$ تا $t = 300\text{s}$

[۷۳] الف) حرکت با سرعت ثابت (یکنواخت)

[۷۴] الف) $a_{av} = +$

[۷۵] الف) $x = 2/4t - 4$

[۷۶] $t = 3\text{s}$

ج) در جهت محور x

ب) در لحظات t_1 و t_2

ب) خلاف جهت محور x

ب) $v = v_{av} = -2/4\text{m/s}$

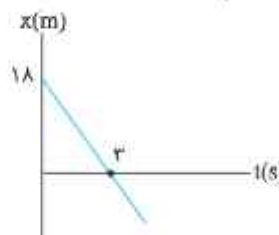
ب) متحرک تغییر جهت نداده است.

ب) $a_{av} = -6\text{m/s}^2$

ب) $t = \frac{\Delta}{3}$

ج) t_1 تا t_2

ج) $x = 5/6\text{m}$



[۷۸] $v_{av} = 20\text{m/s}$

ب) $v_{av} = 6\text{m/s}$

ب) خیر، زیرا بعد از ۷۵ متر متوقف شده است.

ب) $a_{av} = 7/25\text{m/s}$

[۷۷] $x = 24\text{m}$

[۷۹] الف) $a = 8\text{m/s}^2$, $x_e = 5\text{m}$

[۸۰] الف) $\Delta x = 75\text{m}$

[۸۱] الف) $v_{av} = -2/75\text{m/s}$



حد اکثر زمان مطالعه: ۱۵ دقیقه

مفاهیم آموزشی

۶۸ مسافت و جابه‌جایی

در جهان اطراف ما، همه چیز در حال حرکت است؛ حرکت انسان‌ها در خیابان، پرواز پرندگان، چرخش عقربه‌های ساعت، گردش خون در رگ‌های بدن، چرخش زمین به دور خورشید، افتادن برگ درختان، حرکت قلم بر روی کاغذ و

در فیزیک، علم بررسی حرکت اجسام، «حرکت‌شناسی» یا سینماتیک نامیده می‌شود. برای بررسی حرکت یک جسم، کمیت‌هایی مثل مکان، زمان، مسافت، جابه‌جایی، سرعت، شتاب و ... نقش مهمی دارند که شناخت آنها برای توصیف دقیق حرکت لازم است.

مسافت: دونده‌ای را در نظر بگیرید که مطابق شکل، از نقطه (۱) به نقطه (۲) حرکت کرده است. به **طول مسیری** که دونده از نقطه شروع حرکت (۱) تا نقطه پایان (۲) پیموده است، **مسافت پیموده شده** یا به اختصار **مسافت** می‌گوییم. مسافت را با حرف L نشان می‌دهیم و یکای آن در SI، متر است.



جابه‌جایی: به پاره خط جهت‌داری که مکان آغازین حرکت را به مکان پایانی حرکت وصل می‌کند، **بردار جابه‌جایی** می‌گوییم.

بردار جابه‌جایی را با $\vec{d}$ نشان می‌دهیم و یکای آن در SI، متر است.

کله: مسافت کمیتی نرده‌ای است، در حالی که جابه‌جایی کمیتی برداری است.

سوال در مسابقه دو صد متر، دونده‌ها یک مسیر مستقیم ۱۰۰ متری را بدون تغییر جهت می‌دوند. مسافت پیموده شده هر دونده را با جابه‌جایی‌اش در این ۱۰۰ متر مقایسه کنید.

پاسخ چون حرکت بر خط راست و بدون تغییر جهت است، مسافت طی شده با اندازه جابه‌جایی، برابر است؛ یعنی طول مسیری که دونده طی می‌کند، همان اندازه پاره خط مستقیمی است که نقطه شروع را به نقطه پایان وصل می‌کند، بنابراین:

$L = d$

کله: شرط برابری مسافت با اندازه جابه‌جایی، حرکت بر خط راست بدون تغییر جهت است. در غیر این صورت مسافت از اندازه جابه‌جایی بزرگ‌تر است.

سوال در مسابقات شنا داخل سالن، شناگران طول ۵۰ متری استخر را در یک مسیر رفت و برگشت شنا می‌کنند. مسافتی را که شناگر در این مسابقه شنا می‌کند محاسبه و آن را با مقدار جابه‌جایی‌اش مقایسه کنید.

پاسخ مسافت، طول مسیری است که شناگر در مسیر رفت و برگشت طی می‌کند؛ بنابراین مسافت برابر است با؛

$$L = (50\text{m}) + (50\text{m}) = 100\text{m}$$

چون شناگر پس از طی یک مسیر رفت و برگشت، دوباره به مکان آغازین خود برگشته است و نقطه آغازین حرکت با نقطه پایانی حرکت یکی است، جابه‌جایی شناگر برابر صفر است.

$$d = 0$$

توجه کنید که برای نشان دادن اندازه کمیت‌های برداری، علامت پیکان (بردار) روی نماد را برمی‌داریم.

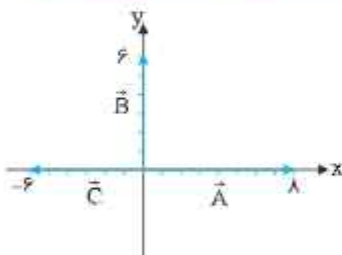


سوال یکی از کارکنان انتشارات کاگو، برای رسیدن به محل کار خود، مسیری مطابق شکل روبه‌رو را طی کرده است. مسافت پیموده شده شخص را با اندازه بردار جابه‌جایی‌اش مقایسه کنید.



پاسخ بردار جابه‌جایی نقطه شروع را مستقیم به نقطه پایان وصل می‌کند؛ بنابراین از آنجا که بردار جابه‌جایی، کوتاه‌ترین فاصله بین نقطه آغازین و نقطه پایانی حرکت است، مسافت طی شده از اندازه بردار جابه‌جایی شخص بزرگ‌تر است ($L > d$).

• حرکت بر خط راست

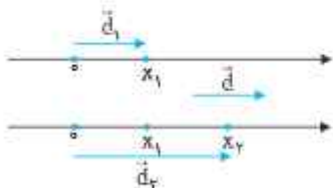


یادآوری در ریاضی هشتم و فیزیک دهم با نمایش یک بردار به کمک بردارهای یک‌ه‌ای $\vec{i}$ و $\vec{j}$ آشنا شدیم. برای مثال: بردارهای $\vec{A}$ ، $\vec{B}$ و $\vec{C}$ در دستگاه مختصات روبه‌رو را به صورت زیر بر حسب بردارهای یک‌ه‌ای می‌نویسیم:

$$\begin{aligned}\vec{A} &= 8\vec{i} \\ \vec{B} &= 6\vec{j} \\ \vec{C} &= -6\vec{i}\end{aligned}$$

برای بررسی حرکت جسم بر خط راست، محوری مانند محور x را انتخاب و فرض می‌کنیم که جسم در راستای این محور حرکت می‌کند. پس مکان دلخواهی را به عنوان مبدأ ($x = 0$) روی آن در نظر می‌گیریم. در هر لحظه از حرکت، متحرک در فاصله مشخصی از مبدأ قرار دارد.

بردار مکان: به برداری که مبدأ را به مکان جسم در هر لحظه وصل می‌کند، بردار مکان جسم در آن لحظه می‌گوییم. مطابق شکل، فرض کنید متحرکی در لحظه t_1 در مکان x_1 و در لحظه t_2 در مکان x_2 قرار دارد. بردارهای مکان متحرک را در دو لحظه t_1 و t_2 روی شکل نشان داده‌ایم و آنها را بر حسب بردارهای یک‌ه‌ای نوشته‌ایم. بردار جابه‌جایی در این حالت، با تغییر مکان جسم برابر است.



$$\begin{aligned}(\text{بردار مکان } x_1) \vec{d}_1 &= x_1 \vec{i} \\ (\text{بردار مکان } x_2) \vec{d}_2 &= x_2 \vec{i} \\ \Rightarrow (\text{بردار جابه‌جایی}) \vec{d} &= \vec{d}_2 - \vec{d}_1 \\ \vec{d} &= x_2 \vec{i} - x_1 \vec{i} = (x_2 - x_1) \vec{i} \Rightarrow \vec{d} = (\Delta x) \vec{i}\end{aligned}$$

سوال متحرکی روی خط راست، از مکان $(+5\text{m})\vec{i}$ به مکان $(-5\text{m})\vec{i}$ می‌رود. بردار جابه‌جایی این متحرک را به دست آورید.

$$\vec{d} = \vec{d}_2 - \vec{d}_1 = (-5\text{m})\vec{i} - (+5\text{m})\vec{i} = (-10\text{m})\vec{i}$$

پاسخ

علامت منفی در بردار جابه‌جایی به این معنا است که متحرک در خلاف جهت محور x حرکت کرده است.



۶۹ تندی متوسط و سرعت متوسط

هنگامی که متحرکی در مدت زمان Δt ، از نقطه (۱) به نقطه (۲) می‌رود، تندی متوسط (s_{av}) و بردار سرعت متوسط ($\vec{v}_{av}$) متحرک را به صورت زیر تعریف می‌کنیم:

$$s_{av} = \frac{L}{\Delta t} \rightarrow \text{تندی متوسط (m/s)}$$

$$\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t} \rightarrow \text{بردار جابه‌جایی : سرعت متوسط (m/s)}$$

یکای تندی متوسط و سرعت متوسط در SI، متر بر ثانیه است. فقط تندی متوسط از تقسیم مسافت بر زمان به دست می‌آید در حالی که سرعت متوسط از تقسیم بردار جابه‌جایی بر زمان محاسبه می‌شود.

کلمه کلیدی: تندی متوسط کمیتی نرده‌ای و سرعت متوسط کمیتی برداری است.

سوال به کمک نرم‌افزارهای مسیریاب مسافت طی‌شده توسط شخص را ۱۲۷ متر در مدت زمان یک دقیقه تعیین کرده‌ایم. اگر بزرگی جابه‌جایی شخص در این مسیر برابر ۵۷m باشد،
الف) تندی متوسط و اندازه سرعت متوسط شخص را در این مسیر محاسبه کنید.
ب) مفهوم فیزیکی تندی متوسط و سرعت متوسط را بیان کنید.
ج) جهت سرعت متوسط را مشخص کنید.



پاسخ الف)

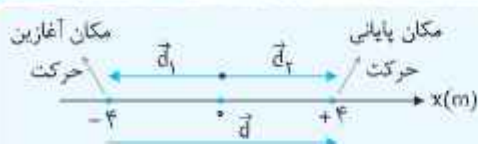
$$s_{av} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{127}{60} = 2.12 \text{ m/s}, \quad v_{av} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{57}{60} = 0.95 \text{ m/s}$$

ب) مفهوم فیزیکی تندی متوسط این است که این شخص به طور متوسط در هر ثانیه، تقریباً ۲/۱۲ متر از طول مسیر حرکت را پیموده است.
مفهوم فیزیکی سرعت متوسط این است که این شخص به طور متوسط در هر ثانیه، ۰/۹۵ متر جابه‌جا و به مقصد نزدیک شده است.
ج) جهت سرعت متوسط به سمت شرق است.

کلمه کلیدی: بردار سرعت متوسط همواره با بردار جابه‌جایی هم‌جهت است.

سوال متحرکی در مدت زمان ۸s، بدون تغییر جهت از مکان $\vec{d}_1 = (-4\text{m})\vec{i}$ به مکان $\vec{d}_2 = (4\text{m})\vec{i}$ می‌رسد. [نهایی - تیرگی - فروردین ۱۳۹۰]
الف) جهت حرکت این متحرک را تعیین کنید.
ب) بزرگی سرعت متوسط متحرک در مدت زمان ۸s چند متر بر ثانیه است؟
ج) مسافت طی‌شده متحرک چند متر است؟

پاسخ الف) ابتدا بردارهای مکان متحرک را رسم می‌کنیم.



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

متحرک در جهت محور x حرکت کرده است.

ب) در حرکت بر خط راست، سرعت متوسط برابر است با:

$$\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t} = \frac{(\Delta x)\vec{i}}{\Delta t}, \quad v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{\Delta t} = \frac{4 - (-4)}{8} = 1 \text{ m/s}$$

ج) در متن سؤال اشاره‌ای به حرکت روی خط راست نشده است، ولی با فرض حرکت بر خط راست، چون متحرک تغییر جهت نداده است، اندازه جابه‌جایی با مسافت برابر است.

کلمه کلیدی: در صورتی که متحرک روی خط راست و در یک جهت (بدون تغییر جهت) حرکت کند، اندازه سرعت متوسط با تندی متوسط برابر است.

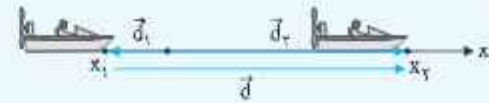
سوال یک قایق تندرو که در جهت محور x حرکت می‌کند. در لحظه‌های $t_1 = 2s$ و $t_2 = 6s$ ، به ترتیب از مکان‌های $x_1 = -12m$ و $x_2 = 128m$ عبور می‌کند.
الف) بردارهای مکان قایق را در لحظه‌های t_1 و t_2 و بردار جابه‌جایی آن را در این بازه زمانی روی یک محور رسم کنید.
ب) سرعت متوسط قایق را در این بازه زمانی محاسبه کنید.

پاسخ

الف)

ب)

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{\Delta t} = \frac{128 - (-12)}{6 - 2} = 35 \text{ m/s}$$



نمرین‌های امتحانی

- الف)** درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را با واژه‌های «درست» یا «نادرست» مشخص کنید.
- * سرعت متوسط، یک کمیت برداری است که همواره با بردار تغییر مکان هم‌جهت است.
 - * در حرکت بر خط راست، مسافت همواره با اندازه بردار جابه‌جایی برابر است.
- ب)** در جمله‌های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید.
۳. برداری که مبدأ محور را در هر لحظه به مکان جسم وصل می‌کند، بردار (جابه‌جایی - مکان) نام دارد.
 ۴. در حرکت روی محور x ، وقتی متحرک به مکان آغازین حرکتش باز می‌گردد، (مسافت طی شده متحرک - سرعت متوسط متحرک) صفر است.
- ج)** بردار سرعت متوسط متحرک در حرکت روی محور x ، (خلاف جهت - هم‌جهت) با بردار جابه‌جایی است.
- د)** جاهای خالی را در جمله‌های زیر، با کلمه‌های مناسب تکمیل کنید.
- * ۶. باره‌خط جهت‌داری که مکان آغازین را به مکان پایانی حرکت وصل می‌کند، بردار نامیده می‌شود.
 - * ۷. در حرکت متحرک بدون تغییر جهت، اندازه سرعت متوسط در هر بازه زمانی برابر با ... در آن بازه زمانی است.
 - * ۸. مسافت کمیتی ... است.
- ۲)** به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.
۹. عقربه تندی‌سنج خودروها چه کمیتی را نشان می‌دهد؟
 ۱۰. دو تفاوت تندی متوسط و سرعت متوسط را بنویسید.
 ۱۱. حلزونی که در جهت محور x در حرکت است، در لحظه $t_1 = 0s$ و $t_2 = 8s$ به ترتیب در $x_1 = -4mm$ و $x_2 = 0mm$ قرار دارد.
- الف) بردارهای مکان حلزون را در این لحظه‌ها و بردار جابه‌جایی آن را در این بازه زمانی رسم کنید.
- ب) سرعت متوسط حلزون را در این بازه زمانی پیدا کنید.
- ج) آیا اندازه سرعت متوسط با تندی متوسط برابر است؟
- * ۱۲. متحرکی در مدت زمان $4s$ از مکان $\vec{d}_1 = (12m)\hat{i}$ به مکان $\vec{d}_2 = (-8m)\hat{i}$ می‌رسد.
- الف) جهت حرکت این متحرک را مشخص کنید.
- ب) بزرگی سرعت متوسط این متحرک در این بازه زمانی 4 ثانیه چند متر بر ثانیه است؟
- * ۱۳. سببی هنگام افتادن از درخت، در لحظه‌های $t_1 = 0s$ و $t_2 = 0.5s$ به ترتیب از مکان‌های $y_1 = 0m$ و $y_2 = -2.0m$ عبور کرده است.
- الف) جهت حرکت این متحرک را مشخص کنید.
- ب) بزرگی سرعت متوسط این متحرک در بازه زمانی t_1 تا t_2 چند متر بر ثانیه است؟
- * ۱۴. متحرکی در مدت زمان $4s$ ، فاصله بین مکان آغازین و مکان پایانی حرکتش را طی می‌کند. اگر مکان آغازین متحرک $\vec{d}_1 = (-2m)\hat{i}$ و بردار جابه‌جایی $\vec{d} = (6m)\hat{i}$ باشد.
- الف) مکان پایانی متحرک
- ب) سرعت متوسط متحرک
- ج) جهت حرکت متحرک را پیدا کنید.
۱۵. معادله مکان - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، به صورت $x = 2t^2 + 1$ (در SI) است. سرعت متوسط متحرک را در بازه‌های زمانی زیر بیابید.
- الف) $t_1 = 1s$ تا $t_2 = 3s$
- ب) ۲ ثانیه اول حرکت
- ج) ۲ ثانیه چهارم حرکت



سوال تمرین	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
کد مفاهیم کلیدی	۶۸	۶۸	۶۸	۶۸	۶۸	۶۸	۶۸	۶۸	۶۸	۶۸	۶۸	۶۸	۶۸	۶۸	۶۸

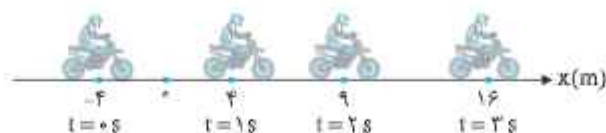


۷۰ نمودار مکان-زمان

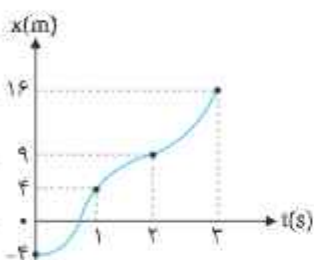
برای توصیف حرکت یک جسم، از نمودار مکان-زمان استفاده می‌کنیم. این نمودار، مکان جسم را در هر لحظه نشان می‌دهد و در آن، محور افقی، زمان و محور عمودی (قائم)، مکان است.

متحرک در هر لحظه دلخواه t ، در مکان مشخصی مانند x قرار دارد. به ازای هر x و t ، می‌توان یک نقطه را در دستگاه $x-t$ نشان داد و اگر نقاط را به یکدیگر وصل کنیم، نمودار مکان-زمان این متحرک به دست می‌آید.

در شکل زیر موتورسواری روی خط راست در حرکت است و در هر لحظه، مکان موتورسوار نشان داده شده است:



اگر این نقاط را در دستگاه $x-t$ نشان دهیم و آنها را به کمک یک منحنی هموار به هم وصل کنیم، به نمودار مکان-زمان این حرکت می‌رسیم.



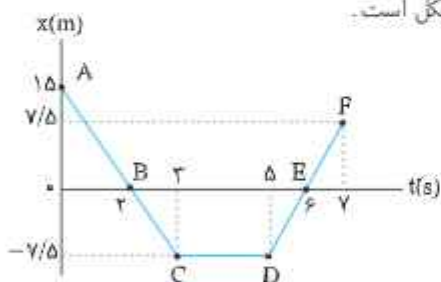
توجه کنید که نمودار مکان-زمان بسته به نوع حرکت جسم، می‌تواند منحنی یا خط راست باشد.

یادتون باشه که نمودار مکان-زمانی که رسم می‌کنیم، مسیر حرکت نیست، حرکت روی خط راست انجام میشه، ولی وقتی نقطه‌ها رو به هم وصل کنیم، خط راست و منحنی و کوه و تپه ایجاد میشه!!

موارد استفاده از نمودار مکان-زمان

به کمک نمودار مکان-زمان می‌توان جهت و نوع حرکت، مسافت طی شده، مقدار جابه‌جایی و سرعت متوسط را تعیین کرد. همچنین مشخص می‌شود که متحرک در چه لحظاتی تغییر جهت داده یا متوقف شده و می‌توان فهمید که متحرک در حال نزدیک شدن به مبدأ است، یا دور شدن از آن.

سوال نمودار مکان-زمان متحرکی که در راستای محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل است.



الف) مکان آغازین متحرک (مکان اولیه) در چند متری مبدأ است؟

ب) در کدام بازه زمانی، متحرک در جهت محور x در حرکت است؟

ج) در کدام بازه زمانی، متحرک در خلاف جهت محور x در حرکت است؟

د) در کدام بازه زمانی، متحرک ایستاده است؟

ه) جابه‌جایی متحرک در بازه زمانی $t = 0$ تا $t = 3$ چند متر است؟

و) سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی $t = 0$ تا $t = 7$ را محاسبه کنید.

ز) مسیر حرکت این متحرک را روی محور x نشان دهید.

پاسخ الف) مکان اولیه متحرک، یعنی مکان متحرک در لحظه $t = 0$ که با توجه به نمودار، در ۱۵ متری مبدأ است.

ب) اگر مقدار x در حال افزایش باشد، متحرک در جهت محور x در حرکت است، بنابراین در بازه زمانی $t = 0$ تا $t = 2$ ، متحرک در جهت محور x در حرکت است.

ج) در بازه زمانی $t = 0$ تا $t = 2$ ، متحرک در خلاف جهت محور x در حرکت است؛ چون در این بازه، مقدار x در حال کم شدن است.

د) در بازه زمانی $t = 2$ تا $t = 4$ ، متحرک ایستاده است؛ چون مقدار x ثابت مانده است.

ه) ابتدا مکان متحرک را در زمان‌های $t = 0$ و $t = 3$ مشخص و سپس جابه‌جایی آن را در این بازه حساب می‌کنیم:

$$t_1 = 0 \Rightarrow x_1 = 15 \text{ m}$$

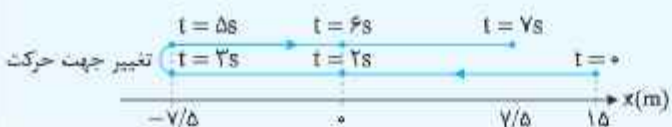
$$t_2 = 3 \Rightarrow x_2 = -7.5 \text{ m}$$

$$\Delta x = x_2 - x_1 = -7.5 - (15) = -22.5 \text{ m}$$

علامت منفی نشان می‌دهد که متحرک در خلاف جهت محور x در حرکت است.

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{-7.5 - (-7.5)}{7 - 0} = \frac{15}{7} = 2.14 \text{ m/s}$$

و)



ز) نمودار مکان-زمان رسم شده، مسیر حرکت نیست ولی به

کمک این نمودار می‌توانیم روی محور افقی x ، مسیر حرکت

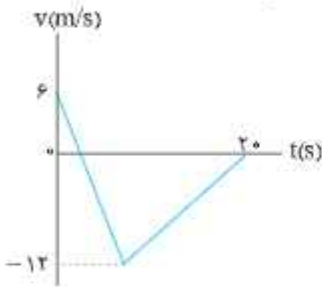
متحرک را که یک خط راست است، نشان دهیم.

۹۱. معادله سرعت - زمان متحرکی در SI به صورت $v = -6t + 18$ است. تندی متوسط متحرک در بازه زمانی $t_1 = 0s$ تا $t_2 = 4s$ چند متر بر ثانیه است؟
[تقریبی دایره ۱۳۰۰]

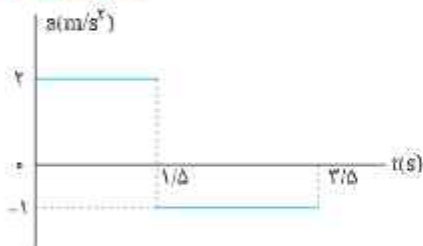
۹۲. متحرکی در یک مسیر مستقیم از حال سکون با شتاب ثابت 3 m/s^2 شروع به حرکت می‌کند و پس از مدتی حرکتش با شتاب ثابت 1 m/s^2 کند می‌شود و در نهایت می‌ایستد. اگر مسافت طی شده در کل مسیر ۶۰۰ متر باشد، مسافت طی شده در ۳۰ ثانیه اول حرکت، چند متر است؟
[ریاضی ۹۹]

۹۳. متحرکی با شتاب ثابت روی محور x حرکت می‌کند. جابه‌جایی متحرک در بازه زمانی t_1 تا $t_2 = t_1 + 16(s)$ برابر $t_1 = 4$ متر است. اگر نیمی از این جابه‌جایی در ۴ ثانیه اول و نیم دیگر آن در ۱۲ ثانیه بعد از آن انجام شود، بزرگی شتاب حرکت در SI کدام است؟
[تقریبی دایره ۱۳۰۰]

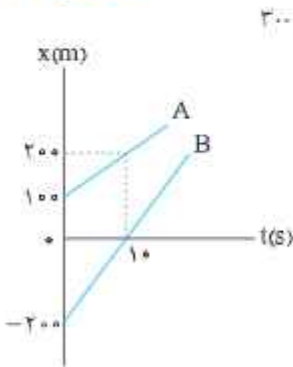
۹۴. شکل مقابل، نمودار سرعت - زمان متحرکی است که روی محور x حرکت می‌کند. تندی متوسط متحرک در مدتی که در خلاف جهت محور حرکت می‌کند، چند متر بر ثانیه است؟
[ریاضی ۱۳۰۰]



۹۵. نمودار شتاب - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر در لحظه $t = 2s$ سرعت متحرک $\vec{v} = (-6 \text{ m/s})\hat{i}$ باشد، مکان متحرک $\vec{x} = (-16 \text{ m})\hat{i}$ باشد، مکان متحرک در لحظه $t = 3.5s$ کدام است؟
[تقریبی دایره ۱۳۰۰]



۹۶. اتومبیلی با تندی ثابت در یک مسیر مستقیم در حال حرکت است. راننده با شتاب ثابت ترمز می‌کند و پس از طی مسافت ۱۵۰ متر، تندی اتومبیل نصف می‌شود. اتومبیل از لحظه ترمز تا توقف کامل چند متر را طی می‌کند؟
[ریاضی خارج ۱۳۰۰]



۹۷. شکل مقابل، نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B را نشان می‌دهد. در این مسیر، به مدت چند ثانیه فاصله دو متحرک از هم، کمتر یا مساوی ۲۰ متر است؟
[ریاضی ۱۳۰۰]

سؤال تعیین	۷۷	۷۸	۷۹	۸۰	۸۱	۸۲	۸۳	۸۴	۸۵	۸۶	۸۷	۸۸	۸۹	۹۰	۹۱	۹۲	۹۳	۹۴	۹۵	۹۶	۹۷
کد مفاهیم کلیدی	۸۱	۸۱	۸۱	۸۱	۸۱	۸۱	۸۱	۸۱	۸۱	۸۱	۸۱	۸۱	۸۱	۸۱	۸۱	۸۱	۸۱	۸۱	۸۱	۸۱	۸۱

یاسخنامه

۱۵) الف) در معادله داده شده به جای t ، مقادیر t_1 و t_2 را قرار می دهیم تا مکان های x_1 و x_2 را به دست آوریم:

$$t_1 = 1s \Rightarrow x_1 = 2(1)^2 + 1 = 3m$$

$$t_2 = 2s \Rightarrow x_2 = 2(2)^2 + 1 = 9m$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \Rightarrow v_{av} = \frac{9 - 3}{2 - 1} = 6m/s$$

ب) دو ثانیه اول حرکت یعنی بازه زمانی $t_1 = 0s$ تا $t_2 = 2s$:

$$t_1 = 0s \Rightarrow x_1 = 2(0)^2 + 1 = 1m$$

$$t_2 = 2s \Rightarrow x_2 = 2(2)^2 + 1 = 9m$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \Rightarrow v_{av} = \frac{9 - 1}{2 - 0} = 4m/s$$

ج) ثانیه چهارم حرکت یعنی بازه زمانی $t_1 = 3s$ تا $t_2 = 4s$:

$$t_1 = 3s \Rightarrow x_1 = 19m$$

$$t_2 = 4s \Rightarrow x_2 = 2(4)^2 + 1 = 33m$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \Rightarrow v_{av} = \frac{33 - 19}{4 - 3} = 14m/s$$

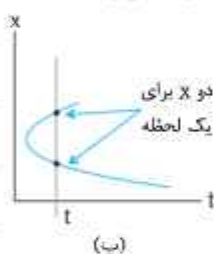
۱۶) درست

۱۷) درست

۱۸) سرعت متوسط

۱۹) مماس

۲۰) الف) اگر نمودار مکان - زمان متحرکی خط راست باشد، شیب آن ثابت است؛ در نتیجه سرعت لحظه ای همواره با سرعت متوسط برابر است.



ب) نمودار $x-t$ یک متحرک باشد، متحرک در یک لحظه نمی تواند در دو یا بیش از دو مکان باشد، در واقع هرگاه خطی به موازات محور x رسم کنیم و این خط نمودار را در بیش از یک نقطه قطع کند، آن نمودار نمی تواند نمودار مکان - زمان باشد، در نمودار (ب) در لحظه t ، متحرک در دو مکان قرار دارد که غیرممکن است.

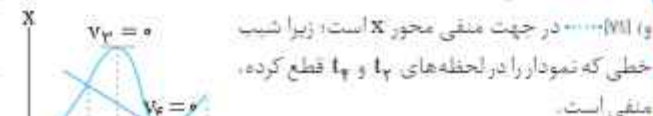
۲۱) الف) متحرک دو بار در لحظه های t_1 و t_2 تغییر جهت داده است، سرعت در این لحظه ها برابر صفر است. در لحظه t_3 ، نمودار قبل از این لحظه صعودی بوده و سپس نزولی می شود و در لحظه t_4 ، نمودار قبل از این لحظه نزولی بوده و سپس صعودی می شود.

ب) چون x در حال افزایش است، متحرک در جهت مثبت محور x حرکت کرده است.

ج) در بازه زمانی صفر تا t_4 ، چون نمودار یک خط راست بوده و شیب ثابت است.

د) در لحظه های t_1 و t_2 ، چون در این لحظات شیب نمودار برابر صفر است.

ه) در حال دور شدن از مبدأ است.



۱) درست

۲) نادرست، اگر متحرک تغییر جهت نداشته باشد، مسافت با بردار جابه جایی برابر است.

۳) مکان

۴) سرعت متوسط متحرک

۵) هم جهت

۶) جابه جایی

۷) تبدی متوسط

۸) نرده ای

۹) تبدی لحظه ای خودرو

۱۰) تبدی متوسط کمیتی نرده ای است که از رابطه $s_{av} = \frac{L}{\Delta t}$

به دست می آید، اما سرعت متوسط کمیتی برداری است که از رابطه $\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$

به دست می آید.

۱۱) الف) مکان پایانی حلزون روی مبدأ مختصات است.

ب) $\vec{d}_1 = (-4mm)\vec{i}$ ، $\vec{d}_2 = (5mm)\vec{i}$ = بردار مکان آغازین و پایانی حلزون

۱۲) الف) $\vec{d}_1 = (-4mm)\vec{i}$ ، $\vec{d}_2 = (5mm)\vec{i}$ = بردار مکان آغازین و پایانی حلزون

ب) $\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$

$x_1 = -4mm = -4 \times 10^{-3}m$ ، $x_2 = 5mm = 5 \times 10^{-3}m$

$\Rightarrow v_{av} = \frac{5 - (-4) \times 10^{-3}}{1} = 9 \times 10^{-3}m/s$

ج) چون حلزون روی محور x حرکت کرده و تغییر جهت نداده است، مسافت و اندازه جابه جایی آن یکسان است؛ بنابراین تبدی متوسط و اندازه سرعت متوسط حلزون برابر است.

۱۳) الف) $x_1 = 12m$ ، $x_2 = -8m$

متحرک در خلاف جهت محور x حرکت کرده است.

ب) $\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t} = \frac{\vec{d}_2 - \vec{d}_1}{\Delta t} \Rightarrow \vec{v}_{av} = \frac{(-8\vec{i}) - (12\vec{i})}{4}$

$\Rightarrow \vec{v}_{av} = \frac{-20\vec{i}}{4} = (-5m/s)\vec{i} \Rightarrow |v_{av}| = 5m/s$

۱۴) الف) چون سب از مکان $y_1 = 0m$ به مکان $y_2 = -2/5m$ می رود، جهت حرکت در خلاف جهت محور y (قائم) است.

ب) $\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{\Delta y}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{y_2 - y_1}{t_2 - t_1}$

$\Rightarrow v_{av} = \frac{-2/5 - 0}{1} = -2/5m/s \Rightarrow |v_{av}| = 2/5m/s$

۱۵) الف) $\vec{d} = \vec{d}_2 - \vec{d}_1 \Rightarrow 6\vec{i} = \vec{d}_2 - (-2\vec{i}) \Rightarrow \vec{d}_2 = (4m)\vec{i}$

ب) $\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t} \Rightarrow \vec{v}_{av} = \frac{6\vec{i}}{4} = 1.5\vec{i} \Rightarrow v_{av} = 1.5m/s$

ج) علامت سرعت متوسط مثبت است و چون جابه جایی و سرعت متوسط هم جهت هستند، بنابراین متحرک در جهت مثبت محور x حرکت کرده است.

سؤالات امتحان نهایی: فیزیک ۳		آزمون شماره (۶)		پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	ساعت شروع: ۸ صبح
نام و نام خانوادگی:		رشته ریاضی فیزیک		تعداد صفحه: ۲	مدت امتحان: ۱۴۰ دقیقه
دانش آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت شهریور ماه سال ۱۴۰۱		مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی			
ردیف	سؤالات پاسخنامه دارد.	نمره			
۱	درستی یا نادرستی جمله های زیر را با علامت های (د) یا (ن) در پاسخ برگ مشخص کنید. (الف) نمودار مکان - زمان در حرکت با شتاب ثابت به صورت خط راست است. (ب) در لحظه ای که متحرک از مبدأ مکان عبور می کند، جهت بردار مکان تغییر می کند. (پ) مسافت طی شده توسط متحرک، کمیتی نرده ای است. (ت) در حرکت بر روی خط راست، اگر شتاب حرکت ثابت بماند، اندازه سرعت نیز ثابت می ماند.	۱			
۲	با توجه به نمودار سرعت - زمان داده شده که مربوط به متحرکی است که بر محور x حرکت می کند، در جمله های زیر عبارت درست را از درون برانتخاب کنید و به پاسخ برگ منتقل کنید. (الف) در بازه زمانی صفر تا t_1 حرکت متحرک (تندشونده - کندشونده) است. (ب) در بازه زمانی t_1 تا t_2 متحرک در (خلاف جهت - جهت) محور x حرکت می کند. (پ) در بازه زمانی صفر تا t_2 اندازه سرعت متوسط متحرک با تندی متوسط متحرک برابر (است - نیست). (ت) اندازه شتاب حرکت در بازه زمانی صفر تا t_2 (بیشتر - کمتر) از اندازه شتاب حرکت در بازه زمانی t_1 تا t_2 است.	۱			
۳	معادله مکان - زمان دو متحرک در SI به صورت $x_A = 2t - 4$ و $x_B = -2t + 6$ می باشد. (الف) در چه لحظه ای دو متحرک به هم می رسند؟ (ب) نمودار مکان - زمان آنها را در یک دستگاه مختصات به طور دقیق رسم کنید.	۰/۵ ۰/۵			
۴	خودرویی با سرعت 20 m/s در حال حرکت است. وقتی به فاصله $27/5$ متری مانعی می رسد، راننده به محض دیدن مانع ترمز می گیرد و سرعت خودرو با شتاب ثابت کاهش می یابد و با سرعت 10 m/s به مانع برخورد می کند. (زمان واکنش راننده ناچیز فرض شود). (الف) شتاب خودرو پس از ترمز گرفتن چقدر بوده است؟ (ب) اندازه سرعت متوسط خودرو از لحظه ترمز گرفتن تا لحظه برخورد به مانع چقدر است؟	۰/۵ ۰/۵			
۵	به پرسش های زیر پاسخ کوتاه بدهید. (الف) چرا در ترمزهای ناگهانی، سرتشیمان خودرو رو به جلو پرتاب می شوند؟ (ب) در چه شرایطی، چتربازی که در حال سقوط است، به تندی جدی می رسد؟ (پ) دو عامل مؤثر بر ضریب اصطکاک جنبشی را بنویسید. (ت) در شکل مقابل، نمودار نیرو بر حسب تغییر طول را برای دو فنر A و B مشاهده می کنید. ثابت فنر کدام یک بیشتر است؟ (ث) نمودار نیروی گرانشی وارد بر یک ماهواره را بر حسب فاصله از سطح زمین به طور کیفی رسم کنید.	۰/۵ ۰/۵ ۰/۵ ۰/۲۵ ۰/۵			
۶	به جسمی به جرم 20 kg ، نیروی $F = 80 \text{ N}$ مطابق شکل اثر می کند و جسم بر روی سطح افقی به حرکت درمی آید. اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح $0/2$ باشد، شتاب حرکت جسم را حساب کنید. ($g = 10 \text{ N/kg}$)	۱			
۷	شکل مقابل نمودار نیروی خالص بر حسب زمان برای جسمی به جرم 100 kg که در لحظه $t = 0 \text{ s}$ بر سطح افقی، در حال سکون است را نشان می دهد. جسم پس از اعمال نیرو، روی محور x شروع به حرکت می کند. اندازه سرعت آن در لحظه $t = 6 \text{ s}$ چند متر بر ثانیه است؟	۱			

ردیف	سؤالات پاسخنامه دارد.	نمره														
۸	معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = 0.4 \cos(10\pi t)$ می باشد. الف) بسامد نوسان را حساب کنید. ب) تبدی بیشینه نوسانگر را حساب کنید. پ) اگر جرم نوسانگر $400g$ باشد، انرژی مکانیکی آن را حساب کنید. ($\pi = 3$)	۰/۵ ۰/۵ ۰/۵														
۹	جمله های زیر را با عبارت های مناسب کامل کنید. الف) اگر آونگ ساده ای را از سطح زمین به سطح ماه انتقال دهیم، دوره نوسان آونگ ساده می یابد. ب) به نوسانی که در آن به نوسانگر یک نیروی خارجی متناوب وارد می شود، گفته می شود. پ) شتاب نوسانگر در نقطه تعادل است. ت) بسامد زاویه ای نوسانگر جرم - فنر با جذر نسبت وارون دارد.	۱														
۱۰	نمودار جابه جایی - مکان دو موج صوتی A و B که در یک محیط منتشر شده اند، به صورت زیر است. با توجه به نمودار به سؤالات پاسخ دهید. الف) طول موج A چند برابر طول موج B است؟ ب) تبدی انتشار موج A چند برابر تبدی انتشار موج B است؟ پ) دامنه صوت A چند برابر دامنه صوت B است؟ ت) با محاسبه نشان دهید بسامد صوت A چند برابر بسامد صوت B است؟	۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۵														
۱۱	با توجه به عبارت های ستون اول، از ستون دوم یک عبارت مرتبط با هر کدام از آنها انتخاب کنید. (در ستون دوم دو مورد اضافه است.)	۱														
	<table><tr><th>ستون اول</th><th>ستون دوم</th></tr><tr><td>الف) موج عرضی</td><td>۱) فراصوت</td></tr><tr><td>ب) رادار دوپلری</td><td>۲) شکست موج</td></tr><tr><td>پ) سراب</td><td>۳) پرتو گاما</td></tr><tr><td>ت) فاصله دو تراکم متوالی موج</td><td>۴) بسامد موج</td></tr><tr><td></td><td>۵) بازتاب موج</td></tr><tr><td></td><td>۶) طول موج</td></tr></table>	ستون اول	ستون دوم	الف) موج عرضی	۱) فراصوت	ب) رادار دوپلری	۲) شکست موج	پ) سراب	۳) پرتو گاما	ت) فاصله دو تراکم متوالی موج	۴) بسامد موج		۵) بازتاب موج		۶) طول موج	
ستون اول	ستون دوم															
الف) موج عرضی	۱) فراصوت															
ب) رادار دوپلری	۲) شکست موج															
پ) سراب	۳) پرتو گاما															
ت) فاصله دو تراکم متوالی موج	۴) بسامد موج															
	۵) بازتاب موج															
	۶) طول موج															
۱۲	الف) با شنیدن هر تن موسیقی، دو ویژگی صوت را می توان از هم متمایز ساخت. این دو ویژگی را نام ببرید. ب) شدت یک صوت $10^{-6} W/m^2$ است. تراز شدت این صوت چند دسی بل است؟ ($I_0 = 10^{-12} W/m^2$)	۰/۵ ۰/۵														
۱۳	پرتوی نوری از هوا وارد یک محیط شفاف می شود. اگر زاویه تابش 53° باشد و زاویه شکست در محیط شفاف 37° باشد. الف) تبدی نور در محیط شفاف چقدر است؟ ($c = 3 \times 10^8 m/s$) ب) بسامد نور هنگام عبور از مرز دو محیط چگونه تغییر می کند؟ ($\sin 37^\circ = 0.6, \sin 53^\circ = 0.8$)	۰/۷۵ ۰/۲۵														
۱۴	به پرسش های زیر پاسخ کوتاه بدهید: الف) برکلاهیك برق نمایی بایار منفی یک مرتبه نور فرورسرخ و مرتبه دیگر نور فرابنفش می تابانیم. در هر حالت، انحراف ورقه های آن چگونه تغییر می کند؟ ب) آیا افزایش طول موج نور، لزوماً باعث کاهش انرژی هر فوتون آن می شود؟ برای پاسخ خود توضیح مناسبی بنویسید. پ) چرا هسته ها در واکنش های شیمیایی برانگیخته نمی شوند؟	۰/۵ ۰/۵ ۰/۵														
۱۵	انرژی فوتونی $2eV$ است. الف) طول موج این پرتو را حساب کنید. ب) تعیین کنید این پرتو در چه ناحیه ای از طیف امواج الکترومغناطیسی قرار دارد. ($hc = 1240 eV \cdot nm$)	۰/۵ ۰/۲۵														
۱۶	الکترون در اتم هیدروژن، گذاری از تراز $n_U = 4$ به تراز $n_L = 1$ انجام می دهد. الف) در این فرایند، اتم فوتون گسیل می کند یا جذب می کند؟ ب) انرژی فوتون جذب شده یا گسیل شده، چند الکترون ولت است؟ ($E_R = 13.6 eV$)	۰/۲۵ ۰/۷۵														
۱۷	معادله واپاشی های زیر را کامل کنید. (به جای نماد هسته ایجاد شده در بخش الف) از Y استفاده کنید. الف) ${}^{15}_8O \rightarrow c^+ + \dots$ ب) ${}^{231}_{91}Pa \rightarrow \dots + {}^{227}_{89}Ac$ پ) ${}^{231}_{90}Th \rightarrow \dots + {}^{227}_{90}Th$	۰/۷۵														
۱۸	پس از ۱۵ دقیقه، $\frac{7}{8}$ هسته های یک نمونه مس پرتوزا به فلز دیگری تبدیل می شود. نیمه عمر این نمونه مس چند دقیقه است؟	۱														
جمع		۲۰														

یادداشت

$$F_N = W = mg = 200 \text{ N} \quad (0/25) \quad \dots\dots [88] \quad (6)$$

$$f_k = \mu_k F_N \Rightarrow f_k = 0.2 \times 200 = 40 \text{ N} \quad (0/25)$$

$$F - f_k = ma \quad (0/25) \Rightarrow 100 - 40 = 20a \Rightarrow a = 3 \text{ m/s}^2 \quad (0/25)$$

$$S = \frac{(2 + 6) \times 100}{2} = 400 \text{ Ns} \quad (0/25), S = \Delta p \quad (0/25) \quad \dots\dots [91] \quad (7)$$

$$\Delta p = m \Delta v \quad (0/25) \Rightarrow 400 = 100(v - 0) \Rightarrow v = 4 \text{ m/s} \quad (0/25)$$

$$2\pi f = 10\pi \text{ rad/s} \quad (0/25) \quad f = 5 \text{ Hz} \quad (0/25) \quad \dots\dots [96] \text{ و } [99] \text{ (الف)}$$

$$v_{\max} = A\omega \quad (0/25) \Rightarrow v_{\max} = 0.4 \times 10 \times 2 = 8 \text{ m/s} \quad (0/25) \quad \text{ب)}$$

$$E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \quad (0/25) \Rightarrow E = \frac{1}{2} \times 0.4 \times 100 \times 0.16 = 3.2 \text{ J} \quad (0/25) \quad \text{ب)}$$

$$[95], [96] \text{ و } [98] \text{ (الف) افزایش } (0/25) \quad \text{ب) نوسان واداشته } (0/25)$$

$$\text{ب) صفر } (0/25) \quad \text{ت) جرم وزنه } (0/25)$$

$$[96] \text{ (الف) } \frac{1}{T} \quad \text{ب) } \frac{1}{T} \quad \text{ب) } T \quad (0/25)$$

$$\frac{f_A}{f_B} = \frac{\lambda_B}{\lambda_A} \quad (0/25) \Rightarrow \frac{f_A}{f_B} = \frac{2}{1} = 2 \quad (0/25) \quad \text{ت)}$$

$$[97], [98], [99] \text{ و } [100] \text{ (الف) و } T/2 \text{ و } \lambda/2 \text{ و } \phi \text{ (هر مورد } (0/25))$$

$$[97] \text{ (الف) ارتفاع و بلندی (هر کدام } (0/25))$$

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (0/25) \Rightarrow \beta = 10 \log \frac{10^{-6}}{10^{-12}} = 60 \text{ dB} \quad (0/25) \quad \text{ب)}$$

$$[100] \text{ (الف)}$$

$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} = \frac{v_r}{v_i} \quad (0/25) \Rightarrow \frac{\sin 37^\circ}{\sin 53^\circ} = \frac{v_r}{3 \times 10^8} \quad (0/25)$$

$$\frac{0.6}{0.8} = \frac{v_r}{3 \times 10^8} \Rightarrow v_r = 2.25 \times 10^8 \text{ m/s} \quad (0/25)$$

$$\text{ب) تغییر نمی‌کند. } (0/25)$$

$$[101] \text{ و } [105] \text{ (الف) با تابش نور قوس‌رخ تغییر در ورقه‌ها ایجاد نمی‌شود، اما}$$

$$\text{با تابش نور فرابنفش، ورقه‌ها به هم می‌چسبند. } (0/5)$$

ب) خیر، انرژی فوتون با بسامد فوتون متناسب است. مثلاً هنگامی که نور از محیط شفاف‌تری به محیط شفاف‌تری دیگر می‌رود، بسامد ثابت است، ولی طول موج تغییر می‌کند. (0/5)

ب) زیرا اختلاف ترازهای انرژی هسته بسیار بیشتر از اختلاف ترازهای انرژی اتم است. (0/5)

$$E = \frac{hc}{\lambda} \quad (0/25) \Rightarrow 2 = \frac{1240}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 620 \text{ nm} \quad (0/25) \quad \text{الف)}$$

$$\text{ب) مرئی } (0/25)$$

$$[105] \text{ (الف) گسیل می‌کند. } (0/25)$$

$$E_U - E_L = E_R \left(\frac{1}{n_L} - \frac{1}{n_U} \right) \quad (0/5) \quad \text{ب)}$$

$$\Rightarrow E_U - E_L = 12/6 \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{1.6} \right) = 12/7 \text{ eV} \quad (0/25)$$

$$[108] \text{ (الف) } {}^{15}_7\text{X} \quad \text{ب) } {}^4_2\text{He} \quad \text{ب) } \gamma \quad (0/25)$$

$$1 - \frac{1}{r^n} = \frac{y}{\lambda} \quad (0/25) \Rightarrow n = 2 \quad (0/25) \quad \dots\dots [109] \quad (18)$$

$$n = \frac{t}{T_1} \quad (0/25) \Rightarrow 2 = \frac{15}{T_1} \Rightarrow T_1 = 7.5 \text{ min} \quad (0/25)$$

kgom.ir

فصل اول: حرکت بر خط راست

۶۸ + مسافت و جابه جایی

مسافت: دونده‌ای را در نظر بگیرید که مطابق شکل، از نقطه (۱) به نقطه (۲) حرکت کرده است. به **طول مسیری** که دونده از نقطه شروع حرکت (۱) تا نقطه پایان (۲)، پیموده است، **مسافت پیموده شده** یا به اختصار **مسافت** می‌گوییم. مسافت را با حرف **L** نشان می‌دهیم و یکای آن در SI، متر است.

جابه جایی: به **پاره خط جهتی** که مکان آغازین حرکت را به مکان پایانی حرکت وصل می‌کند، **بردار جابه جایی** می‌گوییم. بردار جابه جایی را با **$\vec{d}$** نشان می‌دهیم و یکای آن در SI، متر است.



۶۹ + تندی متوسط و سرعت متوسط

هنگامی که متحرکی در مدت زمان Δt ، از نقطه (۱) به نقطه (۲) می‌رود، **تندی متوسط** ($\bar{s}_{av}$) و **بردار سرعت متوسط** ($\vec{v}_{av}$) متحرک را به صورت زیر تعریف می‌کنیم:

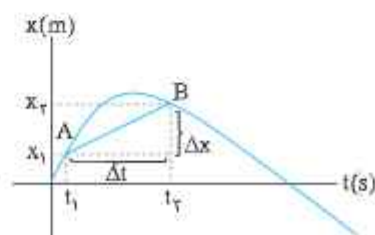
$$\text{مسافت (m)} \rightarrow \bar{s}_{av} = \frac{L}{\Delta t} \rightarrow \text{تندی متوسط (m/s)}$$

$$\text{(m) بردار جابه جایی} \rightarrow \vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t} \rightarrow \text{سرعت متوسط (m/s)}$$

۷۰ نمودار مکان-زمان

برای توصیف حرکت یک جسم، از **نمودار مکان-زمان** استفاده می‌کنیم. این نمودار، مکان جسم را در هر لحظه نشان می‌دهد و در آن، **محور افقی**، زمان و **محور عمودی** (قائم)، مکان است.

۷۱ تعیین سرعت متوسط به کمک نمودار مکان-زمان



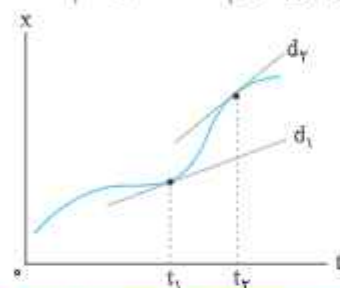
$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \text{سرعت متوسط} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \text{سرعت متوسط} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

سرعت متوسط: متحرک بین دو لحظه، برابر با **شیب** پاره خطی است که نقاط نظیر آن دو لحظه در نمودار مکان-زمان را به یکدیگر وصل می‌کند.

۷۲ + تندی لحظه‌ای و سرعت لحظه‌ای و تعیین آن به کمک نمودار مکان-زمان

سرعت متوسط به کمک نمودار مکان-زمان شیب پاره خطی است که نمودار را در دو نقطه قطع می‌کند، ولی سرعت لحظه‌ای شیب خطی است که نمودار را در یک لحظه قطع می‌کند.

مثال: [صفحه ۱۰ کتاب درسی] نمودار مکان-زمان متحرکی که در راستای محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل است و خط‌های d_1 و d_2 مماس بر نمودار در لحظه‌های t_1 و t_2 رسم شده‌اند. در کدام لحظه، سرعت متحرک بیشتر است؟



پاسخ: از آنجا که سرعت لحظه‌ای برابر شیب خط مماس بر نمودار مکان-زمان در آن لحظه است، پس همان‌طور که در شکل مشخص است، شیب خط مماس d_2 از شیب خط مماس d_1 بیشتر است؛ بنابراین سرعت متحرک در لحظه t_2 از سرعت متحرک در لحظه t_1 بزرگ‌تر است. هر دو شیب نیز مثبت هستند؛ بنابراین سرعت متحرک در هر دو لحظه در جهت محور x است.

۷۳ + نمودار سرعت-زمان

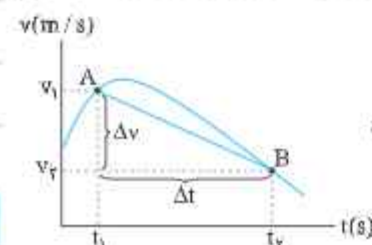
به کمک نمودار سرعت-زمان، می‌توانیم جهت حرکت و جهت سرعت را تعیین کنیم. همچنین می‌توانیم مقدار تغییر سرعت و شتاب متوسط متحرک را نیز به کمک این نمودار به دست آوریم.

۷۴ + شتاب متوسط و شتاب لحظه‌ای و تعیین آنها به کمک نمودار سرعت-زمان

شتاب متوسط: شتاب متوسط متحرکی که در لحظه‌های t_1 و t_2 ، به ترتیب دارای سرعت‌های $\vec{v}_1$ و $\vec{v}_2$ است، به صورت زیر تعریف می‌شود:

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

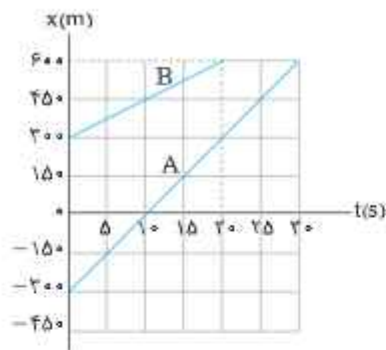
شتاب متوسط یک کمیت برداری است که جهت آن هم جهت با بردار تغییر سرعت است. یکای شتاب متوسط، متر بر مربع ثانیه (m/s^2) است. اگر بخواهیم شتاب متوسط متحرک را در بازه‌ی زمان t_1 تا t_2 به دست آوریم، کافی است شیب خطی که نمودار سرعت-زمان را در آن دو لحظه قطع می‌کند، محاسبه کنیم.



$$a_{av} = \text{شیب خط} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

۷۷ بررسی حرکت دو جسمی

تمرین [صفحه ۲۷ کتاب درسی] شکل زیر نمودار مکان - زمان دو خودرو را نشان می‌دهد که روی خط راست حرکت می‌کنند:



الف) معادله حرکت هر یک از آنها را بنویسید.

ب) اگر خودروها با همین سرعت حرکت کنند، در چه زمان و مکانی به هم می‌رسند؟

پاسخ الف) متحرک A:

$$\begin{cases} t_1 = 0, x_1 = -300 \text{ m} \\ t_2 = 10 \text{ s}, x_2 = 0 \end{cases}, v_A = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0 - (-300)}{10 - 0} = 30 \text{ m/s}$$

معادله مکان - زمان متحرک A:

$$x_A = v_A t + x_{A0} \Rightarrow x_A = 30t - 300$$

متحرک B:

$$\begin{cases} t_1 = 0, x_1 = 300 \text{ m} \\ t_2 = 20 \text{ s}, x_2 = 600 \text{ m} \end{cases}, v_B = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{600 - 300}{20 - 0} = 15 \text{ m/s}$$

معادله مکان - زمان متحرک B:

$$x_B = v_B t + x_{B0} \Rightarrow x_B = 15t + 300$$

جهت حرکت و جهت بردار سرعت هر دو متحرک در جهت محور X است. ب) دو متحرک در یک جهت حرکت می‌کنند. مکان اولیه متحرک A عقب‌تر از مکان اولیه متحرک B است؛ اما چون $v_A > v_B$ است، متحرک A به متحرک B خواهد رسید. مکان هر دو متحرک در لحظه رسیدن به یکدیگر برابر است.

$$x_A = x_B \Rightarrow 30t - 300 = 15t + 300 \Rightarrow 15t = 600$$

$$\Rightarrow t = \frac{600}{15} = 40 \text{ s}$$

پس از ۴۰ ثانیه دو متحرک به یکدیگر می‌رسند. اگر $t = 40 \text{ s}$ را در یکی از دو معادله مکان - زمان متحرک‌ها قرار دهیم، مکان رسیدن دو متحرک به یکدیگر به دست می‌آید:

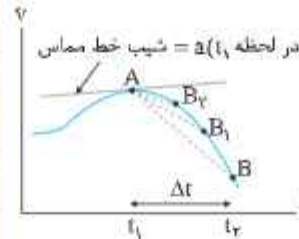
$$x_A = 30t - 300 \Rightarrow x_A = 30(40) - 300 = 900 \text{ m}$$

+ ۷۸ معادله سرعت - زمان در حرکت با شتاب ثابت

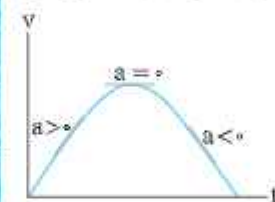
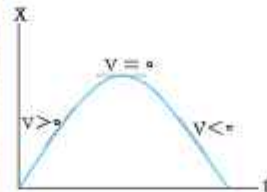
$v = at + v_0$ (معادله سرعت - زمان)

$$v_{av} = \frac{v_0 + v}{2} \text{ (معادله سرعت متوسط در حرکت با شتاب ثابت)}$$

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



اگر v مثبت باشد، حرکت در جهت محور X و اگر $v < 0$ باشد، حرکت در خلاف جهت محور X است.



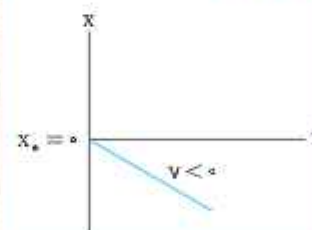
۷۵ معادله مکان - زمان در حرکت با سرعت ثابت

$x = vt + x_0$ مکان اولیه متحرک و v سرعت (تندی) آن است.

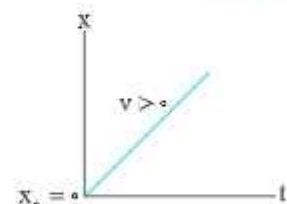
۷۶ نمودار مکان - زمان در حرکت با سرعت ثابت

• حالت‌های مختلف نمودار مکان - زمان در حرکت با سرعت ثابت

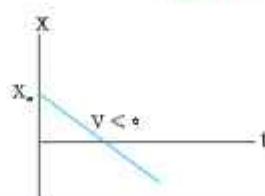
حالت دوم: $v < 0, x_0 = 0$



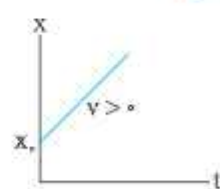
حالت اول: $v > 0, x_0 = 0$



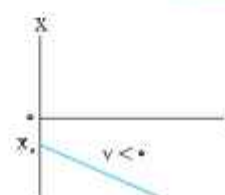
حالت چهارم: $v < 0, x_0 > 0$



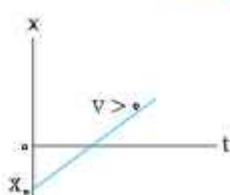
حالت سوم: $v > 0, x_0 > 0$



حالت ششم: $v < 0, x_0 < 0$



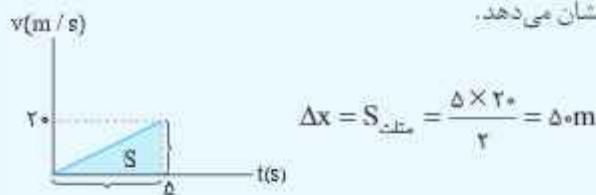
حالت پنجم: $v > 0, x_0 < 0$



۷۵

۷۸

ج) سطح محصور بین نمودار سرعت - زمان و محور t ، جابه‌جایی را نشان می‌دهد.



این جواب با پاسخ $\Delta x = x - x_0 = (0 - (-50)) = 50 \text{ m}$ سازگاری دارد.

۸۰ معادله سرعت - جابه‌جایی در حرکت با شتاب ثابت

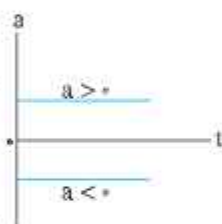
معادله سرعت - جابه‌جایی در حرکت با شتاب ثابت:

$$\Delta x = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \Rightarrow v^2 - v_0^2 = 2a(\Delta x)$$

چون در این معادله، زمان وجود ندارد، به آن رابطه «مستقل از زمان» نیز می‌گوییم.

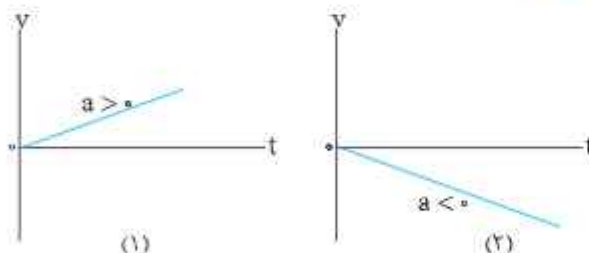
۸۱ نمودارهای حرکت با شتاب ثابت

• نمودار شتاب - زمان

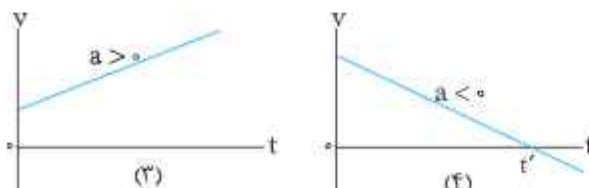


• نمودار سرعت - زمان

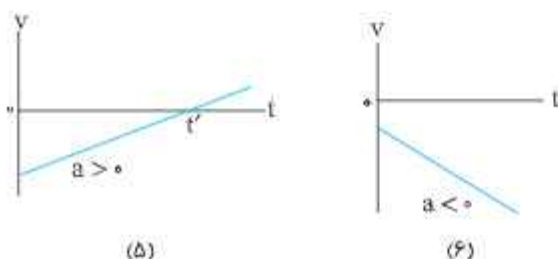
حالت اول: سرعت اولیه متحرک صفر باشد.



حالت دوم: متحرک دارای سرعت اولیه و در جهت مثبت محور x است.

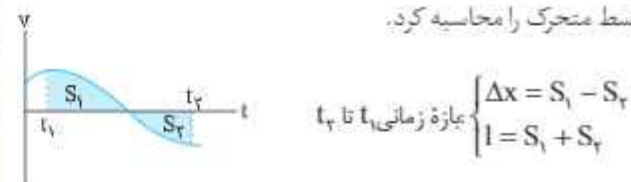


حالت سوم: متحرک دارای سرعت اولیه و در خلاف جهت محور x است.



مواردی که در نمودار سرعت - زمان باید توجه کنیم:

۱- از روی نمودار سرعت - زمان می‌توان جابه‌جایی و مسافت پیموده‌شده توسط متحرک را محاسبه کرد.



برای محاسبه جابه‌جایی کافی است سطح بین نمودار سرعت - زمان و محور t را محاسبه نماییم.

اگر شکل هندسی بالای محور t باشد: $\Delta x = +S_1$

اگر شکل هندسی پایین محور t باشد: $\Delta x = -S_2$

همان‌طور که قبلاً اشاره کردیم مسافت کمیتی نرده‌ای است، پس قدرمطلق مساحت سطح بین نمودار سرعت - زمان و محور t همان مقدار مسافت است.

۲- اگر اندازه سرعت متحرک در حال افزایش باشد، حرکت **تندشونده** و اگر اندازه سرعت متحرک در حال کاهش باشد، نوع حرکت **کندشونده** است.

۳- اگر نمودار سرعت - زمان، محور زمان را قطع کند، سرعت متحرک در آن لحظه صفر می‌شود و علامت آن تغییر می‌کند؛ در نتیجه متحرک تغییر جهت می‌دهد.

۷۹ + معادله مکان - زمان در حرکت با شتاب ثابت

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \quad (\text{معادله مکان - زمان در حرکت با شتاب ثابت})$$

سوال شکل روبه‌رو نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان می‌دهد که با شتاب ثابت 4 m/s^2 در امتداد محور x شروع به حرکت می‌کند. [نویس - فرور ۱۳۰۰]

الف) مکان متحرک در لحظه $t = 0 \text{ s}$ چند متر است؟

ب) سرعت متحرک در لحظه $t = 5 \text{ s}$ چند متر بر ثانیه است؟

ج) نمودار سرعت - زمان متحرک را در ۵ ثانیه اول حرکت رسم کنید و به کمک این نمودار، جابه‌جایی جسم را در بازه زمانی صفر تا ۵ ثانیه محاسبه کنید.

پاسخ الف) با توجه به اینکه در لحظه $t = 0 \text{ s}$ ، شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان صفر است، سرعت در این لحظه برابر صفر است.

$$v_0 = 0 \text{ m/s}, a = 4 \text{ m/s}^2, t = 5 \text{ s} \Rightarrow x = 0$$

معادله مکان - زمان حرکت با شتاب ثابت را می‌نویسیم و مقادیر بالا را قرار می‌دهیم:

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \Rightarrow 0 = \frac{1}{2}(4)(5)^2 + (0 \times 5) + x_0 \Rightarrow x_0 = -50 \text{ m}$$

ب) اکنون معادله سرعت - زمان را می‌نویسیم:

$$v = at + v_0 \Rightarrow v = 4t + 0 \xrightarrow{t=5\text{s}} v = 4(5) = 20 \text{ m/s}$$