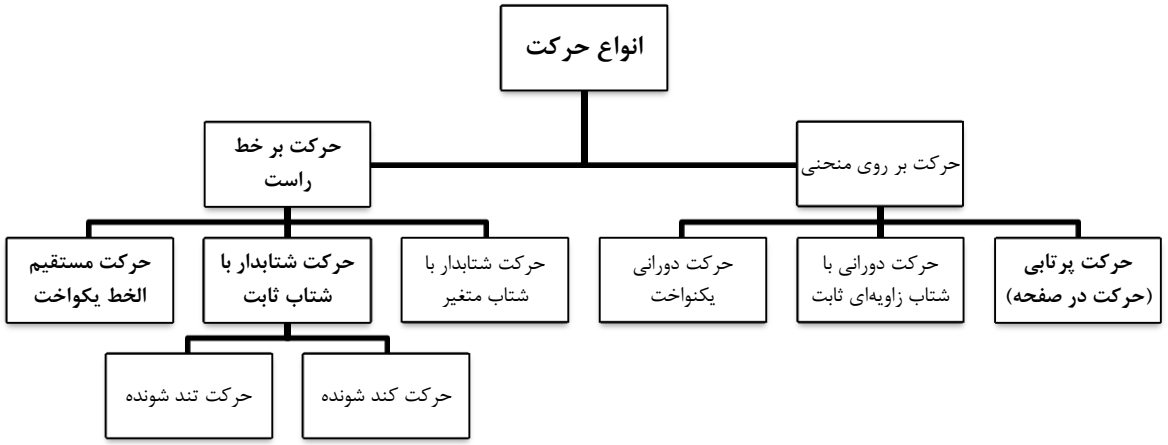
فصل اول: حرکت بر خط راست

مکانیک: علمی که درباره‌ی حرکت اجسام بحث میکند مکانیک گویند این علم به دو شاخه زیر تقسیم می‌شود:

حرکت شناسی (سینماتیک): درباره علم حرکت اجسام بدون در نظر گرفتن علت آن بحث می‌کند.

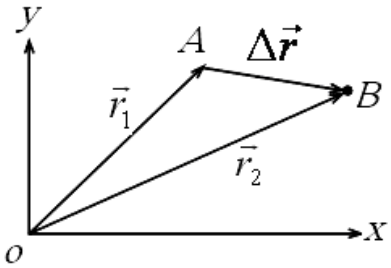
دینامیک(قوانین نیوتن و ...): درباره علم حرکت اجسام با در نظر گرفتن علت حرکت که نیرو است، بحث می‌کند.

بعضی از انواع حرکت را در نمودار زیر می‌بینید.



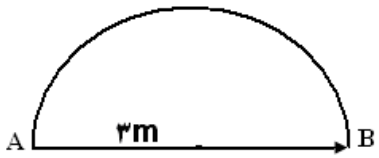
۱-۱ شناخت حرکت: کتاب فیزیک۳ بیشتر به بررسی حرکت بر خط راست می‌پردازد و حرکت بر روی منحنی (حرکت دورانی یکنواخت) در فصل دوم بررسی می‌شود.

بردار مکان و جابجایی



بردار مکان: برداری است که مبدا مختصات را به مکان نهایی متحرک وصل می‌کند. در شکل روبرو $\vec{r}_1$ و $\vec{r}_2$

بردار جابجایی: برداری است که مکان اولیه را به مکان نهایی متصل می‌کند. در شکل روبرو یا پاره خط جهت داری که مکان آغازین حرکت را به مکان پایانی حرکت وصل می کند بردار جابه‌جایی نامیده می شود.



تمرین۱. در شکل زیر مسافت طی شده و اندازه‌ی بردار جابجایی در حرکت از نقطه A به B حساب کنید.

تمرین۲. اتومبیلی یک مسیر دایره‌ای شکل به شعاع ۱۰۰ متر را دور می‌زند. الف) مسافتی و اندازه‌ی جابجایی را که اتومبیل در نیم دور می‌پیماید چقدر است؟ ب) مسافت و بزرگی جابجایی در یک چهارم دور چقدر است؟ ت)مسافت و بزرگی جابجایی در یک دور کامل چقدر است؟ (عدد π را ۳ فرض کنید)

- برای تبدیل واحد از متر بر ثانیه به کیلومتر بر ساعت یا بلعکس به صورت زیر عمل می‌کنیم:

❖ $\frac{km}{h} \div ۳/۶ \rightarrow \frac{m}{s}$ و $\frac{m}{s} \times ۳/۶ \rightarrow \frac{km}{h}$

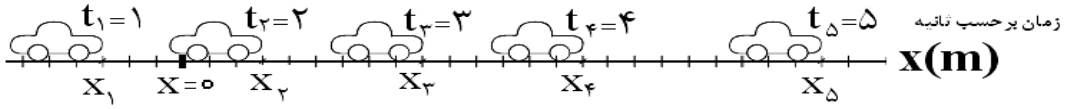
تمرین۳. ۹۰ Km/h چند متر بر ثانیه است؟ و ۱۰ m/s چند کیلومتر بر ساعت است؟

تندی متوسط و سرعت متوسط: تندی متوسط و سرعت متوسط دونده به صورت زیر تعریف می‌شوند:

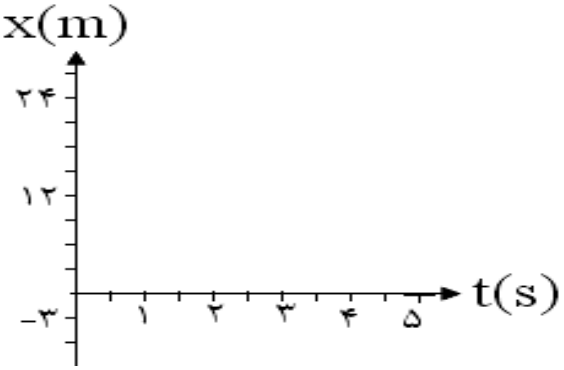
$$\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$$ سرعت متوسط $$s_{av} = \frac{l}{\Delta t}$$ تندی متوسط

همان طور که دیده می شود تندی متوسط، کمیتی نرده ای و سرعت متوسط، کمیتی برداری است.

تمرین۴. الف) در شکل زیر بزرگی جابه‌جایی را بین بازه‌های زمانی (t_1 و t_2) و (t_2 و t_4) و (t_1 و t_5) به دست آورید. و آخرین بردار جابه‌جایی را رسم کنید. ب) جدول زیر را کامل کرده و نمودار مکان-زمان حرکت خودرو را رسم کنید.



t(s)	x(m)
۱	-۳
۲	.....
۳	.....
۴	.....
۵	.....

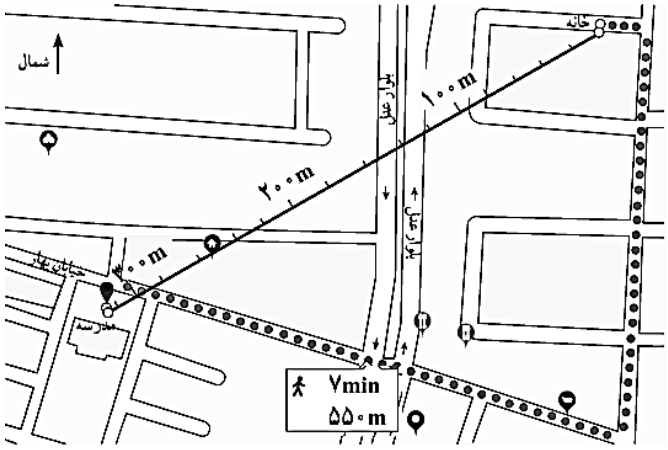


تمرین۵. در چه صورت اندازهٔ سرعت متوسط یک متحرک با تندی متوسط آن برابر است؟

تمرین۶. در شکل روبرو:

الف) مسافت پیموده شده و مقدار جابجایی را به دست آورید.

ب) تندی متوسط و سرعت متوسط را به دست آورید.



تمرین۷. کفش دوزکی که در جهت محور x در حرکت است، در لحظه های $t_1=0s$ و $t_2=80s$ به ترتیب از مکان های $x_1=-20cm$ و $x_2=60cm$ میگذرد.

الف) بردارهای مکان در لحظه های t_1 و t_2 و بردار جابه جایی کفش دوزک در این بازهٔ زمانی را رسم کنید.

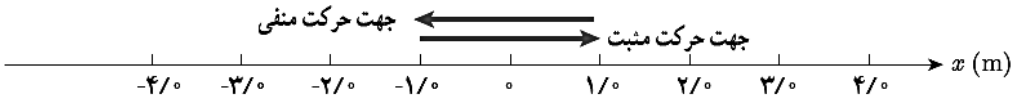
ب) سرعت متوسط کفش دوزک را در این بازهٔ زمانی پیدا کنید.

تمرین۸. جدول زیر را کامل کنید. فرض کنید هر چهار متحرک در مدت زمان ۴s فاصلهٔ بین مکان آغازین و مکان پایانی را طی می‌کنند.

	مکان آغازین	مکان پایانی	بردار جابه‌جایی	سرعت متوسط	جهت حرکت
متحرک A	$(-۲/۰\,m)\,\vec{i}$	$(۶/۴\,m)\,\vec{i}$			
متحرک B		$(-۲/۵\,m)\,\vec{i}$	$(-۵/۶\,m)\,\vec{i}$		
متحرک C	$(۲/۰\,m)\,\vec{i}$	$(۸/۶\,m)\,\vec{i}$			
متحرک D	$(-۱/۴\,m)\,\vec{i}$			$(۲/۴\,m/s)\,\vec{i}$	

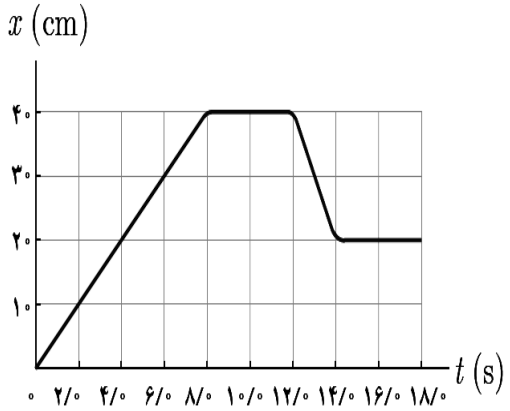
علامت جبری Δx و v_{av} جهت جابه جایی را نشان می دهند. اگر متحرک در جهت محور x حرکت کند جابه جایی و سرعت متوسط آن مثبت و اگر متحرک در خلاف جهت محورx حرکت کند، جابه جایی و سرعت متوسط آن منفی خواهد بود.

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



تمرین۹. نمودار مکان زمان، شکل روبه‌رو نمودار مکان زمان مورچه ای را نشان می دهد که در راستای محورx در حرکت است.

الف) در کدام بازهٔ زمانی مورچه در جهت محور x حرکت می کند؟



ب) در کدام بازهٔ زمانی مورچه در خلاف جهت محورx حرکت می کند؟

پ) در کدام بازه های زمانی مورچه ایستاده است.

ت) در کدام لحظه هایی فاصلهٔ مورچه از مبدأ ۳۰cm است؟

ث) در کدام بازهٔ زمانی فاصلهٔ مورچه از مبدأ محور بیشترین مقدار است؟

ج) جابه جایی و سرعت متوسط مورچه را در بازهٔ زمانی ۴s تا ۸s پیدا کنید.

تمرین۱۰. اتومبیلی در هنگام رفت فاصله بین دو شهر را که ۶۰ کیلومتر است را در مدت ۲۰ دقیقه طی می‌کند .همین اتومبیل در هنگام برگشت این مسیر را در مدت ۲۵ دقیقه بر می‌گردد. مطلوبست:

الف) سرعت متوسط در حالت رفت.

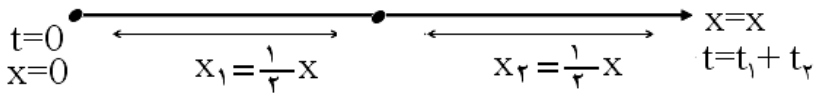
ب) سرعت متوسط در حالت برگشت.

ج) سرعت متوسط در حالت رفت و برگشت.

❖ اگر متحرک در کل مدت حرکتش در یک جهت حرکت کند و مسیر حرکت شامل چند قسمت x_1، x_2 ... و x_n را در زمانهای t_1، t_2... و t_n را با سرعت‌های ثابت V_1، V_2 ... و V_n طی کند، سرعت متوسط در کل مسیر از رابطه‌های زیر می‌تواند محاسبه شود.

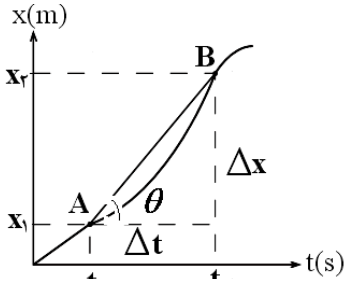
$$\bar{V}=\frac{x_1+x_2+...+x_n}{t_1+t_2+....+t_n} \quad \text{یا} \rightarrow \quad \bar{V}=\frac{V_1t_1+V_2t_2+...+V_nt_n}{t_1+t_2+....+t_n} \quad \text{یا} \rightarrow \bar{V}=\frac{x_1+x_2+...+x_n}{\frac{x_1}{V_1}+\frac{x_2}{V_2}+....+\frac{x_n}{V_n}}$$

تمرین۱۱. متحرکی بر روی خط راست در حرکت است و نصف مسیرش را با سرعتV_1 و نصف دیگر مسیرش را با سرعت V_2 و در همان جهتی که می‌رفت طی می‌کند. سرعت متوسط این متحرک چه مقدار است؟



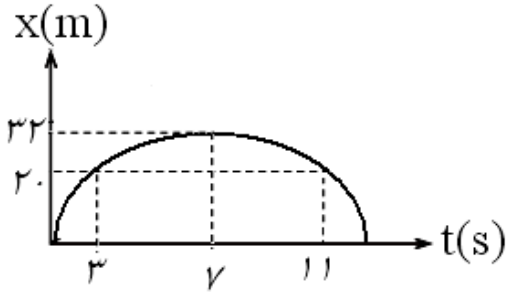
تمرین۱۲. اتومبیلی نصف مسیرش را با سرعت ۶۰ km/h و نصف دیگر مسیرش را با سرعت ۴۰km/h در مسیر مستقیم در همان جهت طی می‌کند، سرعت متوسط در کل مسیرش چقدر است؟

تعیین سرعت متوسط به کمک نمودار مکان زمان: سرعت متوسط متحرک بین دو لحظه از زمان برابر شیب پاره خطی است که نقاط نظیر آن دو لحظه در نمودارمکان زمان را به یکدیگر وصل می کند.



$$\left.\begin{array}{c} v_{av}=\frac{x_2-x_1}{t_2-t_1}=\frac{\Delta x}{\Delta t} \\ \tan\theta=\frac{\Delta x}{\Delta t} \end{array}\right\} \Rightarrow \; v_{av}=\tan\theta$$

تمرین۱۳. در نمودار مکان زمان روبرو سرعت متوسط دربازه‌های زمانی خواسته شده حساب کنید.

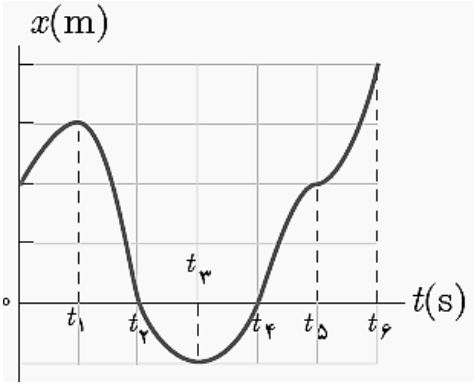


الف) در بازه‌ی زمانی [۳،۷]

ب) در بازه‌ی زمانی [۷، ۱۱]

پ) در بازه‌ی زمانی [۳، ۱۱]

تمرین۱۴. با توجه به نمودار مکان زمان شکل روبه رو به پرسش های زیر پاسخ دهید:



الف) متحرک چند بار از مبدأ مکان عبور می کند؟

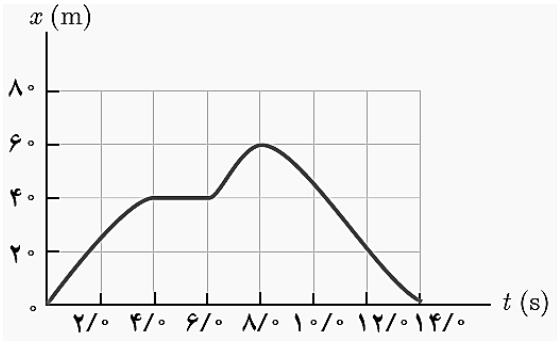
ب) در کدام بازه های زمانی متحرک در حال دور شدن از مبدأ است؟

پ) در کدام بازه های زمانی متحرک در حال نزدیک شدن به مبدأ است؟

ت) جهت حرکت چند بار تغییر کرده است؟ در چه لحظه هایی؟

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

تمرین۱۵. شکل روبه رو نمودار مکان زمان دوچرخه سواری را نشان می دهد که روی مسیری مستقیم در حال حرکت است.



الف) در کدام لحظه ای دوچرخه سوار بیشترین فاصله از مبدأ را دارد؟

ب) در کدام بازه های زمانی دوچرخه سوار در جهت محورx حرکت می کند؟

پ) در کدام بازهٔ زمانی دوچرخه سوار در خلاف جهت محور x حرکت می کند؟

ت) در کدام بازهٔ زمانی، دوچرخه سوار ساکن است؟

ث) تندی متوسط و سرعت متوسط دوچرخه سوار را در هر یک از بازه های زمانی ۰ تا ۲، ۴ تا ۶، ۲تا۵، ۸ تا ۱۴ و ۰ تا ۱۴حساب کنید.

تمرین۱۶. از روی نمودار مکان زمان توضیح دهید در چه صورت سرعت لحظه‌ای متحرک همواره با سرعت متوسط آن برابر است.

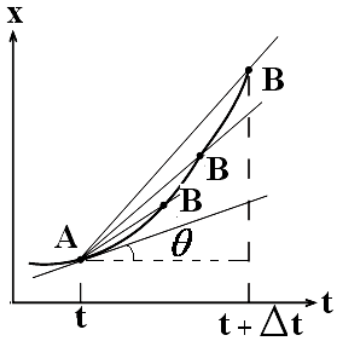
سرعت لحظه ای به کمک نمودار مکان زمان: سرعت در هر لحظهٔ دلخواه t ، برابر شیب خط مماس بر نمودار مکان زمان در آن لحظه است.

کیلومتر شمار ماشین سرعت لحظه‌ای را نمایش می‌دهد

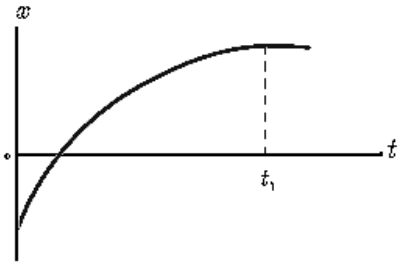
وقتی که Δt به تدریج کوچک شود نقطه‌های A و B به هم نزدیک می‌شوند و سرانجام خط AB بر نمودار مماس می‌شود.

❖ بنابراین سرعت در هر لحظه(سرعت لحظه‌ای) برابر شیب مماس بر نمودار در آن لحظه است.

$$V = \tan\theta$$



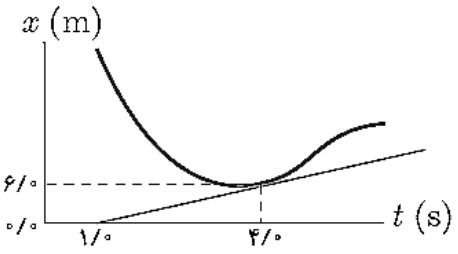
تمرین۱۷. شکل روبه رو نمودار مکان زمان متحرکی را نشان می دهد که در امتداد محورx درحرکت است.



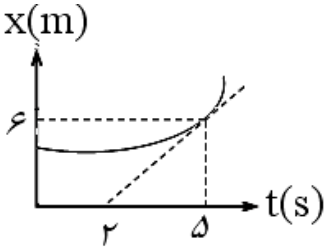
الف) از لحظهٔ صفر تا لحظهٔ t_1 سرعت متحرک رو به افزایش است یا کاهش؟

ب) اگر در لحظهٔ t_1 خط مماس بر منحنی موازی محور زمان باشد، سرعت متحرک در این لحظه چقدر است؟

تمرین۱۸. شکل روبه رو نمودار مکان زمان متحرکی را نشان می دهد. خط مماس بر منحنی در لحظهٔ t=۴s رسم شده است. سرعت متحرک را در این لحظه پیدا کنید.



تمرین۱۹. نمودار مکان-زمان متحرکی به صورت زیر است، سرعت لحظه‌ای در لحظه‌ی t=۵s چند متر بر ثانیه است؟

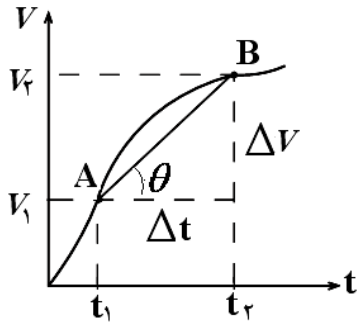


شتاب متوسط و شتاب لحظه‌ای

شتاب متوسط برابر نسبت تغییر سرعت به بازه‌ی زمانی است که سرعت تغییر کرده است. شتاب متوسط را با $\bar{a}$ نشان می‌دهند.

$$\bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1}$$

در حرکت برخط راست



❖ شتاب متوسط متوسط بین دونقطه از نمودار سرعت- زمان برابر است با شیب خطی که آن دونقطه را به هم وصل می‌کند.

$$\left.\begin{aligned} a_{av} &= \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \\ \tan\theta &= \frac{\Delta v}{\Delta t} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \; a_{av} = \tan\theta$$

❖ شتاب لحظه‌ای شتابی است، که متحرک در هر لحظه دا رد.

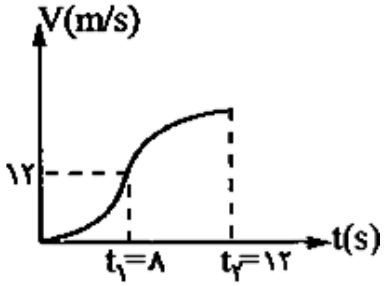
❖ شتاب لحظه‌ای شیب نمودار سرعت زمان در هر لحظه است.

❖ همیشه بخاطر داشته باشید که سرعت نهایی از سرعت اولیه کم می شود. پس اگر V_2-V_1 مثبت بود، شتاب مثبت دارید و اگرمنفی بود، شتاب مورد نظر منفی است.

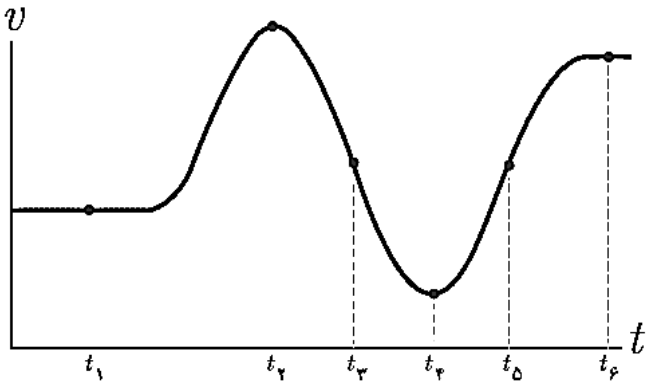
❖ شتاب یک کمیت برداری است. یعنی هم مقدار $\bar{a} = \left|\frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}\right|$ و هم جهت دارد. جهت شتاب هموار در جهت تغییر سرعت ذره است.

تمرین۲۰. الف) منظور از اینکه شتاب متحرکی برابر $4m/s^2$ است چیست؟ ب) منظور از اینکه شتاب متحرکی برابر $4m/s^2$- است چیست؟

تمرین۲۱. نمودار سرعت- زمان متحرکی مطابق شکل روبرو است. الف) بین دو لحظه‌ی صفر و t_1 شتاب متوسط چقدر است؟ ب) از لحظه‌ی t_1 تا لحظه‌ی t_2 شتاب چگونه تغییر کرده‌است؟

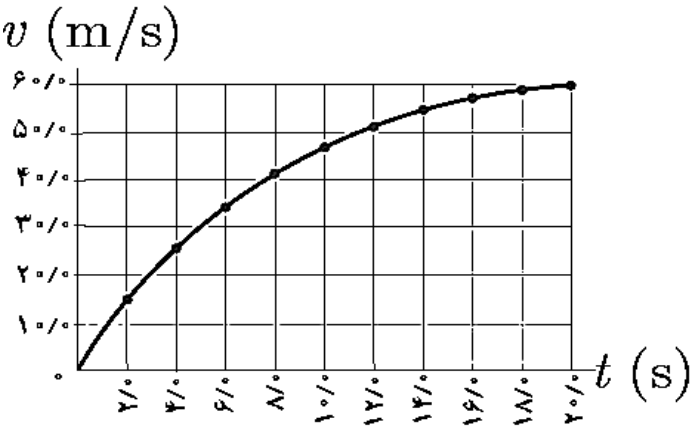


تمرین۲۲. شکل روبه رو نمودار سرعت زمان دوچرخه سواری را نشان می دهد که در امتداد محور x در حرکت است. جهت شتاب دوچرخه سوار را در هر یک از لحظه های t_1، t_2، t_3، .... و t_6 تعیین کنید.



تمرین۲۳. نمودار سرعت زمان خودرویی که در راستای محور x حرکت می کند در بازهٔ زمانی ۰ تا ۲۰ مطابق شکل روبه رو است.

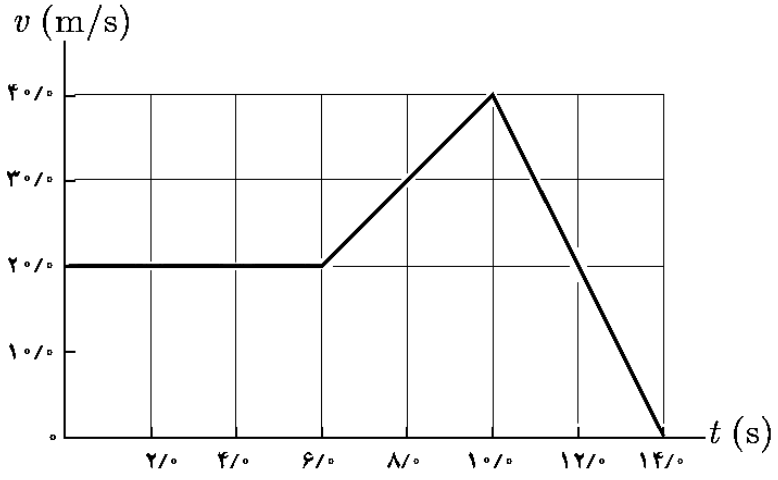
الف) شتاب متوسط خودرو در این بازهٔ زمانی چقدر است؟



ب) شتاب خودرو را در لحظهٔ t=۸s به دست آورید.

تمرین۲۴. نمودار سرعت زمان خودرویی که در راستای محور x حرکت می کند در بازهٔ زمانی صفر تا ۱۴s مطابق شکل روبه رو است.

الف) شتاب متوسط خودرو در این بازهٔ زمانی چقدر است؟



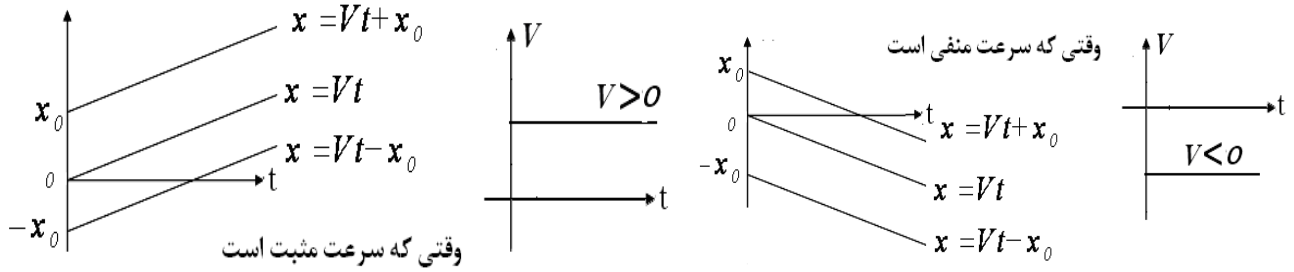
ب) شتاب خودرو را در هر یک از لحظه های t=۲s ، t=۸s و t=۱۱s به دست آورید.

۱-۲ حرکت یکنواخت بر خط راست

حرکتی است که در آن همواره سرعت متحرک دارای اندازه و جهت ثابت باشد. شیب نمودار مکان زمان چنین حرکتی که همان سرعت است، همواره ثابت خواهد بود. در این نوع حرکت سرعت متوسط با سر عت لحظه ای برابر است. یعنی: $v_{av}= v$ معادله حرکت با سرعت ثابت به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\bar{V} = V = \frac{x - x_0}{t} \Rightarrow x - x_0 = Vt \quad \Rightarrow \quad x = Vt + x_0$$

نمودار مکان- زمان متحرک در حرکت یکنواخت:



تمرین۲۵. قطاری با سرعت ثابت ۲۰متر برثانیه از ۱۰۰متری ایستگاه شرع به حرکت می‌کند.

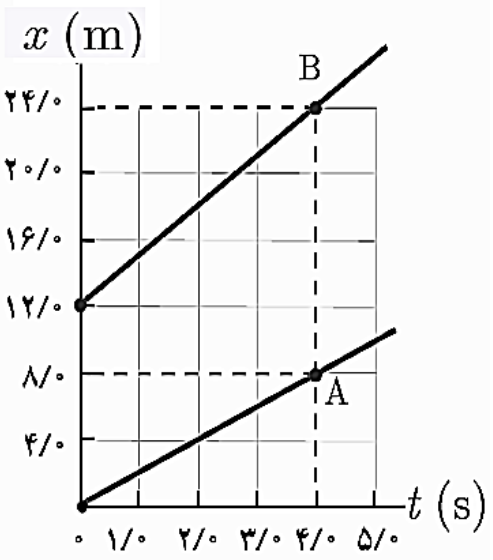
الف) معادله‌ی حرکت آن رابنویسید.

ب) بعد از ۱۰ ثانیه فاصله‌ی قطار از ایستگاه چقدر می‌شود.

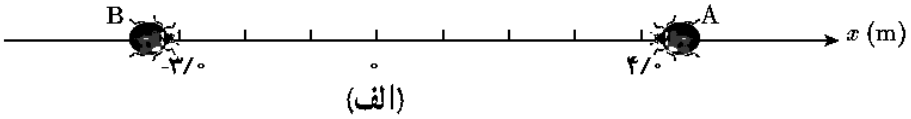
پ) چه موقع قطار به ۳کیلومتری ایستگاه می‌رسد.

ت) نمودار مکان- زمان و سرعت - زمان این متحرک را رسم کنید.

تمرین۲۶. شکل مقابل نمودار مکان زمان دو متحرک A و B را نشان می دهد که در راستای محور x حرکت می کنند. سرعت هر متحرک را پیدا کنید و معادلهٔ مکان زمان آنها را بنویسید.

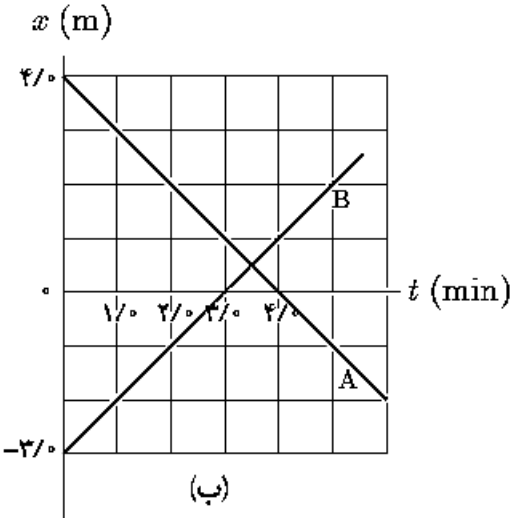


تمرین۲۷. شکل الف، مکان دو کفش دوزک A و B را که در راستای محور x حرکت می کنند در لحظهٔ t=۰s نشان می دهد. نمودارمکان زمان این کفش دوزک ها در شکل ب رسم شده است.



(الف)

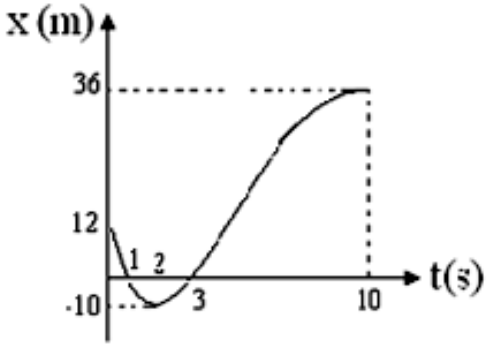
الف) از روی نمودار به طور تقریبی تعیین کنید کفش دوزک ها در چه لحظه و در چه مکانی به یکدیگر می‌رسند.



(ب)

ب) با استفاده از معادلهٔ مکان زمان، زمان و مکان هم رسی کفش دوزک ها را پیدا کنید.

تمرین۲۸. نمودار مکان- زمان متحرکی به صورت روبرو است.



الف) در چه لحظه هایی سرعت صفر شده است؟

ب) در چه لحظه هایی متحرک از مبدا مکان عبور می کند؟

ب) در بازه زمانی t= ۲ تا t=۳ سرعت مثبت است یا منفی؟

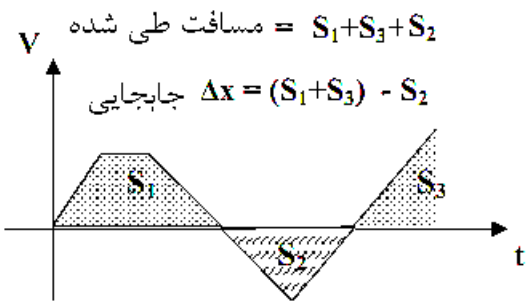
ج) جابجایی متحرک در بازه زمانی [2,10] ثانیه چقدر است؟

د) سرعت متوسط متحرک را در بازه [2,10] حساب کنید.

ر) مسیر حرکت را رسم کنید و طول مسیر و جابجایی کل حرکت را به دست آورید.

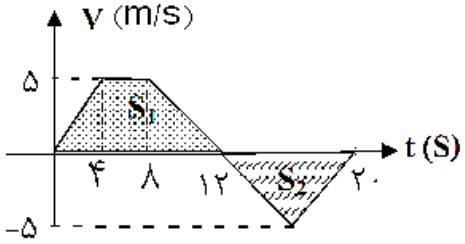
نمودار سرعت - زمان

نمودار سرعت- زمان اطلاعاتی درباره‌ی سرعت در لحظه‌های مختلف حرکت به ما می‌دهد. در این نمودار محور افقی محور زمان و محور عمودی مقدارهای سرعت را نشان می‌دهد.



❖ مساحت زیر سطح نمودار سرعت-زمان، برابر جابجایی است. مثلا در نمودار نسبتا پیچیده‌ی شکل زیر، برای محاسبه‌ی جابجایی مساحتهای S۱ و S۳ را باهم جمع و نتیجه را منهای S۲ می‌کنیم زیرا مساحت S۲ زیر محور و منفی است.

تمرین۲۹. نمودار سرعت زمان متحرکی به صورت روبرو است. جابجایی این متحرک در مدت ۲۰ ثانیه چقدر است؟



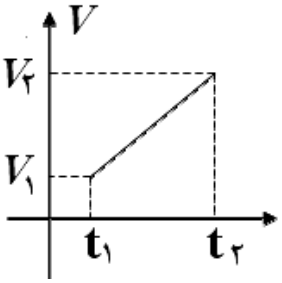
❖ شرط رسیدن دو متحرک به هم، در یک مسیر مستقیم الخط با یک اختلاف زمانی، این است که $X_A=X_B$ باشد.

تمرین۳۰. معادله حرکت متحرک A : $X_A= -t+3$ و معادله حرکت متحرک B: $X_B= 2t-6$ می‌باشد .این دو متحرک پس از چند ثانیه بـه هـم می‌رسند؟

حرکت بر خط راست با شتاب ثابت

اگر در حرکت در مسیر مستقیم شتاب در لحظه‌های مختلف یکسان باشد، آن را حرکت با شتاب ثابت در مسیر مستقیم می‌نامیم. در این حالت شتاب لحظه‌ای و شتاب متوسط با هم برابرند. (یعنی $a_{av}=a$)

تمرین۳۱. با استفاده از شکل روبرو نشان دهید در حرکت با شتاب ثابت: $\bar{V}=\frac{V_1+V_2}{2}$



معادله سرعت- زمان

در حرکت با شتاب ثابت اگر $t_1=0$ و $t_2=t$ اختیار شود، در این صورت V_1 سرعت در لحظه صفر را با نماد V_o و سرعت در لحظه‌ی t را با نماد V نشان داده می‌شود و می‌توان نوشت:

$$\bar{a}=a \Rightarrow a=\frac{V-V_o}{t-o} \Rightarrow V-V_o=at \Rightarrow V=at+V_o$$

معادله مستقل از شتاب:

$$\bar{V}=\frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta x=\bar{V}\Delta t \Rightarrow x-x_o=\left(\frac{V_o+V}{2}\right)(t-o) \qquad x=\left(\frac{V_o+V}{2}\right)t+x_o$$

معادله مکان- زمان در حرکت با شتاب ثابت بر خط راست:

$$\bar{V}=\frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta x=\bar{V}\Delta t \Rightarrow x-x_o=\left(\frac{V_o+V}{2}\right)(t-o) \Rightarrow x=\left(\frac{V_o+at+V_o}{2}\right)t+x_o$$

$$x=\frac{1}{2}at^2+V_o t+x_o$$

معادله‌ی مستقل از زمان

$$\left.\begin{array}{l} x=\left(\frac{V_o+V}{2}\right)t+x_o \\ a=\frac{V-V_o}{t} \Rightarrow t=\frac{V-V_o}{a} \end{array}\right\} \Rightarrow x=\left(\frac{V_o+V}{2}\right)\left(\frac{V-V_o}{a}\right)+x_o \Rightarrow V^2-V_o^2=2a(x-x_o)$$

رابطه‌های اصلی در حرکت شتابدار با شتاب ثابت

معادله سرعت- زمان	$V = at + V_o$
معادله مکان- زمان	$x = \frac{1}{2}at^2 + V_o t + x_o$
معادله مستقل از شتاب	$x = \left(\frac{V_o + V}{2}\right)t + x_o$
معادله مستقل از زمان	$V^2 - V_o^2 = 2a(x - x_o)$

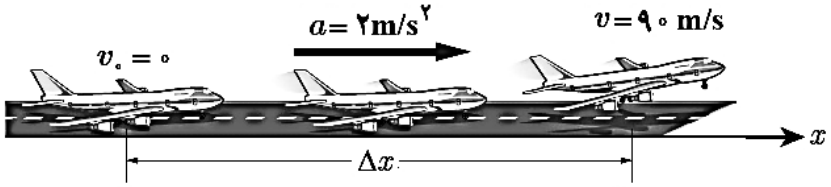
❖ معادله‌ی مکان- زمان در حرکت شتابدار با شتاب ثابت از درجه ۲ است، لذا نمودار آن یک سهمی است. اگر انحناء (تقعر) این سهمی روبه بالا باشد، شتاب مثبت و اگر انحناء (تقعر) این سهمی روبه پایین باشد، شتاب منفی است.

❖ **حرکت تند شونده، حرکت کند شونده:** اگر در حرکت با شتاب ثابت شیب نمودار مکان- زمان در هر لحظه زیاد شود، حرکت تند شونده است و اگر شیب نمودار در هر لحظه کم شود، حرکت کند شونده خواهد بود. در حالت کلی نتیجه می‌شود:

اگر شتاب و سرعت در یک حرکت هم علامت باشند، آن حرکت تند شونده خواهد بود و اگر شتاب و سرعت در یک حرکت غیر هم علامت باشند، آن حرکت کند شونده خواهد بود. یعنی:

$a \times V > 0 \rightarrow$ حرکت تند شونده $\qquad a \times V < 0 \rightarrow$ حرکت کند شونده

تمرین۳۲. شکل روبه رو هواپیمایی را نشان می دهد که از حال سکون و با شتاب ثابت روی باند پرواز شروع به حرکت می کند x .و در امتداد محور الف) چه مدت طول می کشد تا هواپیما به شرایط برخاستن برسد؟



ب) سرعت متوسط هواپیما در این بازهٔ زمانی چقدر است؟

پ) جابه جایی هواپیما در این مدت چقدر است؟

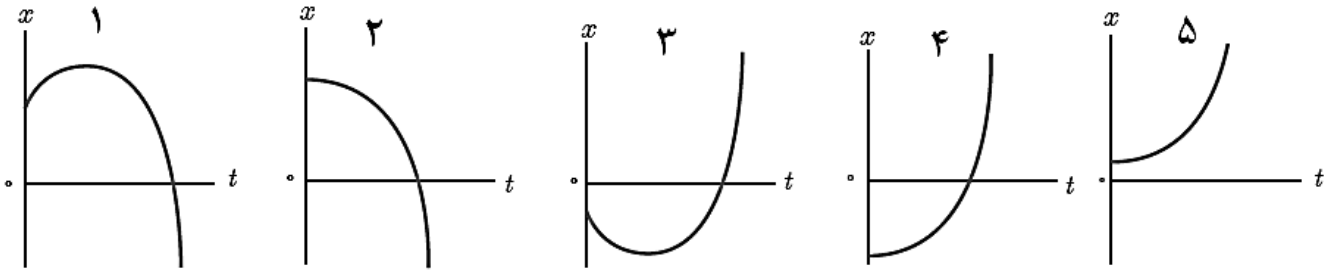
تمرین۳۳. معادلهٔ سرعت زمان متحرکی که در امتداد محور x حرکت می کند درSI به صورت ۵+ ۲t- = v است.

الف) سرعت متحرک در لحظهٔ t=۴s چقدر است؟

ب) سرعت متوسط متحرک و جابه جایی آن در بازهٔ زمانی صفر تا t=۴s چقدر است؟

پ) نمودار سرعت زمان این متحرک را رسم کنید.

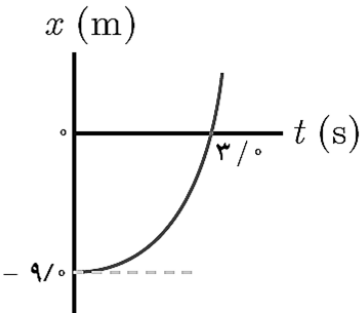
تمرین۳۴. در پنج نمودار مکان زمان شکل‌های زیر علامت مکان اولیه (x_0) ، سرعت اولیه (v_0) و شتاب (a) را مشخص کنید.



تمرین۳۵. شکل روبه رو نمودار مکان زمان متحرکی را نشان می دهد که با شتاب ثابت در امتداد محور x حرکت می‌کند.

الف) شتاب متحرک را پیدا کنید.

ب) معادلهٔ سرعت زمان متحرک را بنویسید و نمودار آن را رسم کنید.



پ) جابه جایی متحرک را در بازهٔ زمانی صفر تا t=۳s پیدا کنید.

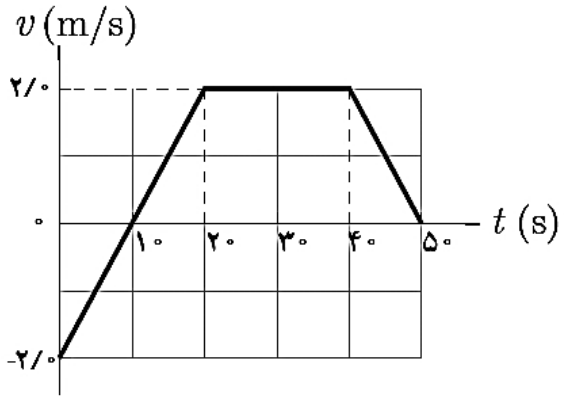
ت) جابه جایی متحرک را در بازهٔ زمانی صفر تا t=۳s حساب کنید و نتیجه را با قسمت پ مقایسه کنید.

ث) سرعت متوسط متحرک را در بازهٔ زمانی صفرتا t=۳s پیدا کنید.

تمرین۳۶. خودرویی با سرعت ۱۸km/h در امتداد مسیری مستقیم از چهار راهی می گذرد تندی آن با شتاب $1\ m/s^2$ افزایش می‌یابد. سرعت خودرو پس از ۳۰۰m جابه جایی چقدر است؟

تمرین۳۷. متحرکی که در راستای محور x حرکت می کند در لحظهٔ t=۰ از مکان x=۰ می گذرد .نمودار سرعت زمان این متحرک مطابق شکل روبه رو است.

الف) متحرک در کدام بازهٔ زمانی، در جهت محور x و در کدام بازهٔ زمانی در خلاف جهت محورx حرکت کرده است؟



ب) در چه لحظه یا لحظه هایی جهت حرکت متحرک تغییر کرده است؟

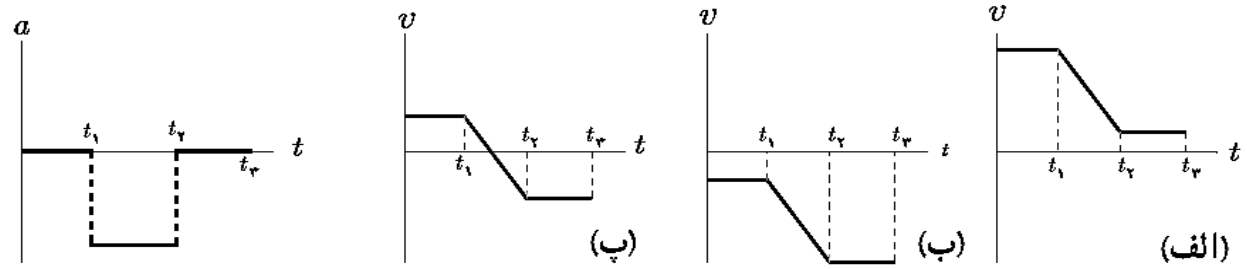
پ) با توجه به نمودار سرعت زمان توضیح دهید در کدام بازه های زمانی حرکت جسم تندشونده و یا کُندشونده است.

ت) مکان متحرک را در هر یک از لحظه های $t_1=10s$ ،$t_2=20s$ ،$t_3=40s$ و $t_4=50s$ پیدا کنید و روی محورx نشان دهید.

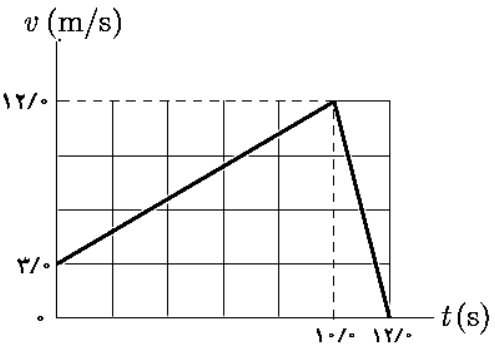
ث) مسیر حرکت متحرک را رسم کنید و با توجه به آن، جابه جایی و مسافت طی شده را در کل زمان حرکت پیدا کنید.

ج) مساحت سطح زیر نمودارv-t را حساب کنید و مقدار آن را با جابه جایی متحرک در قسمت قبل مقایسه کنید.

تمرین۳۸. نمودار شتاب زمان متحرکی که در امتداد محورx حرکت می کند مطابق شکل زیر است .توضیح دهید چگونه هر یک از نمودارهای سرعت زمان شکل های الف، ب و پ می تواند متناظر با این نمودار شتاب زمان باشد.



تمرین۳۹. آهویی در مسیری مستقیم در امتداد محور x می دود .نمودار سرعت زمان آهو در بازهٔ زمانی صفر تا ۱۲s مطابق شکل است .در این بازهٔ زمانی

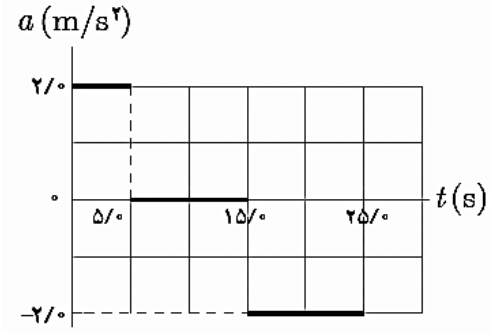


الف) مسافت کل پیموده شده توسط آهو را به دست آورید.

ب) جابه جایی آهو را پیدا کنید.

پ) نمودار شتاب زمان آهو را رسم کنید.

تمرین۴۰. شکل مقابل نمودار شتاب زمان یک ماشین اسباب بازی را نشان می دهد که در امتداد محورx حرکت می کند. با فرض $x_0=0$ و $v_0=0$ در بازهٔ زمانی صفر تا ۲۵s



الف) نمودارهای سرعت زمان و مکان زمان این ماشین را رسم کنید.

ب) با توجه به نمودار سرعت زمان، مشخص کنید در کدام یک از بازه های زمانی، حرکت ماشین تندشونده، کُندشونده یا با سرعت ثابت است.

پ) شتاب متوسط ماشین را پیدا کنید.

ت) جابه جایی ماشین را پیدا کنید.

تمرین۴۱. کامیونی با سرعت ۲۰ m/s از یک پاسگاه پلیس عبور می‌کند، ۱۵ ثانیه بعد پلیس کامیون را تعقیب می‌کند و اتومبیل خود را با شتاب ثابت $2m/s^2$ به راه می‌اندازد. پس از چه زمانی پلیس به کامیون می‌رسد و موقع رسیدن به کامیون در چه فاصله‌ای از پاسگاه قرار دارند.

سقوط آزاد: (فقط ریاضی) هر گاه جسمی از یک ارتفاعی نسبت به سطح زمین سقوط کند اگر از مقاومت هوا صرفنظر شود، با شتاب ثابت ۹/۸متر بر مجذور ثانیه به سمت زمین سقوط می‌کند یعنی در هر یک ثانیه تقریبا ۱۰ متر بر ثانیه به سرعت حرکت جسم افزوده می‌شود، حرکت جسم در سقوط آزاد به سمت زمین شتابدار ثابت تند شونده است و تنها نیروی وارد بر جسم همان نیروی وزن جسم است.

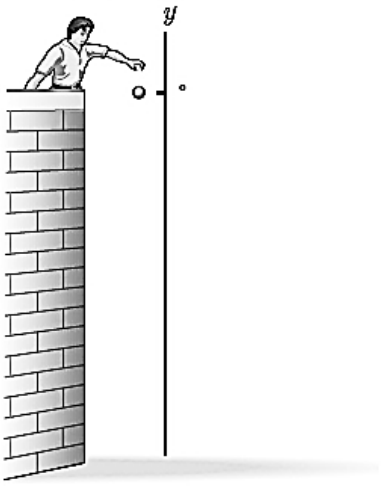
سقوط آزاد یک حرکت شتابدار در امتداد محور قائم است. بنابراین معادله‌های حرکت سقوط آزاد به صورت زیر در می‌آیند. (با فرض جهت مثبت رو به بالا) اگر جسم رها شود $V_0 = 0$ است ولی اگر پرتاب شود $V_0 \neq 0$ خواهدبود.

معادله سرعت- زمان	$V = -gt + V_o$
معادله مکان- زمان	$y = -\frac{1}{2}gt^2 + V_o t + y_o$
معادله مستقل از شتاب	$y = \left(\frac{V + V_o}{2}\right)t + y_o$
معادله مستقل از زمان	$V^2 - V_o^2 = -2g(y - y_o)$

در حرکت سقوط آزاد برای سادگی در حل مسائل بهتر است نقطه پرتاب را، مبدا سنجش فرض کنیم.($y_{o=0}$) و جهت مثبت را رو به بالا در نظر بگیریم. اگر جسم رها شود یا سرعت اولیه صفر باشد ($V_o = ۰$) ، معادله‌های بالا به شکل ساده‌تر زیر در می‌آیند:

$$V = -gt \qquad y = -\frac{1}{2}gt^2 \qquad V^2 = -2gy \qquad y = \frac{V}{2}t$$

اگر جسم رها شود $V_0 = 0$ است ولی اگر پرتاب شود $V_0 \neq 0$ خواهدبود.



تمرین۴۲. شکل مقابل شخصی را نشان می دهد که از بالای دیواری بلند، گلوله ای را رها می کند.
الف) پس از۱s گلوله چه مسافتی را طی می کند و سرعت آن به چقدر می رسد؟

ب) اگر ارتفاع دیوار ۱۰m اشد سرعت برخورد گلوله به سطح زمین و مدت زمان کل حرکت آن را پیدا کنید.

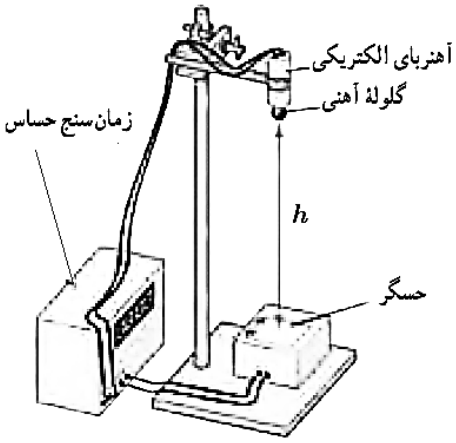
تمرین۴۳. سنگی از صخره ای به ارتفاع ۱۲۵m نسبت به سطح زمین آزادانه سقوط می کند.
الف) زمان سقوط آزاد سنگ را به دست آورید.

ب) سرعت متوسط سنگ را در حین سقوط آزاد پیدا کنید.

پ) جابه جایی سنگ را بین دو لحظه‌ی ۳s و ۴s به دست آورید.

ت) نمودارهای مکان زمان، سرعت زمان و شتاب زمان سنگ را رسم کنید.

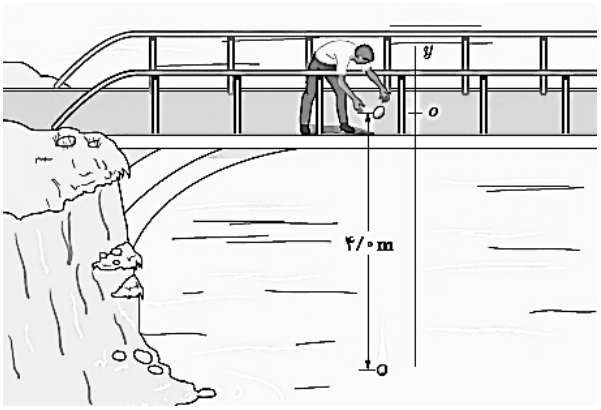
تمرین۴۴. شکل مقابل اسباب انجام آزمایش ساده ای را نشان می دهد که به کمک آن می توان شتاب گرانش را در محل آزمایش اندازه گرفت.



الف) به نظر شما این وسیلهٔ آزمایش چگونه کار می کند؟

ب) در یک آزمایش نوعی، داده های h= ۰/۲۳۰S و h=۰/۲۷m به دست آمده است. با توجه به این داده‌ها، اندازهٔ شتاب گرانش در محل آزمایش چقدربه دست می‌آید؟

تمرین۴۵. شکل مقابل شخصی را نشان می دهد که ابتدا سنگی را از بالای پلی به داخل رودخانه ای رها کرده است. وقتی سنگ مسافت ۴m را طی می کند سنگ دیگری دوباره از همان ارتفاع توسط شخص رها می شود. توضیح دهید آیا با گذشت زمان و تا قبل از برخورد سنگ اول به سطح آب رودخانه، فاصلهٔ بین دو سنگ کاهش یا افزایش می یابد یا تغییری نمی کند.



تمرین۴۶. گلوله‌ای را از ارتفاع h بالای سطح زمین رها می‌کنیم. گلوله با سرعت ۴۰m/s به سطح زمین می‌رسد. زمان رسیدن گلوله به سطح زمین و ارتفاع آن را به دست آورید.

تمرین۴۷. گلوله‌ای از ارتفاع ۹۰ متری سطح زمین رها می‌شود. اگر سرعت آن در نقطه‌ی A از سطح زمین ۲۰m/s و در نقطه‌ی B از سطح زمین ۳۰m/s باشد، الف) فاصله‌ی دو نقطه‌ی A و B چقدر است. ب) چه مدت طول می‌کشد تا جسم از A به B برسد؟ ($g=10m/s^2$)

پرسش ها و مسئله های فصل ۱

۱-۱شناخت حرکت

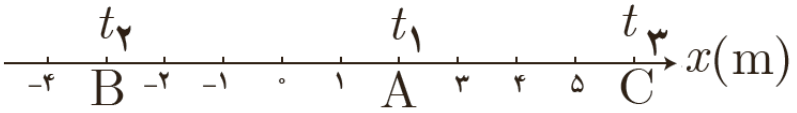
۱. با توجه به داده های نقشهٔ شکل زیر،

الف) تندی متوسط و اندازهٔ سرعت متوسط خودرو را پیدا کنید.

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

پ) در چه صورت تندی متوسط و اندازهٔ سرعت متوسط می توانست تقریباً با یکدیگر برابر باشد؟

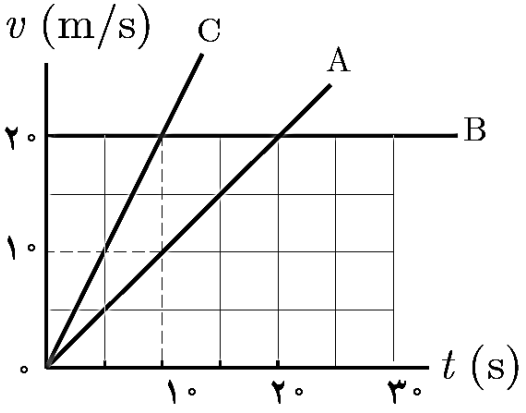
۲. متحرکی مطابق شکل در لحظهٔ t_1 در نقطهٔ A ، در لحظهٔ t_2 در نقطهٔ B و در لحظهٔ t_3 در نقطهٔ C قرار دارد.



الف) بردارهای مکان متحرک را در هر یک از این لحظه ها روی محورx رسم کنید و برحسب بردار یکه بنویسید.

ب) بردار جابه جایی متحرک را در هر یک از بازه های زمانی t_1 تا t_2 ، t_2 تا t_3 و t_1 تا t_3 به دست آورید.

۳. در شکل زیر نمودار سرعت- زمان سه متحرک نشان داده شده است.

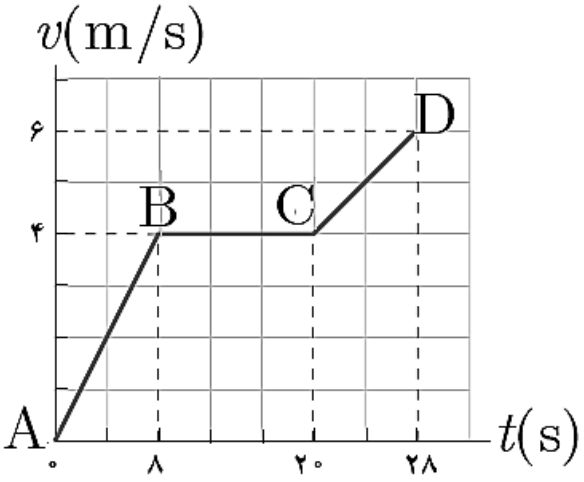


الف) شتاب سه متحرک را به طور کیفی با یکدیگر مقایسه کنید.

ب) شتاب هر متحرک را به دست آورید.

پ) در بازهٔ زمانی ۰s تا ۱۰s جابه جایی این سه متحرک را پیدا کنید.

۴. شکل روبرو نمودار سرعت- زمان متحرکی را که در امتداد محورx حرکت می کند در مدت ۲۸ ثانیه نشان می‌دهد.

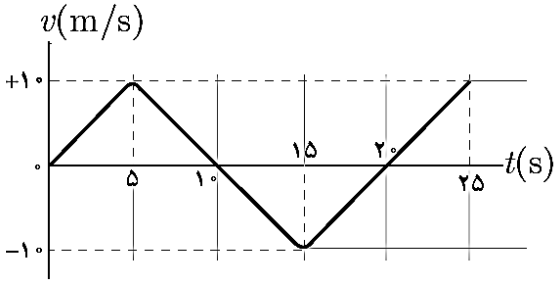


الف) شتاب در هر یک از مرحله های AB، BC و CD چقدر است؟

ب) شتاب متوسط در بازهٔ زمانی صفر تا ۲۸ ثانیه چقدر است؟

پ)جابه جایی متحرک را در این بازهٔ زمانی پیدا کنید.

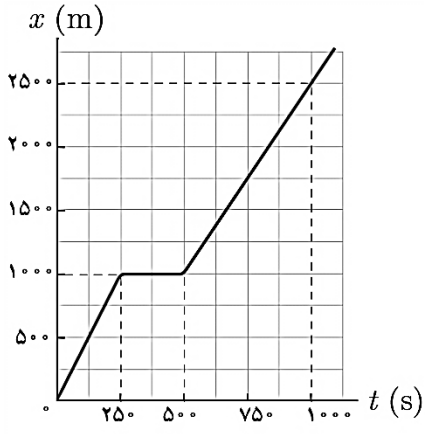
۵. نمودار سرعت زمان متحرکی مطابق شکل زیر است.



الف) نمودار شتاب زمان این متحرک را رسم کنید.

ب) اگر x_o= -۱۰m باشد نمودار مکان زمان متحرک را رسم کنید.

۶. شکل زیر نمودار مکان زمان حرکت یک دوندهٔ دوی نیمه استقامت را در امتداد یک خط راست نشان می دهد.



الف) در کدام بازهٔ زمانی دونده سریع تر دویده است؟

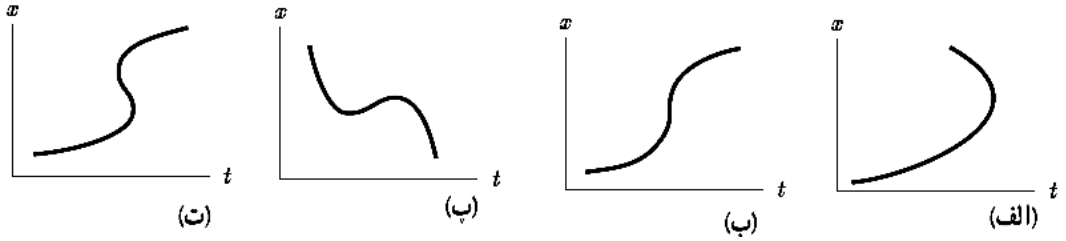
ب) در کدام بازهٔ زمانی، دونده ایستاده است؟

پ) سرعت دونده را در بازهٔ زمانی ۰s تا ۲۵۰s حساب کنید.

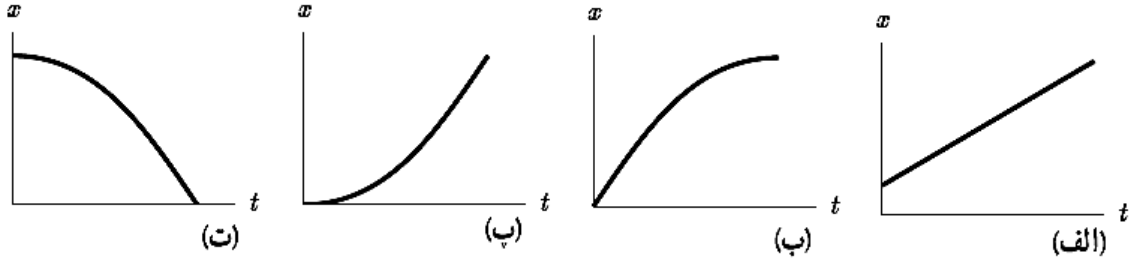
ت) سرعت دونده را در بازهٔ زمانی ۵۰۰s تا ۱۰۰۰s حساب کنید.

ث) سرعت متوسط دونده را در بازهٔ زمانی ۰s تا ۱۰۰۰s حساب کنید.

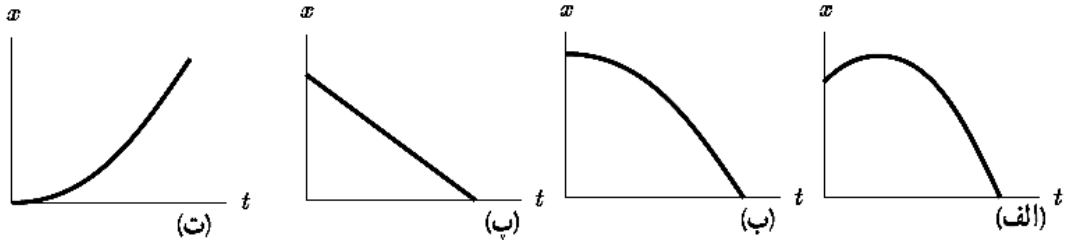
۷. توضیح دهید کدام یک از نمودارهای مکان زمان شکل زیر می تواند نشان دهندهٔ نمودار x-t یک متحرک باشد.



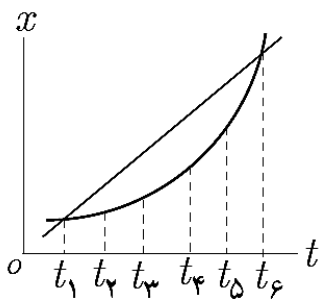
۸. توضیح دهید از نمودارهای مکان زمان شکل زیر کدام موارد حرکت متحرکی را توصیف می کند که از حال سکون شروع به حرکت کرده و به تدریج بر تندی آن افزوده شده است.



۹. توضیح دهید کدام یک از نمودارهای مکان زمان نشان داده شده، حرکت متحرکی را توصیف می کند که سرعت اولیهٔ آن در جهت محور x و شتاب آن بر خلاف جهت محورx است.



۱۰. شکل زیر نمودار مکان زمان دو خودرو را نشان می دهد که در جهت محورx در حرکت اند.

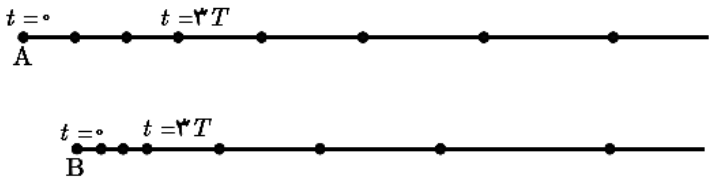


الف) در چه لحظه هایی دو خودرو از کنار یکدیگر می گذرند؟

ب) در چه لحظه ای تندی دو خودرو تقریباً یکسان است؟

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

۱۱. هر یک از شکل های زیر مکان یک خودرو را در لحظه های t=۰، t=T، t=۲T، .... و t=۷T نشان می دهد. هر دو خودرو در لحظهٔ t=۳T شتاب می‌گیرند .توضیح دهید،



الف) سرعت اولیهٔ کدام خودرو بیشتر است

.

ب) سرعت نهایی کدام خودرو بیشتر است.

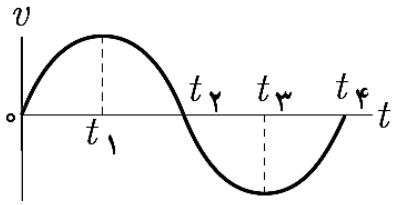
پ) کدام خودرو شتاب بیشتری دارد.

۱۲. معادلهٔ حرکت جسمی در SI به صورت $x= t^{۳}-۳t^{۲}-۴$ است.

الف) مکان متحرک را در t=۰s و t=۲s به دست آورید.

ب) سرعت متوسط جسم را در بازهٔ زمانی صفر تا ۲ ثانیه پیدا کنید.

۱۳. نمودار سرعت زمان متحرکی در شکل زیر نشان داده شده است. تعیین کنید در کدام بازه های زمانی بردار شتاب در جهت محور x و در کدام بازه های زمانی در خلاف جهت محور x است.



۲-۱ حرکت با سرعت ثابت

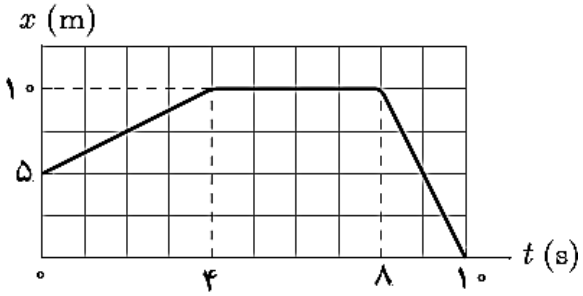
۱۴. جسمی با سرعت ثابت بر مسیری مستقیم در حرکت است. اگر جسم در لحظهٔ $t_۱=۵s$ در مکان $x_۱=۶m$ و در لحظهٔ $t_۲=۲۰s$ در مکان $x_۲=۳۶m$ باشد،

الف) معادلهٔ مکان- زمان جسم را بنویسید.

ب) نمودار مکان- زمان جسم را رسم کنید.

۱۵. شکل زیر نمودار مکان زمان متحرکی را نشان می دهد که در امتداد محورx حرکت می کند.

الف) جابه جایی و مسافت پیموده شده توسط متحرک در کل زمان حرکت چقدر است؟

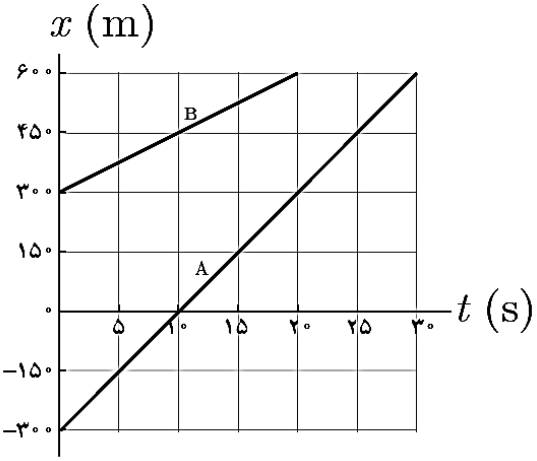


ب) سرعت متوسط متحرک را در هر یک از بازه های زمانی ۰s تا ۴s، ۴s تا ۸s و ۸s تا ۱۰s و همچنین در کل زمان حرکت به دست آورید.

پ) معادلهٔ حرکت متحرک را در هر یک از بازه های زمانی ۰s تا ۴s، ۴s تا ۸s و ۸s تا ۱۰s بنویسید.

ت) نمودار سرعت زمان متحرک را رسم کنید.

۱۶. شکل زیر نمودار مکان زمان دو خودرو را نشان می دهد که روی خط راست حرکت می کنند.



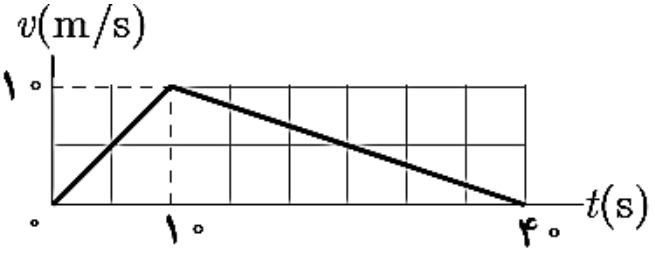
الف) معادلهٔ حرکت هر یک از آنها را بنویسید.

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

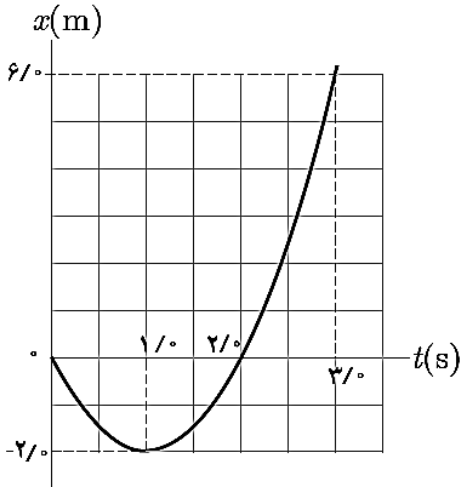
۱۷. دانستن محل قرارگیری یک ماهواره در مأموریت های فضایی و اطمینان از اینکه ماهواره در مدار پیش بینی شده قرارگرفته، یکی از مأموریت های کارشناسان فضایی است. بدین منظور تَپ های الکترومغناطیسی را که با سرعت نور در فضا حرکت می کنند، به طرف ماهوارهٔ موردنظر می فرستند و بازتاب آن توسط ایستگاه زمینی دریافت می شود. اگر زمان رفت و برگشت یک تپ ۰/۲۴ ثانیه باشد، فاصلهٔ ماهواره از ایستگاه زمینی، تقریباً چقدر است؟

۳-۱ حرکت با شتاب ثابت

۱۸. نمودارv-t متحرکی که در امتداد محور x حرکت می کند مطابق شکل زیر است. سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی ۰s تا ۵s چند برابر سرعت متوسط آن در بازهٔ زمانی ۲۵ s تا ۴۰s است؟



۱۹. شکل زیر نمودار مکان زمان متحرکی را نشان می دهد که در امتداد محورx با شتاب ثابت در حرکت است.



الف) سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی صفر تا ۳s چند متر بر ثانیه است؟

ب) معادلهٔ مکان زمان متحرک را بنویسید.

پ) سرعت متحرک را در لحظهٔ t=۳s پیدا کنید.

ت)نمودار سرعت زمان متحرک را رسم کنید.

۲۰. متحرکی در امتداد محور x و با شتاب ثابت در حرکت است. در مکان x=۱۰m سرعت متحرک ۴m/s و در مکان x=۱۹m سرعت متحرک ۱۸ km/h است.

الف) شتاب حرکت آن چقدر است؟

ب) پس از چه مدتی سرعت متحرک از ۴m/s به سرعت۱۸ km/h می رسد؟

۲۱. خودرویی پشت چراغ قرمز ایستاده است .با سبز شدن چراغ، خودرو با شتاب ۲ m/s^2 شروع به حرکت می‌کند. در همین لحظه، کامیونی با سرعت ثابت ۳۶km/h از آن سبقت می‌گیرد.

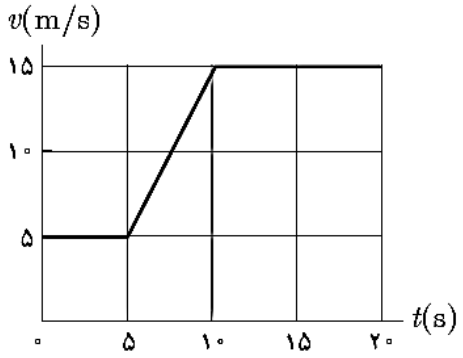
الف) در چه لحظه و در چه مکانی خودرو به کامیون می‌رسد؟

ب) نمودار مکان زمان را برای خودرو و کامیون در یک دستگاه مختصات رسم کنید

پ) نمودار سرعت زمان را برای خودرو و کامیون در یک دستگاه مختصات رسم کنید.

۲۲. شکل نشان داده شده نمودار سرعت زمان خودرویی را نشان می دهد که روی مسیری مستقیم حرکت می کند.

الف) شتاب خودرو را در هر یک از لحظه های t=۳s، t=۸s، t=۱۱s و t=۱۵s به دست آورید.



ب) شتاب متوسط در بازهٔ زمانی t_1=۰s تا t_2 =۲۰s را به دست آورید.

پ) در هر یک از بازه های زمانی t_1=۵s تا t_2 =۱۱s و t_2=۱۱s تا t_3 =۲۰s خودرو چقدر جابه جا شده است؟

ت) سرعت متوسط خودرو در بازه های t_1=۵s تا t_2 =۱۱s و t_2=۱۱s تا t_3 =۲۰s را به دست آورید.

۴-۱ حرکت سقوط آزاد (مخصوص رشته‌ی ریاضی)

۲۳. گلوله ای را باید از چه ارتفاعی رها کنیم تا پس از ۴ ثانیه به زمین برسد؟ سرعت گلوله در نیمهٔ راه و همچنین در لحظهٔ برخورد به زمین چقدر است؟ مقاومت هوا را نادیده بگیرید.

۲۴. الف) گلولهٔ A را در شرایط خلأ از ارتفاع h و بدون سرعت اولیه رها می کنیم .سه ثانیه بعد گلولهٔ B را از ارتفاع h/۴ و بدون سرعت اولیه رها می‌کنیم. نسبت سرعت گلولهٔ A به سرعت گلولهٔ B در لحظهٔ رسیدن به زمین چقدر است؟

ب) اگر دو گلوله همزمان به زمین برسند، مدت زمان سقوط هر گلوله و ارتفاع h را پیدا کنید.

۲۵. سنگی از بام ساختمانی بدون سرعت اولیه و در شرایط خلأ به طرف زمین رها می شود.

الف) اگر سنگ در ۲ ثانیهٔ آخر حرکت خود ۶۰ متر را طی کند، ارتفاع ساختمان چند متر است؟

ب) سرعت سنگ درست پیش از برخورد به زمین چقدر است؟