بسم الله الرحمن الرحیم

اللهم صل علی محمد و آل محمد و عجل فرجهم

فیزیک (۳)

رشتهٔ ریاضی و فیزیک

پایهٔ دوازدهم

دورهٔ دوم متوسطه

تهیه و تنظیم: اسماعیل مطیع

سال تحصیلی ۱۴۰۵-۱۴۰۴

ارتباط با ما: @Physics_motee

بسم الله الرحمن الرحیم

اطلبوا العلم من المهد الی اللحد

زگهواره تا گور دانش بجوی

حضرت علی(ع):

ارزش هر کس به قدر همّت اوست.

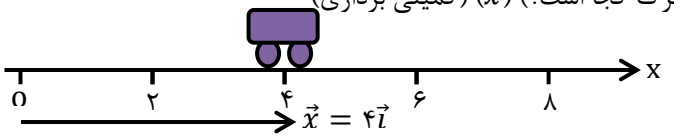
فصل اول

مکانیک

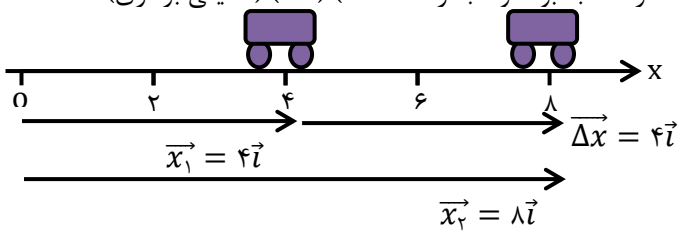
(حرکت بر خط راست)

E
M

بردار مکان: برداری که ابتدای آن مبدا مختصات و انتهای آن مکان جسم است. (متحرک کجا است؟) ($\vec{x}$) (کمیتی برداری)



بردار جابه‌جایی: برداری که ابتدای آن مبدا جسم و انتهای آن مقصد جسم است. (متحرک کجا بوده و کجا رفته است؟) ($\overrightarrow{\Delta x}$) (کمیتی برداری)

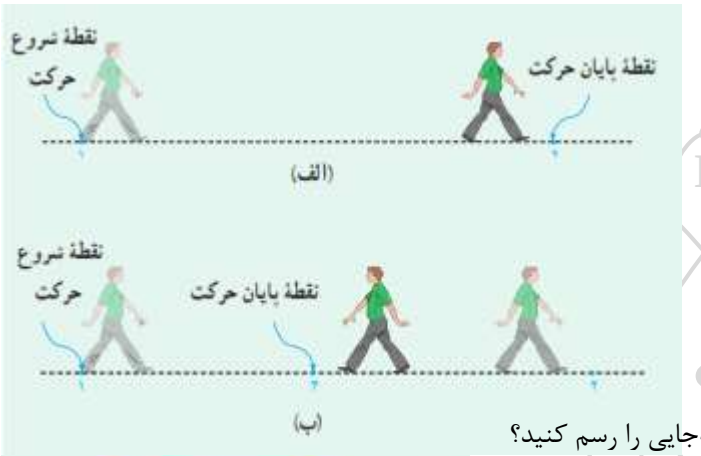


$$\overrightarrow{\Delta x} = \overrightarrow{x_۲} - \overrightarrow{x_۱}$$

نکته: بردار مکان وابسته به مبدا مختصات ولی بردار جابه‌جایی مستقل از دستگاه مختصات می‌باشد.

مسافت طی شده: طول مسیر پیموده شده توسط متحرک (رد پای متحرک) (L) (کمیتی نرده‌ای)

۱) مطابق شکل مقابل دونده‌ای مسیر شکل الف و ب را طی می‌کند. در هر مورد بردارهای مکان و جابه‌جایی و مسافت طی شده را بر روی شکل نمایش دهید.



۲) در شکل مقابل ماه به دور زمین در حال چرخش است. بردارهای مکان و جابه‌جایی را رسم کنید؟

نکته: الف) جابه‌جایی کمیتی برداری ولی مسافت طی شده کمیتی نرده‌ای است.

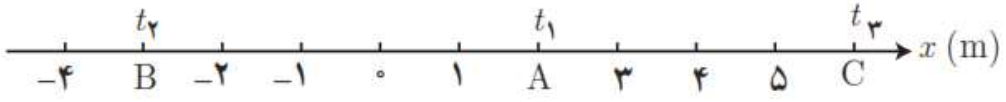
ب) اندازه جابه‌جایی همواره مساوی یا کوچکتر از مسافت طی شده است.

ج) اندازه جایه‌جایی و مسافت طی شده فقط در صورتی با یکدیگر برابر هستند که حرکت بر خط راست و بدون تغییر جهت باشد.

۳) متحرکی مطابق شکل در لحظه $t_۱$ در نقطه A، در لحظه $t_۲$ در نقطه B و در لحظه $t_۳$ در نقطه C قرار دارد.

الف) بردارهای مکان متحرک را در هر یک از این لحظه‌ها روی محور x رسم نموده و بر حسب بردارهای یکه بنویسید.

ب) بردار جابه‌جایی متحرک را در هر یک از بازه‌های زمانی $t_۱$ تا $t_۲$ و $t_۲$ تا $t_۳$ و $t_۱$ تا $t_۳$ را بر روی شکل رسم نموده و بر حسب بردارهای یکه بنویسید.



توصیف حرکت: به منظور ارائه‌ی توصیف کاملی از حرکت باید بدانیم که متحرک در هر لحظه از زمان در چه مکانی قرار دارد. برای انجام این کار دو روش وجود دارد:

الف) معادله‌ی مکان- زمان: معادله‌ای است که مکان متحرک را در هر لحظه مشخص می‌کند. $x = x(t)$

ب) نمودار مکان- زمان: نموداری است که محور افقی آن زمان و محور قائم آن مکان متحرک می‌باشد.

۴) معادله‌ی مکان- زمان متحرکی در SI به صورت $x=2t^2+3t+2$ است.

الف) مکان متحرک را در لحظات $t=2s$ و $t=4s$ بیابید.

ب) جابه‌جایی متحرک را در بازه‌ی زمانی ۲s تا ۴s محاسبه کنید.

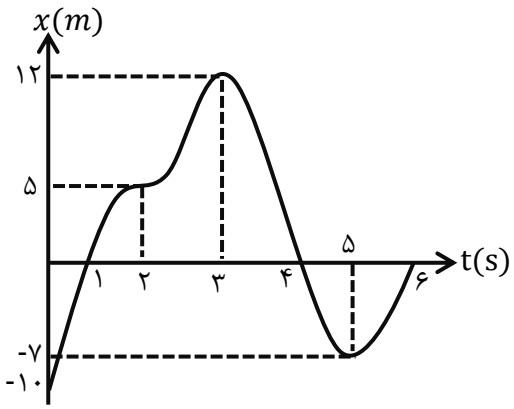
ج) جابه‌جایی متحرک را در ثانیه‌ی سوم محاسبه کنید.

د) جابه‌جایی متحرک را در سه ثانیه‌ی دوم محاسبه کنید.

ه) نمودار مکان – زمان متحرک را رسم کنید.

و) مسیر حرکت متحرک را تعیین کنید.

۵) نمودار مکان- زمان متحرکی مطابق شکل مقابل است.



الف) آیا شکل مقابل می‌تواند نمودار مکان – زمان یک متحرک باشد؟

ب) مسیر حرکت متحرک را رسم کنید.

ج) در کدام بازه(های) زمانی متحرک در جهت محور x حرکت کرده است؟

د) در کدام بازه(های) زمانی متحرک خلاف محور x حرکت کرده است؟

ه) جابه‌جایی متحرک در کل مسیر حرکت در جهت محور x است یا خلاف جهت محور؟

و) در کدام بازه(های) زمانی متحرک به مبدا نزدیک می‌شود؟

ز) در کدام بازه (های) زمانی متحرک از مبدا دور می‌شود؟

ح) در کدام لحظه متحرک در بیشترین فاصله از مبدا قرار دارد؟

ط) بیشترین فاصله متحرک از مبدا چند متر است؟

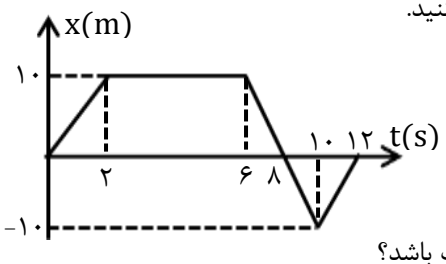
ی) جابه‌جایی متحرک را در ثانیه‌ی چهارم، ۲ ثانیه‌ی اول و ۲ ثانیه‌ی سوم بیابید؟

ک) متحرک در بازه زمانی صفر تا ۶ ثانیه چه مسافتی را طی می‌کند؟

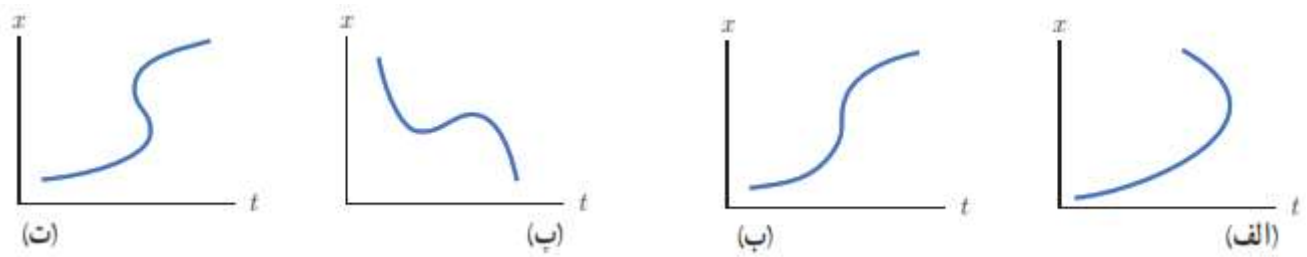
ل) متحرک چند بار و در کدام لحظات از مبدا مکان عبور می‌کند؟

م) متحرک چند بار تغییر جهت داده است؟ در چه لحظاتی؟

۶) نمودار مکان- زمان یک متحرک در SI مطابق شکل زیر است. حرکت متحرک را به طور کامل توصیف کنید.



۷) توضیح دهید کدامیک از نمودارهای مکان – زمان شکل زیر می‌تواند نشان دهنده نمودار x-t یک متحرک باشد؟



سرعت متوسط(V_{av}): نسبت جابه‌جایی متحرک به مدت زمان جابه‌جایی را سرعت متوسط می‌نامیم و آنرا به نماد V_{av} نمایش می‌دهیم: $\boxed{V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}}$

نکته: یکای سرعت متوسط m/s می‌باشد. $\frac{km}{h} \xrightarrow{\div ۳/۶} \frac{m}{s}$

سوال: سرعت متوسط کمیتی برداری است یا نرده‌ای؟ چرا؟

۱) الف) جدول زیر را کامل کنید. (متحرک ها در مدت ۴ ثانیه از مکان آغازین به مکان پایانی می‌رسند.)

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

ب) مسافت طی شده توسط متحرک A چند متر است؟

ج) علامت سرعت متوسط بیانگر چیست؟

۲) معادله حرکت جسمی در SI به صورت $x = t^۳-۳t^۲+۴$ است.

الف) مکان متحرک را در $t=۰$ و $t=۲s$ بدست آورید.

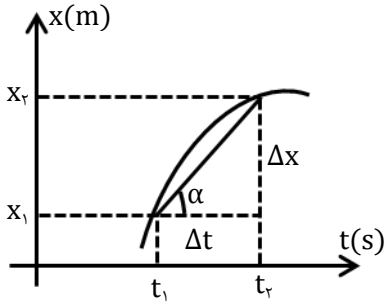
ب) سرعت متوسط جسم را در بازه زمانی صفر تا ۲s پیدا کنید.

۳) معادله‌ی حرکت متحرکی بر روی محور x بر حسب یکاهای SI به صورت $x=۳t^۲-۶t+۸$ می‌باشد. سرعت متوسط این متحرک را در ۲ ثانیه‌ی دوم بیابید؟

۴) اگر سرعت متوسط اتومبیلی که بین دو شهر رفت و آمد می‌کند در مسیر رفت ۹۰Km/h و در مسیر برگشت ۶۰Km/h باشد، سرعت متوسط آن در رفت و برگشت چند Km/h است؟

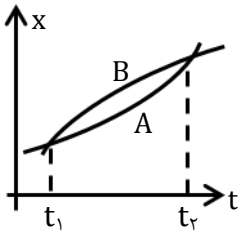
۵) متحرکی می‌خواهد مسافت یک کیلومتر را در ۸۰s طی کند. اگر ۴۰۰m اول را با سرعت ۲۰m/s طی کند. سرعت متوسط آن در بقیه مسیر چند m/s است؟

نکته(تعبیر هندسی سرعت متوسط): سرعت متوسط متحرک بین دو لحظه از زمان برابر شیب خطی است که نقاط نظیر آن دو لحظه در نمودار مکان- زمان را به یکدیگر وصل می‌کند،



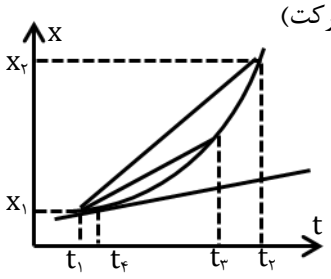
$$\text{شیب خط} = \tan\alpha = \frac{\Delta x}{\Delta t} = V_{av}$$

۶) نمودار مکان- زمان دو متحرک A وB به صورت شکل مقابل می‌باشد. سرعت متوسط A و B را در بازه‌ی t_1 تا t_2 مقایسه کنید؟



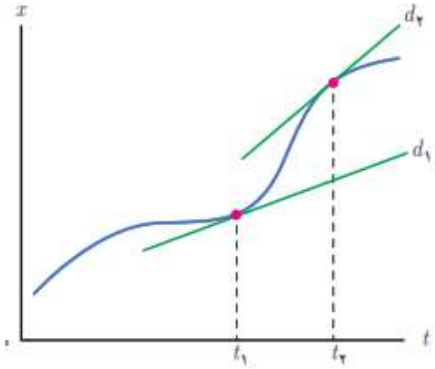
تندی لحظه‌ای: تندی متحرک در هر لحظه را تندی لحظه‌ای می‌نامند. عقربه تندی سنج خودرو، تندی لحظه‌ای خودرو را نشان می‌دهد و در مورد جهت حرکت هیچ اطلاعاتی به ما نمی‌دهد.

سرعت لحظه‌ای: سرعت متحرک در هر لحظه سرعت لحظه‌ای نامیده می‌شود. (بیان تندی لحظه‌ای با اشاره به جهت حرکت)

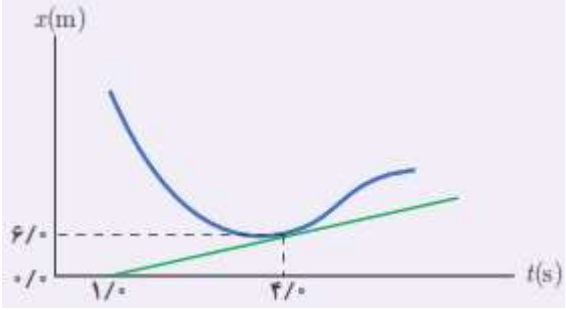


نکته: اگر Δt به سمت صفر میل کند (یعنی $\Delta t = t_4 - t_1 \approx 0$) آنگاه خطی که دو نقطه از نمودار مکان- زمان را به یکدیگر وصل می‌کرد، به خط مماس بر نمودار در لحظه‌ی t_1 تبدیل می‌شود.بنابراین:شیب خط مماس بر نمودار مکان- زمان در هر لحظه برابر سرعت متحرک در آن لحظه می‌باشد.

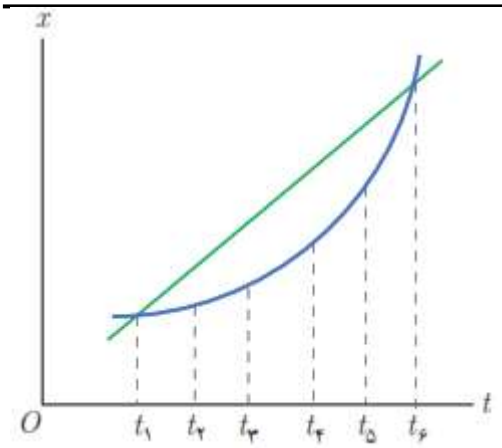
۷) شکل روبه‌رو نمودار مکان – زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x در حرکت است.d_1 و d_2 خط‌های مماس بر منحنی را در دو لحظه متفاوت نشان می‌دهند. در کدام لحظه سرعت متحرک بیشتر است؟



۸) شکل روبه‌رو نمودار مکان – زمان متحرکی را نشان می‌دهد. خط مماس بر منحنی در لحظه t=۴s رسم شده است. سرعت متحرک را در این لحظه پیدا کنید؟



۹) شکل زیر نمودار مکان – زمان دو خودرو را نشان می‌دهد که در جهت محور x در حرکت‌اند.

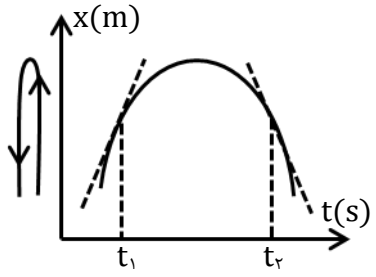


الف) در چه لحظاتی دو خودرو از کنار یکدیگر می‌گذرند؟

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

ج) سرعت متوسط دو خودرو را در بازه زمانی $t_۱$ تا $t_۶$ با یکدیگر مقایسه کنید؟

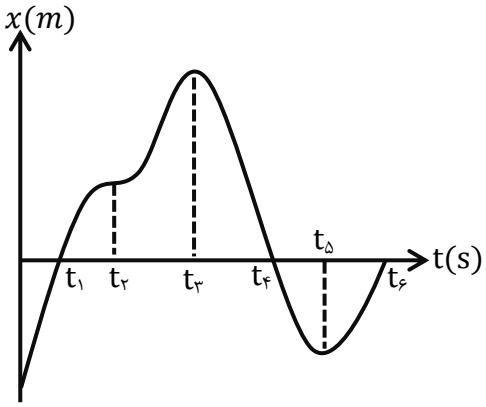
نکته: اگر سرعت متحرک (شیب خط مماس بر نمودار مکان- زمان) مثبت باشد، متحرک در جهت مثبت محور xها در حال حرکت است و اگر سرعت متحرک منفی باشد، متحرک در خلاف جهت محور xها در حال حرکت می‌باشد.



$$t = t_۱ \ : \ +x\text{جهت حرکت} \iff V > ۰ \left(\text{شیب خط مماس} > ۰\right)$$

$$t = t_۲ \ : \ -x\text{جهت حرکت} \iff V < ۰ \left(\text{شیب خط مماس} < ۰\right)$$

۱۰) نمودار مکان- زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، به صورت شکل مقابل می‌باشد.



الف) در چه لحظاتی متحرک توقف داشته است؟

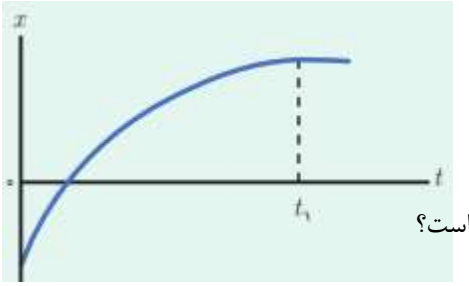
ب) در چه لحظاتی متحرک تغییر جهت داشته است؟

ج) نوع حرکت متحرک (تندشونده - کندشونده) را تعیین کنید.

نکته: اگر شیب خط مماس بر نمودار مکان – زمان در لحظه‌ای صفر شود (موازی محور زمان شود) متحرک در آن لحظه توقف داشته است و اگر در یک لحظه شیب خط مماس صفر شود و قبل و بعد از آن لحظه علامت شیب خط مماس عوض شود، متحرک در آن لحظه تغییر جهت داشته است. (به تعداد قله‌ها و دره‌ها متحرک تغییر جهت دارد).

نکته: اگر در یک بازه زمانی اندازه شیب خط مماس کاهش یابد، حرکت کندشونده و اگر افزایش یابد، حرکت تندشونده خواهد بود. (به قله یا دره نزدیک شویم کندشونده و اگر از قله یا دره دور شویم تندشونده خواهد بود.)

۱۱) شکل روبه‌رو نمودار مکان – زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x در حرکت است.

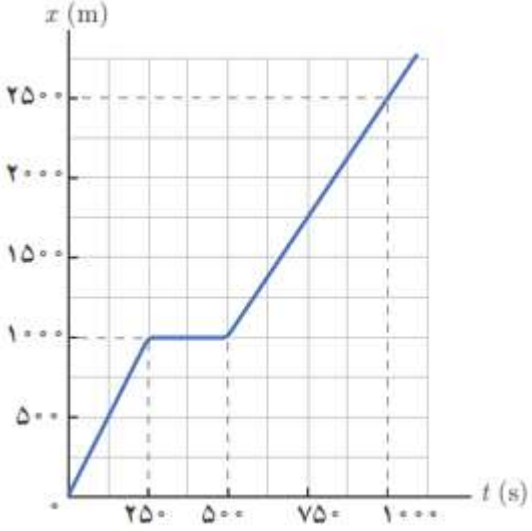


الف) از لحظه صفر تا لحظه $t_۱$ سرعت متحرک رو به افزایش است یا کاهش؟

ب) اگر در لحظه $t_۱$ خط مماس بر منحنی موازی محور زمان باشد، سرعت متحرک در این لحظه چقدر است؟

۱۲) به کمک نمودار مکان – زمان توضیح دهید در چه صورت سرعت لحظه‌ای متحرک همواره با سرعت متوسط آن برابر است؟

۱۳) شکل زیر نمودار مکان – زمان حرکت یک دونده‌ی دوی نیمه‌استقامت را در امتداد یک خط راست نشان می‌دهد.



الف) در کدام بازه زمانی دونده سریعتر دویده است؟

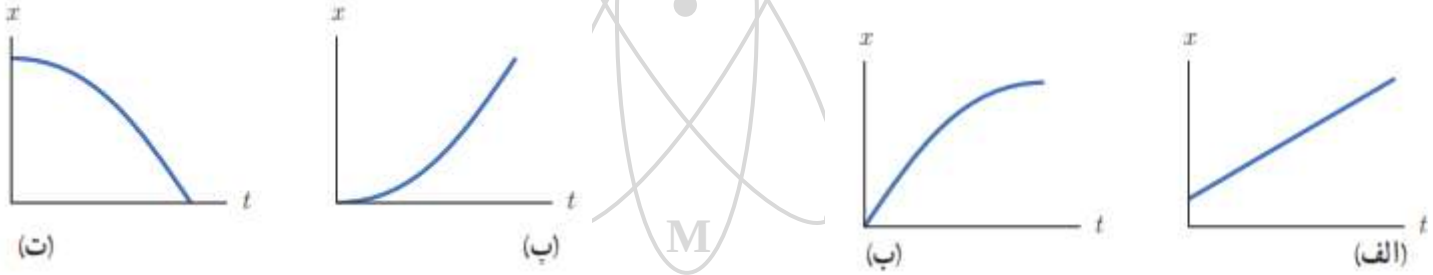
ب) در کدام بازه زمانی دونده ایستاده است؟

ج) سرعت دونده را در بازه زمانی صفر تا ۲۵۰s حساب کنید.

د) سرعت دونده را در بازه زمانی ۵۰۰s تا ۱۰۰۰s حساب کنید.

ه) سرعت متوسط دونده را در بازه زمانی صفر تا ۱۰۰۰s حساب کنید.

۱۴) توضیح دهید از نمودارهای مکان – زمان شکل زیر کدام موارد حرکت متحرکی را توصیف می‌کند که از حال سکون شروع به حرکت کرده و به تدریج بر تندی آن افزوده شده است؟



تندی متوسط: نسبت مسافت طی شده به زمان را تندی متوسط می‌نامند. تندی متوسط کمیتی نرده‌ای می‌باشد. $S_{av} = \frac{l}{\Delta t}$

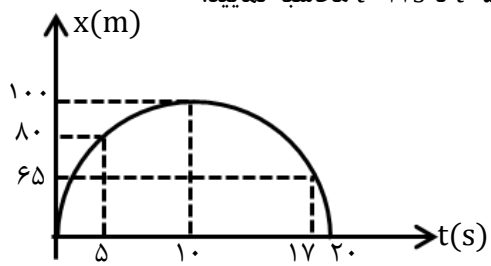
نکته: یکای آن نیز مانند سرعت m/s یا km/h می‌باشد.

سوال: در چه صورت تندی متوسط و اندازه سرعت متوسط با یکدیگر برابر هستند؟ تفاوت آنها را بیان کنید؟

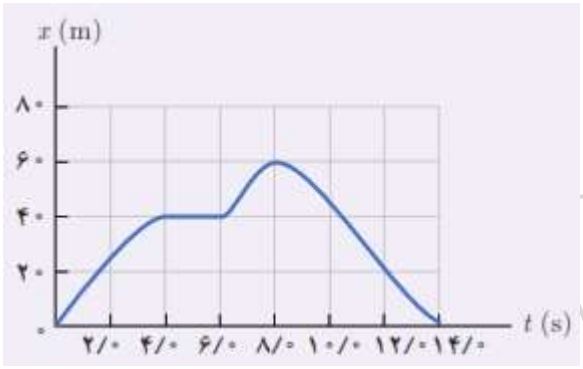
۱۵) فاصله‌ی دو شهر ۳۶۰km است. اگر اتومبیلی در هنگام رفت با تندی متوسط ۵۰m/s و در هنگام برگشت با تندی متوسط ۷۲km/h این مسیر را طی کند، تندی متوسط آن در کل حرکت چند متر بر ثانیه است؟

۱۶) مسابقات جهانی شنای ۱۰۰ متر پروانه در استخرهایی به طول ۵۰m به صورت رفت و برگشت برگزار می‌شود. رکورددار این نوع شنا در حدود ۵۰s طول این مسیر را طی کرده است. تندی متوسط او چند متر بر ثانیه است؟

۱۷) با توجه به نمودار مکان- زمان روبه‌رو، سرعت متوسط و تندی متوسط متحرک را در بازه زمانی t=۵s تا t=۱۷s محاسبه نمایید.



۱۸) شکل روبه‌رو نمودار مکان – زمان دوچرخه سواری را نشان می‌دهد که روی مسیری مستقیم در حال حرکت است.



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

ب) در کدام بازه‌های زمانی دوچرخه سوار در جهت محور x حرکت می‌کند؟

ج) در کدام بازه زمانی دوچرخه سوار در خلاف جهت محور x حرکت کرده است؟

د) در کدام بازه زمانی درچرخه سوار ساکن است؟

ه) تندی متوسط و سرعت متوسط دوچرخه سوار را در بازه‌های زمانی زیر حساب کنید.

(۰ – ۲s):

(۴s – ۶s):

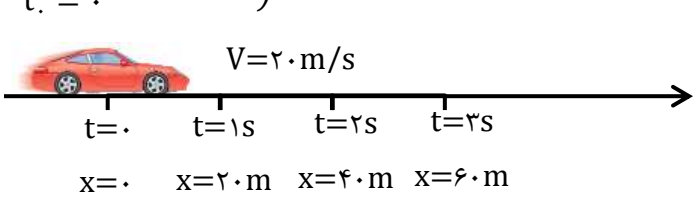
(۲s – ۵s):

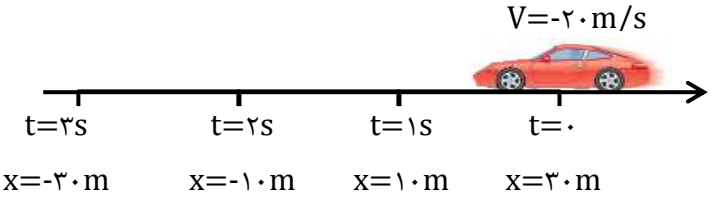
(۸s – ۱۴s):

(۰ – ۱۴s):

حرکت با سرعت ثابت: اگر سرعت متحرک بر روی خط راست در تمام لحظات با هم برابر باشد (هم از نظر اندازه و هم از نظر جهت) حرکت **با سرعت ثابت** می‌باشد. در این حالت سرعت متوسط V_{av} و سرعت لحظه‌ای V با هم برابر هستند. معادله‌ی حرکت **با سرعت ثابت** به صورت زیر می‌باشد:

$$\left.\begin{array}{l} V_{av} = V \\ V_{av} = \dfrac{\Delta x}{\Delta t} = \dfrac{x - x_0}{t - t_0} \\ t_0 = 0 \end{array}\right\} \Rightarrow V = \frac{x - x_0}{t} \Rightarrow x - x_0 = Vt \Rightarrow \boxed{x = Vt + x_0}$$





۱) معادله‌ی حرکت جسمی بر روی خط راست در SI به صورت $x=2t-5$ می‌باشد.

الف) نوع حرکت و جهت حرکت متحرک را تعیین کنید؟

ب) جابه‌جایی متحرک را در بازه‌ی زمانی ۰ تا ۲s چند متر است؟

ج) سرعت متحرک در لحظه‌ی $t=2s$ چند برابر سرعت متوسط متحرک در بازه‌ی زمانی ۰ تا ۲s است؟

د) متحرک در چه لحظه‌ای از مبدا مکان عبور کرده است؟

۲) ذره‌ای با سرعت ثابت روی محور x ها به حرکت در می‌آید و پس از ۲s به نقطه‌ی O(مبدا مکان) می‌رسد و ۲ ثانیه‌ی بعد به نقطه‌ی $x=-6m$ می‌رسد. معادله‌ی حرکت آن در SI کدام است؟

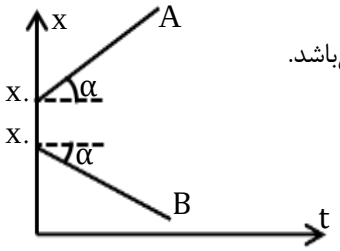
۳) قطاری از روی پلی به طول ۴۰۰ متر می‌گذرد.اگر سرعت آن ثابت و ۳۰ متر بر ثانیه باشد و ۲۰ ثانیه طول بکشد تا از پل عبور کند، طول قطار چند متر است؟

۴) دو اتومبیل در یک جاده و در یک جهت در حرکت‌اند و مبدا حرکت آنها یکی است. سرعت اتومبیل اول ۵۰km/h و سرعت اتومبیل دوم ۶۰km/h است ولی اتومبیل دوم یک ساعت دیرتر از اتومبیل اول به حرکت درآمده است، چند ساعت لازم است تا اتومبیل دوم به اتومبیل اول برسد؟

۵) دو پسر بچه با سرعت‌های ۵،۷ m/s به طرف یکدیگر می‌روند. اگر فاصله‌ی اولیه آنها ۱۵۰m باشد، پس از چند ثانیه به هم می‌رسند؟

۶) اگر زمان رفت و برگشت یک تَپ الکترومغناطیسی ۰/۲۴s باشد، فاصله ماهواره از ایستگاه زمینی تقریبا چقدر است؟

نکته: نمودار مکان- زمان حرکت یکنواخت بر روی خط راست: $(x = Vt + x_0)$

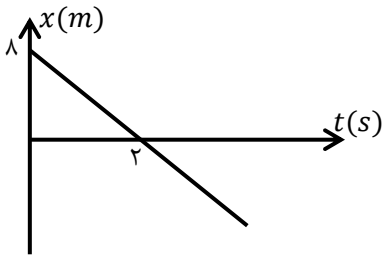


چون بیشترین توان t در معادله‌ی حرکت یکنواخت یک(۱) است بنابراین نمودار مکان- زمان به صورت خطی راست می‌باشد.

متحرک A : $m = tan\alpha = V > 0 \rightarrow +x$ جهت حرکت

متحرک B : $m = tan\alpha = V < 0 \rightarrow -x$ جهت حرکت

۷) نمودار مکان- زمان متحرکی که بر روی خط راست حرکت می‌کند، به صورت شکل مقابل است.



الف) نوع حرکت و جهت حرکت متحرک را تعیین کنید.

ب) معادله‌ی حرکت (مکان- زمان) آن را بیابید؟

ج) در لحظه‌ی t=۴s متحرک در چند متری مبدا قرار دارد؟

د) جابه‌جایی متحرک را در بازه ۳s تا ۷s تعیین کنید.

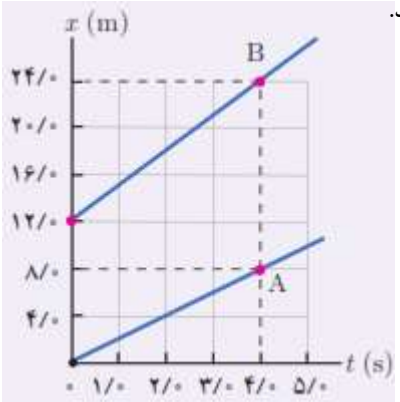
۸) جسمی با سرعت ثابت بر مسیری مستقیم در حرکت است. اگر جسم در لحظه $t_1=5s$ در مکان $x_1=6m$ و در لحظه $t_2=2s$ در مکان $x_2=36m$ باشد:

الف) معادله مکان – زمان جسم را بنویسید.

ب) در لحظه‌ی t=۳۰s در چه مکانی خواهد بود؟

ج) نمودار مکان – زمان جسم را رسم کنید.

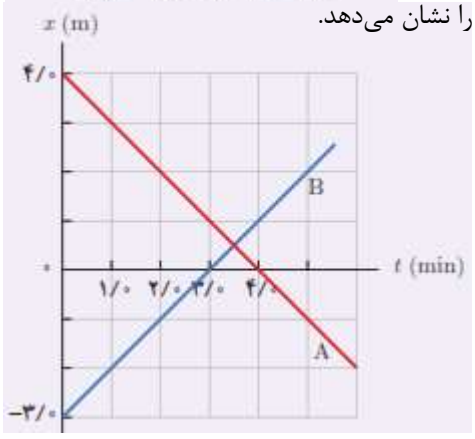
۹) شکل مقابل نمودار مکان – زمان دو متحرک A و B را نشان می‌دهد که در راستای محور x حرکت می‌کنند.



الف) معادله مکان – زمان آنها را بنویسید.

ب) در چه لحظه‌ای فاصله دو متحرک از یکدیگر ۲۰m خواهد شد؟

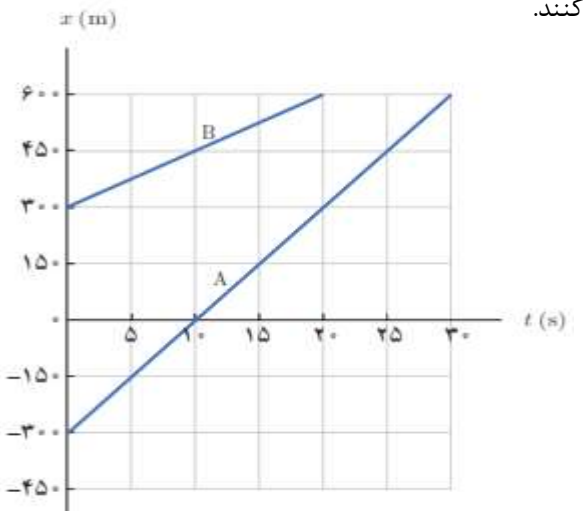
۱۰) شکل مقابل نمودار مکان – زمان دو کفش‌دوزک A وB را که در راستای محور x حرکت می‌کنند را نشان می‌دهد.



الف) زمان و مکان هم‌رسی کفش‌دوزک‌ها را پیدا کنید.

ب) در چه لحظاتی فاصله دو کفش‌دوزک از یکدیگر برابر ۳m می‌شود؟

۱۱) شکل زیر نمودار مکان – زمان دو خودرو را نشان می‌دهد که روی خط راست حرکت می‌کنند.

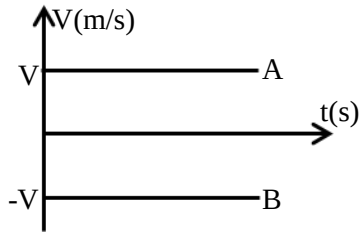


الف) معادله حرکت هر یک از آنها را بنویسید.

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

نکته: نمودار سرعت- زمان در حرکت یکنواخت بر روی خط راست:

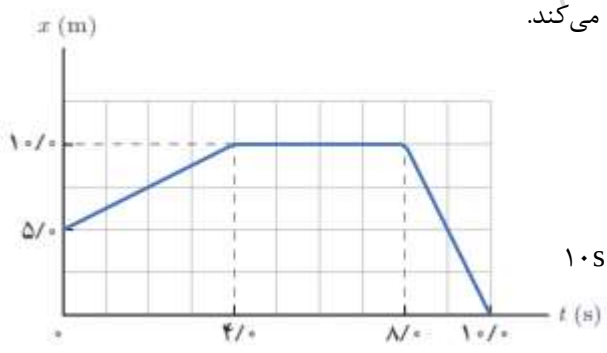
حرکت یکنواخت، حرکتی است که سرعت متحرک در تمام لحظات ثابت باشد، پس نمودار سرعت- زمان آن به صورت خطی موازی با محور زمان خواهد بود.



جهت حرکت $+x \leftarrow V > 0$: متحرک A

جهت حرکت $-x \leftarrow V < 0$: متحرک B

۱۲) شکل زیر نمودار مکان – زمان متحرکی را نشان می‌دهدکه در امتداد محور x حرکت می‌کند.



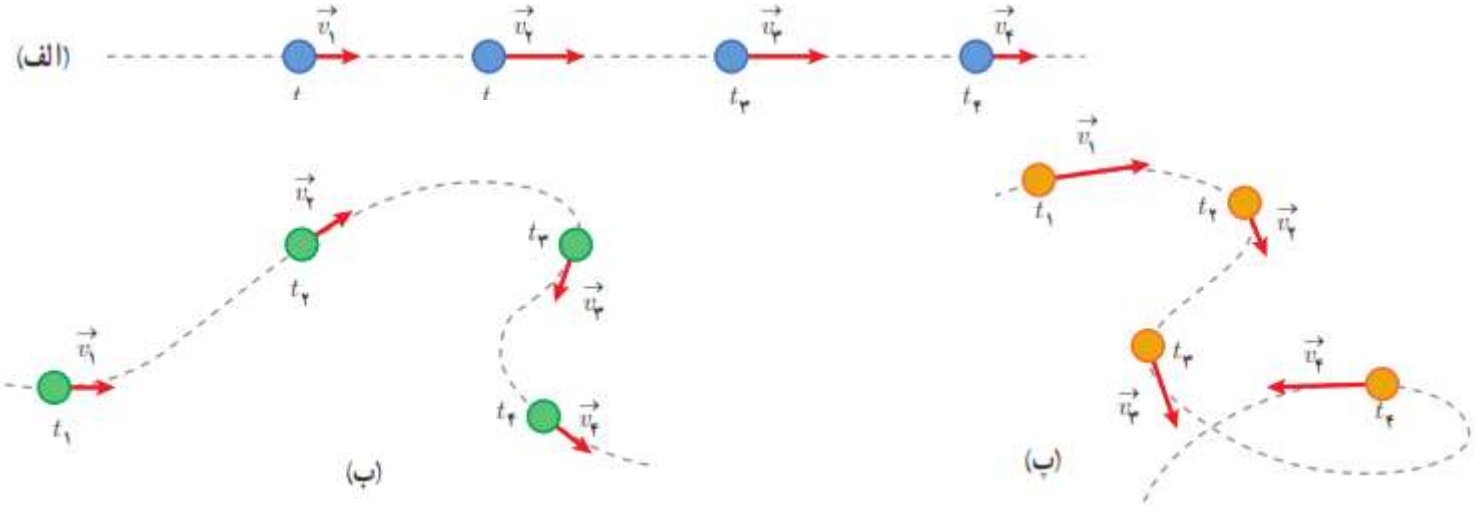
الف) جابه‌جایی و مسافت پیموده شده توسط متحرک در کل زمان حرکت چقدر است؟

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

ج) معادله حرکت متحرک را در هر یک از بازه‌های زمانی صفر تا ۴s و ۴s تا ۸s و ۸s تا ۱۰s بنویسید.

د) نمودار سرعت – زمان متحرک را رسم کنید.

حرکت شتابدار: اگر سرعت متحرک تغییر کند، حرکت شتابدار است. با توجه به اینکه سرعت کمیتی برداری است تغییر اندازه یا جهت سرعت باعث شتابدار شدن متحرک خواهد شد.



نکته: بردار سرعت مماس بر مسیر حرکت است.

شتاب متوسط(a_{av}): شتاب متوسط یک متحرک در یک بازه‌ی زمانی برابر است با نسبت تغییرات سرعت به طول بازه‌ی زمانی.

$$a_{av} = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

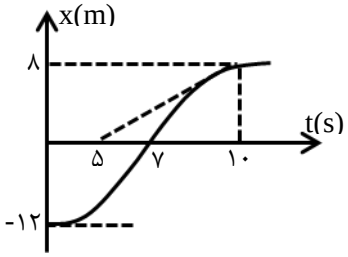
نکته: بردار شتاب متوسط الزاما با بردار تغییرات سرعت هم جهت است.

۱. سرعت متحرکی که در حال حرکت روی خط راست است در لحظه‌های $t_1=1s$ و $t_2=3s$ به ترتیب برابر $V_1=5m/s$ و $V_2=9m/s$ بوده است. شتاب متوسط این متحرک در این مدت چند متر بر مجذور ثانیه بوده است؟

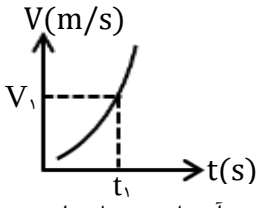
۲. متحرکی با سرعت $10m/s$ در جهت مثبت محور x ها در حرکت است. اگر پس از $8s$ سرعت آن به $6m/s$ در خلاف جهت محور x ها برسد، شتاب متوسط در این بازه‌ی زمانی را بیابید؟

۳. معادله‌ی سرعت- زمان متحرکی بر مسیر مستقیم به صورت $V=t^2+4$ است. شتاب متوسط آن در بازه‌ی زمانی ۴ تا ۶ ثانیه چند متر بر مربع ثانیه است؟

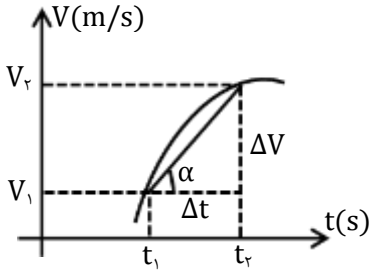
۴. در شکل روبه‌رو سرعت متوسط و شتاب متوسط را در بازه‌ی زمانی صفر تا $10s$ بیابید؟



نمودار سرعت – زمان: نموداری که محور قائم آن سرعت متحرک و محور افقی آن گذر زمان است و سرعت متحرک را در هر لحظه نمایش می‌دهد.

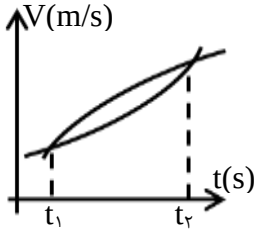


تعبیر هندسی شتاب متوسط: شیب خطی که دو نقطه از نمودار سرعت- زمان را به یکدیگر وصل می‌کند برابر شتاب متوسط در آن بازه‌ی زمانی است.

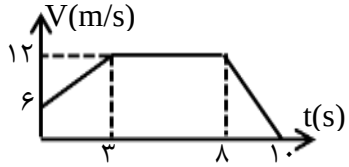


$$\text{شیب خط} = \tan\alpha = \frac{\Delta V}{\Delta t} = a_{av}$$

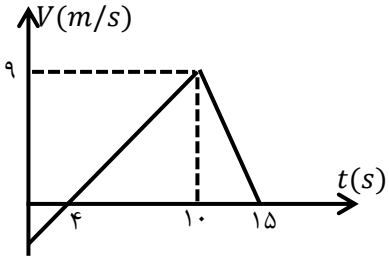
۵. شکل مقابل نمودار سرعت- زمان دو متحرک A و B می‌باشد. شتاب متوسط در بازه‌ی زمانی t_1 تا t_2 کدام متحرک بیشتر است؟



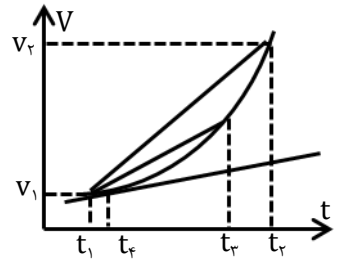
۶. با توجه به نمودار روبه‌رو شتاب متوسط در مدت ۱۰s چقدر است؟



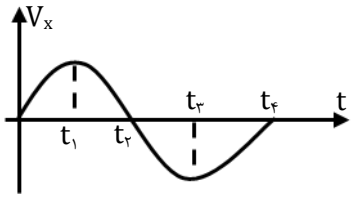
۷. نمودار سرعت – زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است. شتاب متوسط متحرک در بازه‌ی زمانی t=۰ تا t=۱۵s چند متر بر مجذور ثانیه است؟



شتاب لحظه‌ای: اگر Δt به سمت صفر میل کند (یعنی $\Delta t = t_4 - t_1 \approx 0$) آنگاه خطی که دو نقطه از نمودار سرعت- زمان را به یکدیگر وصل می‌کرد، به خط مماس بر نمودار در لحظه‌ی t_1 تبدیل می‌شود.بنابراین:شیب خط مماس بر نمودار سرعت- زمان در هر لحظه برابر شتاب متحرک در آن لحظه می‌باشد.

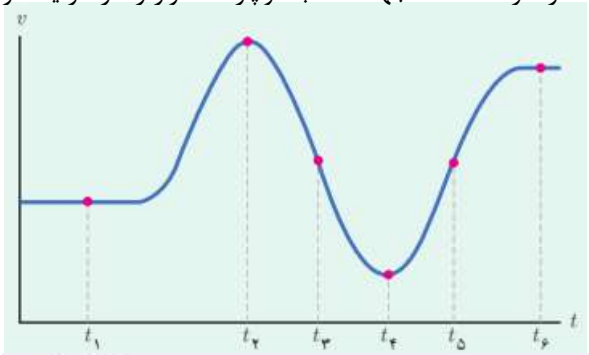


۸. نمودار سرعت – زمان متحرکی که روی محور Xحرکت می‌کند،مطابق شکل مقابل است. در هر کدام از بازه‌های زمانی بردار شتاب متحرک درچه جهتی است؟

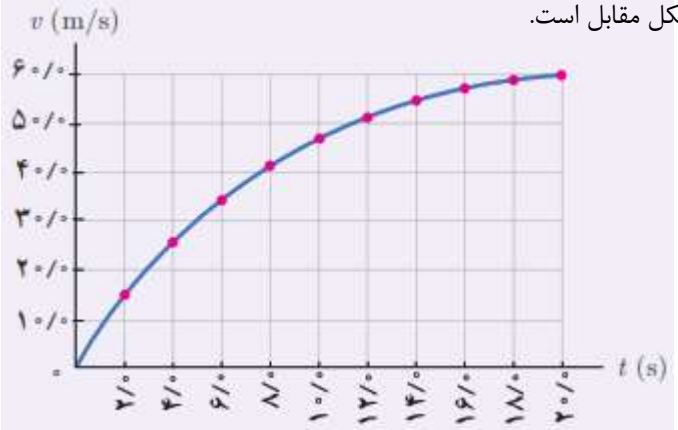


بازه زمانی	علامت شتاب
صفر تا t_1	
t_1 تا t_2	
t_2 تا t_3	
t_3 تا t_4	

۱) شکل روبه‌رو نمودار سرعت – زمان دوچرخه سواری را نشان می‌دهد که در امتداد محور x در حرکت است. جهت شتاب دوچرخه سوار را در هر یک از لحظات مشخص شده تعیین کنید؟



۲) نمودار سرعت – زمان خودرویی که در راستای محور x حرکت می‌کند مطابق شکل مقابل است.



الف) شتاب متوسط خودرو در بازه زمانی صفر تا ۲۰s چقدر است؟

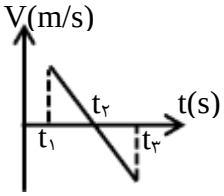
ب) شتاب خودرو در لحظه t=۸s چقدر است؟

۳) نمودار سرعت – زمان خودرویی مطابق شکل مقابل است.

الف) شتاب متوسط خودرو در بازه زمانی صفر تا ۱۴s چقدر است؟

ب) شتاب خودرو در لحظات t=۲s و t=۸s و t=۱۱s چقدر است؟

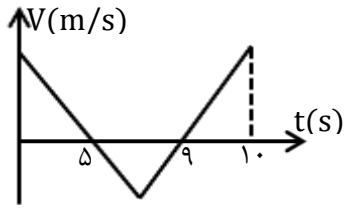
نکته۱: تا زمانی که نمودار سرعت- زمان در قسمت بالای محور زمان باشد، متحرک در جهت مثبت محور xها در حال حرکت می‌باشد و تا زمانی که نمودار سرعت- زمان در زیر محور زمان باشد، متحرک در خلاف جهت محور xها حرکت می‌کند.



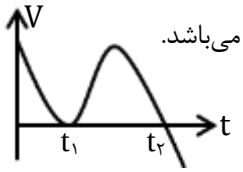
$(t_۱ \text{ تا } t_۲) : V > ۰ \Rightarrow +x$ جهت حرکت

$(t_۲ \text{ تا } t_۳) : V < ۰ \Rightarrow -x$ جهت حرکت

۱) نمودار سرعت- زمان متحرکی مطابق شکل مقابل است. اگر به مدت $t_۱$ در جهت مثبت محور xها و به مدت $t_۲$ در جهت منفی محور xها باشد. $\frac{t_۱}{t_۲}$ را بیابید؟



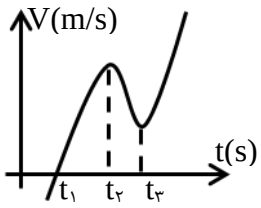
نکته۲: با توجه به نمودار سرعت- زمان می‌توان نقاط توقف و تغییر جهت متحرک را تعیین نمود.



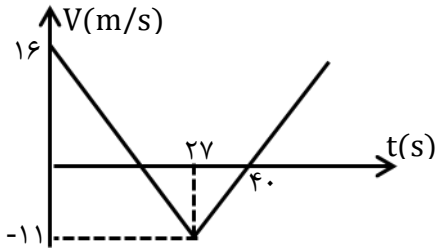
الف) در لحظه‌ی $t_۱$ سرعت متحرک صفر است ولی علامت سرعت قبل و بعد از این لحظه تغییر نکرده است. پس $t_۱$ لحظه توقف می‌باشد.

ب) در لحظه‌ی $t_۲$ هم سرعت متحرک صفر شده و هم علامت سرعت قبل و بعد از این لحظه تغییر کرده است. پس $t_۲$ لحظه‌ی تغییر جهت است.

۲) شکل مقابل نمودار سرعت- زمان متحرک در مسیر مستقیم است. در کدام لحظه جهت حرکت متحرک عوض می‌شود؟

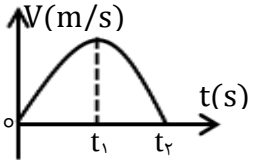


۳) نمودار سرعت- زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل است. در چه لحظاتی متحرک جهت حرکت خود را تغییر داده است؟



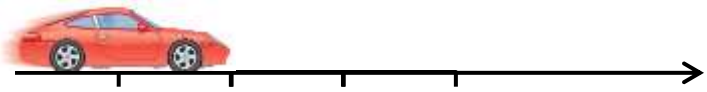
نکته۳: اگر سرعت متحرکی ثابت باشد، حرکت آن یکنواخت و اگر اندازه‌ی سرعت آن افزایش یابد، حرکت تندشونده و اگر اندازه‌ی سرعت کاهش یابد، حرکت کندشونده است.

نکته۴: اگر نمودار سرعت- زمان از محور زمان (t) فاصله بگیرد (اندازه‌ی سرعت افزایش یابد)، حرکت تندشونده و اگر به محور زمان نزدیک شود (اندازه‌ی سرعت کاهش یابد)، حرکت کندشونده است.به عنوان مثال در شکل مقابل از صفر تا $t_۱$ حرکت تندشونده و از لحظه‌ی $t_۱$ تا $t_۲$ حرکت کندشونده است.

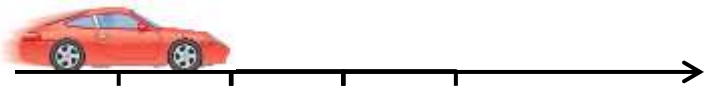


مفهوم حرکت تندشونده و کندشونده:

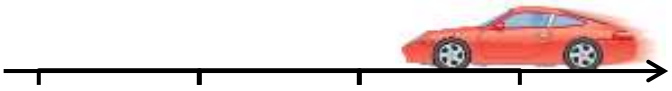
الف)



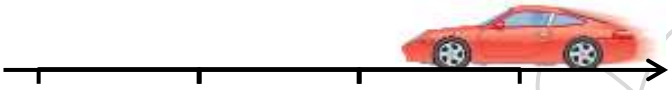
ب)



ج)

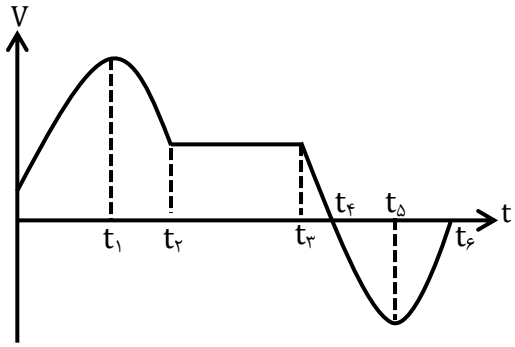


د)



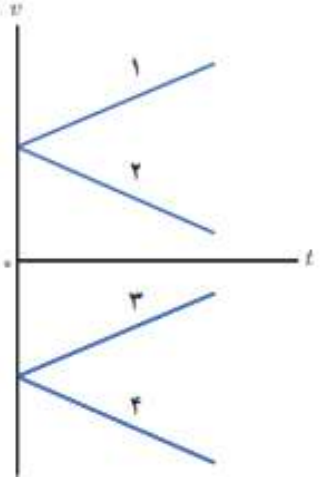
نتیجه‌گیری: اگر بردار سرعت و شتاب متحرک هم‌جهت (هم علامت) باشند، حرکت متحرک تندشونده در غیر این صورت حرکت کندشونده است.

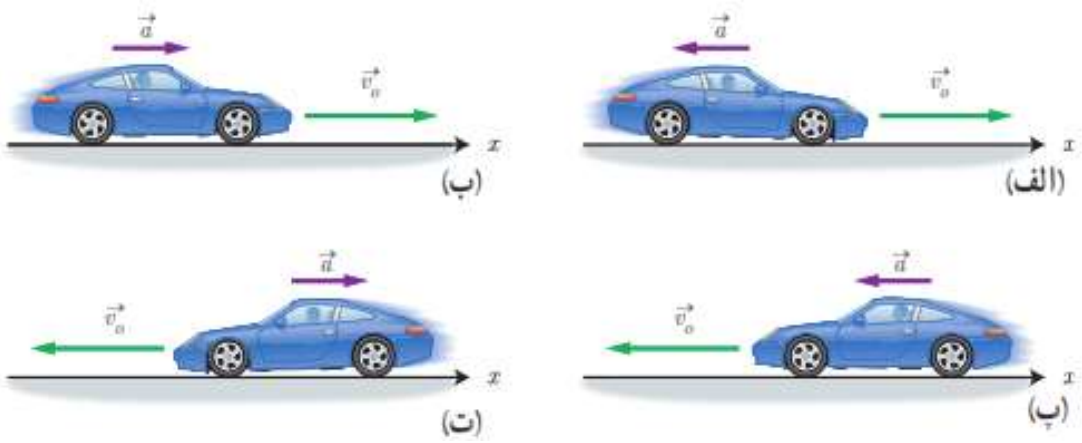
۴) نمودار سرعت – زمان متحرکی که روی محور X حرکت می کند ، مطابق شکل مقابل است. در بازه‌های زمانی تعیین شده جهت حرکت و نوع حرکت متحرک را تعیین کنید.



بازه زمانی	جهت حرکت	نوع حرکت
$۰ - t_۱$		
$۰ - t_۲$		
$t_۲ - t_۳$		
$t_۳ - t_۴$		
$t_۳ - t_۵$		
$t_۴ - t_۶$		

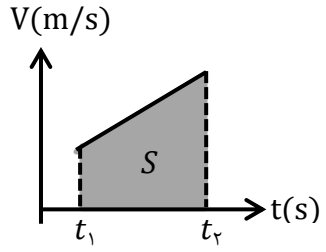
۵) حرکت هر یک از خودروها توسط کدام نمودار توصیف می‌شود؟





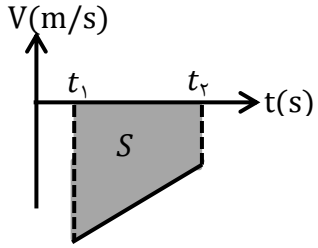
نکته۵: به کمک مساحت زیر نمودار سرعت- زمان می‌توان جابه‌جایی و مسافت طی شده توسط متحرک را تعیین نمود.

الف) تمام نمودار بالای محور زمان باشد:



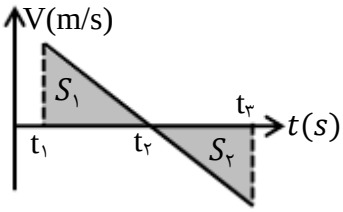
$$\left(t_1 \text{ تا } t_2\right): V > 0 \Rightarrow +x \text{ جهت حرکت} \Rightarrow \begin{cases} \Delta x = S \\ l = S \end{cases}$$

ب) تمام نمودار پایین محور زمان باشد:



$$\left(t_1 \text{ تا } t_2\right): V < 0 \Rightarrow -x \text{ جهت حرکت} \Rightarrow \begin{cases} \Delta x = -S \\ l = S \end{cases}$$

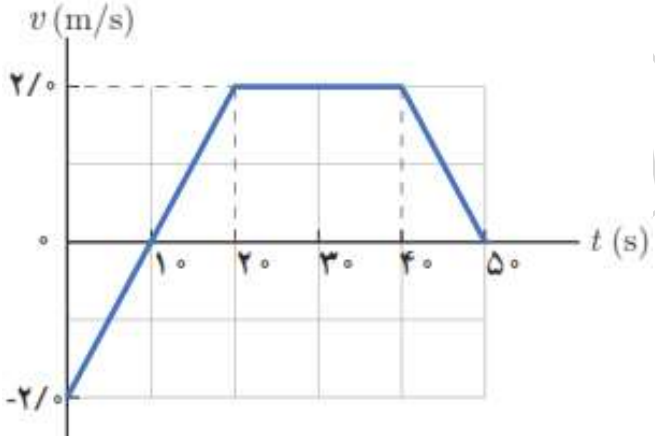
ج) بخشی از نمودار بالای محور زمان و بخشی پایین محور زمان باشد:



$$\left.\begin{array}{l} \left(t_1 \text{ تا } t_2\right): V > 0 \Rightarrow +x \text{ جهت حرکت} \Rightarrow S_1 > 0 \\ \left(t_2 \text{ تا } t_3\right): V < 0 \Rightarrow -x \text{ جهت حرکت} \Rightarrow S_2 < 0 \end{array}\right\} \Rightarrow \begin{cases} \Delta x = S_1 - S_2 \\ l = |S_1| + |S_2| \end{cases}$$

نکته۸: برای محاسبه‌ی سرعت متوسط و تندی متوسط از روی نمودار سرعت- زمان ابتدا از مساحت زیر نمودار جابه‌جایی و مسافت طی شده را محاسبه نموده، سپس موارد خواسته شده را می‌توان تعیین نمود.

۶) نمودار سرعت زمان متحرکی مطابق شکل مقابل است.



الف) جهت حرکت متحرک را در هر بازه زمانی تعیین کنید.

ب) متحرک چند بار و در چه لحظاتی تغییر جهت داده است؟

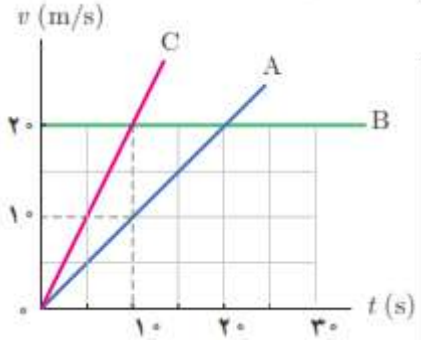
ج) نوع حرکت متحرک را در هر بازه زمانی تعیین کنید.

د) جابه‌جایی و مسافت طی شده توسط متحرک را تعیین کنید.

ه) سرعت متوسط و تندی متوسط متحرک را در کل حرکت تعیین کنید.

و) اگر متحرک در لحظه t=۰ از مکان x=-۴m عبور کرده باشد، مسیر حرکت متحرک را تعیین کنید.

۷) در شکل زیر نمودار سرعت – زمان سه متحرک رسم شده است.

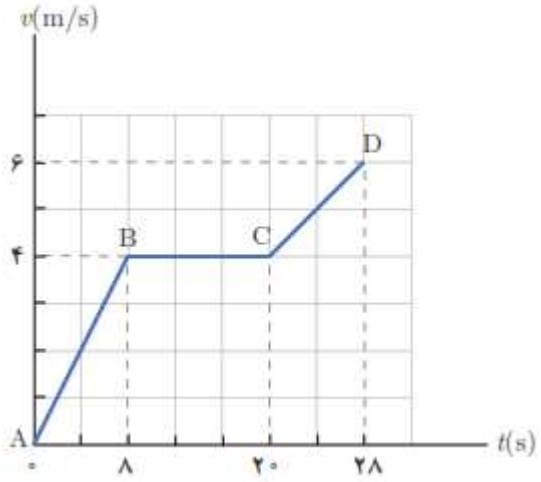


الف) شتاب سه متحرک را به طور کیفی با یکدیگر مقایسه کنید.

ب) شتاب هر متحرک را حساب کنید؟

ج) در بازه زمانی ۰s تا ۱۰s جابه‌جایی این سه متحرک را پیدا کنید.

۸) شکل زیر نمودار سرعت – زمان متحرکی را در مدت ۲۸s نشان می‌دهد.

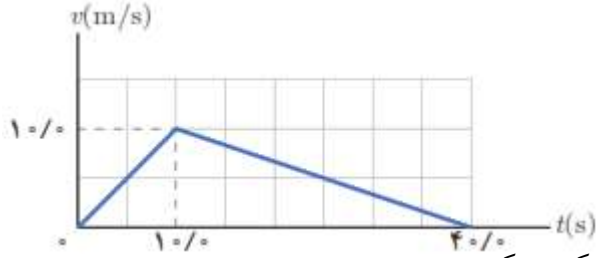


الف) شتاب در هر یک از مرحله‌های AB ، BC و CD چقدر است؟

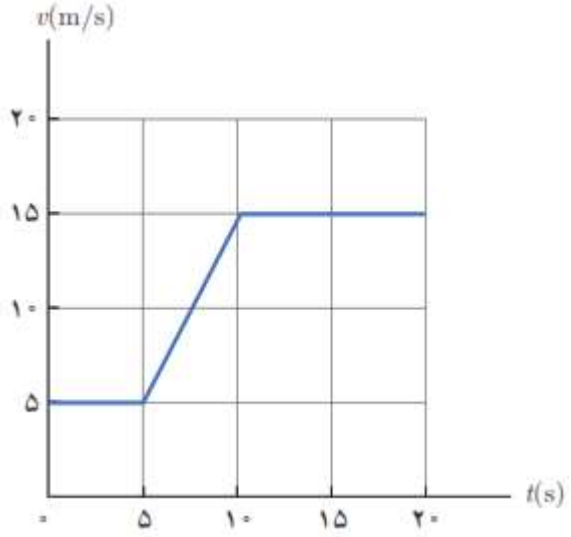
ب) شتاب متوسط در مدت ۲۸ ثانیه چقدر است؟

ج) جابه‌جایی متحرک در بازه ۲۸ ثانیه چند متر است؟

۹) نمودار V-t متحرکی که بر خط راست حرکت می‌کند مطابق شکل مقابل است. سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی صفر تا ۵s چند برابر سرعت متوسط آن در بازه زمانی ۲۵s تا ۴۰s است؟



۱۰) شکل مقابل نمودار سرعت – زمان خودرویی را نشان می‌دهد که روی مسیر مستقیم حرکت می‌کند.



الف) شتاب خودرو را در لحظات t=۳s و t=۸s و t=۱۱s و t=۱۵s بدست آورید.

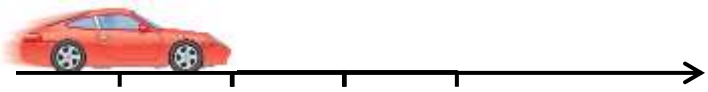
ب) شتاب متوسط خودرو در بازه زمانی صفر تا ۲۰s چقدر است؟

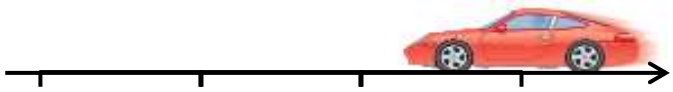
ج) در هر یک از بازه‌های ۵s تا ۱۱s و ۱۱s تا ۲۰s خودرو چقدر جابه‌جا شده است؟

د) سرعت متوسط خودرو در کل حرکت چقدر بوده است؟

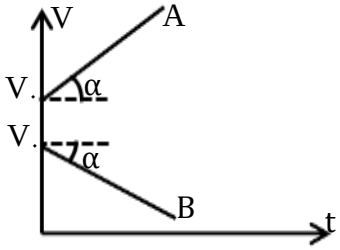
معادله‌ی سرعت- زمان در حرکت با شتاب ثابت: در حرکت با شتاب ثابت شتاب متوسط در هر بازه‌ی زمانی با شتاب در تمام لحظات برابر است. بنابراین:

$$\left.\begin{array}{l}\bar{a}=a\\ \bar{a}=\dfrac{\Delta V}{\Delta t}=\dfrac{V-V_0}{t-t_0}\\ t_0=0\end{array}\right\}\Rightarrow a=\frac{V-V_0}{t}\Rightarrow V-V_0=at\Rightarrow \boxed{V=at+V_0}$$





نکته: نمودار سرعت- زمان در حرکت با شتاب ثابت ($V=at+V_0$): نمودار سرعت- زمان حرکت با شتاب ثابت به صورت خطی راست می‌باشد به طوری که شیب آن برابر شتاب متحرک می‌باشد



متحرک A : $m = tan\alpha = a > 0$

متحرک B : $m = tan\alpha = a < 0$

۱) متحرکی با شتاب ثابت در لحظه‌ی $t=2s$ با تندی $10m/s$ در خلاف جهت محور x و در لحظه‌ی $t=4s$ با تندی $20m/s$ در جهت محور x عبور می‌کند..

الف) معادله‌ی سرعت- زمان آن را بیابید؟

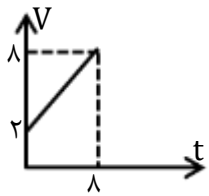
ب) آیا متحرک در طول حرکت خود توقف خواهد داشت یا خیر؟

ج) نمودار سرعت- زمان آن را رسم کنید.

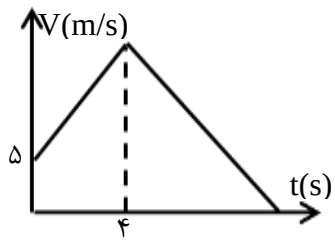
۲) در یک حرکت با شتاب ثابت سرعت متحرکی در لحظه‌ی $t=3s$ برابر $V=8m/s$ و در لحظه‌ی $t=9s$ برابر $V=17m/s$ شده است. سرعت اولیه‌ی متحرک چند m/s بوده است؟

۳) دو متحرک همزمان از یک نقطه یکی با شتاب ثابت a و دیگری با شتاب $a+2$ از حال سکون به حرکت درمی‌آیند و پس از t ثانیه سرعت آنها به ترتیب 10 و $12m/s$ می‌شود. a چند m/s^2 است؟

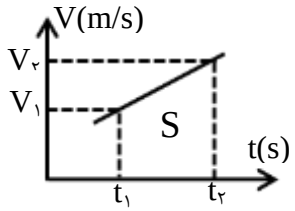
۴) نمودار سرعت- زمان متحرکی مطابق شکل مقابل می‌باشد. سرعت و شتاب جسم را در لحظه‌ی $t=4s$ محاسبه کنید؟



۵) نمودار سرعت- زمان متحرکی به شکل مقابل است. اگر شتاب حرکت در قسمت اول و دوم حرکت به ترتیب $2/5m/s^2$ و $-7/5m/s^2$ باشد، جابه‌جایی متحرک چند متر است؟



نکته: برای محاسبه‌ی سرعت متوسط در حرکت با شتاب ثابت می‌توان از رابطه‌ی زیر استفاده نمود. می‌دانیم مساحت زیر نمودار سرعت- زمان برابر جابه-جایی متحرک می‌باشد، پس خواهیم داشت:



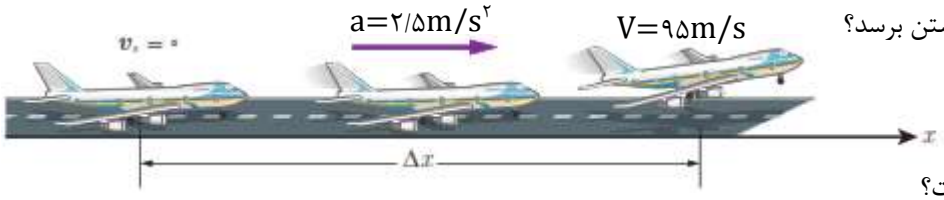
$$\Delta x = S = \frac{(V_1 + V_2)(t_2 - t_1)}{2} \Longrightarrow V_{av} = \frac{\frac{(V_1 + V_2)(t_2 - t_1)}{2}}{(t_2 - t_1)} \Longrightarrow \boxed{V_{av} = \frac{V_1 + V_2}{2}}$$

نکته:(رابطه‌ی مستقل از شتاب)

$$\left.\begin{array}{l} V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Longrightarrow \Delta x = V_{av}\Delta t \\ V_{av} = \frac{V_1 + V_2}{2} \end{array}\right\} \Longrightarrow \boxed{\Delta x = \left(\frac{V_1 + V_2}{2}\right)\Delta t}$$

۱) شکل مقابل هواپیمایی را نشان می‌دهد که از حال سکون و با شتاب ثابت روی باند پرواز و در امتداد محور x شروع به حرکت می‌کند.

الف) چه مدت طول می‌کشد تا هواپیما به شرایط برخاستن برسد؟



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

ج) جابه‌جایی هواپیما در این مدت چقدر است؟

۲) معادله سرعت – زمان متحرکی که در امتداد محور x حرکت می‌کند در SI به صورت V=-۱/۸t+۲/۲ است.

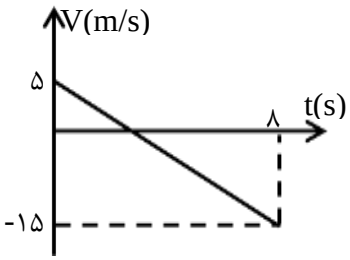
الف) سرعت متحرک در لحظه t=۴s چقدر است؟

ب) سرعت متوسط متحرک و جابه‌جایی آن در بازه زمانی صفر تا t=۴s چقدر است؟

ج) نمودار سرعت – زمان این متحرک را رسم کنید؟

۳) متحرکی با سرعت اولیه‌ی ۶m/s با شتاب ثابت ۴m/s۲ روی خط راست حرکت می‌کند. سرعت متوسط و جابه‌جایی متحرک در ۳ ثانیه چهارم حرکت چند متر بر ثانیه است؟

۴) شکل مقابل نمودار سرعت- زمان یک متحرک در مسیر مستقیم است. سرعت متوسط و جابه‌جایی متحرک در این ۸ ثانیه چند متر بر ثانیه است؟



۵) اتومبیلی با سرعت ثابت $۲۰m/s$ در حال حرکت است. در یک لحظه راننده مانعی را در مقابل خود مشاهده کرده و ترمز می‌کند. در صورتی که زمان واکنش راننده $\frac{۱}{۴}$ زمان توقف کامل اتومبیل باشد و مسافت ۱۵۰ متر را تا توقف کامل طی کند، زمان واکنش راننده چند ثانیه است؟

۶) قطاری با سرعت ثابت $۹۰Km/h$ روی یک ریل مستقیم در حرکت است. واگن آخر آن جدا شده و با شتاب ثابتی پس از جابه‌جایی X می‌ایستد. اگر قطار در همین مدت فاصله ۶۰۰ متر را با همان سرعت طی کند. X چند متر است؟

معادله‌ی مکان- زمان:

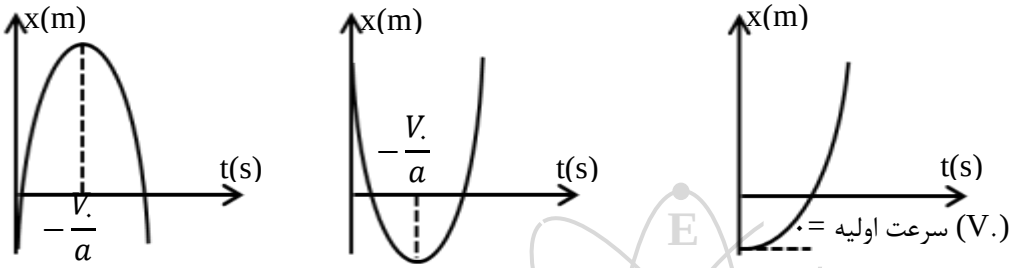
$$\left.\begin{array}{l}\Delta x = \left(\frac{V_1 + V_2}{2}\right)\Delta t \\ \Delta x = x - x_0 \\ \Delta t = t - t_0 = t\end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} x - x_0 = \left(\frac{V_0 + V}{2}\right)t \\ V = at + V_0\end{array}\right\} \Rightarrow x - x_0 = \left(\frac{V_0 + at + V_0}{2}\right)t \Rightarrow x - x_0 = \left(\frac{1}{2}at + V_0\right)t$$

$$\boxed{x = \frac{1}{2}at^2 + V_0 t + x_0}$$

نمودار مکان- زمان حرکت با شتاب ثابت: چون بیشترین توان t در معادله‌ی مکان- زمان حرکت با شتاب ثابت ۲ می‌باشد، پس این نمودار به شکل سهمی می‌باشد.

الف) اگر دهانه نمودار مکان – زمان به سمت پایین باشد، شتاب متحرک منفی و اگر دهانه آن به سمت بالا باشد، شتاب متحرک مثبت خواهد بود.

ب) مختصات راس سهمی: (لحظه‌ای که سرعت متحرک به صفر می‌رسد.)



ج) یکی از ویژگی‌های سهمی تقارن آن حول نقطه‌ی max (min) می‌باشد.

۱) متحرکی با سرعت اولیه ۲m/s ودارای شتاب ثابت روی خط راست در لحظه t=۲s در مکان x=۱۰m و ۲ ثانیه بعد در مکان x= -۱۶m قرار می‌گیرد.

الف) شتاب متحرک را بیابید. مکان اولیه متحرک را تعیین کنید.

ب) معادله‌ی مکان- زمان را بنویسید.

ج) معادله‌ی سرعت- زمان آن را بیابید.

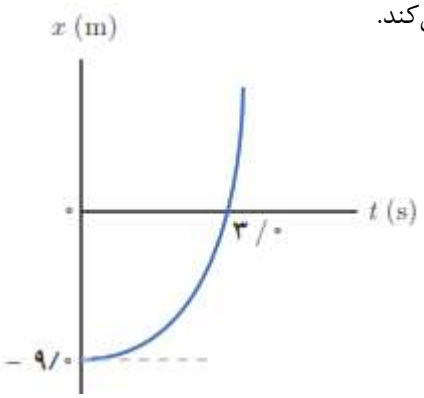
د) لحظات توقف و تغییر مسیر متحرک را بررسی کنید.

۲) متحرکی بر مسیر مستقیم جابه‌جایی ۲۴ متر را با شتاب ثابت $2m/s^2$ در مدت ۴ ثانیه طی می‌کند.

الف) اگر متحرک در لحظه‌ی t=۰ در مبدا مکان باشد، معادله‌ی مکان- زمان آن را بیابید.

ب) سرعت آن در پایان این مدت چند m/s است؟

۳) شکل روبه‌رو نمودار مکان – زمان متحرکی را نشان می‌دهد که با شتاب ثابت در امتداد محور x حرکت می‌کند.

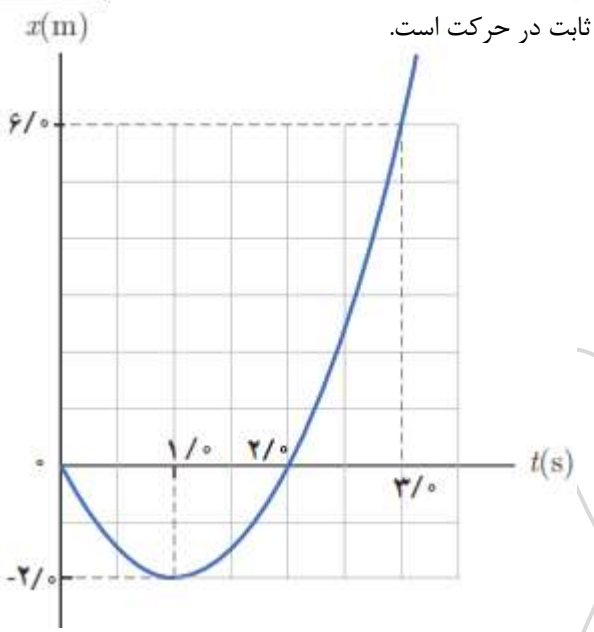


الف) شتاب متحرک را بیابید؟

ب) معادله مکان – زمان آن را بنویسید.

ج) معادله سرعت – زمان آن را بنویسید و رسم کنید؟

۴) شکل زیر نمودار مکان – زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x با شتاب ثابت در حرکت است.



الف) سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی صفر تا ۳s را حساب کنید.

ب) معادله مکان – زمان متحرک را بنویسید.

ج) سرعت متحرک را در لحظه t=۳s پیدا کنید.

د) نمودار سرعت – زمان متحرک را رسم کنید.

۵) معادله‌ی مکان- زمان جسمی که روی محور xها حرکت می‌کند در SI به صورت $x=۹t-t^{۲}-۱۸$ است.

الف) شتاب و سرعت اولیه متحرک را تعیین کنید.

ب) این متحرک چند ثانیه در جهت مثبت محور xها حرکت کرده است؟

ج) نوع حرکت متحرک را تعیین کنید.

د) جابه‌جایی و مسافت طی شده توسط متحرک را در بازه ۳s تا ۶s حساب کنید.

۶) خودرویی پشت چراغ قرمز ایستاده است. با سبز شدن چراغ، خودرو با شتاب ثابت $۲m/s^۲$ 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 و سرعت – زمان را برای خودرو و کامیون در یک دستگاه مختصات رسم کنید.

۷) دو متحرک A و B در یک لحظه از فاصله‌ی ۲۰۰ متری یکدیگر در یک جهت شروع به حرکت می‌کند.A با سرعت ثابت $۱۰m/s$ و B با سرعت اولیه‌ی $۲۰m/s$ و شتاب ثابت $۲m/s^۲$ به حرکت درآمده است. پس از چند ثانیه متحرک A به متحرک B می‌رسد؟

۸) دو متحرک از حال سکون با شتاب‌های $a_۱$ و $a_۲=\frac{۹}{۴}a_۱$ همزمان از یک نقطه به سوی مقصد معین به حرکت درمی‌آیند و با فاصله‌ی زمانی ۴ ثانیه به مقصد می‌رسند. زمان حرکت جسمی که زودتر می‌رسد چند ثانیه است؟

۹) توضیح دهید کدامیک از نمودارهای مکان – زمان نشان داده شده، حرکت متحرکی را توصیف می‌کند که سرعت اولیه آن در جهت محور x و شتاب آن بر خلاف جهت محور x است؟

۱۰) هر یک از شکل‌های زیر مکان یک خودرو را در لحظه‌های $t=۰$، $t=T$ ، $t=۲T$ ، $t=۳T$ و ..... و $t=۷T$ نشان می‌دهد. هر دو خودرو در لحظه $t=۳T$ شتاب می‌گیرند. توضیح دهید:

الف) سرعت اولیه کدام خودرو بیشتر است؟

ب) سرعت نهایی کدام خودرو بیشتر است؟

ج) کدام خودرو شتاب بیشتری دارد؟

معادله‌ی مستقل از زمان:

$$\left.\begin{array}{l}\Delta x = \left(\frac{V_1 + V_2}{2}\right)\Delta t \\ a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Longrightarrow \Delta t = \frac{\Delta v}{a}\end{array}\right\} \Longrightarrow \Delta x = \left(\frac{V_1 + V_2}{2}\right)\left(\frac{V_2 - V_1}{a}\right) \Longrightarrow \Delta x = \frac{V_2^{2} - V_1^{2}}{2a} \Longrightarrow \boxed{2a\Delta x = V_2^{2} - V_1^{2}}$$

۱) خودرویی با سرعت ۱۸km/h در امتداد مسیری مستقیم از چهارراهی می‌گذرد. تندی آن با شتاب $1m/s^2$ افزایش می‌یابد. سرعت خودرو پس از ۳۰۰m جابه‌جایی چقدر است؟

۲) محیط‌بانی با سرعت ۳۶km/h در حال حرکت است. ناگهان گوزن بدون حرکتی را در فاصله ۴۰متری خود می‌بیند.

الف) اگر حرکت خودرو با شتاب $5m/s^2$ کند شود، خودرو در چه فاصله‌ای از گوزن متوقف می‌شود؟ چه مدت طول می‌کشد تا خودرو متوقف شود؟

ب) حداقل شتاب خودرو چقدر باشد تا خودرو به گوزن برخورد نکند؟

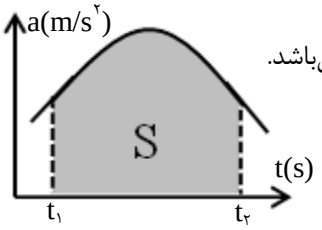
۳) متحرکی در امتداد محور x و با شتاب ثابت در حرکت است. در مکان x=۱۰m سرعت متحرک ۴m/s و در مکان x=۱۹m سرعت متحرک ۱۸km/h است.

الف) شتاب متحرک را تعیین کنید.

ب) پس از چه مدتی سرعت متحرک از ۴m/s+ به سرعت ۱۸km/h می‌رسد؟

ج) معادله مکان – زمان این متحرک را بنویسید.

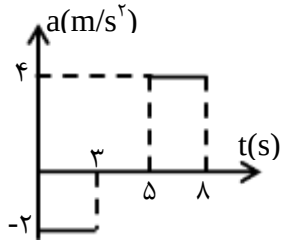
نکته مربوط به نمودار شتاب- زمان:



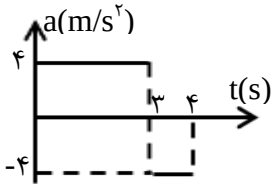
مساحت زیر نمودار شتاب- زمان در بازه‌ی زمانی t_1 تا t_2 (S) برابر تغییرات سرعت متحرک (ΔV) در این بازه‌ی زمانی می‌باشد.

$$S = \Delta V$$

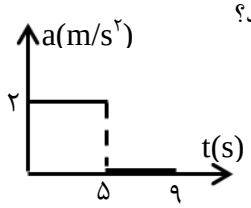
۱) نمودار شتاب- زمان متحرکی در مسیر مستقیم مطابق شکل مقابل است. اگر سرعت اولیه‌ی متحرک $4m/s$ باشد، سرعت متوسط آن در مدت $8s$ چند متر بر ثانیه است؟



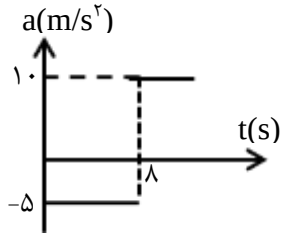
۲) نمودار شتاب- زمان متحرکی مطابق شکل مقابل است. اگر سرعت اولیه‌ی متحرک در جهت مثبت و برابر $8m/s$ باشد، سرعت آن در لحظه‌ی $t=4s$ چند متر بر ثانیه است؟



۳) سرعت اولیه‌ی متحرکی $5m/s$ و نمودار شتاب- زمان آن مطابق شکل روبه‌رو است. در مدت $9s$ متحرک چند متر می‌پیماید؟



۴) نمودار شتاب- زمان ذره‌ای که از حالت سکون بر مسیر مستقیم به حرکت درمی‌آید، به شکل زیر است.چند ثانیه پس از شروع حرکت سرعت آن به صفر می‌رسد؟



نکته۱) مماس بر نمودار مکان – زمان: سرعت لحظه‌ای

نکته۲) مماس بر نمودار سرعت – زمان : شتاب لحظه‌ای

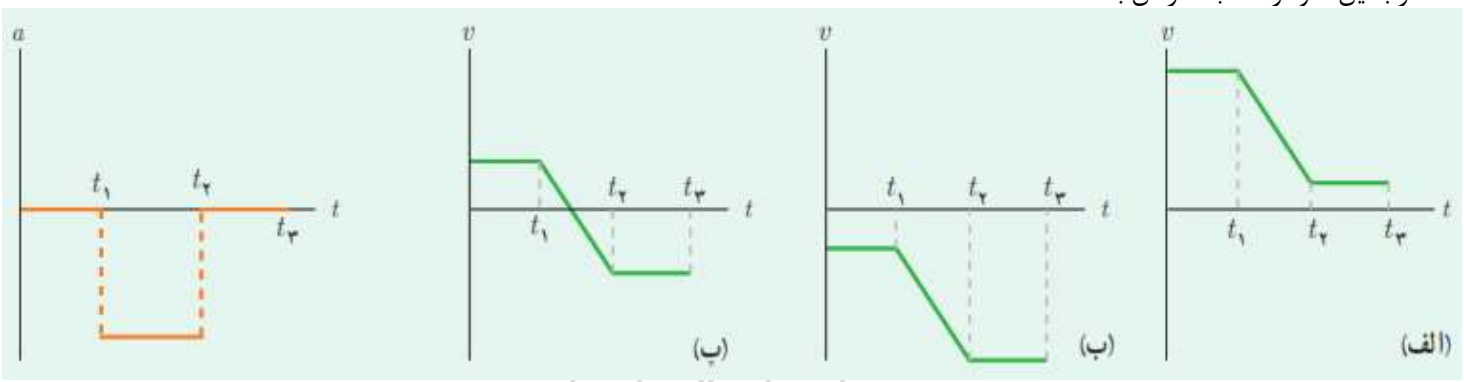
نکته۳) دهانه مکان – زمان بالا : شتاب مثبت و برعکس.

نکته۴) مساحت زیر نمودار شتاب - زمان: تغییرات سرعت

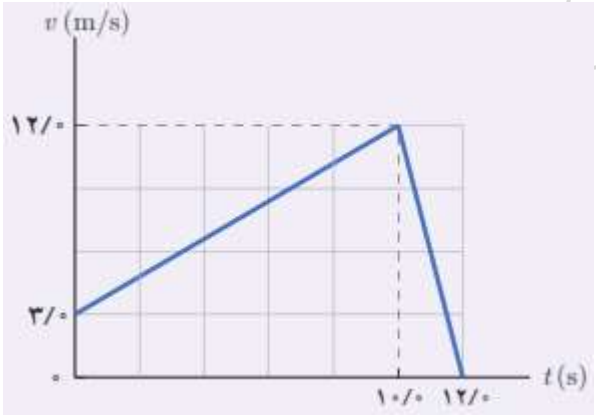
نکته۵) مساحت زیر نمودار سرعت – زمان : تغییرات مکان

نمودار / نوع حرکت	مکان – زمان (x-t)	سرعت – زمان (V-t)	شتاب – زمان (a-t)
سرعت ثابت	خط راست با شیب ثابت و غیر صفر	خط راست موازی با محور زمان	صفر(خط راست روی محور زمان)
شتاب ثابت	قسمتی از یک سهمی	خط راست با شیب ثابت و غیر صفر	خط راست موازی با محور زمان

۱) نمودار شتاب – زمان متحرکی که در امتداد محور X حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. چگونه هر یک از نمودارهای سرعت – زمان زیر می‌تواند متناظر با این نمودار شتاب – زمان باشد؟



۲) آهویی در مسیری مستقیم در امتداد محور x می‌دود. نمودار سرعت – زمان آهو در بازه زمانی صفر تا ۱۲s مطابق شکل است. در این بازه زمانی :

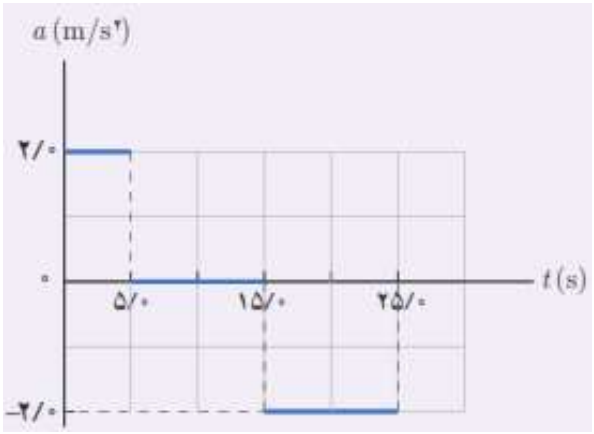


الف) مسافت کل پیموده شده توسط آهو و جابه‌جایی آهو را بدست آورید؟

ب) نمودار شتاب - زمان آهو را رسم کنید.

ج) اگر متحرک در لحظه t=۰ از مبدا مکان عبور کند، نمودار مکان – زمان آن را رسم کنید.

۳) شکل مقابل نمودار شتاب – زمان یک ماشین اسباب بازی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x حرکت می‌کند. اگر x.=۰ و V.=۰ باشد،

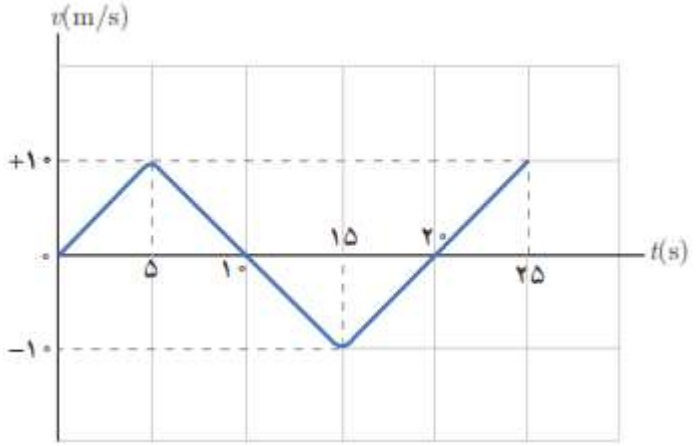


الف) نمودار سرعت – زمان و مکان – زمان این ماشین را رسم کنید.

ب) شتاب متوسط ماشین را پیدا کنید.

ج) جابه‌جایی ماشین را پیدا کنید.

۴) نمودار سرعت – زمان متحرکی مطابق شکل زیر است.



الف) نمودار شتاب – زمان این متحرک را رسم کنید.

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

سقوط آزاد: حرکت تحت تاثیر نیروی وزن در راستای قائم (اگر به جسم فقط نیروی وزن وارد شود) سقوط آزاد نامیده می‌شود. این حرکت از نمونه‌های حرکت با شتاب ثابت بوده و مقدار آن برابر شتاب گرانش و جهت آن رو به پایین است.

در حل مسائل سقوط آزاد به ترتیب زیر عمل می‌نماییم:

۱) محور قائم را محور مختصات و مبدا آن نقطه‌ی پرتاب فرض می‌شود.

۲) جهت مثبت محور را رو به بالا در نظر می‌گیریم.

۳) سرعت به طرف پایین را منفی در نظر می‌گیریم.

بنابراین معادلات حرکت به صورت معادلات زیر خواهند بود:

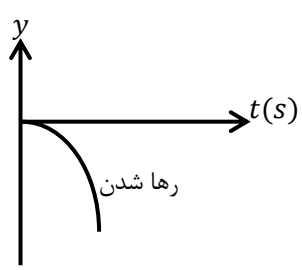
۱) معادله‌ی مکان- زمان: $y = -\frac{۱}{۲}gt^۲$

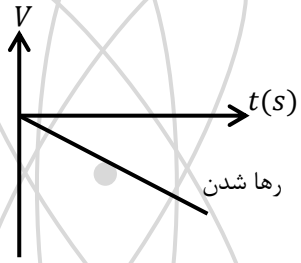
۲) معادله‌ی سرعت- زمان: $v = -gt$

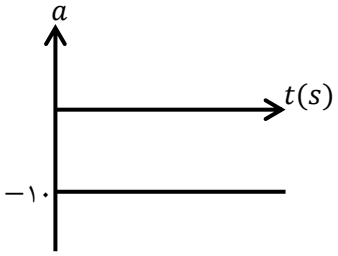
۳) معادله‌ی مستقل از زمان: $v^۲ - v_o^۲ = -۲gy$

۴) معادله‌ی مستقل از شتاب: $\Delta y = (\frac{v_۱ + v_۲}{۲})\Delta t$

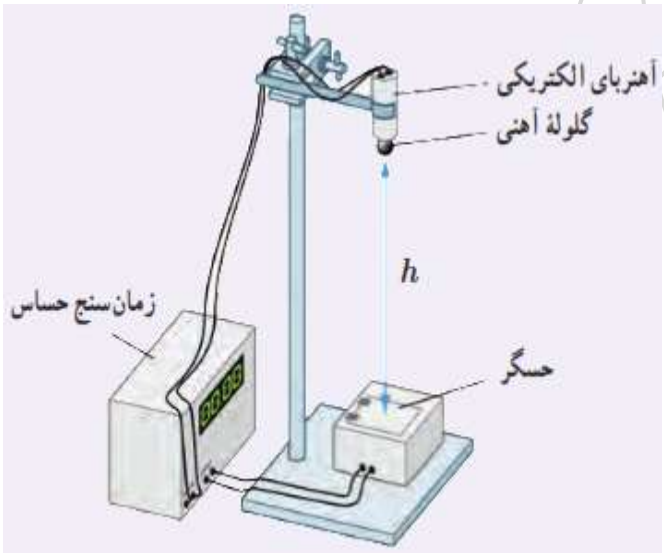
نکته: (بررسی نمودارهای x-t , v-t , a-t سقوط آزاد)







آزمایش: شکل مقابل وسیله‌ای را نشان می‌دهد که برای اندازه‌گیری شتاب گرانش در هر مکان می‌توان از آن استفاده نمود. و با رابطه $y = -\frac{۱}{۲}gt^۲$ مقدار g را محاسبه نمود.



۱) شخصی گلوله‌ای را از بالای دیوار بلندی به ارتفاع ۱۰m رها می‌کند.

الف) پس از ۱s گلوله چه مسافتی را طی می‌کند و سرعت آن به چقدر می‌رسد؟

ب) سرعت برخورد گلوله به سطح زمین و مدت زمان کل حرکت را پیدا کنید.

۲) سنگی از صخره‌ای به ارتفاع ۱۲۲/۵m نسبت به سطح زمین آزادانه سقوط می‌کند. مطلوب است محاسبه: $(g=۹/۸m/s^۲)$

الف) زمان سقوط

ب) سرعت متوسط

ج) جابه‌جایی بین دو لحظه $t=۳s$ و $t=۴s$.

۳)گلوله‌ای را باید از چه ارتفاعی رها کنیم تا پس از ۴s به زمین برسد. سرعت گلوله در نیمه راه و همپنین در لحظه رسیدن به سطح زمین چقدر است؟

۴) سنگی از بام ساختمانی به طرف زمین رها می‌شود. سنگ در ۲ ثانیه آخر حرکت خود ۶۰m را طی می‌کند.

الف) ارتفاع ساختمان چند متر است؟

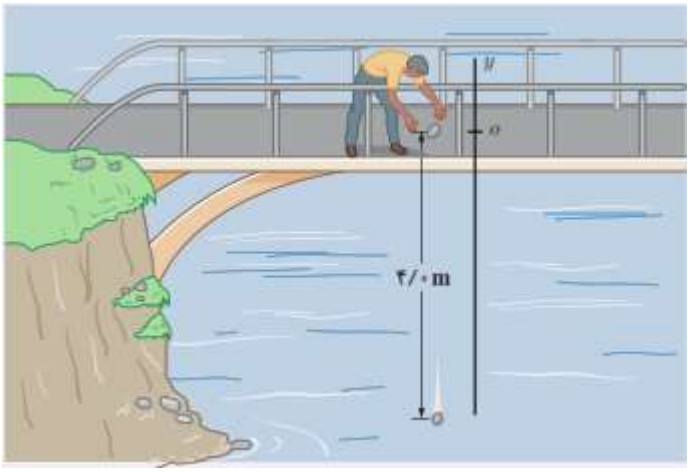
ب) سرعت سنگ درست پیش از برخورد به زمین چقدر است؟

۵) گلوله A را در شرایط خلا از ارتفاع h و ۳ ثانیه بعد گلوله B را از ارتفاع h/۴ رها می‌کنیم.

الف) نسبت سرعت گلوله A به سرعت گلوله B در لحظه رسیدن به زمین چقدر است؟

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

۶) شکل مقابل شخصی را نشان می‌دهد که ابتدا سنگی را از بالای پلی به داخل رودخانه رها کرده است. وقتی سنگ مسافت ۴m را طی می‌کند سنگ دیگری دوباره از همان ارتفاع توسط شخص رها می‌شود. توضیح دهید آیا با گذشت زمان و تا قبل از برخورد سنگ اول به سطح آب رودخانه، فاصله بین دو سنگ کاهش یا افزایش می‌یابد یا تغییری نمی‌کند.



E
M

E
M

فصل دوم

دینامیک

(نیرو و قوانین نیوتن)

دینامیک: حرکت شناسی (مکانیک) به بررسی حرکت می‌پردازد بدون در نظر گرفتن علل حرکت ولی دینامیک به بررسی حرکت اجسام می‌پردازد با در نظر گرفتن علل آن.

بررسی مفهوم نیرو(هُل دادن یا کشیدن): برای بهتر متوجه شدن مفهوم نیرو به ثرات و ویژگی‌های آن اشاره می‌کنیم:

۱) نیرو عامل تغییر وضعیت در حرکت جسم (شروع به حرکت – متوقف کردن – کم و زیاد کردن اندازه سرعت یا تغییر جهت سرعت) یا تغییر شکل جسم می‌باشد.

۲) نیرو حاصل بر هم‌کنش یا اثر متقابل دو جسم بر یکدیگر است. به عبارت دیگر هنگامیکه می‌گوییم به جسمی نیرو وارد می‌شود حتما جسم دیگری وجود دارد که این نیرو را وارد می‌کند.

۳) تاثیر دو جسم بر هم از دو راه امکان پذیر است: الف) اینکه دو جسم در تماس با یکدیگر باشند. ب) دو جسم از فاصله‌ی دور بر یکدیگر اثر بگذارند.

۴) نیرو کمیتی برداری می‌باشد. پس علاوه بر اندازه جهت آن نیز باید مشخص شود.

۵) نیرو را به کمک نیروسنج اندازه‌گیری می‌کنیم و یکای آن نیوتن (N) است.

نیروهای متوازن: اگر برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر باشد، می‌گوییم نیروهای وارد بر جسم متوازن هستند.

۱) در شکل مقابل نیروهای وارد بر کشتی در حال حرکت متوازن هستند.

کدام نیروها اثر یکدیگر را خنثی کرده‌اند؟

قوانین نیوتن (قوانین حرکت)

قانون اول نیوتن: اجسام حالت سکون و یا حرکت یکنواخت روی خط راست خود را حفظ می‌کنند مگر آنکه تحت تاثیر نیرویی مجبور به تغییر آن حالت شود. **به عبارت دیگر** اگر نیروهای وارد بر جسم متوازن باشند، اگر جسم ساکن باشد، ساکن باقی می‌ماند و اگر در حال حرکت باشد، سرعت جسم تغییر نمی‌کند و ثابت می‌ماند.

لختی: اجسام تمایل دارند وضعیت سکون و یا حرکت یکنواخت روی خط راست خود را حفظ کنند، به این تمایل ذاتی اجسام به حفظ حالت اولیه « لختی یا اینرسی» گفته می‌شود.

پدیده‌هایی که می‌توان با قانون اول توضیح داد:

۱) پرت شدن به سمت جلو در ترمز ناگهانی (دلیل استفاده از کمربند ایمنی)

۲) فشرده شدن به صندلی در شروع ناگهانی حرکت

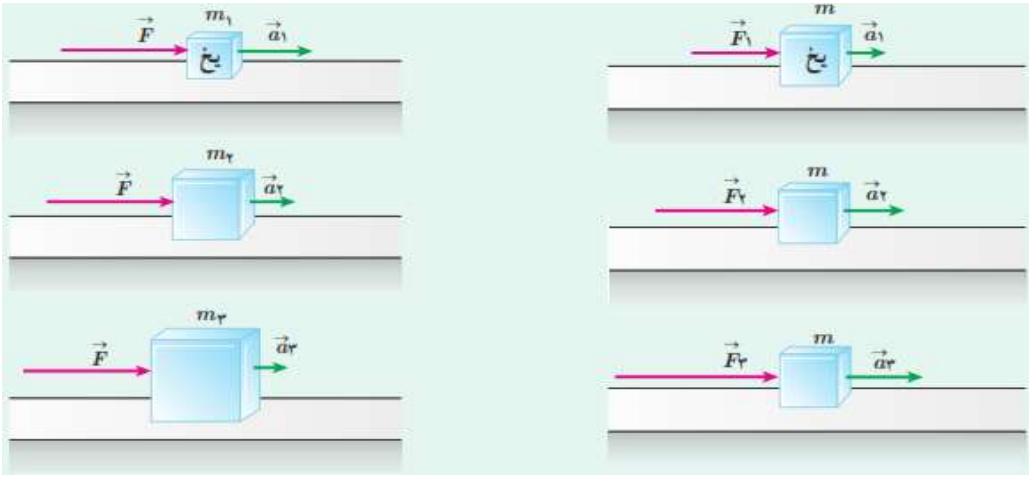
۳) کشتی فضایی که در فضای تهی خارج از جو زمین و دور از هر سیاره و خورشید موتورش از کار می‌افتد با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد.

۴) حرکت سریع مقوا در شکل مقابل سبب افتادن سکه در لیوان می‌شود.

۵) اگر در شکل مقابل نیرو به آرامی اصافه شود، طناب بالا پاره می‌شود و اگر نیرو ناگهانی اضافه شود، نخ پایین پاره می‌شود.

سوال: در شکل مقابل اصطکاک ناچیز است.

تفسیر خود را بیان کنید:



قانون دوم نیوتن: اگر به جسمی نیرو یا نیروهایی وارد شود، جسم شتابی می‌گیرد که مقدار این شتاب با برآیند نیروهای وارد بر جسم نسبت مستقیم و با جرم آن نسبت عکس دارد.

$$a = \frac{F_{net}}{m} \quad \rightarrow \quad F_{net} = ma$$

نکته: یکای نیرو بر حسب یکاهای اصلی $\frac{Kg.m}{s^2}$ می‌باشد که در SI به آن نیوتن (N) گفته می‌شود.

نکته: چون جرم کمیتی نرده‌ای بوده و همواره مثبت است، بنابراین طبق قانون دوم نیوتن و حاصل ضرب عدد در بردار، شتاب و برآیند نیروهای وارد بر جسم هم جهت‌اند.

سوال: منظور از یک نیوتن چیست؟ یک نیوتن نیرویی است که اگر به جسمی به جرم یک کیلوگرم وارد شود، جسم شتابی به بزرگی $1\ \frac{m}{s^2}$ پیدا کند.

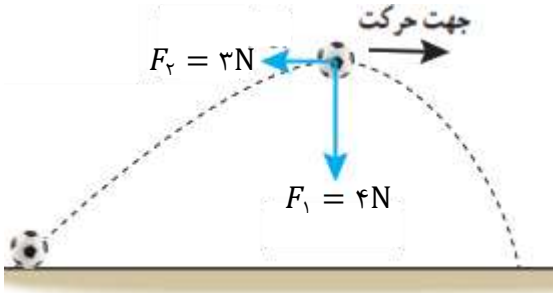
۱) نیروی موتور یک قایق موتوری که جرم آن با سرنشین ۴۰۰Kg است، به گونه‌ای تنظیم می‌شود که در بازه زمانی معینی، همواره نیروی افقی خالص ۸۰۰N به طرف جلو بر قایق وارد می‌شود.

الف) شتاب این قایق چقدر و در چه جهتی است؟

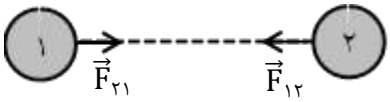
ب) اگر نیروی پیشران در یک لحظه ۱۳۰۰N باشد، نیروی مقاومت در آن لحظه چقدر است؟

ج) چقدر طول می‌کشد تا سرعت قایق از حالت سکون به ۱۵m/s برسد؟ در این مدت قایق چقدر جابه‌جا می‌شود؟

۲) شکل روبه‌رو نیروهای وارد بر توپ فوتبالی به جرم ۰/۴Kg را در بالاترین نقطه مسیرش نشان می‌دهد. جهت و بزرگی شتاب توپ در این نقطه را تعیین کنید.

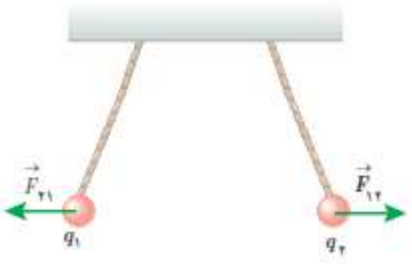


قانون سوم نیوتن: هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند جسم دوم هم به جسم اول نیرویی برابر آن ولی در خلاف جهت آن وارد می‌کند. به عبارت دیگر هر عملی عکس العملی دارد. $\vec{F}_{۱۲} = -\vec{F}_{۲۱}$

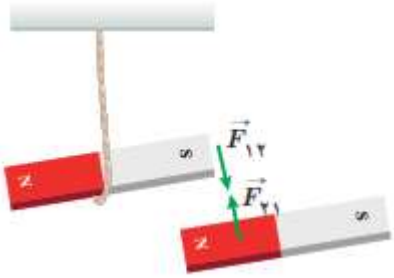


مثالهایی از قانون سوم نیوتن:

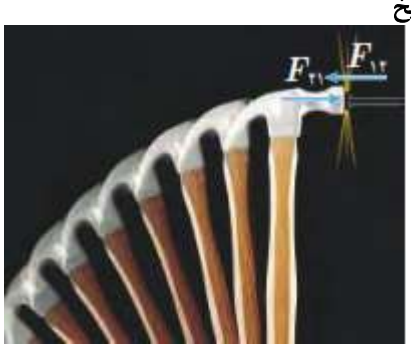
الف) دو ذره باردار با بارهای همنام:



ب) قطب‌های آهنربا:



ج) چکش و میخ



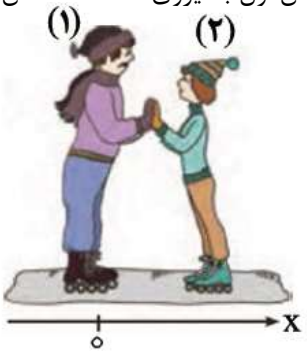
۱) شخصی در حال هل دادن جعبه‌ای سنگین روی سطح افق است و این جعبه در جهت این نیرو حرکت می‌کند. با توجه به آنکه نیرویی که شخص به جعبه وارد می‌کند با نیرویی که جعبه به شخص وارد می‌کند هم‌اندازه است، توضیح دهید چگونه جعبه حرکت می‌کند؟

۲) (ویژگی‌های نیروی عمل و عکس‌العمل)کدام گزینه در مورد نیروهای کنش و واکنش (عمل و عکس العمل) نادرست است؟

۱) نقطه اثر این دو نیرو یکی نیست. و ممکن است منجر به اثرات متفاوتی شوند. ۲) برآیند آنها همواره صفر است.

۳) هر دو از یک نوع‌اند.مثلا الکتریکی یا مغناطیسی یا ... ۴) همواره در خلاف جهت هم و هم‌اندازه هستند.

۳) دو شخص به جرم‌های ۷۵kg و ۵۰kg با کفش‌های چرخ‌دار در یک سالن مسطح و صاف روبه‌روی هم ایستاده‌اند. شخص اول با نیروی ۱۰۰N شخص دوم را به طرف راست هُل می‌دهد.

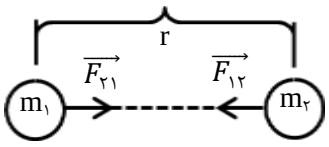


الف) شتابی که شخص دوم می‌گیرد، چقدر است؟

ب) شتابی که شخص اول می‌گیرد چقدر و در چه جهتی است؟

معرفی نیروها:

الف) نیروی گرانشی(قانون گرانش عمومی نیوتن): نیروی گرانشی که دو جسم به جرم‌های m_1 و m_2 بر یکدیگر وارد می‌کنند، با حاصل ضرب نیروها نسبت مستقیم و با مجذور فاصله‌ی آن دو نسبت عکس دارد. این نیرو همواره به صورت جاذبه می‌باشد.



$$\left.\begin{matrix} F \propto m_1 m_2 \\ F \propto \frac{1}{r^2} \end{matrix}\right\} \Rightarrow F \propto \frac{m_1 m_2}{r^2} \Rightarrow F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

تذکر: در رابطه‌ی بالا G را ثابت گرانش عمومی می‌نامند و مقدار آن برابر با $6/67\times10^{-11}\ N.m^2/Kg^2$ می‌باشد.

۱) نیروی گرانشی که دو جسم با جرم‌های ۲ تن و ۵ تن در فاصله‌ی $10m$ بر هم وارد می‌کنند چند نیوتن است؟

۲) نیروی گرانشی که زمین بر ماه وارد می‌کند چند نیوتن است؟(جرم زمین $6\times10^{24}Kg$ و جرم ماه $7/4\times10^{22}Kg$ و فاصله‌ی ماه از زمین 4×10^5Km است.)

۳) با توجه به سوال بالا نیروی گرانشی که ماه به زمین وارد می‌کند چند نیوتن است؟

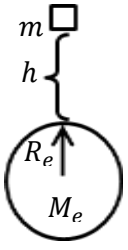
نکته:

۴) دو جسم در فاصله $20m$ از هم، یکدیگر را با نیروی گرانشی کوچک $1\times10^{-8}N$ جذب می‌کنند. اگر جرم یکی از اجسام $50Kg$ باشد، جرم جسم دیگر چقدر است؟

۵) الف) سفینه‌ای به جرم 3×10^4kg در وسط فاصله بین زمین و ماه قرار دارد. نیروی گرانشی خالصی را که از طرف زمین و ماه به این سفینه در این مکان وارد می‌شود، بدست آورید.

ب) در چه فاصله‌ای از زمین، نیروی گرانشی ماه و زمین بر سفینه، یکدیگر را خنثی می‌کنند؟ (جرم زمین تقریبا ۸۱ برابر جرم ماه است.)

ب) نیروی وزن: نیروی گرانشی است که زمین به اجسام اطراف خود وارد می‌کند. نیروی وزن را با نماد W نمایش می‌دهند و جهت آن همواره به طرف مرکز زمین است.



$$\left.\begin{matrix} W = G\frac{M_e m}{r^2} \\ r = R_e + h \end{matrix}\right\} \Rightarrow W = G\frac{M_e m}{(R_e + h)^2}$$

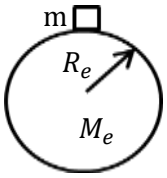
بنابراین شتاب گرانشی در ارتفاع h از سطح زمین برابر خواهد بود با:

$$g = G\frac{M_e}{(R_e + h)^2}$$

نکته: برای مقایسه‌ی شتاب گرانشی زمین در دو نقطه از سطح زمین با ارتفاع‌های h_1 و h_2 از سطح زمین از رابطه‌ی زیر می‌توان استفاده نمود:

$$\frac{g_2}{g_1} = \left(\frac{R_e + h_1}{R_e + h_2}\right)^2$$

نکته: (حالت خاص) نیروی وزن در سطح زمین



$$\left.\begin{matrix} W = G\frac{M_e m}{(R_e+h)^2} \\ h = 0 \end{matrix}\right\} \Rightarrow W = G\frac{M_e m}{R_e^2} \Rightarrow W = mg$$

سوال: نشان دهید شتاب گرانشی روی زمین برابر است با: $g = G\frac{M_e}{R_e^2}$

نکته: برای محاسبه‌ی شتاب گرانشی در سطح سیارات مختلف می‌توان با جایگذاری جرم و شعاع آن سیاره در رابطه‌ی زیر محاسبه نمود: $g = G\frac{M_{سیاره}}{R_{سیاره}^2}$

نکته: نمودار نیروی گرانشی که زمین بر اجسام اطراف خود وارد می‌کند بر حسب فاصله از سطح زمین و فاصله از مرکز زمین

قانون سوم نیوتن در مورد نیروی وزن:

۱) الف) وزن قطعه‌ای طلا به جرم ۱۰۰ گرم را روی سطح زمین بدست آورید؟

ب) وزن این قطعه طلا را در سطح سیاره مریخ و ماه بدست آورید؟ ($g_{زمین} = ۹.۸N/Kg$ و $g_{ماه} = ۱.۶N/Kg$ و $g_{مریخ} = ۳.۷N/Kg$)

۲) الف) شتاب گرانشی ناشی از خورشید در سطح زمین چقدر است؟ ب) شتاب گرانشی ناشی از ماه در سطح زمین چقدر است؟

$R_{زتام} = ۴ \times ۱۰^۵ Km$ و $R_{زتاخ} = ۱۵۰ \times ۱۰^۶ Km$ و $M_{ماه} = ۷.۴ \times ۱۰^{۲۲} Kg$ و $M_{خورشید} = ۲ \times ۱۰^{۳۰} Kg$

۳) در چه ارتفاعی از سطح زمین وزن یک شخص به نصف مقدار خود در سطح زمین می‌رسد؟

۴) اگر جرم ماهواره‌ای ۲۵۰Kg باشد، وزن آن در ارتفاع ۳۶۰۰۰Km از سطح زمین چقدر خواهد شد؟

۵) جرم و شعاع سیاره‌ای به ترتیب ۸ و ۲ برابر جرم و شعاع زمین است. شتاب گرانشی در این سیاره چند برابر شتاب گرانشی در سطح زمین است؟

ج) نیروی مقاومت شاره: ($\mathbf{f_D}$) وقتی جسمی از ارتفاعی رها می‌شود یا به سمت بالا پرتاب می‌شود به دلیل برخورد با مولکولهای هوا نیرویی از طرف هوا در خلاف جهت حرکت جسم به آن وارد می‌شود که به این نیرو نیروی مقاومت هوا گفته می‌شود و آن را با نماد $\mathbf{f_D}$ نمایش می‌دهند. بزرگی نیروی مقاومت هوا به بزرگی سطح تماس جسم با مولکولهای هوا و تندی جسم بستگی دارد.

۱) سطح تماس: هر چه مساحت جسم بیشتر باشد، تعداد مولکولهایی که با جسم برخورد می‌کنند بیشتر شده پس نیروی مقاومت هوا افزایش می‌یابد.

۲) تندی جسم: هر چه تندی جسم بیشتر باشد، برخورد مولکولهای هوا با جسم شدیدتر شده و نیروی مقاومت هوا افزایش می‌یابد.

تندی حدی: وقتی جسمی از ارتفاع h رها می‌شود، لحظه به لحظه به تندی آن افزوده می‌شود. از طرفی در قسمت قبل بیان شده که نیروی مقاومت هوا با تندی جسم نسبت مستقیم دارد. پس با افزایش تندی جسم مقدار نیروی مقاومت هوا نیز افزایش می‌یابد تا زمانی که برابر نیروی وزن جسم شود. از این لحظه به بعد حرکت جسم به طور یکنواخت با سرعتی موسوم به سرعت حدی خواهد بود. پس برای محاسبه سرعت حدی یک جسم خواهیم داشت:

$$f_D = mg$$

۱) حرکت یک چتربازی که از ارتفاع نسبتا زیاد از یک بالگرد تقریبا ساکن به بیرون می‌پرد را بررسی کنید.

۲) چتربازی به جرم ۶۰Kg مدتی پس از یک پرش آزاد، چترش را باز می‌کند. ناگهان نیروی مقاومت هوا به ۱۱۴۰N افزایش می‌یابد.

الف) شتاب چترباز را بدست آورید؟

ب) اگر چتر باز در فاصله ۶۰۰ متری سطح زمین به تندی حدی ۵m/s برسد، چند ثانیه طول می‌کشد تا چتر باز به زمین برسد؟

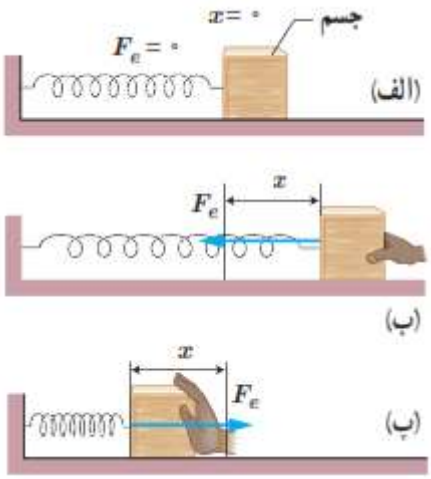
۳) دو گلوله با جرم‌های $m_۱$ و $m_۲ = ۳m_۱$ از ارتفاع h نسبت به سطح زمین رها می‌شوند. تندی برخورد گلوله‌ها به سطح زمین را در هر یک از حالات زیر با یکدیگر مقایسه کنید.

الف) با صرف نظر کردن از نیروی مقاومت هوا

ب) با در نظر گرفتن نیروی مقاومت هوا

۴) جسمی به جرم m از سطح زمین در راستای قائم به سمت بالا پرتاب می‌شود. پس از رسیدن به نقطه اوج به سمت زمین برمی‌گردد. اگر اندازه نیروی مقاومت هوای متوسط وارد بر جسم، $\frac{۳}{۵}$ نیروی وزن جسم باشد. شتاب صعود چند برابر شتاب سقوط است؟

۵) در هر یک از موارد زیر، نیروهای وارد بر جسم را مشخص کنید. واکنش هر یک از این نیروها به چه جسمی وارد می‌شود؟

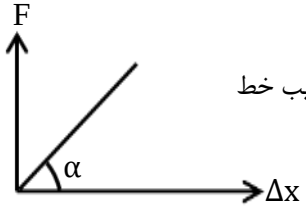


د) نیروی کشسانی فنر: اگر فنر کشیده شود یا فشرده شود، فنر متمایل است که به حالت عادی خود بازگردد، (به عبارت دیگر فنر نیرویی به طرف نقطه تعادل به جسم وارد می‌کند) به این نیرو نیروی کشسانی فنر گفته می‌شود. بزرگی این نیرو با تغییر طول فنر(Δx) و ثابت فنر(K) نسبت مستقیم دارد. جهت این نیرو همواره در خلاف جهت جابه‌جایی است، به همین دلیل به این نیرو نیروی بازگرداننده گفته می‌شود.

$$F = K\Delta x \quad \text{(قانون هوک)}$$

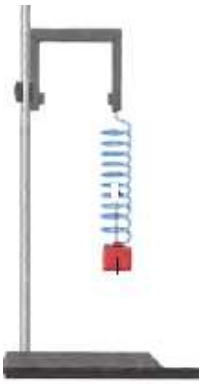
نکته: ثابت فنر به عواملی مثل اندازه، شکل و ساختار ماده‌ای که فنر از آن ساخته شده (جنس فنر) بستگی دارد.

نکته: (نمودار نیروی فنر بر حسب تغییر طول آن):این نمودار به صورت خطی راست می‌باشد، به طوری که شیب این خط برابر ثابت فنر (K) می‌باشد.



$$\text{شیب خط} = tan\alpha = K$$

سوال: با طراحی آزمایشی ثابت فنر را بیابید.



۱) در شکل مقابل نیروهای وارد بر وزنه متصل به فنر را رسم نمایید. واکنش هر کدام از این نیروها به چه جسمی وارد می‌شود؟

۲) فنری به طول ۱۰cm را از یک نقطه آویزان می‌کنیم و به سر دیگر آن وزنه ۲۰۰g وصل می‌کنیم. پس از رسیدن به تعادل، طول فنر به ۱۲cm می‌رسد. الف) ثابت فنر چند نیوتن بر متر است؟

ب) اگر وزنه ۳۰۰g را به فنر وصل کنیم، پس از رسیدن به تعادل طول فنر چند سانتیمتر می‌شود؟

۳) در شکل روبه‌رو وقتی وزنه ۴kg را به فنر آویزان می‌کنیم، طول فنر ۱۴cm می‌شود و وقتی وزنه ۵kg را به فنر آویزان می‌کنیم، طول فنر ۱۵cm می‌شود.الف) ثابت فنر چقدر است؟ ب) طول عادی فنر (بدون وزنه) چند سانتیمتر است؟

۴) فنر سبکی از سقف آویزان است. اگر فنر را بکشیم تا طول فنر ۱۷cm شود، نیروی کشسانی فنر ۳N است و اگر فنر را فشرده کنیم تا طول آن ۱۰cm شود نیروی کشسانی فنر ۴N می‌شود. الف) ثابت فنر چقدر است؟ ب) طول عادی فنر (بدون وزنه) چند سانتیمتر است؟

۵) وزنه‌ای به جرم ۲kg را به انتهای فنری به طول ۱۲cm که ثابت آن ۲۰N/cm است می‌بندیم و فنر را از سقف یک آسانسور آویزان می‌کنیم. طول فنر را در حالت‌های زیر محاسبه کنید.

الف) آسانسور ساکن است.

ب) آسانسور با سرعت ثابت ۲m/s رو به پایین در حرکت است.

ج) آسانسور با شتاب ثابت $۲m/s^۲$ از حال سکون رو به پایین شروع به حرکت می‌کند.

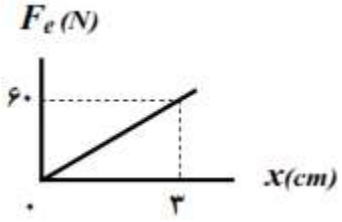
د) آسانسور با شتاب ثابت $۲m/s^۲$ درحرکت رو به پایین متوقف می‌شود.

ه) آسانسور با شتاب ثابت $۲m/s^۲$ از حال سکون رو به بالا شروع به حرکت می‌کند.

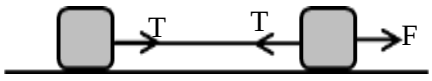
و) آسانسور با شتاب ثابت $۲m/s^۲$ درحرکت رو به بالا متوقف می‌شود.

نکته:

۶) در شکل روبه‌رو، نمودار نیروی کشسانی بر حسب تغییر طول فنر برای یک فنر رسم شده است. ثابت فنر چند نیوتن بر سانتیمتر است؟



ه) نیروی کشش نخ:(T) نیرویی که نخ به اجسام دو سر خودش وارد می‌کند، نیروی کشش نخ نامیده می‌شود. اندازه‌ی نیروی T به سایر نیروهای وارد بر جسم بستگی دارد. در نخ سبک نیروی کشش دو سر با هم برابر است. اگر جسم به یک نیرو سنج متصل باشد، نیروی کشش نخ را نشان می‌دهد.



۱) سیبی را در نظر بگیرید که به شاخه درختی آویزان است و سپس از درخت جدا می‌شود. با رسم شکل نیروهای وارد بر سیب را قبل و بعد از جدا شدن از درخت نشان دهید و در هر حالت واکنش این نیروها بر چه جسمی وارد می‌شود؟

۲) الف) کارگری یک سطل محتوی مصالح به جرم ۱۶kg را با طناب سبکی به طرف بالا می‌کشد. اگر شتاب روبه‌بالای سطل $۱/۲m/s^۲$ باشد، نیروی کشش طناب چقدر است؟

ب) اگر نیروی کشش طناب ۱۲۸N باشد، شتاب حرکت سطل را تعیین کنید.

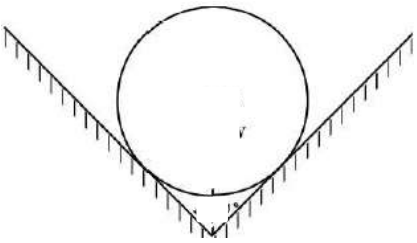
و) نیروی عمودی تکیه‌گاه:(N) وقتی جسمی به جسم دیگر تکیه می‌کند، از طرف تکیه‌گاه نیرویی در امتداد عمود بر سطح تماس به آن وارد می‌شود، به این نیرو نیروی عمودی تکیه‌گاه گفته می‌شود که جهت آن از سطح به طرف جسم است. نیروی عمودی تکیه‌گاه ناشی از تغییر شکل سطح تماس دو جسم است.

(طریقه‌ی محاسبه‌ی نیروی عمودی تکیه‌گاه)

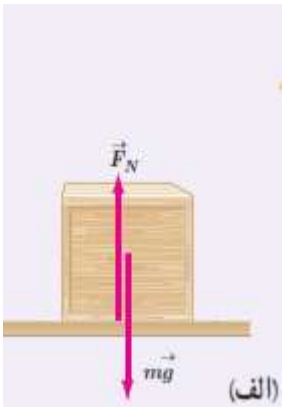
۱) ابتدا تمام نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم.

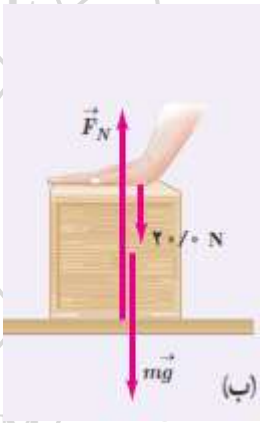
۲) با استفاده از قانون دوم نیوتن اندازه نیروی عمودی سطح را محاسبه می‌کنیم.

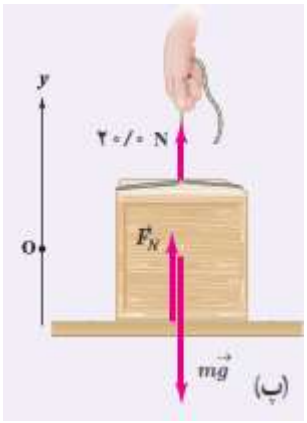
قانون سوم نیوتن برای نیروی عمودی تکیه‌گاه:



۱) همانند شکل جعبه‌ای به جرم $۴kg$ روی میز افقی قرار دارد. نیروی عمودی سطح را در حالت‌های نشان داده شده بدست آورید؟







۲) شخصی درون آسانسوری ساکن روی یک ترازوی فنری ایستاده است. در این حالت ترازو عدد $۶۰۰N$ را نشان می‌دهد.

الف) جرم شخص چند کیلوگرم است؟

ب) وقتی آسانسور شتاب روبه‌بالای $۲m/s^۲$ دارد، ترازو چه عددی را نشان می‌دهد؟

ج) وقتی آسانسور شتاب روبه‌پایین $۲m/s^۲$ دارد، ترازو چه عددی را نشان می‌دهد؟

د) اگر کابل آسانسور پاره شود و آسانسور سقوط کند، ترازو چه عددی را نشان می‌دهد؟

۳) دانش‌آموزی به جرم $۵۰kg$ روی یک ترازوی فنری در آسانسور ایستاده است. در هر کدام از حالات زیر عدد ترازو را تعیین کنید.

الف) آسانسور ساکن است؟

ب) آسانسور با سرعت ثابت حرکت می‌کند؟

ج) آسانسور با شتاب ثابت $۱/۲m/s^۲$ به طرف بالا شروع به حرکت می‌کند.

د) آسانسور با شتاب ثابت $۱/۲m/s^۲$ به طرف پایین شروع به حرکت می‌کند.

۴) در هر یک از حالات زیر عددی را که ترازوی فنری نشان می‌دهد با وزن شخص مقایسه کنید.

الف) آسانسور به طرف بالا شروع به حرکت کند.

ب) آسانسور به طرف پایین شروع به حرکت کند.

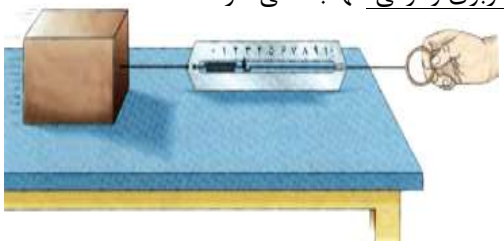
ج) آسانسور در حالیکه به طرف بالا حرکت می‌کند، متوقف شود.

د) آسانسور در حالیکه به پایین حرکت می‌کند، متوقف شود.

ز) نیروی اصطکاک: نیروی اصطکاک بین دو جسم به علت ناهمواری‌های محل تماس دو جسم ایجاد می‌شود. به همین دلیل در سطح تماس دو جسم به هر یک از آنها نیرویی از طرف دیگری وارد می‌شود، که با حرکت دو جسم نسبت به هم مخالفت می‌کند. به این نیرو نیروی اصطکاک گفته می‌شود، و راستای این نیروها موازی سطح تماس دو جسم بایکدیگر است. اگر دو جسم نسبت به هم ساکن بمانند، نیروی اصطکاک بین آنها از نوع ایستایی (f_s) می‌باشد و اگر دو جسم نسبت به هم بلغزند، نیروی اصطکاک بین آنها از نوع جنبشی (f_k) است.

عوامل موثر در مقدار نیروی اصطکاک:

آزمایش شماره۱) با طراحی آزمایشی نشان دهید که نیروی اصطکاک به جنس سطوح تماس و میزان زبری و نرمی آنها بستگی دارد.



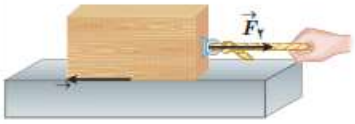
آزمایش شماره۲) باطراحی آزمایشی نشان دهید که نیروی اصطکاک با F_N متناسب است.

آزمایش شماره۳) با طراحی آزمایشی نشان دهید که نیروی اصطکاک به مساحت سطح تماس قطعه با میز وابستگی ندارد.

چگونگی تشخیص به حرکت درآمدن جسم ساکن:

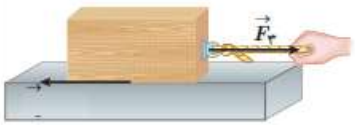
الف) اگر به جسم ساکنی نیرویی برای به حرکت درآوردن آن وارد نشود، نیروی اصطکاک برابر صفر خواهد بود.

ب) اگر $F<f_{smax}$ باشد آنگاه جسم ساکن می‌ماند و اصطکاک از نوع ایستایی است.($f_s=F$)



ج) اگر $F=f_{smax}$ باشد آنگاه جسم در آستانه‌ی حرکت قرار می‌گیرد.($f_{smax}=\mu_s N$)

جسم در آستانه حرکت هنوز حرکت ندارد و ساکن است.



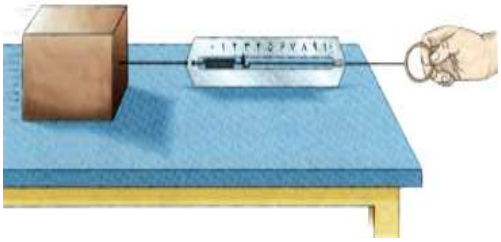
د) اگر $F=f_{smax}$ و به جسم ضربه‌ی کوچکی زده شود یا اگر $F>f_{smax}$ باشد، آنگاه جسم شروع به حرکت می‌کند و اصطکاک از نوع جنبشی است.($f_k=\mu_k N$)

نکته: $f_{smax}> f_k$ بنابراین $\mu_s>\mu_k$

سوال: براساس قانون سوم نیوتن و آنچه از اصطکاک آموختید، توضیح دهید راه رفتن با شروع از حالت سکون چگونه انجام می‌شود؟ چرا راه رفتن روی یک سطح سُر مانند سطح یخ به سختی ممکن است؟

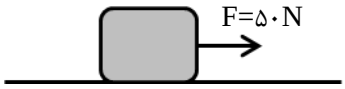
نکته: جهت نیروی اصطکاک هم می‌تواند در جهت حرکت باشد(راه رفتن انسان بر روی زمین) و هم در خلاف جهت حرکت(کشیدن جسمی روی سطح).

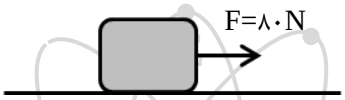
سوال: با طراحی آزمایشی ضریب اصطکاک جنبشی و ایستایی بین قطعه چوب و سطح میز را بدست آورید.

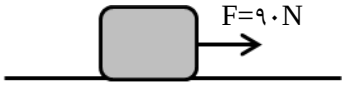


نکته: از جمله فواید نیروی اصطکاک می‌توان به نگه داشتن یک قلم در دست، نوشتن، راندن خودرو، قدم زدن و دویدن، ترمز کردن، ایستادن(بدون اصطکاک با کمترین جابه‌جایی خواهیم افتاد) و ... اشاره کرد.

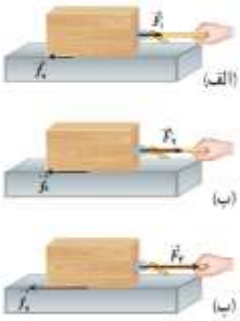
۱) در شکل مقابل ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین سطح و جسم به ترتیب ۰/۸ و ۰/۴ می‌باشد. در هر کدام از حالات زیر نیروی اصطکاک بین جسم و سطح را بیابید؟(جرم جسم ۱۰Kg است).







۲) اگر در شکل مقابل جرم جسم ۴kg و بزرگی نیروها $F_1=4N$ و $F_2=8N$ و $F_3=16N$ باشد.



الف) بزرگی نیروی اصطکاک در هر حالت چقدر است؟

ب) ضریب اصطکاک ایستایی را بیابید.

۳) شکل مقابل شخصی را نشان می‌دهد که در حال کشیدن یک جعبه ۷۵kg روی سطح افقی است. ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین سطح و جعبه به ترتیب ۰/۶ و ۰/۴ است.

الف) حداقل نیروی افقی لازم برای به حرکت درآوردن جعبه چقدر است؟

ب) پس از به حرکت درآمدن جعبه، شخص تا چه اندازه نیروی وارد بر جعبه را کاهش دهد تا جعبه با سرعت ثابت حرکت کند؟

ج) اگر نیرویی که شخص به جعبه وارد می‌کند ۳۷۵N و جعبه در حال حرکت باشد، شتاب جعبه را بیابید؟

۴) در شکل نشان داده شده، شخص با نیروی ۲۰۰N جسم ۹۰kg را هُل می‌دهد، اما جسم ساکن می‌ماند. ولی وقتی با نیروی ۳۰۰N جسم را هُل می‌دهد، جسم در آستانه حرکت قرار می‌گیرد.

الف) نیروی اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح در هر حالت چقدر است؟

ب) ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح چقدر است؟

ج) اگر پس از حرکت، شخص با نیروی ۲۰۰N جسم را هُل دهد و ضریب اصطکاک جنبشی بین سطح و جسم ۰/۲ باشد، شتاب حرکت جسم چقدر خواهد شد؟

۵) در شکل روبه‌رو، کارگری جعبه ساکنی به جرم ۱۰۰kg را با طناب افقی با نیروی ثابت ۳۵۰N می‌کشد. ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جعبه و سطح به ترتیب ۰/۳ و ۰/۲۵ است.

الف) آیا جعبه شروع به حرکت می‌کند؟

ب) اگر جعبه حرکت کند، شتاب آن را حساب کنید.

ج) سرعت جعبه و مسافتی که جعبه طی می‌کند را پس از ۶s بدست آورید؟

د) اگر در لحظه t=۶s طناب پاره شود، جعبه پس از چند ثانیه و طی چه مسافتی می‌ایستد؟

۶) راننده خودرویی که با سرعت ۷۲km/h در یک مسیر مستقیم در حال حرکت است، با دیدن مانعی اقدام به ترمز می‌کند و خودرو پس از طی مسافت ۲۰m متوقف می‌شود.

الف) شتاب خودرو در مدت ترمز چقدر است؟

ب) از لحظه ترمز تا توقف کامل چقدر طول می‌کشد؟

ج) ضریب اصطکاک جنبشی بین لاستیک‌ها و سطح چقدر است؟

د) اگر جرم خودرو ۱۲۰۰kg فرض شود، نیروی اصطکاک بین لاستیک‌ها و سطح چند نیوتن است؟

۷) قطعه چوبی را با سرعت افقی $10\,m/s$ روی سطح افقی پرتاب می‌کنیم. ضریب اصطکاک جنبشی بین چوب و سطح ۰/۲ است.

الف) چوب پس از پیمودن چه مسافتی می‌ایستد؟

ب) اگر از یک قطعه چوب دیگر استفاده کنیم که جرم آن دو برابر جرم قطعه چوب اول و ضریب اصطکاک جنبشی آن با سطح افقی با اولی یکسان باشد و با همان سرعت پرتاب شود، مسافت پیموده شده آن چند برابر می‌شود؟

۸) مسافت واکنش: مسافتی که خودرو از لحظه دیدن مانع تا ترمز گرفتن طی می‌کند.// مسافت ترمز: مسافتی که خودرو از لحظه ترمز گرفتن تا توقف کامل طی می‌کند.

الف) دو عامل موثر در مسافت واکنش را بنویسید.

ب) زمان واکنش راننده‌ای $0/6\,s$ است. در طی این زمان خودرو مسافت $18\,m$ را طی می‌کند. اندازه سرعت آن را حساب کنید.

ج) اگر در این سرعت راننده ترمز کند و خودرو پس از $5\,s$ متوقف شود، مسافت ترمز و شتاب خودرو را بیابید؟

د) ضریب اصطکاک جنبشی بین لاستیک و سطح و نیروی خالص وارد بر اتومبیل چقدر است؟ (جرم خوردو $1500\,kg$ فرض شود).

۹) یک خودروی باری با طناب افقی محکمی یک خودروی سواری به جرم $1500\,kg$ را می‌کشد. نیروی اصطکاک و مقاومت هوا در مقابل حرکت خودروی سواری $220\,N$ و $380\,N$ است.

الف) اگر سرعت خودرو ثابت باشد نیروی کشش طناب چقدر است؟

ب) اگر خودرو با شتاب ثابت $2\,m/s^2$ به طرف راست کشیده شود، نیروی کشش طناب چقدر است؟

۱۰) می‌خواهیم به جسمی که جرم آن $5\,kg$ است، شتاب $2\,m/s^2$ بدهیم. در هر یک از حالات زیر نیرویی را که باید به جسم وارد کنیم محاسبه کنید.

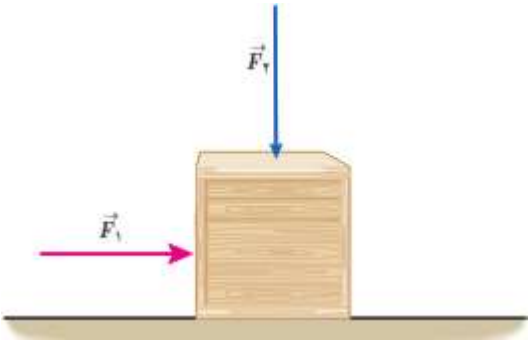
الف) جسم روی سطح افقی بدون اصطکاک حرکت کند.

ب) جسم روی سطح افقی با ضریب اصطکاک ۰/۲ به طرف راست حرکت کند و شتابش نیز به طرف راست باشد.

ج) جسم در راستای قائم با شتاب روبه‌بالا شروع به حرکت کند.

د) جسم در راستای قائم با شتاب روبه‌پایین شروع به حرکت کند.

۱۱) در شکل زیر نیروی F_1 به بزرگی $20N$ بر جعبه وارد شده است. اما جعبه همچنان ساکن است. اگر در همین حالت بزرگی نیروی قائم F_2 که جعبه را به زمین می‌فشارد از صفر شروع به افزایش کند، کمیت‌های زیر چگونه تغییر می‌کنند؟



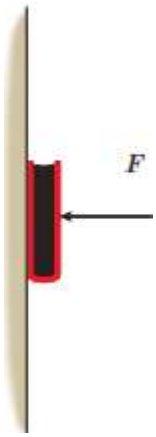
الف) اندازه نیروی عمودی سطح وارد بر جعبه

ب) اندازه نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر جعبه

ج) اندازه بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی

د) نیروی خالص وارد بر جسم

۱۲) کتابی را مانند شکل با نیروی عمودی F به دیوار قائمی فشرده و ثابت نگه داشته‌ایم.

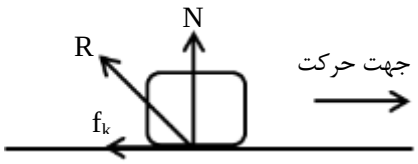


الف) نیروهای وارد بر کتاب را رسم کنید.

ب) اگر جرم کتاب $2/5kg$ باشد، اندازه نیروی اصطکاک را بدست آورید.

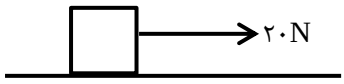
ج) اگر کتاب را بیشتر به دیوار بفشاریم، آیا نیروی اصطکاک تغییر می‌کند؟ با این کار چه نیروهایی افزایش می‌یابد؟

ح) نیروی سطح تکیه‌گاه(نیروی واکنش سطح):(R) کل نیروهای سطح به جسم که برابر برآیند نیروهای اصطکاک و عمودی تکیه‌گاه(N) است.



$$R = \sqrt{N^2 + f_k^2}$$

۱) در شکل زیر جرم جسم $4Kg$ است و ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی به ترتیب برابر ۰/۴ و ۰/۲ است. نیرویی که از طرف سطح به جسم وارد می‌شود، چند نیوتن است؟ به صورت برداری نیز بیان کنید.



۲) در شکل روبه‌رو نردبانی $40kg$ به دیوار قائم بدون اصطکاکی تکیه داده شده است. ضریب اصطکاک ایستایی بین زمین و پای نردبان ۰/۷۵ است. در آستانه سُرخوردن نردبان:

الف) سطح زمین به نردبان چه نیرویی وارد می‌کند؟

ب) چه نیرویی از طرف دیوار به نردبان وارد می‌شود؟

تکانه: حاصلضرب جرم جسم (m) در سرعت آن (v) تکانه جسم نامیده می‌شود و آن را با نماد P نمایش می‌دهند. $\vec{p} = m\vec{v}$

تذکر: تکانه کمیتی برداری است و جهت آن هم جهت با سرعت جسم است. (مماس بر مسیر حرکت است). و یکای آن kg.m/s است.

۱) اندازه تکانه جسمی به جرم ۳kg که با سرعت ثابت ۲۰m/s در حرکت است را حساب کنید؟

۲) گلوله‌ای به جرم ۲۰۰g با تندی افقی ۱۰m/s به دیواری برخورد می‌کند و بصورت افقی با تندی ۵m/s در جهت مخالف برمی‌گردد. اندازه تغییر تکانه گلوله را محاسبه کنید؟

۳) نشان دهید بین اندازه تکانه (P) و انرژی جنبشی (K) جسمی به جرم m ، رابطه $K = \frac{P^2}{2m}$ برقرار است.

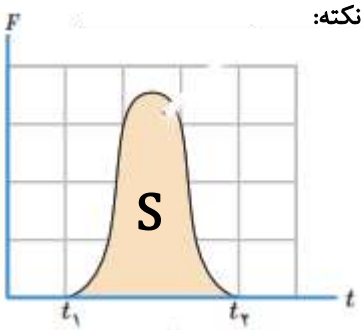
۴) توپی به جرم ۲kg با انرژی جنبشی به اندازه ۹۰۰J در حرکت است. بزرگی تکانه این توپ را حساب کنید.

۵) تکانه جسم A برابر با تکانه جسم B است.اگر جرم جسم A دو برابر جرم جسم B باشد.انرژی جنبشی آن چند برابر انرژی جنبشی جسم B است؟

نکته: محاسبه‌ی نیروی متوسط وارد بر ذره:

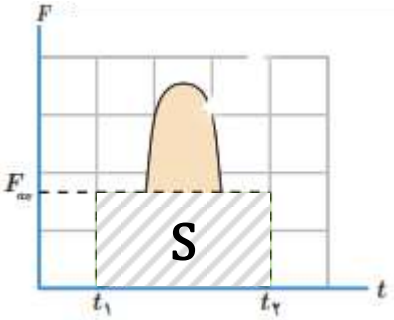
$$\left.\begin{matrix} P_1 = mv_1 \\ P_2 = mv_2 \end{matrix}\right\} \Longrightarrow \Delta P = m\Delta v \xrightarrow{\div \Delta t} \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{m\Delta v}{\Delta t} \Longrightarrow \frac{\Delta P}{\Delta t} = ma_{av} \Longrightarrow \boxed{F_{av} = \frac{\Delta P}{\Delta t}}$$

نکته:



تغییر تکانه برابر با مساحت سطح زیر نمودار نیرو – زمان است.

$S = \Delta P$



تغییر تکانه ناشی از نیروی متوسط برابر با تغییر تکانه نیروی واقعی متغیر با زمان است.

۶) در یک آزمون تصادف خودرویی به جرم ۱۲۰۰kg در مدت ۰/۱۵s با سرعت ۵۴km/h به دیوار برخورد کرده و با سرعت ۹km/h برمی‌گردد.

الف) تغییر تکانه خودرو را پیدا کنید.

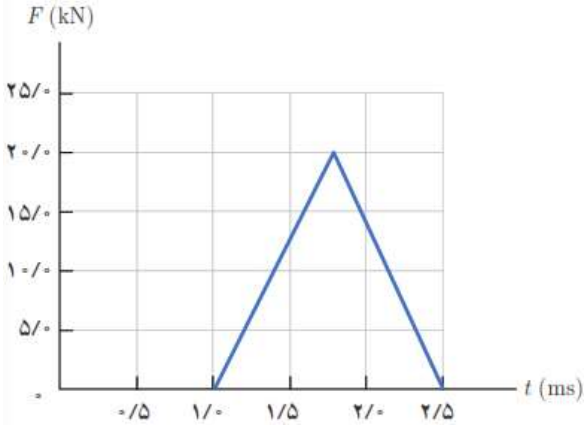
ب) اندازه و جهت نیروی متوسط وارد بر خودرو را تعیین کنید.

۷) توپی به جرم ۲۸۰g با تندی ۱۵m/s به طور افقی با بازیکنی نزدیک می‌شود. بازیکن با مشت به توپ ضربه می‌زند و باعث می‌شود توپ با تندی ۲۲m/s در جهت مخالف برگردد.

الف) اندازه تغییر تکانه توپ را محاسبه کنید.

ب) اگر مشت بازیکن ۰/۰۶s با توپ در تماس باشد، اندازه نیروی متوسط وارد بر مشت بازیکن از طرف توپ چقدر است؟

۸) شکل زیر منحنی نیروی خالص بر حسب زمان را برای توپ بیسبالی که با چوب بیسبال به آن ضربه زده شده است، نشان می‌دهد. تغییر تکانه توپ و نیروی خالص متوسط وارد بر آن را بدست آورید.

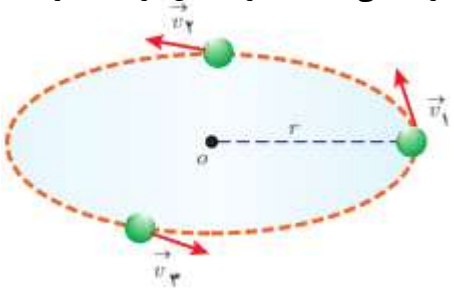


۹) نقش کمربند ایمنی و کیسه هوا در کم شدن آسیب‌ها در تصادف را بیان کنید.

حرکت دایره‌ای: حرکت دایره‌ای نمونه‌ای از حرکت در صفحه است.

حرکت دایره‌ای یکنواخت: در این نوع حرکت متحرک بر روی یک مسیر دایره‌ای با تندی ثابت حرکت می‌کند.

سوال: در شکل مقابل، ذره روی یک مسیر دایره‌ای در خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت با تندی ثابت حرکت می‌کند. آیا حرکت این ذره شتابدار است یا خیر؟ توضیح دهید.



سوال: چرا در حرکت دایره‌ای یکنواخت، ذره در بازه‌های زمانی برابر، مسافت‌های یکسانی را طی می‌کند؟

دوره: مدت زمانی است که طول می‌کشد تا متحرک یک دور کامل محیط دایره را بپیماید. آن را با نماد T نمایش می‌دهند و خواهیم داشت:

$$T = \frac{۲\pi r}{v} \Longrightarrow v = \frac{۲\pi}{T} r \xrightarrow{\omega = \frac{۲\pi}{T}} v = r\omega$$

۱) دوره عقربه ثانیه شمار، دقیقه شمار و ساعت شمار یک ساعت عقربه‌ای را حساب کنید.

۲) میل‌لنگ یک خودرو که قطر محور آن ۴cm است، در هر دقیقه ۲۴۰۰ دور می‌چرخد(۲۴۰۰rpm). تندی نقطه‌ای روی لبه محور این میل لنگ چقدر است؟

۳) پره یک بالگرد با دوره ۰/۰۲s می‌چرخد.

الف) تعداد دور بر دقیقه (rpm) پره بالگرد چقدر است؟

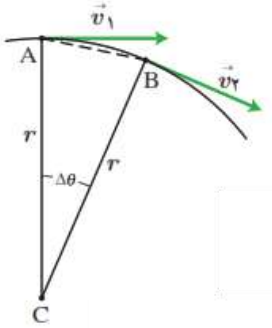
ب) اگر شعاع پره ۲m باشد، تندی نوک پره را بیابید؟

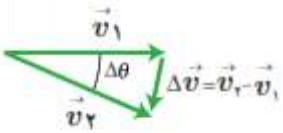
۴) یک دیسک گردان در شهربازی توسط یک موتور الکتریکی در هر دقیقه ۵ دور می‌چرخد. افرادی در فاصله‌های ۱m و ۲m و ۳m از مرکز آن (محور دیسک) قرار دارند.

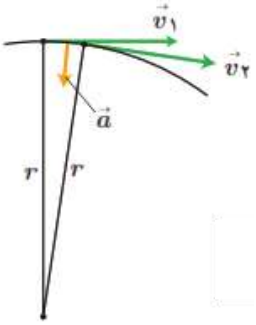
الف) تندی این افراد را بدست بیاورید.

ب) مسافت و جابه‌جایی هر یک از افراد را در مدت ۳s محاسبه کنید؟

شتاب مرکزگرا در حرکت دایره‌ای:

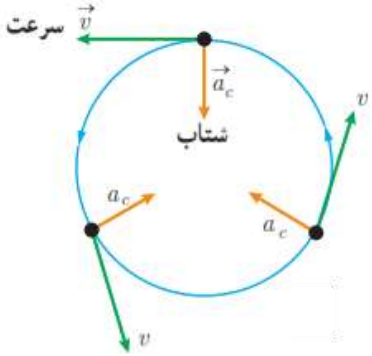






$$a = \frac{v^2}{r} \xrightarrow{v=r\omega} a = r\omega^2$$

نکته۱: در حرکت دایره‌ای یکنواخت بردار شتاب در تمام مکان‌ها در راستای شعاع و به طرف مرکز دایره‌ی مسیر می‌باشد، به همین دلیل به آن شتاب مرکزگرا گفته می‌شود.

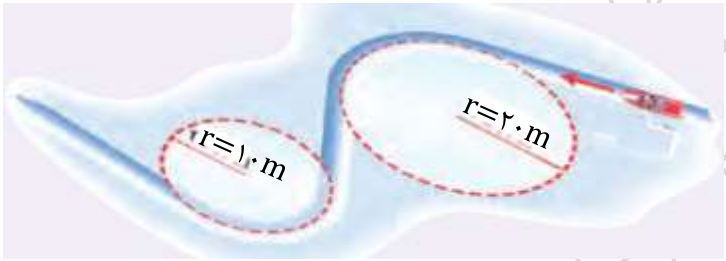


نکته۲: سرعت و شتاب مرکزگرا در حرکت دایره‌ای همواره بر هم عمودند.

۱) نشان دهید در حرکت دایره‌ای یکنواخت، شتاب مرکزگرا از رابطه $a_c = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$ نیز بدست می‌آید.

۲) خودرویی در یک میدان به شعاع ۱۰۰m با تندی ۳۶km/h در حال دور زدن است. دوره و شتاب مرکزگرای خودرو را محاسبه کنید.

۳) شکل روبه‌رو مسیر حرکت سورتمه‌ای را نشان می‌دهد. سورتمه روی یک سطح افقی در حال حرکت است. اگر تندی حرکت سورتمه در کل مسیر ۲۰m/s باشد، شتاب مرکزگرای آن را در هر یک از پیچ‌ها بدست آورید.



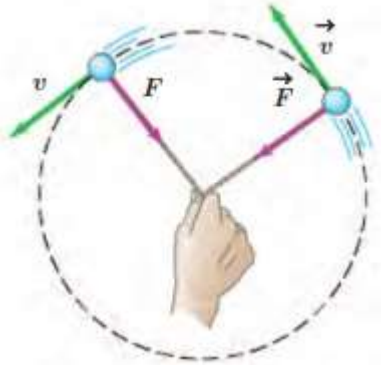
۴) پره‌های یک بالگرد در هر دقیقه، ۱۰۰۰ دور می‌چرخند. طول پره‌ها 4m است. مطلوب است محاسبه:

الف) دوره تناوب پره‌ها

ب) تندی در وسط و نوک پره‌ها

ج) شتاب مرکزگرا در وسط و نوک پره‌ها

نیروی برآیند وارد بر یک متحرک در مسیر دایره‌ای:

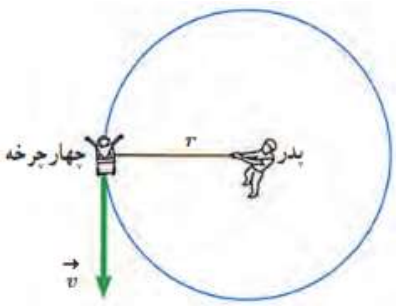


$$F_{net} = m\frac{v^2}{r} = mr\omega^2$$

- چرخاندن گلوله‌ی متصل به نخ: $T_{\text{نخ}} = m\frac{v^2}{r}$
- حرکت ماهواره به دور زمین: $G\frac{mM_e}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$
- دور زدن ماشین در پیچ جاده: $f_s = m\frac{v^2}{r}$
- حرکت الکترون به دور هسته: $k\frac{q_1 q_2}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$
- حرکت ذره باردار در میدان مغناطیسی: $qvB = m\frac{v^2}{r}$

نکته: اگر نیروی مرکزگرا قطع شود، ذره در مسیری مماس بر دایره به حرکت خود ادامه خواهد داد. مثلا اگر بر ماه نیرویی (نیروی گرانشی) وارد نشود، ماه باید به طور مستقیم حرکت کند نه به صورت دایره‌ای.

۱) پدری فرزند ۲۰ کیلوگرمی خود را در یک چهارچرخه 5kg قرار می‌دهد و با یک طناب ۲ متری، چهارچرخه را روی سطح افقی زمین به‌گونه‌ای می‌کشد تا چهارچرخه روی دایره‌ای حرکت کند. با فرض یکنواخت بودن حرکت چهارچرخه و اگر نیروی کشش طناب 100N باشد، تندی و دوره چهارچرخه را حساب کنید.



۲) خودرویی به جرم 1500kg در یک پیچ مسطح افقی به شعاع 10m بدون آنکه بلغزد، دور می‌زند. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین لاستیک و سطح جاده ۱ باشد، حداکثر تندی خودرو چقدر می‌تواند باشد؟

۳) حداقل ضریب اصطکاک ایستایی بین چرخ‌های خودرو و سطح جاده چقدر باشد تا خودرو بتواند با تندی 54km/h پیچ افقی مسطحی را که شعاع آن 50m است، دور بزند؟

حرکت ماهواره: ماهواره‌ها در اثر نیروی گرانشی بسن زمین و ماهواره، روی مدار تقریبا دایره‌ای به دور زمین می‌چرخند.

الف) تندی ماهواره:

$$F = G\frac{mM_e}{r^2} = m\frac{v^2}{r} \Longrightarrow v = \sqrt{\frac{GM_e}{r}} = \sqrt{\frac{GM_e}{R_e + h}}$$

نکته: تندی ماهواره با جذر عکس شعاع مدار نسبت مستقیم دارد. یا با جذر شعاع مدار نسبت عکس دارد.

ب) محاسبه دوره‌ی حرکت ماهواره:

$$\left.\begin{matrix} F_{net} = G\dfrac{mM_e}{r^2} \\ F_{net} = mr\omega^2 \end{matrix}\right\} \Longrightarrow mr\omega^2 = G\frac{mM_e}{r^2} \Longrightarrow r\frac{4\pi^2}{T^2} = G\frac{M_e}{r^2} \Longrightarrow GM_eT^2 = 4\pi^2 r^3 \Longrightarrow T^2 \propto r^3$$

نکته: مجذور دوره ماهواره با مکعب فاصله ماهواره از مرکز زمین نسبت مستقیم دارد.

ج) شتاب و نیروی مرکزگرای ماهواره:

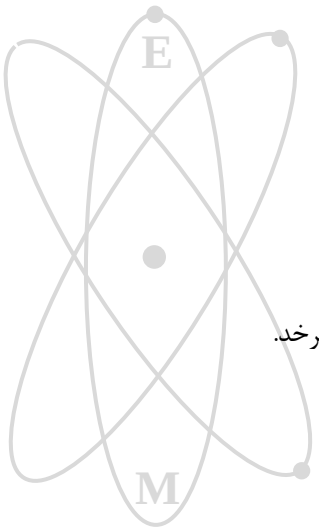
$$F = G\frac{mM_e}{r^2} = m\frac{v^2}{r} \xrightarrow{F_{net}=ma} a = G\frac{M_e}{r^2} = \frac{v^2}{r}$$

۱) ماهواره‌ای به جرم $200\,kg$ در فاصله $3600\,km$ از سطح زمین به دور زمین می‌چرخد. مطلوب است محاسبه:

الف) نیروی گرانشی بین ماهواره و زمین

ب) تندی مداری ماهواره

ج) دوره گردش ماهواره



۲) تلسکوپ فضایی هابل با تندی $6000\,m/s$ گرد زمین می‌چرخد.

الف) فاصله این تلسکوپ از سطح زمین چند کیلومتر است؟

ب) وزن این تلسکوپ در این ارتفاع چند برابر وزن آن روی زمین است؟

ج) دروه تناوب این تلسکوپ را پیدا کنید؟

۳) **تعریف مهم: مدار همگام با زمین**: اگر دوره گردش ماهواره به دور زمین با مدت زمان یک دور چرخش زمین به دور خودش ($24h$) یکسان باشد، ماهواره در یک محل نسبت به مکانی در روی زمین ثابت باقی می‌ماند.

الف) در چه فاصله‌ای از زمین می‌توان این مدار همگام با زمین را یافت؟

ب) تندی مداری این ماهواره چقدر است؟

۴) ماهواره‌ای به جرم $۶۰۰kg$ در مداری دایره‌ای به ارتفاع $۲۸۰۰km$ از سطح زمین به دور آن می‌چرخد. مطلوب است محاسبه:

الف) نیروی گرانشی وارد بر ماهواه

ب) شتاب ماهواره

ج) تندی ماهواره

د) دوره تناوب ماهواره

E
M