فصل اول / بخش اول
پرسش‌های چهارگزینه‌ای

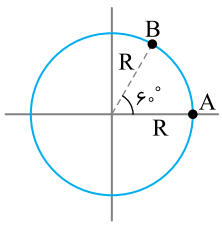
۱- دانش‌آموزی ابتدا به اندازهٔ ۳۰ متر در جهت مثبت محور xها و سپس به اندازهٔ ۱۵ متر در خلاف جهت محور xها حرکت می‌کند. مسافت طی‌شده توسط این دانش‌آموز چند برابر جابه‌جایی است؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۱/۵ ۴) ۲/۵

۲- متحرکی روی خط راست در یک جهت از مکان $\vec{d}_1 = 4\vec{i} + 3\vec{j}$ به $\vec{d}_2 = \vec{i} - \vec{j}$ می‌رود. جابه‌جایی متحرک چند متر است؟ (یکاها در SI)

۱) ۵ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۷

۳- متحرکی کمان AB را پادساعتگرد طی کرده است. مسافت طی شده توسط متحرک چند برابر اندازهٔ جابه‌جایی آن می‌باشد؟



۱) $\frac{\pi}{3}$ ۲) $\frac{3}{\pi}$ ۳) $\frac{2\pi}{3}$ ۴) $\frac{3}{2\pi}$

۴- سرعت متوسط متحرکی که روی محور x ها حرکت کرده، منفی شده است. در این‌صورت کدام گزینه الزاماً درست است؟

۱) متحرک فقط در جهت منفی محور حرکت کرده است.
۲) متحرک در بعضی لحظه‌ها ساکن بوده است.
۳) جابه‌جایی متحرک در جهت منفی محور بوده است.
۴) متحرک در بخشی از زمان، در جهت مثبت محور حرکت کرده است.

۵- متحرکی روی خط راست حرکت می‌کند و بین دو لحظهٔ $t_1 = 2s$ و $t_2 = 6s$ به‌ترتیب در مکان‌های ۴+ و ۶− متری مبدأ قرار دارد. تندی متوسط آن بین دو لحظهٔ t_1 و t_2 چند متر بر ثانیه می‌تواند باشد؟

۱) ۲/۷۵ ۲) ۲/۲۵ ۳) ۲ ۴) هر سه گزینه می‌تواند باشد.

۶- متحرکی روی خط راست در یک جهت حرکت می‌کند، $\frac{1}{2}$ طول مسیر حرکت خود را با تندی متوسط $5m/s$، $\frac{1}{3}$ باقی‌ماندهٔ طول مسیر خود را با تندی متوسط $10m/s$ و باقی مسیر را با تندی متوسط $15m/s$ طی می‌کند. سرعت متوسط در کل مسیر چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۷/۵ ۲) ۷/۲ ۳) ۶/۵ ۴) ۶/۲

۷- متحرکی روی خط راست مسیر ۳۶۰ متری را در یک جهت با سرعت متوسط $30m/s$ طی می‌کند. سپس ۲۴۰ متر از همین مسیر را با سرعت متوسط $20m/s$ بازمی‌گردد. تندی متوسط این متحرک چند m/s با سرعت متوسط آن در این بازهٔ حرکتی تفاوت دارد؟

۱) ۲۵ ۲) ۵ ۳) ۲۰ ۴) ۱۵

۸- معادلهٔ مکان - زمان متحرکی که روی محور xها حرکت می‌کند در SI به صورت $x = -4t^2 + 5t + 1$ است. سرعت متوسط در بازهٔ ۲s آغازین حرکت چند m/s است؟

۱) ۳ ۲) −۳ ۳) ۵ ۴) −۵

۹- معادلهٔ حرکت جسمی که روی محور xها در حرکت است در SI به صورت $x = 0/02\sin \pi t$ است. سرعت متوسط متحرک در بازهٔ $t_1 = \frac{1}{6}s$ تا $t_2 = \frac{5}{6}s$ چند m/s است؟

۱) صفر ۲) $\frac{12}{500}$ ۳) $\frac{12}{250}$ ۴) $\frac{6}{250}$

۱۰- ذره‌ای از مکان $\vec{r}_A = 2\vec{i} - 3\vec{j}$ ابتدا به مکان $\vec{r}_B = \vec{i} - \vec{j}$ و سپس به مکان $\vec{r}_C = \vec{i} + \vec{j}$ می‌رود. بزرگی جابه‌جایی این ذره از ابتدا تا انتهای مسیر چند متر است؟ (یکاها در SI)

۱) $\sqrt{17}$ ۲) ۵ ۳) ۲ ۴) $2\sqrt{5}$

۱۱- معادلهٔ حرکت متحرکی در SI به صورت $x = 2/5 + \cos(\pi t - \frac{\pi}{2})$ می‌باشد. جابه‌جایی متحرک بعد از گذشت ۳/۵ ثانیه از شروع حرکت چند متر است؟

۱) صفر ۲) −۱ ۳) ۱ ۴) ۲

۱۲- متحرکی در صفحهٔ xoy از نقطهٔ $M(۷,۴)$ در مدت ۵s به نقطهٔ $N(۷,۰)$ رفته و سپس از این نقطه در مدت ۲s به نقطهٔ $P(-۱,-۶)$ می‌رود. سرعت متوسط در کل مسیر چند متر بر ثانیه است؟ (تمام واحدها در SI است.)

۱) $\frac{\sqrt{۱۰۱}}{۷}$ ۲) $\frac{۲\sqrt{۱۰۱}}{۷}$ ۳) $\frac{۳\sqrt{۴۱}}{۷}$ ۴) $\frac{۲\sqrt{۴۱}}{۷}$

۱۳- متحرکی به مدت ۵۰ ثانیه با سرعت $۱/۶m/s$ به سمت شرق و سپس ۳۰ ثانیه با سرعت $۲m/s$ به سمت شمال می‌رود. سرعت متوسط آن در این جابه‌جایی چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۱/۸ ۲) ۱/۷۵ ۳) ۱/۲۵ ۴) ۱/۵

۱۴- مطابق شکل یک حلقه به شعاع ۱m روی سطح افقی بدون لغزش می‌چرخد و نقطهٔ M که با سطح زمین در تماس است در مبدأ مختصات قرار دارد. پس از نیم‌دور چرخش حلقه، اندازهٔ جابه‌جایی نقطهٔ M برابر کدام گزینه است؟ $(\pi \approx ۳)$

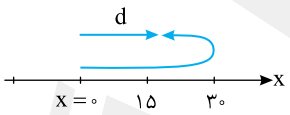
۱) $\sqrt{۱۱}$ ۲) $\sqrt{۱۳}$ ۳) $\sqrt{۱۷}$ ۴) $\sqrt{۱۹}$

۱۵- متحرکی روی خط راست t ثانیه اول مسیر را با تندی متوسط $۳۰m/s$ و در ادامه $\frac{t}{۲}$ در همان جهت با تندی متوسط $۴m/s$ و سپس $\frac{t}{۲}$ با تندی متوسط $۱۶m/s$ در جهت مخالف طی می‌کند. تندی متوسط چند برابر اندازهٔ سرعت متوسط می‌باشد؟

۱) $\frac{۵}{۳}$ ۲) ۱ ۳) $\frac{۷}{۵}$ ۴) $\frac{۳}{۵}$

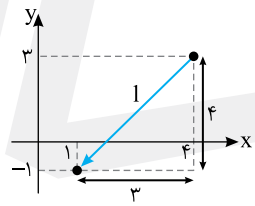
فصل اول / بخش اول
پاسخ‌پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- گزینهٔ ۲ با توجه به شکل مسافت طی‌شده برابر $۳۰+۱۵=۴۵m$ و جابه‌جایی $d=۱۵m$ است. از این رو:



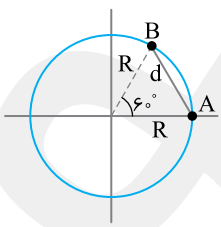
$$\frac{l}{d}=\frac{۴۵}{۱۵}=۳$$

۲- گزینهٔ ۱ چون جابه‌جایی روی خط راست است پس مسیر حرکت به صورت روبه‌رو است.



طبق فیثاغورس: $l=\sqrt{۳^۲+۴^۲}=۵m$

۳- گزینهٔ ۱ جابه‌جایی برابر بردار d است. با توجه به شکل مثلث AOB مثلثی است که دو ضلع برابر (شعاع‌های دایره) و یک زاویه آن ۶۰° می‌باشد پس این مثلث متساوی‌الاضلاع است و $|d|=R$ می‌باشد. همچنین مسافت طی شده برابر $\frac{۶۰}{۳۶۰}=\frac{۱}{۶}$ دایره است پس مسافت یا همان طول مسیر برابر $l=\frac{۱}{۶}(۲\pi r)=\frac{\pi r}{۳}$ است، در این صورت:



$$\frac{l}{|d|}=\frac{\frac{\pi r}{۳}}{r}=\frac{\pi}{۳}$$

۴- گزینهٔ ۳ با توجه به رابطهٔ $\vec{v}_{av}=\frac{\vec{d}}{\Delta t}$ جهت بردار سرعت متوسط همواره در جهت بردار جابه‌جایی است. در این صورت اگر سرعت متوسط منفی شده است، الزاماً جابه‌جایی کل در جهت منفی محور بوده است.

۵- گزینهٔ ۱ تندی متوسط برابر مسافت طی شده بر زمان و سرعت متوسط برابر جابه‌جایی بر زمان است و می‌دانیم مسافت طی شده بزرگ‌تر یا مساوی جابه‌جایی می‌باشد بنابراین:

$$\left.\begin{array}{l} s_{av} \geq v_{av} \\ v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{-۱۰}{۴}=-۲/۵m/s \Rightarrow |v_{av}|=۲/۵m/s \end{array}\right\} \Rightarrow s_{av} \geq ۲/۵m/s$$

بنابراین گزینهٔ (۱) قابل قبول است.

۶- گزینهٔ ۲ جابه‌جایی‌ها روی خط راست در یک جهت انجام شده بنابراین تندی متوسط در هر بازه با اندازهٔ سرعت متوسط در آن بازه برابر است. (B)

زمان حرکت در هر قسمت را به‌دست می‌آوریم. طول کل مسیر را x فرض می‌کنیم.

$$t_1=\frac{\Delta x_1}{v_{av_1}}\Rightarrow t_1=\frac{\frac{x}{2}}{5}=\frac{x}{10}$$

$\frac{1}{3}$ باقی‌ماندهٔ مسیر برابر $\frac{1}{3}x=\frac{1}{6}x$ خواهد شد. از این‌رو: $\Delta x_2=\frac{1}{3}x-\frac{1}{2}x$

$$t_2=\frac{\Delta x_2}{v_{av_2}}\Rightarrow t_2=\frac{\frac{x}{6}}{10}=\frac{x}{60}$$

سرانجام زمان قسمت آخر مسیر برابر می‌شود با:

$$t_3=\frac{\Delta x_3}{v_{av_3}}\Rightarrow t_3=\frac{x-(\frac{x}{2}+\frac{x}{6})}{15}=\frac{\frac{x}{3}}{15}\Rightarrow t_3=\frac{x}{45}$$

اکنون سرعت متوسط را به‌دست می‌آوریم:

$$v_{av}=\frac{\Delta x_1+\Delta x_2+\Delta x_3}{t_1+t_2+t_3}\Rightarrow v_{av}=\frac{x}{\frac{x}{10}+\frac{x}{60}+\frac{x}{45}}\Rightarrow v_{av}=\frac{x}{\frac{18x+3x+4x}{180}}\Rightarrow v_{av}=\frac{180}{25}=7/2\,m/s$$

۷- گزینهٔ ۳ متحرک روی خط راست ۳۶۰ متر را با سرعت متوسط $30\,m/s$ طی کرده و سپس ۲۴۰m را با سرعت متوسط $20\,m/s$ بازگشته است. زمان طی این مسیر خواهد شد: (A)

$$t_1=\frac{d}{v_{av}}\Rightarrow t_1=\frac{360}{30}=12s\quad,\quad t_2=\frac{d}{v_{av}}\Rightarrow t_2=\frac{-240}{-20}=12s$$

مسافت طی شده متوسط متحرک برابر است با:

$$l=360+240=600m$$

تندی متوسط خواهد شد:

$$s_{av}=\frac{l}{\Delta t}=\frac{600}{12+12}\Rightarrow s_{av}=25m/s$$

سرعت متوسط خواهد شد:

$$v_{av}=\frac{d}{\Delta t}=\frac{360-240}{12+12}=\frac{120}{24}\Rightarrow v_{av}=5m/s$$

$$s_{av}-v_{av}=25-5=20m/s$$

۸- گزینهٔ ۲ مکان متحرک را در لحظه‌های $t_1=0$ تا $t_2=2s$ به‌دست می‌آوریم: (A)

$$t_1=0\Rightarrow x_1=+1m\quad,\quad t_2=2s\Rightarrow x_2=-4\times4+5\times2+1=-5m$$

سرعت متوسط خواهد شد:

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}\Rightarrow v_{av}=\frac{-5-1}{2-0}=-3m/s$$

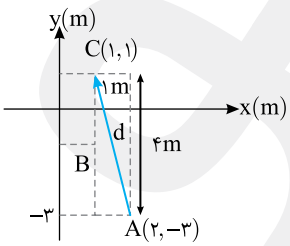
۹- گزینهٔ ۱ مکان را در لحظه‌های t_1 و t_2 به‌دست می‌آوریم: (B)

$$t_1=\frac{1}{6}s\Rightarrow x_1=0/02\sin\frac{\pi}{6}=0/01m\quad,\quad t_2=\frac{5}{6}s\Rightarrow x_2=0/02\sin\frac{5\pi}{6}=0/01m$$

سرعت متوسط خواهد شد:

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{0/01-0/01}{\frac{5}{6}-\frac{1}{6}}=0$$

۱۰- گزینهٔ ۱ جابه‌جایی برداری است که از ابتدای مسیر (نقطهٔ A) به انتهای مسیر (نقطهٔ C) رسم می‌شود. به کمک قضیهٔ فیثاغورس اندازهٔ بردار جابه‌جایی را به‌دست می‌آوریم. (A)



$$AC=\sqrt{4^2+1^2}=\sqrt{17}m$$

۱۱- گزینهٔ ۲ برای به‌دست آوردن جابه‌جایی باید مکان را در لحظه‌های $t=0$ و $t=3/5s$ به‌دست آورده و از هم کم کنیم: (A)

$$t=0\Rightarrow x=2/5+\cos(-\frac{\pi}{2})\Rightarrow x_1=2/5+0=2/5m$$

$$t=3/5s\Rightarrow x=2/5+\cos(3/5\pi-\frac{\pi}{2})\Rightarrow x_2=2/5+\cos3\pi\Rightarrow x_2=2/5-1=1/5m$$

$$\Delta x=x_2-x_1=1/5-2/5=-1m$$

۱۲- گزینهٔ ۴ (B)

سرعت متوسط برابر جابه‌جایی بر زمان است و می‌دانیم جابه‌جایی به نقطهٔ ابتدایی و انتهایی مسیر بستگی دارد. بنابراین:

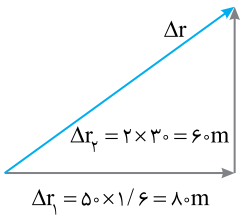
$$|\vec{d}|=|\overrightarrow{MP}|=\sqrt{(x_P-x_M)^2+(y_P-y_M)^2} \Rightarrow |d|=\sqrt{(-8)^2+(-10)^2}=\sqrt{164}=2\sqrt{41}\ m$$

متحرک ۵s از M به N و ۲s از N به P می‌رود پس $t_{کل}=7s$ است:

$$v_{av}=\frac{2\sqrt{41}}{5+2}=\frac{2\sqrt{41}}{7}\ m/s$$

۱۳- گزینهٔ ۳ (B)

ابتدا با توجه به شکل روبه‌رو جابه‌جایی متحرک را به‌دست می‌آوریم:



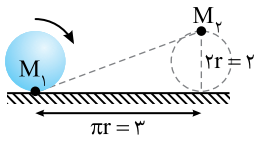
$$\Delta r=\sqrt{\Delta r_1^2+\Delta r_2^2} \Rightarrow \Delta r=\sqrt{80^2+60^2} \Rightarrow \Delta r=100m$$

اکنون سرعت متوسط را به‌دست می‌آوریم:

$$v_{av}=\frac{\Delta r}{\Delta t} \Rightarrow v_{av}=\frac{100}{50+30} \Rightarrow v_{av}=1/25m/s$$

۱۴- گزینهٔ ۲ (B)

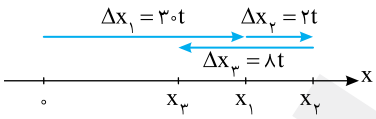
بعد از نیم‌دور چرخیدن چرخ به اندازهٔ نصف محیط دایره $(\frac{2\pi r}{2})$ جلو آمده و نقطهٔ M نیز $\frac{2\pi r}{2}$ تغییر مکان داده است.



$$M_1M_2=\sqrt{2^2+3^2}=\sqrt{13}m$$

۱۵- گزینهٔ ۱ (A)

مسیر حرکت متحرک مطابق شکل روبه‌رو است:



$$l=\Delta x_1+\Delta x_2+\Delta x_3=30t+2t+8t=40t \ ,\ s_{av}=\frac{l}{\Delta t}=\frac{40t}{2t}=20m/s$$

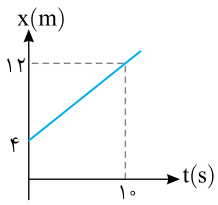
$$|d|=|\Delta x_1+\Delta x_2-\Delta x_3| \Rightarrow d=30t+2t-8t=24t \ ,\ |v_{av}|=\frac{|d|}{\Delta t}=\frac{24t}{2t}=12m/s$$

بنابراین:

$$\frac{s_{av}}{|v_{av}|}=\frac{20}{12}=\frac{5}{3}$$

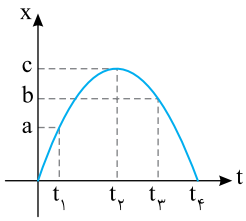
فصل اول / بخش دوم
پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- نمودار مکان - زمان متحرکی در مسیر مستقیم داده شده است. جابه‌جایی متحرک در ۵ ثانیهٔ اول چند متر است؟



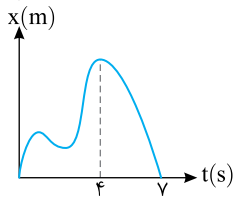
۱) ۲
۲) ۸
۳) ۶
۴) ۴

۲- در کدام‌یک از لحظه‌های نشان داده شده نمودار متحرک بیشترین فاصله را از مبدأ دارد؟ کنکور دهه‌های گذشته



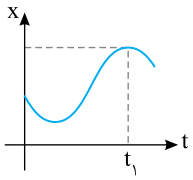
۱) t_1
۲) t_2
۳) t_3
۴) t_4

۳- در نمودار مکان - زمان روبه‌رو، سرعت متوسط در ۴ ثانیهٔ اول چند برابر سرعت متوسط در ۳ ثانیهٔ بعدی است؟



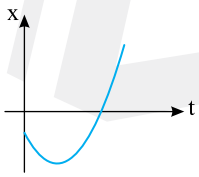
۱) $-\frac{۳}{۴}$
۲) $-\frac{۴}{۳}$
۳) $\frac{۲}{۳}$
۴) $\frac{۳}{۲}$

۴- در یک حرکت بر خط راست نمودار مکان - زمان به شکل مقابل است. در مورد این حرکت در مدت $t=۰$ تا $t=t_1$ کدام درست است؟



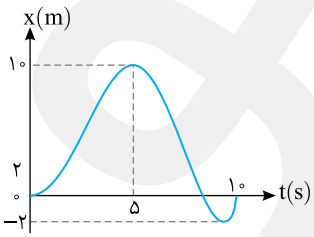
۱) سرعت متوسط منفی است.
۲) سرعت لحظه‌ای در تمام لحظات منفی است.
۳) مسافت و جابه‌جایی با هم برابرند.
۴) بردار مکان تغییر علامت نمی‌دهد.

۵- با توجه به نمودار مکان - زمان شکل مقابل در مورد این حرکت کدام گزینه صحیح است؟



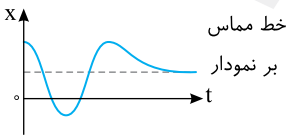
۱) سرعت در $t=۰$ برابر صفر است.
۲) جهت حرکت ثابت است.
۳) سرعت همواره منفی است.
۴) حرکت ابتدا کندشونده و سپس تندشونده است.

۶- نمودار مکان- زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل روبه‌رو است. کدام گزینه در مورد آن درست است؟



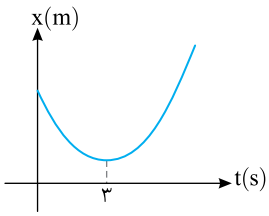
۱) در لحظهٔ $t=۵s$ سرعت متحرک بیشینه است.
۲) پس از شروع حرکت، متحرک تنها یک بار می‌ایستد.
۳) کل مسافت طی شده، توسط متحرک ۲۰ متر است.
۴) متحرک دو بار به نقطهٔ شروع حرکت برگشته است.

۷- در شکل روبه‌رو نمودار مکان- زمان متحرکی رسم شده است. در مدت زمان نشان داده شده در شکل، متحرک چند بار تغییر جهت داده است؟



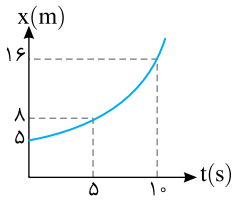
۱) صفر
۲) ۱
۳) ۲
۴) ۳

۸- سهمی شکل مقابل نمودار مکان - زمان متحرکی است که به خط راست حرکت می‌کند. تندی متوسط در کدام‌یک از بازه‌های داده شده با هم برابرند؟



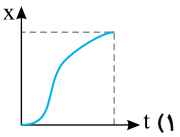
۱) $(۳s, ۴s)$ و $(۲s, ۴s)$
۲) $(۱s, ۵s)$ و $(۳s, ۵s)$
۳) $(۳s, ۶s)$ و $(۰s, ۳s)$
۴) هر سه گزینه درست است.

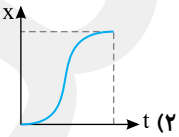
۹- نمودار مکان - زمان متحرکی به شکل روبه‌رو است. نسبت سرعت متوسط در ۵ ثانیه دوم به ۵ ثانیه اول حرکت کدام است؟

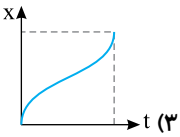


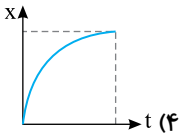
۱) $\frac{۸}{۵}$
۲) $\frac{۱۶}{۵}$
۳) $\frac{۸}{۳}$
۴) ۱

۱۰- کدام نمودار می‌تواند معرف نمودار مکان- زمان خودرویی که از محلی شروع به حرکت کرده و پس از طی مسافتی می‌ایستد، باشد؟

۱) 

۲) 

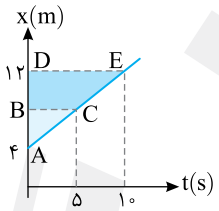
۳) 

۴) 

فصل اول / بخش دوم
پاسخ‌پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- گزینهٔ ۴ (A)

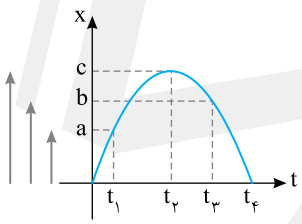
در شکل مثلث‌های ABC و ADE متشابه هستند.



$$\frac{AB}{AD}=\frac{BC}{DE}\Rightarrow\frac{AB}{۱۲-۴}=\frac{۵}{۱۰}\Rightarrow AB=۴m$$

۲- گزینهٔ ۲ (B)

با توجه به شکل روبه‌رو در لحظه‌های $t_۱$، $t_۲$، $t_۳$ و $t_۴$ مکان متحرک در a، b، c و صفر قرار دارد، بنابراین فاصله از مبدأ در نقطهٔ $t_۲$ بیشینه است.



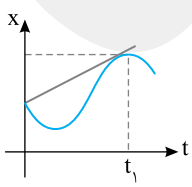
۳- گزینهٔ ۱ (A)

سرعت متوسط را در دو حالت به‌دست آورده و بر هم تقسیم می‌کنیم:

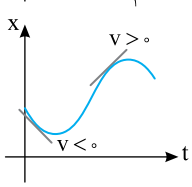
$$\begin{cases} v_{av_۱}=\frac{x-۰}{۴}=\frac{x}{۴} \\ v_{av_۲}=\frac{۰-x}{۷-۴}=-\frac{x}{۳} \end{cases}\Rightarrow\frac{v_{av_۱}}{v_{av_۲}}=-\frac{۳}{۴}$$

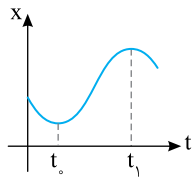
۴- گزینهٔ ۴ (A)

در نمودار مکان زمان، شیب خط بین دو نقطه برابر سرعت متوسط می‌باشد. با توجه به شکل و شیب خط که مثبت است پس در این بازه $(t=۰$ تا $t=t_۱)$ سرعت متوسط مثبت است و گزینهٔ (۱) نادرست است.



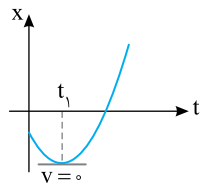
سرعت لحظه‌ای برابر شیب خط مماس بر نمودار مکان زمان می‌باشد، در دو لحظه شیب خط را رسم کرده‌ایم که با توجه به شکل شیب خط اولی منفی و شیب دومی مثبت است، بنابراین در تمام لحظه‌ها، سرعت منفی نبوده و گزینهٔ (۲) نادرست است.



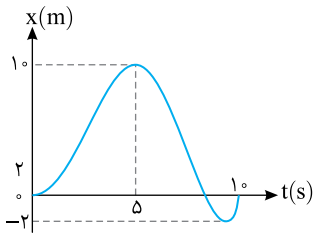


همان‌طور که در نمودار قبل دیدیم در دو لحظهٔ نشان داده شده جهت حرکت تغییر کرده پس مسافت و جابه‌جایی با هم برابر نمی‌باشند و گزینهٔ (۳) نادرست است.

نمودار متحرک از $x=0$ عبور نمی‌کند پس بردار مکان تغییر علامت نمی‌دهد و گزینهٔ (۴) درست است.



۵- گزینهٔ ۴ شیب خط مماس در $t=0$ افقی نیست پس در این لحظه سرعت صفر نیست و گزینهٔ (۱) نادرست است. در نقاط بیشینه و کمینه نمودار مکان - زمان، جهت حرکت تغییر می‌کند. پس متحرک یک بار تغییر جهت داده است و گزینهٔ (۱) نادرست است. در ابتدا شیب خط مماس از صفر تا t_1 منفی و سپس مثبت است از این رو سرعت ابتدا منفی و سپس مثبت است و گزینهٔ (۳) نادرست است. اگر مماس بر نمودار را رسم کنیم در ابتدا اندازهٔ شیب خط مماس کاهش می‌یابد و در t_1 صفر می‌شود. یعنی سرعت کاهش یافته و حرکت تا لحظهٔ t_1 کندشونده است و بعد از t_1 شیب خط مماس افزایش می‌یابد و حرکت بعد از t_1 تندشونده است و گزینهٔ (۴) درست است.

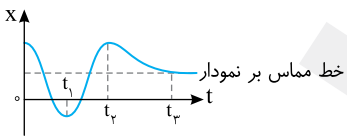


۶- گزینهٔ ۴ گزینهٔ (۱) نادرست است، زیرا در لحظهٔ $t=5s$، سرعت متحرک صفر است. (در نقطه‌های اکسترمم نمودار مکان- زمان، سرعت صفر است.)

گزینهٔ (۲) نادرست است، زیرا نمودار دارای یک نقطهٔ ماکزیمم و یک نقطهٔ مینیمم است، یعنی دو بار سرعت صفر شده است.

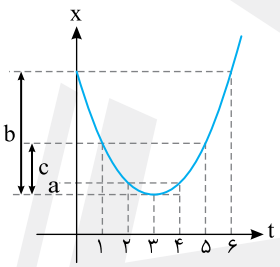
گزینهٔ (۳) نادرست است، اگر به نمودار دقت کنید متحرک از مبدأ شروع به حرکت کرده، به مکان $+10$ متری می‌رود، سپس به مکان -2 متری رفته و سرانجام به مبدأ $x=0$ برمی‌گردد، پس $(10+12+2=24m)$ مسافت طی کرده است. البته جابه‌جایی در این مدت صفر است.

گزینهٔ (۴) درست است، زیرا نمودار دو بار محور زمان را قطع کرده است یعنی دو بار مکان صفر شده و متحرک دو بار به مبدأ که همان نقطه شروع حرکت است، برگشته است.



۷- گزینهٔ ۳ با توجه به شکل، سرعت متحرک دو بار تغییر جهت داده است، زیرا در دو نقطه، سرعت صفر شده و تغییر علامت داده است. (لحظات t_1 و t_2)

۸- گزینهٔ ۴ نمودار سهمی نسبت به رأس متقارن می‌باشد. بنابراین:



$$\left.\begin{array}{l} t=3s \text{ تا } t=4s \Rightarrow s_{av}=\frac{a}{1}=a \\ t=2s \text{ تا } t=4s \Rightarrow s_{av}=\frac{a+a}{4-2}=a \end{array}\right\} \Rightarrow \text{در این دو بازه تندی متوسط با هم برابرند}$$

$$\left.\begin{array}{l} t=3s \text{ تا } t=5s \Rightarrow s_{av}=\frac{c}{2} \\ t=1s \text{ تا } t=5s \Rightarrow s_{av}=\frac{2c}{4}=\frac{c}{2} \end{array}\right\} \Rightarrow \text{در این دو بازه تندی متوسط با هم برابرند}$$

$$\left.\begin{array}{l} t=0 \text{ تا } t=3s \Rightarrow s_{av}=\frac{b}{3} \\ t=3s \text{ تا } t=6s \Rightarrow s_{av}=\frac{b}{3} \end{array}\right\} \Rightarrow \text{در این دو بازه تندی متوسط با هم برابرند}$$

۹- گزینهٔ ۳ سرعت متوسط بنا به تعریف برابر است با:

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \frac{v_{av(5s\to 10s)}}{v_{av(0\to 5s)}}=\frac{\frac{16-8}{10-5}}{\frac{8-5}{5-0}}=\frac{8}{3}$$

۱۰- گزینهٔ ۲ خودرو از حال سکون شروع به حرکت کرده، بنابراین نمودار در لحظهٔ $t=0$ باید بر محور زمان مماس باشد. همچنین در نهایت خودرو متوقف شده است و باید خط مماس بر نمودار در این لحظه موازی محور زمان باشد.

فصل اول / بخش سوم
پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- معادلهٔ حرکت متحرکی $x=-5t+6$ است. کدام گزینه در مورد آن درست است؟

۱) متحرک همواره در حال دور شدن از مبدأ است.
۲) متحرک همواره در حال نزدیک شدن به مبدأ است.
۳) جابه‌جایی متحرک در زمان $t=2s$ برابر -4 است.
۴) مسافتی که متحرک در مدت $2s$ می‌پیماید، ۱۰ متر است.

۲- جسمی با سرعت ثابت روی خط راست حرکت می‌کند. اگر در لحظهٔ $t_1=2s$ فاصلهٔ آن از مبدأ مکان برابر با $-11m$ و در لحظهٔ $t_2=7s$ فاصلهٔ آن از مبدأ مکان برابر با $-31m$ باشد، معادلهٔ مکان- زمان آن در SI کدام است؟ مشابه کنکور دهه‌های گذشته

۱) $x=-4t-3$
۲) $x=-4t+11$
۳) $x=4t+11$
۴) $x=4t+3$

۳- متحرکی با سرعت ثابت روی محور xها در حال حرکت است. اگر این متحرک در لحظهٔ $t_1=1s$ در مکان $x_1=3m$ و در لحظهٔ $t_2=3s$ در مکان $x_2=-5m$ باشد، در لحظهٔ $t=0/5s$ در چه مکانی برحسب متر است؟

۱) ۵
۲) -5
۳) ۳
۴) -3

۴- در یک بزرگراه بیشینه سرعت مجاز خودرو را از $120\,km/h$ به $90\,km/h$ کاهش داده‌اند. خودرویی که فاصلهٔ میان دو نقطهٔ مشخص از مسیر را با فاصلهٔ $360km$ از هم، با بیشینه سرعت مجاز می‌پیماید، چند ساعت دیرتر به مقصد می‌رسد؟

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۵- متحرکی با سرعت ثابت $15m/s$ از نقطهٔ A روی خط راست می‌گذرد، $4s$ بعد متحرک دیگری در همان جهت با سرعت ثابت $25m/s$ از نقطهٔ A می‌گذرد، چند ثانیه بعد از لحظهٔ گذر متحرک اول از نقطهٔ A، متحرک دوم به متحرک اول می‌رسد؟

۱) ۲۰
۲) ۱۰
۳) ۱۵
۴) ۸

۶- متحرکی از پایین سطح شیبداری با سرعت ثابت v به سمت بالای سطح حرکت می‌کند. اگر مدت زمانی که طول می‌کشد تا متحرک به ارتفاع h برسد، t_1 باشد و مدت زمانی که از ارتفاع h به ارتفاع $\frac{3}{2}h$ می‌رسد t_2 باشد، $\frac{t_2}{t_1}$ برابر کدام است؟

۱) ۲
۲) $\frac{1}{2}$
۳) $\frac{1}{3}$
۴) اطلاعات سؤال کافی نیست.

۷- از دو نقطه به فاصله $12/5\,km$، دو اتومبیل A و B با سرعت‌های ثابت $v_A=15km/h$ و $v_B=25km/h$ به طرف یکدیگر به حرکت در می‌آیند. اگر اتومبیل A ده دقیقه زودتر حرکت کند، وقتی دو اتومبیل به هم می‌رسند اتومبیل B چند کیلومتر مسافت طی کرده است؟

۱) ۳/۷۵
۲) ۵
۳) ۷/۵
۴) ۶/۲۵

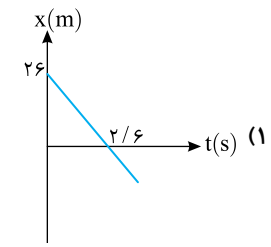
۸- دو جسم در فاصلهٔ $150m$ از یکدیگر با سرعت‌های ثابت $20m/s$ و $30m/s$ در یک جهت حرکت می‌کنند. پس از چند ثانیه از شروع حرکت فاصلهٔ دو جسم از هم برابر با $400m$ می‌شود؟

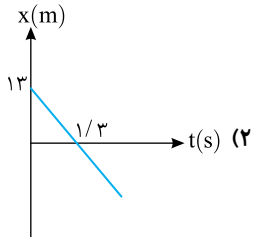
۱) ۵۵
۲) ۳۵
۳) ۲۵
۴) گزینه‌های (۱) یا (۳) می‌توانند درست باشند.

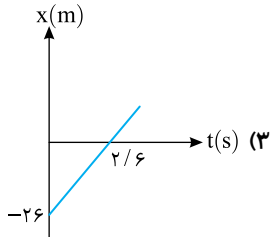
۹- قطاری از روی پلی به طول ۴۵۰ متر می‌گذرد. اگر سرعت آن ثابت و $25m/s$ باشد و ۳۰ ثانیه طول بکشد تا از پل عبور کند، طول قطار چند متر است؟ کنکور دهه‌های گذشته

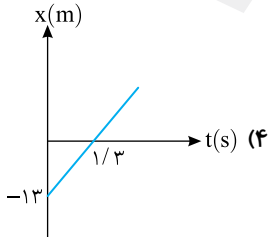
۱) ۳۰۰
۲) ۴۰۰
۳) ۶۰۰
۴) ۸۰۰

۱۰- متحرکی با سرعت ثابت حرکت می‌کند، اگر در لحظهٔ $t_1=2s$ در مکان $x_1=-6m$ و در لحظهٔ $t_2=8s$ در مکان $x_2=54m$ باشد، کدام گزینه نمودار مکان - زمان این متحرک می‌باشد؟ مشابه کنکور دهه‌های گذشته

۱)


۲)


۳)


۴)


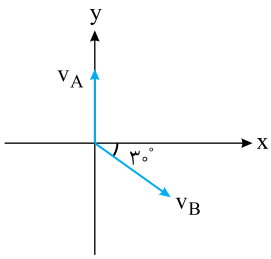
۱۱- دو متحرک از نقطه‌های A و B روی خط راست با سرعت‌های ثابت v و ۳v به طرف یکدیگر شروع به حرکت می‌کنند و پس از t ثانیه در نقطهٔ C به هم می‌رسند. متحرک کندرو در ادامهٔ حرکت خود پس از چند t به محل آغاز حرکت متحرک تندرو می‌رسد؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۱ ۲) ۳ ۳) $\frac{۴}{۳}$ ۴) $\frac{۱}{۳}$

۱۲- دو هواپیما با سرعت‌های ۶۰۰ و ۸۰۰ کیلومتر بر ساعت هم‌زمان از یک فرودگاه به مقصد فرودگاه دیگری به فاصله ۱۲۰۰ کیلومتر پرواز می‌کنند، هواپیمای سریع‌تر چند دقیقه زودتر می‌رسد؟

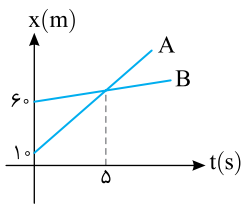
۱) ۱۵ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

۱۳- در شکل روبه‌رو، دو جسم A و B در صفحهٔ افقی xoy هم‌زمان از مبدأ با سرعت‌های یکسان و ثابت $۸m/s$ در دو جهت نشان داده شده شروع به حرکت می‌کنند. فاصلهٔ دو جسم از یکدیگر پس از $۴s$ چند متر است؟



۱) ۳۲ ۲) $\frac{۳۲\sqrt{۳}}{۳}$ ۳) $۳۲\sqrt{۳}$ ۴) ۶۴

۱۴- نمودار مکان زمان دو متحرک A و B که هم‌زمان به حرکت در آمده‌اند مطابق شکل مقابل است. چند ثانیه پس از شروع حرکت فاصلهٔ دو متحرک از یکدیگر ۱۰m می‌شود؟



۱) ۶
۲) ۸
۳) ۴
۴) گزینهٔ (۱) و (۳) درست است.

۱۵- به نظر مسافری ساکن در یک قطار که با سرعت $۴۵km/h$ از یک ایستگاه عبور کرده و به سمت شرق می‌رود، قطاری با سرعت $۷۵km/h$ از ایستگاه گذشته و به سمت غرب می‌رود. سرعت قطار دوم از دید سوزنبان ایستگاه چند کیلومتر بر ساعت است؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۳۰ ۲) ۶۰ ۳) ۷۵ ۴) ۱۲۰

فصل اول / بخش سوم
پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- گزینهٔ ۴ متحرک در لحظهٔ $t=۰$ در مکان ۶+ متری و در لحظهٔ $t=۱s$ در مکان $x=+۱$ متری و در لحظهٔ $t=۲s$ در مکان ۴− متری مبدأ قرار دارد. پس ابتدا در حال نزدیک شدن به مبدأ و سپس در حال دور شدن از مبدأ است و نیز در لحظهٔ $t=۲s$ مکان آن ۴− متر است نه جابه‌جایی آن، پس گزینه‌های (۱)، (۲) و (۳) نادرست هستند. چون سرعت متحرک $۵m/s$ درخلاف جهت محور است، در مدت ۲s مسافت ۱۰ متر (۵×۲) را در خلاف جهت محور می‌پیماید. بنابراین گزینهٔ (۴) درست است.

۲- گزینهٔ ۱ معادلهٔ مکان- زمان حرکت با سرعت ثابت روی خط راست به صورت $x=vt+x_۰$ است.

$$\begin{cases} t_۱=۲s \\ x_۱=-۱۱m \end{cases} \Rightarrow -۱۱=۲v+x_۰ \quad , \quad \begin{cases} t_۲=۷s \\ x_۲=-۳۱ \end{cases} \Rightarrow -۳۱=۷v+x_۰$$

دو رابطهٔ به‌دست آمده را از هم کم می‌کنیم:

$$-۱۱-(-۳۱)=۲v-۷v \Rightarrow +۲۰=-۵v \Rightarrow v=-۴m/s$$

اکنون مکان اولیه را به‌دست می‌آوریم:

$$-۱۱=۲\times(-۴)+x_۰ \Rightarrow x_۰=-۳m$$

بنابراین معادلهٔ مکان - زمان جسم خواهد شد:

$$x=-۴t-۳$$

۳- گزینهٔ ۱ برای به‌دست آوردن معادله حرکت به روش زیر عمل می‌کنیم:

$$x=vt+x_۰ \xrightarrow[t_۲=۳s]{t_۱=۱s} \begin{matrix} ۳=v+x_۰ \\ -۵=۳v+x_۰ \end{matrix} \Rightarrow ۸=-۲v \Rightarrow v=-۴m/s \ , \ x_۰=۷m$$

در این صورت معادله حرکت خواهد شد:

$$x=-۴t+۷ \xrightarrow{t=۰/۵s} x=-۴\times۰/۵+۷ \Rightarrow x=۵m$$

۴- گزینهٔ ۱ (A)

اگر بیشینه سرعت $۱۲۰m/h$ باشد داریم:

$$x=vt\Rightarrow ۳۶۰=۱۲۰\times t\Rightarrow t=۳h$$

اگر بیشینه سرعت $۹۰km/h$ باشد داریم:

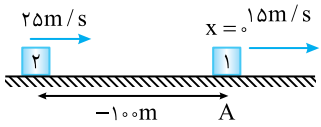
$$x=vt\Rightarrow ۳۶۰=۹۰t\Rightarrow t=۴h$$

بنابراین با کاهش حداکثر سرعت مجاز، متحرک ۱ ساعت دیرتر می‌رسد.

۵- گزینهٔ ۲ (B)

متحرک دوم پس از $۴s$ به نقطهٔ A می‌رسد بنابراین فاصلهٔ محل حرکت متحرک دوم تا نقطهٔ A برابر است با:

$$\Delta x=vt=۲۵\times ۴=۱۰۰m$$



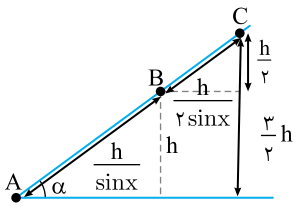
اکنون فرض می‌کنیم دو متحرک هم‌زمان حرکت کرده‌اند. اولی از نقطه A با سرعت $۱۵m/s$ و دومی از مکان $-۱۰۰m$ با سرعت $۲۵m/s$.

$$x_۱=x_۲\Rightarrow ۱۵t=۲۵t-۱۰۰\Rightarrow ۱۰۰=۱۰t\Rightarrow t=۱۰s$$

۶- گزینهٔ ۲ (A)

متحرک مسافت A تا B را که برابر $\frac{h}{\sin\alpha}$ است با سرعت ثابت v طی می‌کند:

$$AB=v\Delta t\Rightarrow \frac{h}{\sin\alpha}=vt_۱\Rightarrow t_۱=\frac{h}{v\sin\alpha}$$



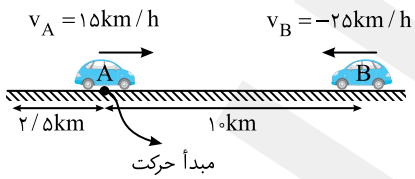
هم‌چنین متحرک مسافت B تا C را که برابر $\frac{h}{۲\sin\alpha}$ است نیز با همان سرعت ثابت v طی می‌کند بنابراین:

$$BC=v\Delta t\Rightarrow \frac{h}{۲\sin\alpha}=vt_۲\Rightarrow t_۲=\frac{h}{۲v\sin\alpha}$$

$$\frac{t_۲}{t_۱}=\frac{\frac{h}{۲v\sin\alpha}}{\frac{h}{v\sin\alpha}}=\frac{۱}{۲}$$

۷- گزینهٔ ۴ (A)

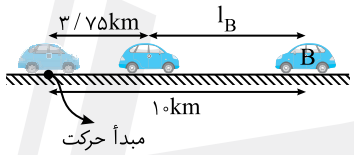
متحرک A با سرعت $v_A=۱۵km/h$، ده دقیقه زودتر راه افتاده که در این مدت به اندازهٔ $vt=۱۵\times\frac{۱۰}{۶۰}=۲/۵km$ به اتومبیل B نزدیک شده بنابراین فاصلهٔ آن‌ها از هم $۱۲/۵-۲/۵=۱۰km$ شده است، معادله حرکت هر یک را می‌نویسیم.



$$\begin{cases} x_A=۱۵t \\ x_B=-۲۵t+۱۰ \end{cases} \xrightarrow[\text{رسیدن به هم}]{\text{در لحظه}} x_A=x_B\Rightarrow ۱۵t=-۲۵t+۱۰\Rightarrow t=۰/۲۵h$$

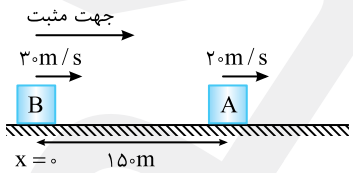
مکان متحرک A در این لحظه $x_A=x_B=۱۵\times ۰/۲۵=۳/۷۵km$ بنابراین مسافت طی شده توسط B خواهد شد:

$$l_B=۱۰-۳/۷۵=۶/۲۵km$$



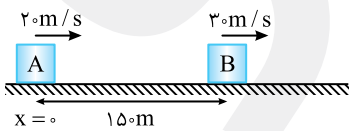
۸- گزینهٔ ۴ (B)

در صورت سؤال ذکر نشده است که کدام متحرک جلوتر می‌باشد بنابراین این تست دو جواب خواهد داشت. (۱) متحرک با سرعت $v_A=۲۰m/s$، $۱۵۰m$ جلوتر باشد و چون سرعت این متحرک از متحرک دیگر $(v_B=۳۰m/s)$ کمتر است پس متحرک B پس از شروع حرکت به متحرک A نزدیک می‌شود و سپس از آن سبقت می‌گیرد و فاصلهٔ $۴۰۰m$ پس از سبقت از A اتفاق می‌افتد.



$$\begin{cases} x_B=۳۰t \\ x_A=۲۰t+۱۵۰ \end{cases}\Rightarrow x_B-x_A=۴۰۰m\Rightarrow ۱۰t-۱۵۰=۴۰۰\Rightarrow t=۵۵s$$

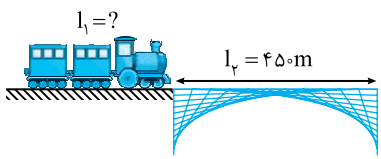
حالت (۲): متحرک B با سرعت $۳۰m/s$ جلوتر باشد و چون سرعتش از سرعت متحرک $(۱۰m/s)A$ بیشتر است، همواره جلوتر از متحرک A قرار دارد.



$$\begin{cases} x_A=۲۰t \\ x_B=۳۰t+۱۵۰ \end{cases}\Rightarrow x_B-x_A=۴۰۰\Rightarrow ۱۰t+۱۵۰=۴۰۰\Rightarrow t=۲۵s$$

۹- گزینهٔ ۱ (A)

با توجه به شکل روبه‌رو برای عبور کامل قطار از روی پل، قطار باید جابه‌جایی برابر مجموع طول پل و قطار را طی کند.



$$\begin{cases} \Delta x=l_۱+l_۲ \\ \Delta x=vt \end{cases}\Rightarrow l_۱+l_۲=vt\Rightarrow l_۱+۴۵۰=۲۵\times ۳۰\Rightarrow l_۱=۳۰۰m$$

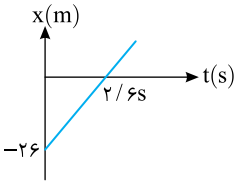
۱۰- گزینهٔ ۳ (B) با توجه به اینکه حرکت سرعت ثابت می‌باشد پس سرعت متوسط و سرعت جسم باهم برابر می‌باشد:

$$v=v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۵۴-(-۶)}{۸-۲}=\frac{۶۰}{۶}=۱۰\,m/s$$

بنابراین معادلهٔ حرکت به صورت $x=۱۰t+x_۰$ می‌باشد.

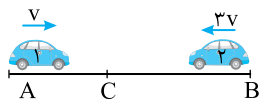
$$\begin{cases} t_۱=۲s \\ x_۱=-۶m \end{cases} \Rightarrow -۶=۲۰+x_۰ \Rightarrow x_۰=-۲۶m$$

معادلهٔ حرکت $x=۱۰t-۲۶$ است، اکنون نمودار را رسم می‌کنیم:



$$x=۰ \Rightarrow ۰=۱۰t-۲۶ \Rightarrow t=۲/۶s$$

۱۱- گزینهٔ ۲ (A) مطابق شکل، در لحظه‌ای که دو متحرک در نقطهٔ C به هم می‌رسند، متحرک کندرو مسافت $AC=vt$ و متحرک تندرو مسافت $BC=۳vt$ را می‌پیمایند. پس:



$$\frac{BC}{AC}=\frac{۳vt}{vt} \Rightarrow BC=۳AC$$

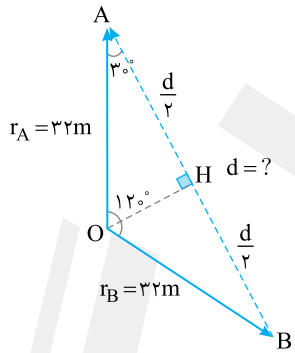
دقت کنید متحرک کندرو با سرعت ثابت v، AC را در مدت t طی کرده است، پس مسیر CB را که ۳ برابر AC است در مدت ۳t طی می‌کند.

۱۲- گزینهٔ ۳ (A) زمان پرواز هر هواپیما را به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta x=vt \begin{cases} ۱۲۰۰=۶۰۰t_۱ \Rightarrow t_۱=۲h \\ ۱۲۰۰=۸۰۰t_۲ \Rightarrow t_۲=۱/۵h \end{cases}$$

در این صورت هواپیمای سریع‌تر $(۲-۱/۵=۰/۵h=۳۰\,min)$ سی دقیقه زودتر به مقصد می‌رسد.

۱۳- گزینهٔ ۳ (B) متحرک A در امتداد محور y ها در مدت ۴s، جابه‌جایی‌اش برابر $۸\times۴=۳۲m$ و جابه‌جایی متحرک B نیز ۳۲ متر است. فاصلهٔ دو متحرک از هم را به‌دست می‌آوریم. مثلث OAB متساوی‌الساقین است، ارتفاع آن را رسم می‌کنیم. در مثلث OAH می‌توان نوشت:



$$\cos ۳۰^\circ=\frac{\frac{d}{۲}}{OA} \Rightarrow \frac{\sqrt{۳}}{۲}=\frac{d}{۲\times۳۲} \Rightarrow d=۳۲\sqrt{۳}m$$

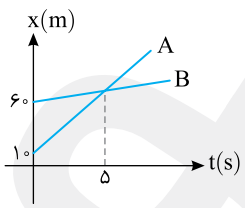
۱۴- گزینهٔ ۴ (C) با توجه به خطی بودن نمودار x−t دو متحرک A و B، حرکت این دو با سرعت ثابت است.

$$x_A=v_At+۱۰ \quad , \quad x_B=v_Bt+۶۰$$

در لحظهٔ $t=۵s$ دو متحرک به هم رسیده‌اند یعنی $x_A=x_B$ شده است.

$$x_A=x_B \Rightarrow ۵v_A+۱۰=۵v_B+۶۰ \Rightarrow ۵(v_A-v_B)=۵۰ \Rightarrow v_A-v_B=۱۰m/s$$

فاصلهٔ دو متحرک $|x_A-x_B|$ برابر ۱۰m خواسته شده است.



$$|x_A-x_B|=|v_At+۱۰-(v_Bt+۶۰)|=۱۰ \Rightarrow |(v_A-v_B)t-۵۰|=۱۰$$

$$\xrightarrow{(۱)} (v_A-v_B)t-۵۰=۱۰ \xrightarrow{v_A-v_B=۱۰} t=۶s$$

$$\xrightarrow{(۲)} (v_A-v_B)t-۵۰=-۱۰ \xrightarrow{v_A-v_B=۱۰} t=۴s$$

۱۵- گزینهٔ ۱ (A) دو متحرک خلاف جهت هم در حرکت هستند:

$$v_{نسبی}=v_۱+v_۲ \Rightarrow ۷۵=۴۵+v_۲ \Rightarrow v_۲=۳۰km/h$$

فصل اول / بخش چهارم
پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- متحرکی روی محور x ها در حرکت است و در لحظه $t_1 = ۲s$ با سرعت $v_1 = ۲m/s$ هم‌جهت محور x و در لحظهٔ $t_2 = ۵s$ با سرعت $v_2 = ۴m/s$ در خلاف جهت محور x در حرکت است. شتاب متوسط آن در این بازهٔ زمانی چند m/s^2 است؟

۱) -۲ ۲) ۲ ۳) $\frac{۲}{۳}$ ۴) $\frac{-۲}{۳}$

۲- معادلهٔ سرعت - زمان متحرکی که روی محور xها درحرکت می‌باشد، در SI به صورت $v = t^2 - ۲t$ است. شتاب متوسط در دو ثانیهٔ سوم چند m/s^2 است؟

۱) ۸ ۲) ۵ ۳) -۸ ۴) -۵

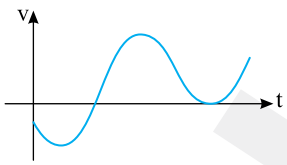
۳- معادلهٔ سرعت - زمان و شتاب - زمان متحرکی به‌صورت $\begin{cases} v = t^2 + ۲t + ۱ \\ a = ۲t + ۲ \end{cases}$ است. اگر شتاب متوسط در بازهٔ $t_1 = ۱s$ تا $t_2 = ۳s$ برابر شتاب در لحظهٔ $t = b$ باشد، b چند ثانیه است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴- ذره‌ای با تندی ثابت محیط دایره‌ای به طول ۲۰ متر را در مدت ۴s طی می‌کند، بزرگی شتاب متوسط این ذره در مدت ۲s چند m/s^2 است؟

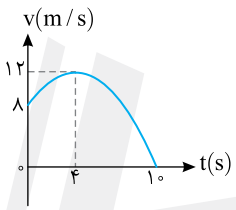
۱) صفر ۲) ۷/۵ ۳) ۲/۵ ۴) ۵

۵- در شکل روبه‌رو نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی خط راست در حرکت است، رسم شده است. نیروی خالص وارد بر متحرک چند بار تغییر جهت داده است؟



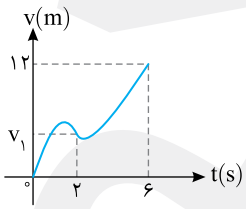
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶- در شکل روبه‌رو، بزرگی شتاب متوسط در قسمت تندشونده چند برابر بزرگی شتاب متوسط در قسمت کندشونده است؟



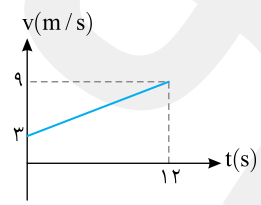
۱) ۱ ۲) $\frac{۱}{۳}$ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) ۲

۷- نمودار سرعت - زمان متحرکی که بر روی محور x ها حرکت می‌کند، به‌صورت روبه‌رو است. اگر شتاب متوسط در دو ثانیهٔ اول حرکت دو برابر شتاب متوسط در چهار ثانیهٔ بعدی باشد، v_1 چند متر بر ثانیه است؟ قلم‌چی



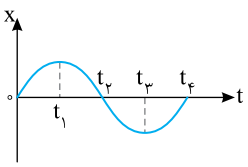
۱) ۶ ۲) ۸ ۳) ۹ ۴) ۱۰

۸- اگر نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x ها در حرکت است، مطابق شکل روبه‌رو باشد، شتاب و سرعت جسم در لحظهٔ $t = ۵s$ به ترتیب از راست به چپ چند m/s^2 و چند m/s است؟



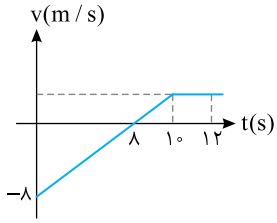
۱) ۰/۵ ، ۵/۵ ۲) ۵/۵ ، ۰/۵
۳) ۰/۲۵ ، ۶ ۴) ۶ ، ۰/۲۵

۹- در شکل روبه‌رو نمودار مکان - زمان متحرکی که روی خط راست در حرکت است رسم شده است. کدام گزینه نادرست است؟



۱) متحرک در بازهٔ t_1 تا t_3 در خلاف جهت محور در حرکت است.
۲) شتاب حرکت یک بار تغییر جهت داده است.
۳) سرعت در بازهٔ t_1 تا t_2 منفی است.
۴) شتاب حرکت همواره مثبت است.

۱۰- نمودار سـرعت - زمان متحرکی که روی محور x ها در حرکت است، مطابق شکل روبه‌رو است. در بازهٔ $t_1=4s$ تا $t_2=12s$ شتاب متوسط چند متر بر مجذور ثانیه است؟



۱) ۱
۲) ۰/۶
۳) ۰/۸
۴) ۰/۷۵

فصل اول / بخش چهارم
پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- گزینهٔ ۱ (A)

در لحظهٔ t_1 جهت حرکت متحرک در جهت محور x می‌باشـد، بنابراین سـرعت متحرک مثبت می‌باشـد و در لحظهٔ t_2 سرعت متحرک در خلاف جهت محور x در حرکت می‌باشد، بنابراین سرعت در این لحظه منفی می‌باشد.

$$t_1=2s\Rightarrow v_1=+2m/s\ ,\ t_2=5s\Rightarrow v_2=-4m/s\Rightarrow a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{v_2-v_1}{\Delta t}=\frac{-4-2}{5-2}=\frac{-6}{3}=-2m/s^2$$

۲- گزینهٔ ۱ (A)

دو ثانیهٔ سوم یعنی بازهٔ زمانی بین $t_1=4s$ تا $t_2=6s$ بنابراین ابتدا سرعت را در این لحظه‌ها به‌دست می‌آوریم:

$$t_1=4s\Rightarrow v_1=16-8=8m/s\ ,\ t_2=6s\Rightarrow v_2=36-12=24m/s\quad ,\quad a_{av}=\frac{v_2-v_1}{t_2-t_1}\Rightarrow a_{av}=\frac{24-8}{6-4}=8m/s^2$$

۳- گزینهٔ ۲ (B)

شتاب متوسط در بازهٔ $t_1=1s$ تا $t_2=3s$ به کمک معادلهٔ سرعت زمان را حساب می‌کنیم

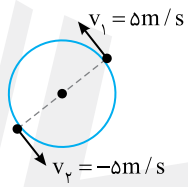
$$v_{t=3s}=3^2+2(3)+1=16m/s,\ v_{t=1s}=1^2+2(1)+1=4m/s\Rightarrow a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{16-4}{3-1}=6m/s^2$$

اکنون در معادلهٔ شتاب - زمان لحظه‌ای که در صورت مسأله داده شده است، شتاب را برابر $6m/s^2$ و t را برابر b قرار می‌دهیم:

$$a=2t+2\Rightarrow 6=2b+2\Rightarrow 4=2b\Rightarrow b=2s$$

۴- گزینهٔ ۴ (A)

با توجه به تعریف تندی خواهیم داشت:

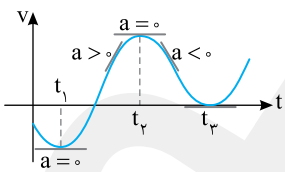


$$s=\frac{l}{\Delta t}\Rightarrow s=\frac{20}{4}=5m/s$$

در مدت دو ثانیه ذره نصف محیط را مطابق شکل طی می‌کند. اگر v_1 را مثبت در نظر بگیریم، v_2 خلاف جهت آن و منفی است. در این صورت:

$$a_{av}=\frac{|v_2-v_1|}{t_2-t_1}=\frac{|-5-5|}{2}=5m/s^2$$

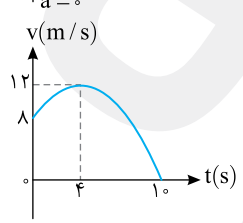
۵- گزینهٔ ۳ (A)



در نقاط کمینه و بیشـینه نمودار سـرعت - زمان شـتاب لحظه‌ای صفر است و اگر در دو طرف این نقاط شـیب خط مماس بر نمودار (شـتاب) تغییر علامت داده باشد، شتاب تغییر جهت داده است. با این شرایط در زمان‌های t_1 و t_2 و t_3 شتاب تغییر جهت داده است بنابراین نیروی خالص $(F=ma)$ نیز سه بار تغییر جهت می‌دهد.

۶- گزینهٔ ۳ (A)

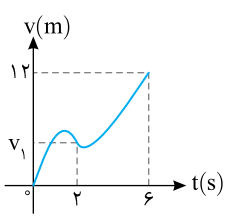
در بازهٔ صفر تا 4s حرکت تندشونده و در بازهٔ 4s تا 10s حرکت کندشونده است. در این صورت:



$$a_{av}=\frac{v_2-v_1}{t_2-t_1}\Rightarrow\begin{cases}a_{av_1}=\frac{12-8}{4-0}=1\ m/s^2\\ a_{av_2}=\frac{0-12}{10-4}=-2m/s^2\end{cases}\Rightarrow\frac{a_{av_1}}{a_{av_2}}=\frac{1}{-2}\Rightarrow\frac{|a_{av_1}|}{|a_{av_2}|}=\frac{1}{2}$$

۷- گزینهٔ ۱ (A)

شتاب متوسط در هر دو بازهٔ داده شده را مشخص می‌کنیم:

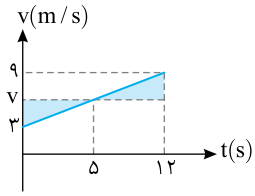


$$\begin{cases}0\to 2s: a_{av}=\frac{v_1-0}{2}\\ 2s\to 6s: a'_{av}=\frac{12-v_1}{4}\end{cases}\xrightarrow{a_{av}=2a'_{av}}\frac{v_1}{2}=2\left(\frac{12-v_1}{4}\right)\Rightarrow\frac{v_1}{2}=\frac{12-v_1}{2}$$

$$\Rightarrow v_1=12-v_1\Rightarrow v_1=6m/s$$

۸- گزینهٔ ۱ (A)

با توجه به شکل نسبت تشابه را برای دو مثلث رنگی می‌نویسیم:



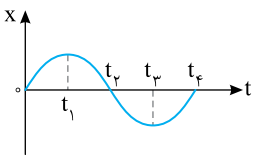
$$\frac{۹-v}{v-۳}=\frac{۱۲-۵}{۵-۰}\Rightarrow ۴۵-۵v=۷v-۲۱\Rightarrow ۱۲v=۶۶\Rightarrow v=\frac{۶۶}{۱۲}=\frac{۱۱}{۲}=۵/۵m/s$$

نمودار سرعت - زمان خط راست است و شیب آن ثابت است و شیب نمودار سرعت - زمان برابر شتاب حرکت خواهد بود.

$$a=a_{av}=\frac{v_۲-v_۱}{t_۲-t_۱}=\frac{۹-۳}{۱۲-۰}=۰/۵m/s^۲$$

۹- گزینهٔ ۴ (A)

متحرک در بازهٔ صفر تا $t_۱$ در جهت مثبت محور و در بازهٔ $t_۱$ تا $t_۳$ خلاف جهت محور و در بازهٔ $t_۳$ تا $t_۴$ در جهت مثبت محور در حرکت بوده است و گزینهٔ (۱) درست است. در ابتدا شتاب منفی و سپس شتاب مثبت است.

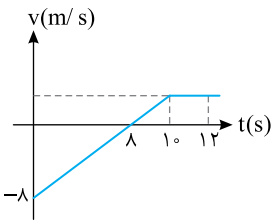


زیرا جهت تقعر ابتدا رو به پایین و سپس رو به بالا بوده یعنی شتاب یک بار تغییر جهت می‌دهد و گزینهٔ (۲) درست است.

در بازهٔ $t_۱$ تا $t_۲$ شیب مماس بر نمودار منفی بوده و سرعت منفی است و گزینهٔ (۳) درست است. همان‌گونه که بیان شد، ابتدا شتاب منفی و سپس مثبت است و گزینهٔ (۴) نادرست است.

۱۰- گزینهٔ ۴ (B)

در بازهٔ صفر تا ۱۰s حرکت دارای شتاب ثابت است.



$$a=\frac{v-v_۰}{t}=\frac{۰-(-۸)}{۸}=۱m/s^۲$$

پس سرعت در لحظهٔ $t_۱=۴s$ و $t_۲=۱۰s$ برابر است با:

$$v=at+v_۰\Rightarrow v=t-۸\Rightarrow\begin{cases}t=۴s\Rightarrow v_۱=-۴m/s\\ t=۱۰s\Rightarrow v_۲=۲m/s\end{cases}$$

مطابق شکل سرعت در $t=۱۲s$ و $t=۱۰s$ برابر است، بنابراین:

$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{۲-(-۴)}{۱۲-۴}=\frac{۶}{۸}=۰/۷۵m/s^۲$$

فصل اول / بخش پنجم
پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- متحرکی در مبدأ زمان از مکان $-۳m$ با شتاب ثابت $۲m/s^۲$ روی محور xها شروع به حرکت کرده و در مدت ۷ ثانیه جابه‌جایی $۴۲m$ را طی می‌کند. سرعت اولیه آن چند m/s است؟ مشابه کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۱ ۲) -۱ ۳) ۳ ۴) -۳

۲- متحرکی روی خط راست با شتاب ثابت $۱m/s^۲$ در حرکت است. اگر در مدت $۲s$ اول حرکت جابه‌جایی متحرک ۱۴متر باشد، سرعت در لحظه $t=۲s$ چند m/s است؟

۱) ۱۰ ۲) ۸ ۳) ۶ ۴) ۱۲

۳- جسمی از حال سکون با شتاب ثابت روی خط راست شروع به حرکت می‌کند و مسافت d را طی می‌کند. اگر این متحرک $\frac{۹}{۲۵}$ اول مسیر را در مدت t' و بقیه مسیر را در مدت t'' طی کند نسبت $\frac{t'}{t''}$ کدام گزینه است؟

۱) $\frac{۹}{۱۶}$ ۲) $\frac{۱۶}{۹}$ ۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) $\frac{۲}{۳}$

۴- معادلهٔ سرعت- زمان متحرکی که در مبدأ زمانی از مبدأ مکان حرکت می‌کند در SI به‌صورت $v=t-۴$ است. در سه ثانیهٔ دوم بزرگی سرعت متوسط چند برابر تندی متوسط است؟ برگرفته از کتاب درسی

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۵}{۳}$ ۳) $\frac{۵}{۶}$ ۴) ۰/۶

۵- معادلهٔ حرکت جسمی در SI به‌صورت $v=۴t-۶$ است. در بازهٔ زمانی صفر تا ۲ ثانیه کدام مورد درست است؟ مشابه سراسری ریاضی - ۹۷

۱) شتاب متوسط برابر $۲m/s^۲$ است.
۲) جهت بردار مکان یک بار تغییر کرده است.
۳) حرکت ابتدا کندشونده و سپس تندشونده است.
۴) حرکت ابتدا در جهت محور x و سپس خلاف محور x است.

۶- متحرکی روی خط راست با شتاب ثابت، فاصلهٔ A تا B را که ۱۶۰۰ متر است در مدت $۸۰s$ می‌پیماید. اگر سرعت آن در هنگام گذر از B برابر $۳۰m/s$ باشد، شتاب حرکت چند متر بر مجذور ثانیه بوده است؟

۱) $-\frac{۱}{۴}$ ۲) -۴ ۳) $\frac{۱}{۴}$ ۴) ۴

۷- گلوله‌ای با سرعت $۲۰m/s$ به یک در چوبی به ضخامت $۵cm$ برخورد می‌کند و با سرعت $۵m/s$ در همان راستا از سوی دیگر در چوبی خارج می‌شود. اگر شتاب حرکت گلوله در چوب ثابت فرض شود، زمان عبور گلوله از چوب چند ثانیه است؟

۱) $۱۰^{-۳}$ ۲) ۴×۱۰^{-۳} ۳) ۰/۴ ۴) ۴×۱۰^{-۲}

۸- متحرکی که روی خط راست در حرکت است سرعت خود را با شتاب ثابت $۲m/s^۲$ در مدت $۱۰s$ از v به $\frac{v}{۲}$ می‌رساند. جابه‌جایی متحرک در این بازهٔ زمانی چند متر است؟

۱) ۳۰۰ ۲) ۱۵۰ ۳) ۶۰۰ ۴) ۲۵۰

۹- خودرویی با سرعت $۷۲km/h$ روی خط راست حرکت می‌کند. هنگامی که به ۴۵ متری یک مانع می‌رسد، راننده ترمز کرده و پس از $۳s$ به مانع برخورد می کند. اگر در مسیر توقف شتاب حرکت اتومبیل ثابت باشد، سرعت اتومبیل هنگام برخورد به مانع چند کیلومتر بر ساعت است؟

۱) ۱۰ ۲) ۱۸ ۳) ۳۶ ۴) ۵۴

۱۰- معادلهٔ سرعت متوسط بر حسب زمان برای متحرکی روی خط راست در SI به صورت $v_{av}=۴t-۳$ است. شتاب متوسط در بازهٔ زمانی $۱s$ تا $۵s$ چند $m/s^۲$ است؟

۱) -۴ ۲) ۲ ۳) ۸ ۴) ۴

۱۱- یک هواپیما روی باند از حال سکون با شتاب ثابت $۴m/s^۲$ به راه می‌افتد و هنگام بلند شدن از زمین سرعت آن به $۷۰m/s$ می‌رسد. مدت حرکت روی باند و جابه‌جایی آن روی باند به ترتیب از راست چند ثانیه و چند متر است؟ مشابه کتاب درسی

۱) ۱۷/۵، ۶۱۲/۵ ۲) ۲۰، ۶۵۰ ۳) ۱۷/۵، ۶۵۰ ۴) ۱۵/۵، ۵۶۵

۱۲- معادلهٔ سرعت - مکان متحرکی که با شتاب ثابت روی محور xها در حرکت است، در SI به صورت $v=\sqrt{-۴x+۶۴}$ می‌باشد. شتاب و اندازهٔ سرعت اولیهٔ این متحرک به ترتیب از راست به چپ چند $m/s^۲$ و m/s است؟

۱) ۸ ، ۲- ۲) ۸ ، ۲- ۳) ۸ ، ۲ ۴) ۲ ، ۸

۱۳- اتومبیلی در حال حرکت با شتاب ثابت و در یک مسیر مستقیم است. در یک خیابان تیرهای چراغ برق در فاصله‌های یکسان از هم قرار دارند. اگر سرعت عبور اتومبیل از کنار تیرهای اول و دوم به‌ترتیب $۵m/s$ و $۱۰m/s$ باشد، سرعت اتومبیل هنگام عبور از تیر هشتم چقدر است؟

۱) $۵\sqrt{۲۲}$ ۲) $۵\sqrt{۱۱}$ ۳) $۱۱\sqrt{۵}$ ۴) $۱۱\sqrt{۷}$

۱۴- معادلهٔ سرعت متوسط متحرکی که روی خط راست با شتاب ثابت حرکت می کند، در SI به‌صورت $v_{av}=-۴t+۶$ است. سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی $۳s$ تا $۶s$ چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۳۰ ۲) ۱۵- ۳) ۳۰- ۴) ۱۵

۱۵- متحرکی با شتاب ثابت روی محور x ها در حرکت است و در لحظه‌های $t_۱=۱s$ ، $t_۲=۳s$ و $t_۳=۵s$ به ترتیب از مکان‌های $x_۱=+۳۰m$ ، $x_۲=+۷۸m$ و $x_۳=+۱۳۴m$ می‌گذرد. سرعت متحرک در مکان $x_۲=+۷۸m$ چند m/s است؟

۱) ۳۲ ۲) ۱۸ ۳) ۱۴ ۴) ۲۶

۱۶- خودرویی از حال سکون با شتاب a شروع به حرکت می‌کند و پس از مدتی با شتاب $۲a$ متوقف می‌گردد. مسافتی که خودرو در مرحلهٔ کندشونده طی کرده چند برابر مسافتی است که در مرحلهٔ تندشونده طی کرده است؟

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) ۲ ۴) ۴

۱۷- متحرکی در یک مسیر مستقیم از حال سکون حرکت می‌کند و پس از طی مسافت $۳۰۰m$ می‌ایستد. اگر متحرک قسمت اول مسیر را با شتاب $۲m/s^۲$ طی کند و در ادامه با شتاب $-۱m/s^۲$ ترمز کند تا متوقف شود، سرعت متوسط متحرک در $۲۰s$ اول حرکت چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۱۲/۵ ۲) ۲۵ ۳) ۷/۵ ۴) ۱۵

۱۸- خودروهای A و B هم‌زمان و از یک نقطه، اولی با سرعت ثابت $۸m/s$ و دومی با سرعت $۴m/s$ و شتاب ثابت $۴m/s^۲$ و به‌صورت تندشونده، روی یک خط راست شروع به حرکت می‌کنند. در لحظه‌ای که دو خودرو به هم می‌رسند، سرعت خودروی B چند برابر سرعت خودروی A است؟

۱) ۱/۸ ۲) ۱/۵ ۳) ۶ ۴) ۱/۲

۱۹- در یک مسیر مستقیم خودرویی با سرعت $۲۰m/s$ در حرکت است. ۳۶ متر جلوتر، خودروی دیگری با شتاب ثابت $۲m/s^۲$ از حال سکون در همان جهت به راه می‌افتد. در این حرکت خودروها دو بار از هم سبقت می‌گیرند. فاصلهٔ زمانی این دو سبقت چند ثانیه است؟

۱) ۲ ۲) ۱۰ ۳) ۱۶ ۴) ۱۸

۲۰- شخصی در مسیری مستقیم و با سرعت ثابت می‌دود تا به قطاری که در ایستگاه توقف کرده است برسد. هنگامی که فاصلهٔ شخص از انتهای قطار ۲۵ متر است، قطار با شتاب ثابت $۰/۵m/s^۲$ شروع به حرکت می‌کند. کمترین مقدار سرعت شخص چند متر بر ثانیه باشد تا شخص بتواند به قطار برسد؟ قلم‌چی

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۹ ۴) ۵

۲۱- خودرویی که با سرعت $۲۰m/s$ در حرکت است ترمز کرده و با شتاب ثابت متوقف می‌شود. اگر در هر ثانیه تا توقفش دو متر از ثانیهٔ قبل کمتر جابه‌جا شود، جابه‌جایی آن در دو ثانیهٔ آخر حرکتش چند متر است؟

۱) ۴ ۲) ۲ ۳) ۱ ۴) قابل محاسبه نیست.

۲۲- متحرکی در ۲ ثانیهٔ اول حرکت شتابدار خود جابه‌جایی ۳۰ متر و در ۲ ثانیهٔ سوم حرکت شتابدار خود جابه‌جایی ۵۰ متر را طی می‌کند. در این‌صورت ..... کنکور دهه‌های گذشته

۱) متحرک دارای سرعت اولیه و شتاب حرکت ۲/۵ متر بر مجذور ثانیه است.

۲) متحرک دارای سرعت اولیه و شتاب حرکت ۵ متر بر مجذور ثانیه است.

۳) متحرک بدون سرعت اولیه و شتاب حرکت ۲/۵ متر بر مجذور ثانیه است.

۴) متحرک بدون سرعت اولیه و شتاب حرکت ۵ متر بر مجذور ثانیه است.

۲۳- متحرک A با سرعت ثابت v به‌سوی متحرک ساکن B در حرکت است، وقتی که فاصلهٔ آن‌ها از هم ۴۰ متر است، متحرک B با شتاب $۴\,m/s^۲$ در همان جهت شروع به حرکت می‌کند. اگر کمترین فاصلهٔ بین دو متحرک ۸ متر شود، v چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۸ ۲) ۲۰ ۳) ۳۱ ۴) ۱۶

۲۴- در یک خیابان مستقیم فاصلهٔ دو چراغ راهنمایی از یکدیگر ۲۷۰ متر است. خودرویی از حال سکون با شتاب ثابت $۰/۵\,m/s^۲$ از چراغ اول به راه می‌افتد تا سرعتش به v می‌رسد، سپس با شتاب ثابت $۲/۵\,m/s^۲$ از سرعت آن کاسته می‌شود تا در کنار چراغ دوم بایستد. زمان کل حرکت چند ثانیه است؟

۱) ۳۶ ۲) ۱۵ ۳) ۵۰ ۴) ۱۲

۲۵- متحرکی با شتاب ثابت $+۸m/s^۲$ روی محور xها در حرکت است و اندازهٔ جابه‌جایی آن در ۲ ثانیهٔ دوم و ۲ ثانیهٔ سوم حرکتش با هم برابر است. سرعت اولیهٔ این متحرک چند متر بر ثانیه است؟

۱) −۳۲ ۲) ۳۲ ۳) ۱۶ ۴) −۱۶

فصل اول / بخش پنجم
پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- گزینهٔ ۲ با توجه به معادلهٔ جابه‌جایی - زمان، سرعت اولیه را به‌دست می‌آوریم. دقت کنید مکان اولیه در حل این مسأله جایی ندارد.

$$\Delta x=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰t\Rightarrow ۴۲=\frac{۱}{۲}\times ۲\times ۴۹+۷v_۰\Rightarrow ۴۲=۷v_۰+۴۹\Rightarrow v_۰=-۱\,m/s$$

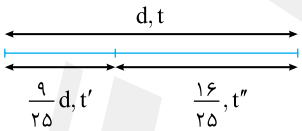
۲- گزینهٔ ۲ سرعت اولیه را به کمک معادله جابه‌جایی - زمان به‌دست می‌آوریم.

$$\Delta x=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰t\Rightarrow ۱۴=\frac{۱}{۲}\times ۱\times ۴+۲v_۰\Rightarrow v_۰=۶m/s$$

سرعت در $t=۲s$ خواهد شد:

$$v=at+v_۰\Rightarrow v=۱\times ۲+۶=۸m/s$$

۳- گزینهٔ ۳ با توجه به معادله مکان - زمان می‌توان نوشت:



$$\Delta x=\frac{۱}{۲}at^۲\Rightarrow\begin{cases} d=\frac{۱}{۲}at^۲ \\ \frac{۹}{۲۵}d=\frac{۱}{۲}at'^۲\end{cases}\Rightarrow\frac{۲۵}{۹}=\frac{t^۲}{t'^۲}\Rightarrow t'=\frac{۳}{۵}t$$

اکنون t'' را به‌دست می‌آوریم:

$$t''=t-t'=t-\frac{۳}{۵}t=\frac{۲}{۵}t\Rightarrow\frac{t'}{t''}=\frac{\frac{۳}{۵}t}{\frac{۲}{۵}t}=\frac{۳}{۲}$$

۴- گزینهٔ ۴ **راه‌حل اول:** با توجه به معادلهٔ سرعت- زمان می‌توان معادله مکان زمان را نوشت:

$$\begin{cases} v=t-۴ \\ v=at+v_۰\end{cases}\Rightarrow a=۱\,m/s^۲, v_۰=-۴m/s\Rightarrow x=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰t+x_۰\Rightarrow x=\frac{۱}{۲}t^۲-۴t+۰\Rightarrow x=\frac{۱}{۲}t^۲-۴t$$

ابتدا سرعت متوسط را به‌دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} x_{t=۳s}=\frac{۹}{۲}-۱۲ \\ x_{t=۶s}=\frac{۳۶}{۲}-۲۴\end{cases}\Rightarrow\Delta x=x_{t=۶s}-x_{t=۳s}\Rightarrow\Delta x=\frac{۳۶}{۲}-۲۴-(\frac{۹}{۲}-۱۲)\Rightarrow\Delta x=\frac{۲۷}{۲}-۱۲\Rightarrow\Delta x=\frac{۳}{۲}m\Rightarrow v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{\frac{۳}{۲}}{۳}=\frac{۱}{۲}m/s$$

برای محاسبهٔ تندی متوسط ابتدا باید مسافت را به‌دست آورد. سه ثانیهٔ دوم یعنی بازهٔ زمانی $t=۳s$ تا $t=۶s$. مکان و لحظهٔ تغییر جهت را به‌دست می‌آوریم:

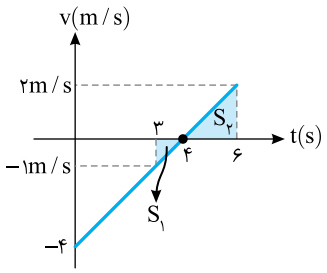
$$۰=t-۴\Rightarrow t=۴s$$

در $t=۴s$ متحرک تغییر جهت داده است که در بازهٔ $t=۳s$ تا $t=۶s$ قرار دارد. مکان در لحظهٔ $t=۴s$ و $t=۶s$ را به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta x_۱=x_{t=۴}-x_{t=۳}=(\frac{۱۶}{۲}-۱۶)-(\frac{۹}{۲}-۱۲)=\frac{۷}{۲}-۴=-\frac{۱}{۲}m\quad,\quad \Delta x_۲=x_{t=۶}-x_{t=۴}=(\frac{۳۶}{۲}-۲۴)-(\frac{۱۶}{۲}-۱۶)=\frac{۲۰}{۲}-۸=\frac{۴}{۲}=۲m$$

$$l=|\Delta x_۱|+|\Delta x_۲|=\frac{۱}{۲}+\frac{۴}{۲}=\frac{۵}{۲}\Rightarrow s_{av}=\frac{l}{\Delta t}=\frac{\frac{۵}{۲}}{۳}=\frac{۵}{۶}m/s\quad,\quad \frac{v_{av}}{s_{av}}=\frac{\frac{۱}{۲}}{\frac{۵}{۶}}=\frac{۶}{۱۰}=۰/۶$$

راه‌حل دوم: می‌توانیم برای به‌دست آوردن مسافت از مساحت زیر نمودار نیز استفاده کنیم:



$$v=t-۴\begin{cases}\xrightarrow{t=۳} v=-۱\,m/s\\ \xrightarrow{t=۶} v=۲m/s\end{cases}$$

$$l=|S_۱|+|S_۲|\Rightarrow l=\frac{۱\times۱}{۲}+\frac{۲\times۲}{۲}=\frac{۵}{۲}$$

۵- گزینهٔ ۳ معادلهٔ سرعت- زمان متحرک درجه اول پس حرکت با شتاب ثابت است.

$$\begin{cases}v=۴t-۶\\ v=at+v_۰\end{cases}\Rightarrow a=۴m/s^۲, v_۰=-۶m/s$$

معادلهٔ مکان- زمان متحرک برابر است با:

$$x=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰t+x_۰\Rightarrow x=۲t^۲-۶t+x_۰$$

۱) حرکت با شتاب ثابت است و در هر بازهٔ زمانی شتاب متوسط برابر شتاب لحظه‌ای $۴m/s^۲$ است و گزینه (۱) نادرست است.

۲) بردار مکان در $x=۰$ تغییر جهت می‌دهد بنابراین:

$$x=۲t^۲-۶t+x_۰\Rightarrow ۲t^۲-۶t+x_۰=۰$$

مقدار $x_۰$ مجهول است پس در مورد تغییر بردار مکان نمی‌توان اظهار نظر قطعی کرد و گزینهٔ (۲) نادرست است.

معادلهٔ سرعت - زمان به صورت $v=۴t-۶$ است. لحظهٔ تغییر جهت را به‌دست می‌آوریم.

$$v=۰\Rightarrow ۴t-۶=۰\Rightarrow t=۱/۵s$$

t	۰		۱/۵		$+\infty$
v		−	۰	+	
a		+		+	
av		کندشونده		تندشونده	

با توجه به جدول مقابل در بازهٔ صفر تا $۱/۵s$ حرکت در جهت منفی محور x ها و کندشونده است و در بازهٔ $t>۱/۵s$ حرکت تندشونده در جهت مثبت محور x ها است، بنابراین گزینهٔ (۳) درست است.

۶- گزینهٔ ۳ با توجه به معادلهٔ مستقل از شتاب می‌توان نوشت:

A ——— $\Delta x=۱۶۰۰m$, $\Delta t=۸۰s$ ——— B ($v_B=۳۰m/s$)

$$\Delta x=\frac{v_B+v_A}{۲}\Delta t\Rightarrow ۱۶۰۰=\frac{۳۰+v_A}{۲}\times۸۰\Rightarrow v_A=۱۰m/s$$

$$a=\frac{v_B-v_A}{\Delta t}=\frac{۳۰-(۱۰)}{۸۰}=\frac{۱}{۴}m/s^۲$$

۷- گزینهٔ ۲

$$\Delta x=\frac{v+v_۰}{۲}t\Rightarrow ۰/۰۵=\frac{۵+۲۰}{۲}t\Rightarrow t=\frac{۱}{۲۵۰}=۴\times۱۰^{-۳}s$$

۸- گزینهٔ ۱ سرعت کاهش یافته است از این رو اگر جهت حرکت (v) را مثبت بگیریم باید شتاب منفی باشد از این رو:

$$v=at+v_۰\Rightarrow\frac{v}{۲}=-۲\times۱۰+v\Rightarrow-\frac{v}{۲}=-۲۰\Rightarrow v=۴۰m/s$$

جابه‌جایی برابر است با:

$$\Delta x=\frac{v+v_۰}{۲}\Delta t\Rightarrow\Delta x=\frac{۴۰+۲۰}{۲}\times۱۰\Rightarrow\Delta x=۳۰۰m$$

۹- گزینهٔ ۳ به کمک معادلهٔ مستقل از شتاب، سرعت برخورد به مانع را به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta x=\frac{v+v_۰}{۲}t\Rightarrow ۴۵=\frac{v+v_۰}{۲}\times۳\Rightarrow v=۱۰m/s=۳۶km/h$$

۱۰- گزینهٔ ۳ با توجه به معادلهٔ $v_{av}=۴t-۳$ مشخص است که حرکت دارای شتاب ثابت بوده و در هر بازهٔ زمانی شتاب مقدار ثابتی است، از این‌رو:

$$\begin{cases}v_{av}=\frac{۱}{۲}at+v_۰\\ v_{av}=۴t-۳\end{cases}\Rightarrow\frac{۱}{۲}a=۴\Rightarrow a=۸m/s^۲$$

۱۱- گزینهٔ ۱ (A) به کمک معادلهٔ سرعت - زمان، مدت حرکت روی باند را به‌دست می‌آوریم:

$$v=at+v_0 \Rightarrow v_0=۴t+۰ \Rightarrow t=۱۷/۵s$$

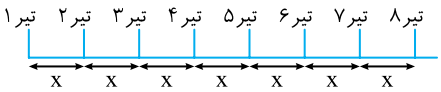
جابه‌جایی تا بلند شدن هواپیما خواهد شد:

$$v^۲-v_0^۲=۲a\Delta x \Rightarrow ۴۹۰۰-۰=۲\times۴\times\Delta x \Rightarrow \Delta x=\frac{۴۹۰۰}{۸}=۶۱۲/۵m$$

۱۲- گزینهٔ ۲ (A) با توجه به معادله سرعت - مکان (مستقل از زمان) و مقایسهٔ آن با معادلهٔ داده شده در مسأله، شتاب و سرعت اولیه را به‌دست می‌آوریم:

$$v=\sqrt{-۴x+۶۴} \Rightarrow v^۲-۶۴=-۴x \xrightarrow{v^۲-v_0^۲=۲a\Delta x} \begin{cases} v_0^۲=۶۴ \Rightarrow v_0=+۸m/s \\ ۲a=-۴ \Rightarrow a=-۲m/s^۲ \end{cases}$$

۱۳- گزینهٔ ۱ (B) فاصلهٔ تیرها را از هم یکسان و برابر x در نظر می‌گیریم، هنگام گذر از تیر (۱) و (۲) سرعت به ترتیب ۵m/s و ۱۰m/s می‌باشد، بنابراین در جابه‌جایی x متر اول سرعت از ۵m/s به ۱۰m/s رسیده است.



$$v_۲^۲-v_۱^۲=۲ax \Rightarrow ۱۰۰-۲۵=۲ax \Rightarrow ax=۳۷/۵m$$

مطابق شکل اتومبیل هنگام گذر از تیر ۸ ام جابه‌جایی ۷x را طی کرده است:

$$v_۸^۲-v_۱^۲=۲a(۷x) \Rightarrow v_۸^۲-۲۵=۲(۷\times۳۷/۵) \Rightarrow v_۸^۲-۲۵=۵۲۵$$
$$\Rightarrow v_۸^۲=۵۵۰ \Rightarrow v_۸=\sqrt{۵۵۰}=۵\sqrt{۲۲}m/s$$

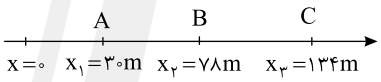
۱۴- گزینهٔ ۳ (B) با توجه به معادلهٔ سرعت متوسط $v_{av}=\frac{۱}{۲}at+v_0$، شتاب و سرعت اولیه را به‌دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} v_{av}=\frac{۱}{۲}at+v_0 \Rightarrow a=-۸m/s^۲ \ , v_0=۶m/s \\ v_{av}=-۴t+۶ \end{cases}$$

حال سرعت در لحظه‌های t=۳s و t=۶s را حساب می‌کنیم:

$$v=at+v_0 \Rightarrow v=-۸t+۶ \Rightarrow \begin{cases} v_{t=۳}=-۸(۳)+۶ \Rightarrow v_{t=۳}=-۱۸m/s \\ v_{t=۶s}=-۸(۶)+۶ \Rightarrow v_{t=۶}=-۴۲m/s \end{cases} \Rightarrow v_{av}=\frac{v_{t=۳s}+v_{t=۶s}}{۲}=\frac{-۴۲-۱۸}{۲}=-۳۰m/s$$

۱۵- گزینهٔ ۴ (B) به کمک معادلهٔ مستقل از شتاب و نام‌گذاری در شکل روبه‌رو می‌توان نوشت:



$$\Delta x=\frac{v+v_0}{۲}t \Rightarrow \begin{cases} BC=\frac{v_C+v_B}{۲}t \Rightarrow ۱۳۴-۷۸=\frac{v_C+v_B}{۲}\times(۵-۳) \Rightarrow v_C+v_B=۵۶ \quad (۱) \\ AB=\frac{v_B+v_A}{۲}t \Rightarrow ۷۸-۳۰=\frac{v_B+v_A}{۲}\times(۳-۱) \Rightarrow v_B+v_A=۴۸ \quad (۲) \\ AC=\frac{v_C+v_A}{۲}t \Rightarrow ۱۳۴-۳۰=\frac{v_C+v_A}{۲}\times(۵-۱) \Rightarrow v_C+v_A=۵۲ \quad (۳) \end{cases}$$

v_A و v_C را از دو رابطهٔ اول به‌دست آورده و در رابطهٔ (۳) قرار می‌دهیم:

$$v_C+v_A=۵۲ \Rightarrow ۵۶-v_B+۴۸-v_B=۵۲ \Rightarrow -۲v_B=-۵۲ \Rightarrow v_B=۲۶m/s$$

۱۶- گزینهٔ ۱ (B) با توجه به شکل رسم شده و معادلهٔ مستقل از زمان، $\Delta x_۱$ و $\Delta x_۲$ را به‌دست می‌آوریم:

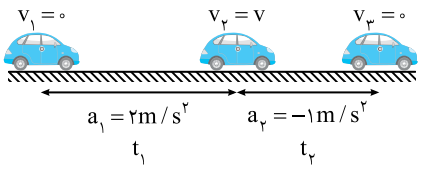
$$v^۲-v_0^۲=۲a\Delta x \Rightarrow \begin{cases} v^۲-۰=۲a\Delta x_۱ \Rightarrow \Delta x_۱=\frac{v^۲}{۲a} \\ ۰-v^۲=۲(-۲a)\Delta x_۲ \Rightarrow \Delta x_۲=\frac{v^۲}{۴a} \end{cases} \Rightarrow \frac{\Delta x_۲}{\Delta x_۱}=\frac{\frac{v^۲}{۴a}}{\frac{v^۲}{۲a}} \Rightarrow \frac{\Delta x_۲}{\Delta x_۱}=\frac{۱}{۲}$$

نتیجه: اگر متحرک روی خط راست با شتاب ثابت a سرعتش از v_0 به v برسد و سپس با شتاب ثابت na سرعتش از v به v_0 برسد، جابه‌جایی متحرک در قسمتی که شتاب na است، $\frac{۱}{n}$ جابه‌جایی در قسمتی است که شتاب حرکت a است، همچنین Δt در بازه‌ای که شتاب na است، $\frac{۱}{n}$ بازه‌ای است که شتاب در آن a می‌باشد.

$$a'=na \Rightarrow \Delta x'=\frac{۱}{n}\Delta x \ , \ \Delta t'=\frac{۱}{n}\Delta t$$

۱۷- گزینهٔ ۱ (B)

راه‌حل اول: متحرک ابتدا شتاب $2m/s^2$ سرعت خود را افزایش می‌دهد تا به سرعت v برسد، سپس با شتاب $1m/s^2$ از سرعت خود می‌کاهد تا پس از مدتی از سرعت v به سرعت صفر برسد.



مسافت طی‌شده در قسمت اول و دوم را حساب می‌کنیم:

$$\begin{cases} v_2=a_1t_1+v_1\Rightarrow v=2t_1 \\ v_3=a_2t_2+v_2\Rightarrow v_1=t_2 \end{cases}\Rightarrow t_2=2t_1$$

$$\begin{cases} x_1=\frac{v_1+v_2}{2}t_1\Rightarrow x_1=\frac{v}{2}t_1 \\ x_2=\frac{v_2+v_3}{2}t_2\Rightarrow x_2=\frac{v}{2}t_2\Rightarrow x_2=\frac{v}{2}(2t_1)\Rightarrow x_2=vt_1 \end{cases}\Rightarrow x_2=2x_1$$

$$x_2+x_1=300\Rightarrow 3x_1=300\Rightarrow x_1=100m\ ,\ x_2=200m$$

$$x_1=\frac{1}{2}at_1^2\Rightarrow 100=\frac{1}{2}\times 2\times t_1^2\Rightarrow t_1^2=100\Rightarrow t_1=10s$$

بنابراین در $20s$ ابتدایی حرکت، $10s$ در قسمت اول حرکت (تند شونده با شتاب $2m/s^2$) و در $10s$ بعد شتاب $a=-1m/s^2$ است:

$$v_2=at_1+v\Rightarrow v=2\times 10+0\Rightarrow v=20m/s$$

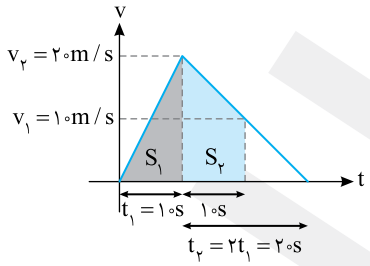
جابه‌جایی در قسمت دوم حرکت، برابر است با:

$$x_2=\frac{1}{2}at^2+vt\Rightarrow x_2=\frac{1}{2}(-1)\times 10^2+20(10)\Rightarrow x_2=150m$$

بنابراین جابه‌جایی در مدت $20s$ برابر است با

$$x_1+x_2=100+150=250m\ ,\ v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{250}{20}=12/5m/s$$

راه‌حل دوم: در بخش‌های بعدی خواهیم گفت مساحت زیر نمودار $v-t$ برابر است با جابه‌جایی. با محاسبات قسمت قبل $t_1=10s$ و $v=20m/s$ است.



$$S_1=\frac{10\times 20}{2}=100m\ ,\ S_2=\frac{10(10+20)}{2}=150m$$

$$\Delta x_{کل}=S_1+S_2=250m\ ,\ v_{av}=\frac{\Delta x_{کل}}{\Delta t}=\frac{250}{20}=12/5m/s$$

۱۸- گزینهٔ ۲ (A)

در ابتدا سرعت خودروی A از سرعت خودروی B بیشتر است و خودروی A از خودروی B جلو می‌افتد. اما حرکت خودروی B شتابدار و سرعتش درحال افزایش است، بنابراین می‌تواند مجدداً از کنار خودروی A بگذرد.

معادلهٔ حرکت دو خودرو را نوشته و با هم برابر قرار می‌دهیم:

$$x_A=v_At\Rightarrow x_A=8t\ ,\ x_B=\frac{1}{2}a_Bt^2+v_{0B}t\Rightarrow x_B=2t^2+4t\xrightarrow{x_A=x_B}8t=2t^2+4t\Rightarrow 2t^2-4t=0\Rightarrow\begin{cases} t=0 \\ t=2s \end{cases}$$

سرعت خودروی B را در لحظهٔ $t=2s$ به‌دست می‌آوریم:

$$v_B=a_Bt+v_{0B}\Rightarrow v_B=4\times 2+4\Rightarrow v_B=12m/s\ ,\ \frac{v_B}{v_A}=\frac{12}{8}\Rightarrow\frac{v_B}{v_A}=1/5$$

۱۹- گزینهٔ ۳ (B)

معادلهٔ حرکت دو خودرو را نوشته با هم برابر قرار می‌دهیم:

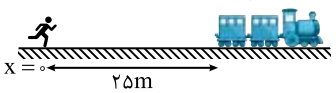
$$x_1=x_2\Rightarrow v_1t=\frac{1}{2}at^2+v_0t+x_0\Rightarrow 20t=\frac{1}{2}\times 2t^2+36$$

$$t^2-20t+36=0\Rightarrow(t-2)(t-18)=0\Rightarrow t_1=2s,t_2=18s\Rightarrow\Delta t=t_2-t_1\Rightarrow\Delta t=18-2=16s$$

۲۰- گزینهٔ ۴ (B)

معادلهٔ حرکت شخص و قطار را می‌نویسیم:

$$x_{شخص}=v_{شخص}t\Rightarrow x_{شخص}=vt\ ,\ x_{قطار}=\frac{1}{2}at^2+v_0t+x_0\Rightarrow x_{قطار}=\frac{1}{4}t^2+25$$



هنگامی شخص به قطار می‌رسد که $x_{قطار}=x_{شخص}$ باشد، بنابراین:

$$vt=\frac{1}{4}t^2+25\Rightarrow\frac{1}{4}t^2-vt+25=0$$

شرط پاسخ داشتن این معادله $\Delta\geq 0$ می‌باشد:

$$v^2-4(\frac{1}{4})(25)\geq 0\Rightarrow v^2\geq 25\Rightarrow v\geq 5m/s$$

بنابراین کمترین سرعت باید $v=5m/s$ باشد.

۲۱- گزینهٔ ۱ (B) خودرو با شتاب در هر ثانیه ۲ متر کمتر از ثانیهٔ قبل جابه‌جا شده است بنابراین شتاب حرکت آن $۲m/s^۲$ است.

برای به‌دست آوردن جابه‌جایی در دو ثانیهٔ آخر، فرض می‌کنیم خودرو از حال سکون با شتاب $۲m/s^۲$ به راه افتاده و جابه‌جایی آن را در مدت $۲s$ به‌دست می‌آوریم.

$$\Delta x=\frac{۱}{۲}at^۲=\frac{۱}{۲}\times۲\times۲^۲=۴m$$

۲۲- گزینهٔ ۱ (B) **راه‌حل اول:** استفاده از معادلهٔ جابه‌جایی در مدت n ثانیه:

$$\Delta x_n=\frac{n}{۲}a(۲t-n)+nv_۰$$

جابه‌جایی در دو ثانیهٔ اول حرکت:

$$(t=۲s\ ,n=۲s\ ,\Delta x=۳۰m)\Rightarrow ۳۰=\frac{۲}{۲}a(۲\times۲-۲)+۲v_۰\Rightarrow ۳۰=۲a+۲v_۰\quad(۱)$$

جابه‌جایی در دو ثانیهٔ سوم حرکت:

$$(t=۶s\ ,n=۲s\ ,\Delta x=۵۰m)\Rightarrow ۵۰=\frac{۲}{۲}a(۲\times۶-۲)+۲v_۰\Rightarrow ۵۰=۱۰a+۲v_۰\quad(۲)$$

رابطه‌های (۱) و (۲) را از هم کم می‌کنیم: (دستگاه دو معادله دو مجهول (۱) و (۲) را حل می‌کنیم.)

$$۵۰-۳۰=۱۰a-۲a\Rightarrow a=۲/۵m/s^۲$$

$$۳۰=۲\times۲/۵+۲v_۰\Rightarrow v_۰=۱۲/۵m/s$$

راه‌حل دوم: استفاده از تصاعد حسابی

در حرکت با شتاب ثابت روی خط راست وقتی جابه‌جایی متحرک در بازه‌های زمانی یکسان t را بررسی می‌کنیم، مشخص می‌شود که جابه‌جایی‌ها در این بازه‌های زمانی تشکیل تصاعد حسابی می‌دهند که قدرنسبت آن $at^۲$ است.

می‌توان جابه‌جایی در ۲ ثانیهٔ اول را جملهٔ اول این تصاعد و جابه‌جایی در ۲ ثانیهٔ سوم را جملهٔ سوم این تصاعد فرض کرد:

$$\Delta x_۳-\Delta x_۱=۲(at^۲)\Rightarrow ۵۰-۳۰=۲(a)\times(۲)^۲\Rightarrow a=۲/۵m/s^۲$$

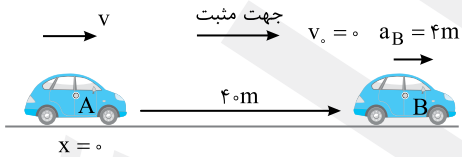
اکنون باید مشخص کرد که متحرک سرعت اولیه دارد یا نه؟

$$\Delta x=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰t\Rightarrow ۳۰=\frac{۱}{۲}\times۲/۵\times۲^۲+v_۰\times۲\Rightarrow v_۰=۱۲/۵m$$

۲۳- گزینهٔ ۴ (C) معادلهٔ حرکت دو متحرک را می‌نویسیم:

$$x_A=vt+x_۰\Rightarrow x_A=vt$$

$$x_B=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰t+x_۰\Rightarrow x_B=۲t^۲+۴۰$$



فاصلهٔ دو متحرک را در طول مسیر به‌دست می‌آوریم:

$$x_B-x_A=۲t^۲+۴۰-vt\Rightarrow\Delta x=۲t^۲-vt+۴۰$$

این یک تابع درجه ۲ است که ضریب $t^۲$ مثبت و تابع دارای کمینه است. در این‌صورت مختصات رأس تابع خواهد شد:

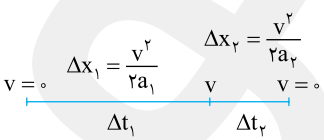
$$t=\frac{-b}{۲a}\Rightarrow t=\frac{v}{۴}$$

در لحظهٔ $t=\frac{v}{۴}$، فاصلهٔ دو متحرک از هم ۸ متر بوده است، بنابراین می‌توان نوشت:

$$۸=۲(\frac{v^۲}{۱۶})-\frac{v^۲}{۴}+۴۰\Rightarrow -۳۲=-\frac{v^۲}{۸}\Rightarrow v^۲=۳۲\times۸=۱۶\times۱۶\Rightarrow v=۱۶m/s$$

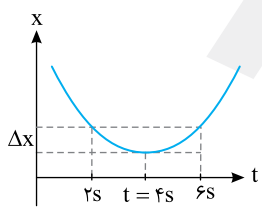
۲۴- گزینهٔ ۱ (B) با توجه به شکل و فرمول مستقل از زمان $v^۲-v_۰^۲=۲a\Delta x$:

$$\Delta x_t=\Delta x_۱+\Delta x_۲\Rightarrow ۲۷۰=\frac{v^۲}{۲\times۰/۵}+\frac{v^۲}{۲\times۲/۵}\Rightarrow ۲۷۰=\frac{۶v^۲}{۵}\Rightarrow v^۲=۲۲۵\Rightarrow v=۱۵m/s$$



$$\begin{cases}v=a\Delta t+v_۰\Rightarrow ۱۵=-۰/۵t_۱\Rightarrow\Delta t_۱=۳۰s\\ v=a\Delta t+v_۰\Rightarrow ۰=-۲/۵t_۲+۱۵\Rightarrow\Delta t_۲=۶s\end{cases}\Rightarrow\Delta t_{کل}=\Delta t_۱+\Delta t_۲=۳۶s$$

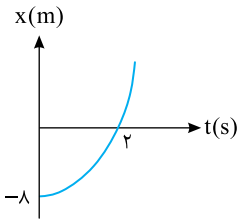
۲۵- گزینهٔ ۱ (B) ۲ ثانیهٔ دوم یعنی بازهٔ زمانی بین $t=۲s$ و $t=۴s$ و ۲ ثانیهٔ سوم یعنی بازهٔ زمانی بین $t=۴s$ و $t=۶s$. از طرفی در حرکت با شتاب ثابت روی خط راست، مکان تابع درجه ۲ از زمان است و در دو طرف نقطهٔ رأس سهمی اندازهٔ جابه‌جایی یکسان است. یعنی $t=۴s$ رأس سهمی است و سرعت متحرک صفر است. در نتیجه:



$$a=\frac{v-v_۰}{t}\Rightarrow ۸=\frac{۰-v_۰}{۴}\Rightarrow v_۰=-۳۲m/s$$

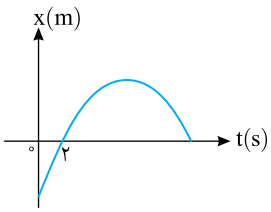
فصل اول / بخش ششم
پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- متحرکی بدون سرعت اولیه و با شتاب ثابت روی خط راست حرکت می‌کند و نمودار مکان- زمان آن مطابق شکل روبه‌رو است. سرعت در لحظهٔ $t=۲s$ چند متر بر ثانیه است؟ سراسری تجربی - ۸۸



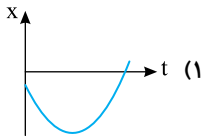
۱) ۲
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۸

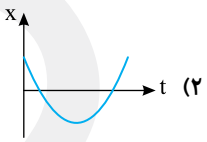
۲- در شکل روبه‌رو نمودار مکان - زمان حرکت متحرکی با شتاب ثابت روی خط راست داده شده است. اگر از $t=۲s$ تا چهار ثانیه بعد جابه‌جایی متحرک صفر و مسافت طی شدهٔ آن ۸ متر باشد، شتاب حرکت چند متر بر مجذور ثانیه است؟

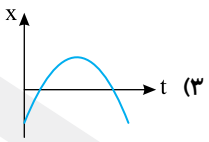


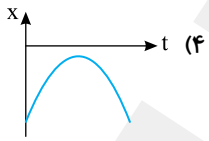
۱) −۱
۲) −۲
۳) ۱
۴) ۲

۳- معادلهٔ حرکت جسمی در SI که روی محور x ها در حرکت است به صورت $x=t^۲-۳t-۴$ است. کدام گزینه نمودار مکان زمان آن می‌تواند باشد؟

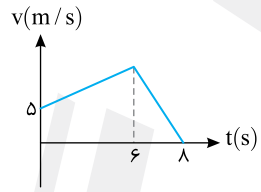
۱) 

۲) 

۳) 

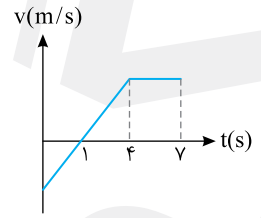
۴) 

۴- شکل روبه‌رو نمودار سرعت - زمان متحرکی را نشان می‌دهد. اگر شتاب در مرحلهٔ کندشونده $۷/۵m/s^۲$ باشد، کل جابه‌جایی انجام شده چند متر است؟ کنکور دهه‌های گذشته



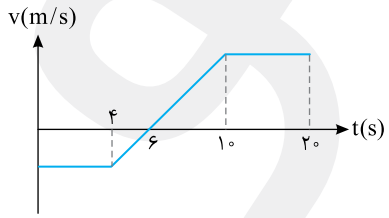
۱) ۶۵
۲) ۷۵
۳) ۷۰
۴) ۸۵

۵- در شکل روبه‌رو نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند رسم شده است. اگر جابه‌جایی متحرک در ثانیهٔ چهارم حرکتش، ۱۰ متر باشد، سرعت اولیهٔ حرکت چند متر بر ثانیه است؟



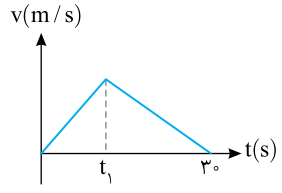
۱) −۴
۲) ۲
۳) −۲
۴) ۴

۶- نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور xها در حرکت است به شکل روبه‌رو است. اگر مسافت طی شده در مدت ۲۰ ثانیهٔ اول حرکت ۸۷ متر باشد، در لحظهٔ $t=۵s$ شتاب چند متر بر مربع ثانیه است؟



۱) ۱/۵
۲) ۳
۳) ۴/۵
۴) ۷

۷- شکل مقابل نمودار سرعت - زمان را در حرکت روی خط راست نشان می‌دهد. اگر اندازه شتاب حرکت تندشونده، ۴ برابر شتاب کندشونده و تندی متوسط $۳m/s$ باشد. جابه‌جایی در قسمت کندشونده چند متر است؟

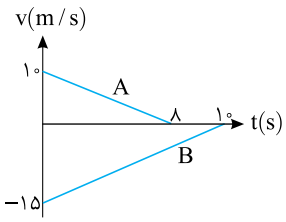


۱) ۷۲
۲) ۳۶
۳) ۴۵
۴) ۱۱۷

۸- متحرکی از حال سکون با شتاب ثابت روی خط راست شروع به حرکت می‌کند و پس از ۳s سرعت آن به v می‌رسد، سپس ۷s با این سرعت حرکت کرده و سرانجام ترمز کرده و در مدت ۵s متوقف می‌شود. اگر تندی متوسط متحرک در این مدت ۱۱m/s باشد، v چند m/s است؟

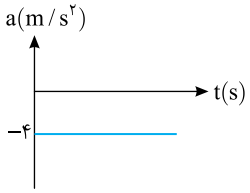
۱) ۱۸ ۲) ۲۰ ۳) ۱۵ ۴) ۱۶

۹- نمودار سرعت - زمان دو متحرک که از فاصلهٔ ۲۰۰ متری روی محور x ها هم‌زمان به سوی هم شروع به حرکت می‌کنند، مطابق شکل روبه‌رو است. در لحظه‌ای که دو متحرک متوقف شده‌اند در چه فاصله‌ای از هم هستند؟



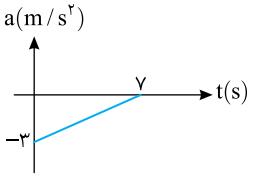
۱) ۱۱۵ ۲) ۱۵
۳) ۸۵ ۴) ۱۶۵

۱۰- نمودار شتاب - زمان متحرکی که روی محور xها با سرعت اولیهٔ +۳m/s شروع به حرکت کرده، مطابق شکل روبه‌رو است. در بازهٔ زمانی صفر تا ۲s حرکت این متحرک چگونه است؟



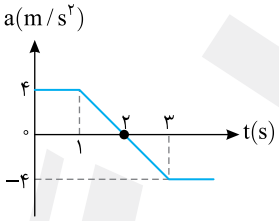
۱) همواره کندشونده
۲) ابتدا تندشونده، سپس کندشونده
۳) همواره تندشونده
۴) ابتدا کندشونده، سپس تندشونده

۱۱- در شکل روبه‌رو نمودار شتاب - زمان متحرکی که در مبدأ زمان از مبدأ مکان با تندی اولیهٔ ۴m/s شروع به حرکت کرده نشان داده شده است. در بازهٔ صفر تا ۷s کدام گزینه دربارهٔ حرکت این متحرک درست است؟



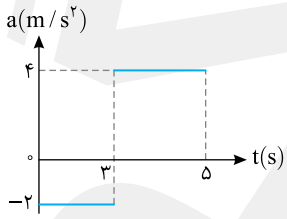
۱) تندشونده
۲) کندشونده
۳) ابتدا کندشونده و سپس تندشونده
۴) گزینهٔ (۱) و (۳) می‌توانند درست باشند.

۱۲- نمودار شتاب - زمان متحرکی که در امتداد محور x ها حرکت می‌کند به صورت شکل مقابل است. اگر سرعت این متحرک در لحظهٔ t=۰ برابر +۴m/s باشد در چه لحظه‌ای بر حسب ثانیه سرعت متحرک برابر صفر می‌شود؟



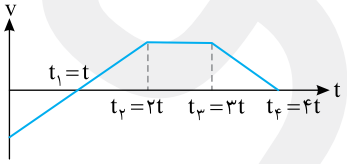
۱) ۳ ۲) ۵
۳) ۷ ۴) ۹

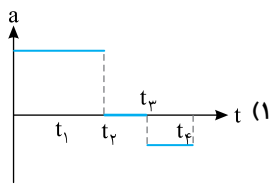
۱۳- شکل روبه‌رو نمودار شتاب - زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند را نشان می‌دهد. اگر سرعت اولیهٔ متحرک ۲m/s و در جهت محور x ها باشد، در کدام یک از بازه‌های زمانی زیر، بزرگی سرعت متوسط و تندی متوسط متحرک برابر است؟

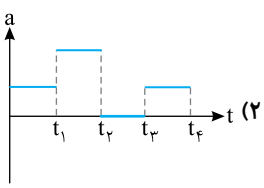


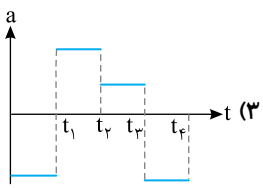
۱) ۱s تا ۵s ۲) ۲s تا ۵s
۳) ۱s تا ۴s ۴) ۳s تا ۵s

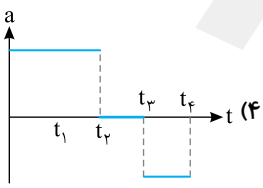
۱۴- با توجه به نمودار سرعت- زمان شکل روبه‌رو، نمودار تقریبی شتاب- زمان متحرک کدام است؟



۱) 

۲) 

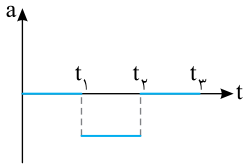
۳) 

۴) 

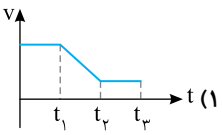
۱۵- معادلهٔ حرکت متحرکی بر خط راست در SI به صورت $x=t^۲-۷t+۱۲$ است و سرعت متوسط متحرک در بازهٔ $t_۱=۰$ تا $t_۲=t'$ برابر صفر می‌باشد. تندی متوسط در این بازه چند متر بر ثانیه است؟

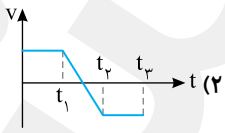
۱) ۱/۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۳/۵ ۴) صفر

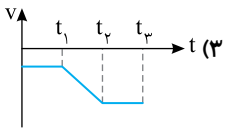
۱۶- نمودار شتاب - زمان متحرکی که در امتداد محور x ها حرکت می‌کند، مطابق شکل روبه‌رو است.



کدام گزینه نمودار $v-t$ متحرک را به درستی نشان می‌دهد؟ برگرفته از کتاب درسی

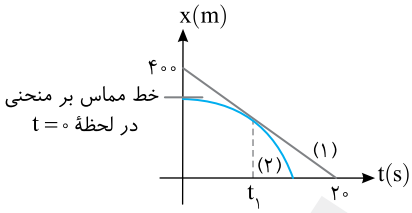
۱) 

۲) 

۳) 

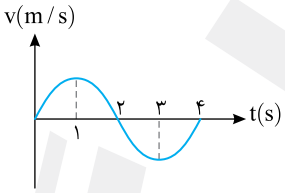
۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.

۱۷- مطابق شکل مقابل نمودار مکان - زمان دو متحرک (۱) و (۲) به ترتیب خط راست و سهمی است. اگر اندازهٔ شتاب متحرک (۲) برابر $۲m/s^۲$ باشد، $t_۱$ برابر چند ثانیه است؟



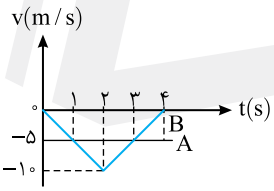
۱) ۸
۲) ۱۰
۳) ۱۲
۴) قابل محاسبه نیست.

۱۸- نمودار سرعت - زمان یک متحرک که روی محور x ها در حرکت است بخشی از یک نمودار سینوسی است. اگر سطح زیر نمودار در بازهٔ صفر تا ۲s برابر ۵ واحد SI باشد، تندی متوسط در بازهٔ صفر تا ۳s چند m/s است؟



۱) ۲/۵
۲) ۵
۳) ۷/۵
۴) ۶

۱۹- در شکل روبه‌رو نمودار سرعت - زمان دو متحرک که هم‌زمان از یک نقطه شروع به حرکت کرده‌اند رسم شده است. در چه لحظاتی دو متحرک در کنار یکدیگرند؟



۱) ۱ و ۴
۲) ۱ و ۳
۳) ۲ و ۴
۴) ۲ و ۳

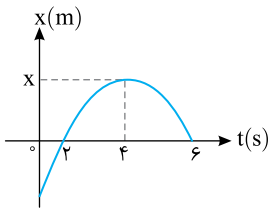
۲۰- در یک حرکت با شتاب ثابت روی خط راست در $t=۴s$ جهت حرکت متحرک عوض می‌شود. اگر مسافت طی شده در سه ثانیهٔ دوم حرکت ۲۰m باشد. بزرگی جابه‌جایی متحرک در این بازه چند متر می‌شود؟

۱) ۸ ۲) ۱۲ ۳) ۱۶ ۴) ۶

فصل اول / بخش ششم
پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- گزینهٔ ۴ در لحظهٔ $t=۰$ در مکان $x=-۸m$ با توجه به شکل (نمودار)، سرعت اولیه صفر است. $\Delta x=\frac{v+v_۰}{۲}\Delta t \Rightarrow ۸=\frac{v+۰}{۲}\times ۲ \Rightarrow v=۸m/s$

۲- گزینهٔ ۲ چهار ثانیه بعد از $t=2s$، یعنی در $t=6s$ متحرک مجدداً در $x=0$ قرار دارد تا جابه‌جایی در این مدت صفر شود. همچنین می‌دانیم نمودار سهمی که نمودار $x-t$ در حرکت با شتاب ثابت است نسبت به خط قائم عبوری از رأس متقارن است بنابراین:



$$t_{\text{رأس}}=\frac{2+6}{2}=4s$$

جابه‌جایی از $2s$ تا $4s$ برابر جابه‌جایی از $4s$ تا $6s$ است بنابراین:

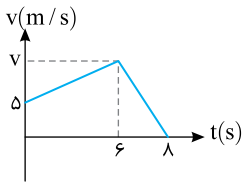
$$l=\Delta x_{t=2s\text{ تا }4s}+\Delta x_{t=4s\text{ تا }6s}=2\Delta x=8\Rightarrow\Delta x=4m$$

بنابراین $x_{max}=4m$ می‌باشد و به کمک بازهٔ $t=4s$ تا $t=6s$ که متحرک $-4m$ جابه‌جا شده است، شتاب را به‌دست می‌آوریم.

$$\Delta x=\frac{1}{2}at^2+v_0t\Rightarrow-4=\frac{1}{2}a(2)^2+0\Rightarrow a=-2m/s^2$$

۳- گزینهٔ ۱ مکان اولیه منفی است $x_0=-4m$، سرعت اولیه نیز منفی است $v_0=-3m/s$ و شیب خط مماس در لحظه $t=0$ باید منفی باشد در این صورت گزینه (۱) می‌تواند پاسخ مسأله باشد.

۴- گزینهٔ ۲ به کمک شتاب در مرحلهٔ کندشونده سرعت در لحظهٔ $t=6s$ را به‌دست می‌آوریم.



$$v=at+v_0\Rightarrow0=-7/5\times2+v\Rightarrow v=15m/s$$

اکنون کل جابه‌جایی را به کمک معادلهٔ مستقل از شتاب به‌دست می‌آوریم.

$$\Delta x_t=\frac{15+5}{2}\times6+\frac{0+15}{2}\times2=75m$$

البته به کمک سطح محصور بین نمودار سرعت - زمان و محور زمان نیز می‌توانستیم جابه‌جایی را به‌دست آوریم.

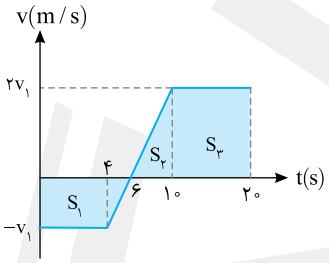
۵- گزینهٔ ۱ از $t=0$ تا $t=4s$ حرکت دارای شتاب ثابت است. در بازهٔ $t=1s$ تا $t=4s$ رابطهٔ جابه‌جایی در ثانیهٔ t اُم را می‌نویسیم. دقت کنید ثانیهٔ چهارم کل حرکت در این بازه ثانیهٔ سوم است و سرعت اولیه در این بازه صفر است.

$$\Delta x=\frac{1}{2}a(2t-1)+v_0\Rightarrow10=\frac{1}{2}a(2\times3-1)+0\Rightarrow a=4m/s^2$$

حال سرعت اولیه را از صفر تا $1s$ به‌دست می‌آوریم:

$$a=\frac{v-v_0}{t}\Rightarrow4=\frac{0-v_0}{1}\Rightarrow v_0=-4m/s$$

۶- گزینهٔ ۱ با توجه به تشابه مثلث‌ها اگر سرعت در لحظهٔ $t=0$ برابر $-v_1$ باشد، سرعت در لحظهٔ $t=10s$ برابر $2v_1$ است. از طرفی مسافت طی شده برابر جمع قدر مطلق سطح‌های زیر نمودار است. از این رو:

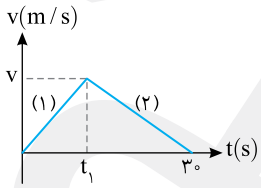


$$|S_1|+|S_2|+|S_3|=87\Rightarrow\frac{4+6}{2}(2v_1)=87\ ,\ 5v_1+24v_1=87\Rightarrow29v_1=87\Rightarrow v_1=3m/s$$

در بازهٔ $t=4s$ تا $t=10s$ (که شامل $t=5s$ است) حرکت دارای شتاب ثابت است. از این‌رو:

$$a=\frac{v_2-v_1}{t_2-t_1}\Rightarrow a=\frac{6-(-3)}{10-4}\Rightarrow a=1/5m/s^2$$

۷- گزینهٔ ۱ در نمودار $v-t$ شیب خط برابر شتاب است.



$$|a_1|=4|a_2|\Rightarrow\left|\frac{v-0}{t_1}\right|=4\left|\frac{0-v}{30-t_1}\right|\Rightarrow30-t_1=4t_1\Rightarrow30=5t_1\Rightarrow t_1=6s$$

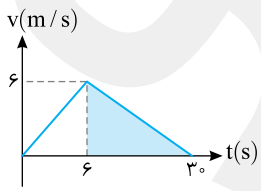
مسافت طی شده برابر مساحت زیر نمودار می‌باشد:

$$l=\frac{v\times30}{2}=15v$$

تندی متوسط در این مدت $3m/s$ است از این‌رو:

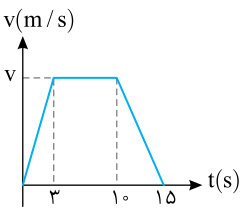
$$s_{av}=\frac{l}{\Delta t}=\frac{15v}{30}=3\Rightarrow v=6m/s$$

جابه‌جایی در قسمت (۲)، قسمت کندشونده را محاسبه می‌کنیم:



$$\Delta x_2=\frac{6(30-6)}{2}=24\times3\Rightarrow\Delta x=72m$$

۸- گزینهٔ ۳ نمودار سرعت زمان را رسم می‌کنیم، جابه‌جایی متحرک با مسافت طی شده یکسان است از این رو:



$$\Delta x=s_{av}t=11\times15=165m$$

$$\Delta x=S\Rightarrow\frac{15+7}{2}\times v=165\Rightarrow v=15m/s$$

۹- گزینهٔ ۳ (B) متحرک A در جهت مثبت محور x ها و متحرک B در خلاف جهت محور در حرکت است. جابه‌جایی هر متحرک را تا لحظهٔ توقف به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta x_A = S_A = \frac{۱۰\times ۸}{۲} = ۴۰\,m \quad , \quad \Delta x_B = S_B = \frac{-۱۵\times ۱۰}{۲} = -۷۵\,m$$

بنابراین دو متحرک به اندازهٔ $۴۰+۷۵=۱۱۵m$ به هم نزدیک می‌شوند و هنگام توقف در فاصلهٔ $۲۰۰-۱۱۵=۸۵m$ از یکدیگر قرار دارند.

۱۰- گزینهٔ ۴ (A) شتاب ثابت و منفی و سرعت اولیهٔ مثبت است در این صورت ابتدا حرکت کندشونده است.

لحظه‌ای که سرعت صفر می‌شود را به‌دست می‌آوریم:

$$v=at+v_۰ \Rightarrow v=-۴t+۳ \Rightarrow -۴t+۳=۰ \Rightarrow t=\frac{۳}{۴}s$$

بنابراین در بازهٔ صفر تا $\frac{۳}{۴}s$ حرکت کندشونده و پس از آن حرکت تندشونده است.

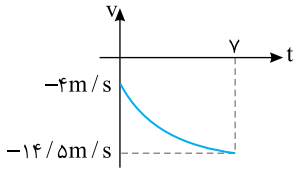
۱۱- گزینهٔ ۴ (B) مساحت زیر نمودار $a-t$ برابر تغییر سرعت می‌باشد.

$$\Delta v = -\frac{۳\times ۷}{۲} = -۱۰/۵ m/s$$

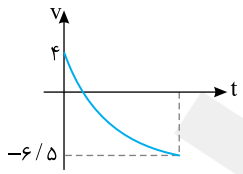
در سؤال تندی اولیه $s_۰=۴m/s$ داده شده است پس سرعت اولیه می‌تواند $v_۰=\pm ۴m/s$ باشد

$$v_{\text{نهایی}} = v_۰ + \Delta v \begin{cases} \xrightarrow{v_۰=-۴m/s} v_{\text{نهایی}} = -۱۴/۵m/s \\ \xrightarrow{v_۰=+۴m/s} v_{\text{نهایی}} = -۶/۵m/s \end{cases}$$

اگر $v_۰=-۴m/s$ و سرعت نهایی $v=-۱۴/۵m/s$ باشد اندازهٔ سرعت افزایش یافته و حرکت تندشونده است.



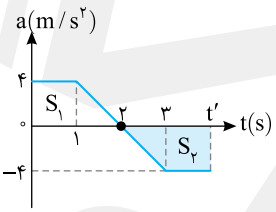
اگر سرعت اولیهٔ آن $+۴m/s$ و سرعت نهایی $-۶/۵m/s$ باشد، ابتدا اندازهٔ سرعت از $+۴m/s$ به صفر کاهش و سپس از صفر به $۶/۵m/s$ افزایش می‌یابد، بنابراین حرکت ابتدا کندشونده و سپس تندشونده است.



۱۲- گزینهٔ ۲ (B) با توجه به اینکه مساحت زیر نمودار $a-t$ برابر تغییرات سرعت است بنابراین سرعت در $t=۲s$ برابر است با:

$$\text{در بازهٔ ۰ تا ۲s: } \Delta v = \frac{۴(۲+۱)}{۲} = ۶m/s \xrightarrow{\Delta v = v - v_۰} ۶ = v - ۴ \Rightarrow v_{t=۲s} = ۱۰m/s$$

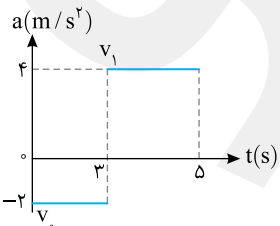
در لحظهٔ $t=۲s$، سرعت برابر $۱۰m/s$ شده است برای آن که سرعت صفر شود باید تغییرات سرعت بعد از $t=۲s$ برابر $-۱۰m/s$ شود یعنی مساحت قسمت رنگی $-۱۰m/s$ شود.



$$\Delta v = S \Rightarrow -۱۰ = \frac{(t'-۲)+(t'-۳)}{۲}\times(-۴) \Rightarrow -۱۰ = \frac{۲t'-۵}{۲}\times(-۴) \Rightarrow ۲t'-۵=۵ \Rightarrow t'=۵s$$

۱۳- گزینهٔ ۳ (B) اگر در یک بازهٔ زمانی متحرک تغییر جهت نداده باشد سرعت متوسط و تندی متوسط در آن بازه باهم برابر است، بنابراین به کمک سرعت اولیه و اطلاعات روی نمودار لحظهٔ تغییر جهت متحرک را بررسی می‌کنیم.

$$v=at+v_۰ \xrightarrow{a=-۲m/s,\ t=۳s,\ v_۰=۲m/s} v=-۲\times ۳+۲=-۴m/s$$



چون سرعت از $۲m/s$ به $-۴m/s$ رسیده پس در طول مسیر در یک لحظه سرعت صفر شده است.

$$v=at+v_۰ \Rightarrow ۰=-۲t+۲ \Rightarrow t=۱s$$

در قسمت دوم حرکت داریم:

$$v=at+v_۰ \xrightarrow{t=۲s,\ a=۴m/s^۲,\ v_۰=-۴m/s} v_۲=۴\times ۲-۴=+۴m/s$$

در این بازه هم سرعت از منفی به مثبت رسیده پس در یک لحظه سرعت باید صفر شده باشد.

$$v=at+v_۱ \Rightarrow ۰=۴\Delta t-۴ \Rightarrow \Delta t=۱s$$

۱s بعد از $t=۳s$ یعنی در $t=۴s$ متحرک تغییر جهت داده پس بازه‌ای که شامل $t=۱s$ و $t=۴s$ نباشد تندی متوسط و سرعت متوسط آن‌ها با هم برابر است، بنابراین گزینهٔ (۳) درست است.

۱۴- گزینهٔ ۴ (A)

در بازهٔ زمانی صفر تا $t_۲$ شیب نمودار سرعت- زمان مثبت و شتاب متحرک ثابت و مثبت است. در بازهٔ $t_۲$ تا $t_۳$، سرعت ثابت، شتاب صفر و نمودار شتاب بر محور زمان منطبق می‌باشد. در بازهٔ $t_۳$ تا $t_۴$ شیب نمودار سرعت- زمان منفی و شتاب ثابت و منفی است. بنابراین، گزینهٔ (۴) پاسخ درست است.

دقت کنید که اندازهٔ شتاب در بازهٔ $t_۱$ تا $t_۲$ با اندازهٔ شتاب در بازهٔ $t_۳$ تا $t_۴$ برابر است.

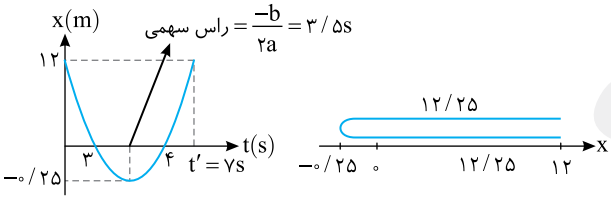
۱۵- گزینهٔ ۳ (B)

ابتدا نمودار $x-t$ را رسم می‌کنیم. زمانی سرعت متوسط صفر است که جابه‌جایی صفر باشد پس باید در لحظهٔ t' نیز مکان متحرک ۱۲m باشد.

$$x=t^۲-۷t+۱۲ \xrightarrow{x=۱۲m} t^۲-۷t+۱۲=۱۲\Rightarrow t(t-۷)=۰\Rightarrow t=۰\ ,\ t=۷s$$

اکنون نمودار $x-t$ را رسم می‌کنیم:

$$x=(t-۴)(t-۳)\Rightarrow t=۳s\ ,\ t=۴s$$



حال مسافت طی شده از $t=۰$ تا $t=۷s$ را محاسبه می‌کنیم:

$$l=۱۲/۲۵+۱۲/۲۵=۲۴/۵m\ ,\ s_{av}=\frac{l}{\Delta t}=\frac{۲۴/۵}{۷}=۳/۵m/s$$

۱۶- گزینهٔ ۴ (A)

در بازهٔ اول حرکت سرعت ثابت، (صفر تا $t_۱$) در بازهٔ $t_۱$ تا $t_۲$ حرکت شتاب ثابت و در بازهٔ سوم نیز حرکت با سرعت ثابت است بنابراین نمودار $v-t$ در بازهٔ صفر تا $t_۱$ و $t_۲$ تا $t_۳$ به صورت خط افقی می‌باشد و در بازهٔ $t_۱$ تا $t_۲$ نمودار $v-t$ باید خط راست مایل باشد(چون حرکت شتاب ثابت است) و شیب این خط که معرف شتاب است منفی باشد اما سرعت اولیه یعنی جایی که نمودار باید از آنجا آغاز شود مشخص نشده پس هر سه گزینه می‌تواند نمودار $v-t$ نمودار $a-t$ داده شده باشد و نمی‌توان اظهار نظر قطعی در مورد نمودار $v-t$ کرد.

۱۷- گزینهٔ ۲ (A)

سرعت متحرک (۱) برابر است با:

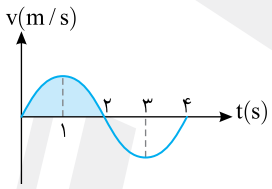
$$v=\frac{۰-۴۰۰}{۲۰}=-۲۰m/s$$

نمودار مکان - زمان متحرک (۱) در لحظهٔ $t_۱$ بر نمودار سهمی متحرک (۲) مماس شده است و شیب خط مماس برابر سرعت لحظه‌ای است از این رو سرعت متحرک (۲) در لحظهٔ $t_۱$ برابر $-۲۰m/s$ است. از طرفی در لحظه $t=۰$ سرعت اولیهٔ متحرک (۲) صفر است و شتاب متحرک (۲) منفی است زیرا دهانهٔ منحنی مکان - زمان آن رو به پایین است. اکنون به کمک نمودار شتاب زمان، $t_۱$ را حساب می‌کنیم.

$$a=\frac{v-v_۰}{t}\Rightarrow -۲=\frac{-۲۰-۰}{t_۱}\Rightarrow t_۱=۱۰s$$

۱۸- گزینهٔ ۱ (A)

سطح هاشورخورده برابر جابه‌جایی جسم است و در مدت ۳s مسافت طی شده ۱/۵ برابر جابه‌جایی در بازهٔ صفر تا ۲s است از این رو:



$$l=۱/۵\times ۵=۷/۵m$$

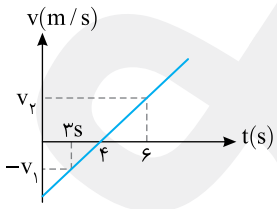
$$s_{av}=\frac{l}{\Delta t}=\frac{۷/۵}{۳}=۲/۵m/s$$

۱۹- گزینهٔ ۳ (A)

در لحظهٔ $t=۲s$ و $t=۴s$ سطح محصور نمودارها با محور زمان برای دو متحرک یکی است، بنابراین گزینهٔ (۳) درست است.

۲۰- گزینهٔ ۲ (B)

مساحت زیر نمودار $x-t$ برابر جابه‌جایی می‌باشد و چون در لحظهٔ $t=۴s$ متحرک تغییر جهت داده است بنابراین در $t=۴s$ سرعت صفر شده است. از طرفی حرکت دارای شتاب ثابت است و نمودار سرعت - زمان آن خط راست است بنابراین نمودار شبیه شکل روبه‌رو است. مسافت طی‌شده در سه ثانیهٔ دوم حرکت یعنی بازهٔ $t=۳s$ تا $t=۶s$. باتوجه به نمودار نسبت بین $v_۲$ و $v_۱$ را به‌دست می‌آوریم.



$$\frac{v_۲}{v_۱}=\frac{۶-۴}{۴-۳}\Rightarrow \frac{v_۲}{v_۱}=۲\Rightarrow v_۲=۲v_۱$$

مسافت طی‌شده در سه ثانیهٔ دوم: $l=\frac{v_۱\times ۱}{۲}+\frac{v_۲(۲)}{۲}=\frac{v_۱}{۲}+v_۲\Rightarrow l=\frac{v_۱}{۲}+۲v_۱=\frac{۵}{۲}v_۱$

جابه‌جایی در سه ثانیهٔ دوم: $\Delta x=\frac{-v_۱\times ۱}{۲}+\frac{v_۲(۲)}{۲}=\frac{-v_۱}{۲}+۲v_۱=\frac{۳}{۲}v_۱$

اکنون می‌توان نوشت:

$$\frac{\Delta x}{l}=\frac{\frac{۳}{۲}v_۱}{\frac{۵}{۲}v_۱}\Rightarrow \frac{\Delta x}{۲۰}=\frac{۳}{۵}\Rightarrow \Delta x=۱۲m$$

فصل اول / بخش هفتم
پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- گلوله‌ای را از ارتفاع ۲۰ متری در شرایط خلأ بدون سرعت اولیه رها می‌کنیم. سرعت گلوله در عبور از نیمهٔ مسیر چند متر بر ثانیه است؟ $(g=10\,m/s^2)$

۱) $10\sqrt{2}$ ۲) $2\sqrt{10}$ ۳) ۱۰ ۴) ۲۰

۲- گلوله‌ای از ارتفاع ۲۰ متری در شرایط خلأ بدون سرعت اولیه رها می‌شود و با سرعت v به زمین می‌رسد. در چند متری از زمین سرعت گلوله به $\frac{v}{2}$ می‌رسد؟

۱) ۵ ۲) ۱۵ ۳) ۱۰ ۴) $5\sqrt{2}$

۳- گلوله‌ای از ارتفاع ۸۰ متری از سطح زمین در شرایط خلأ رها می‌شود. اندازهٔ سرعت آن در ارتفاع ۶۰ متری از سطح زمین چند متر بر ثانیه است؟ $(g=10\,m/s^2)$ کنکور دهه‌های گذشته

۱) $20\sqrt{3}$ ۲) ۴۰ ۳) ۲۰ ۴) $40\sqrt{3}$

۴- گلوله‌ای در شرایط خلأ از ارتفاع h رها می‌شود و در سه بازهٔ زمانی یکسان t به‌ترتیب به اندازه Δh_1 و Δh_2 و Δh_3 سقوط می‌کند نسبت $\frac{\Delta h_3}{\Delta h_2}$ کدام است؟ (در این مدت گلوله به زمین نرسیده است.)

۱) ۱ ۲) ۳ ۳) $\frac{5}{3}$ ۴) ۵

۵- گلوله‌ای در شرایط خلأ از ارتفاع ۱۰۱/۲۵ متری سطح زمین رها می‌شود. اگر مدت حرکت را به ۳ بازهٔ زمانی یکسان تقسیم کنیم، مسافت‌های طی‌شده در این بازه‌های زمانی چند متر است؟ $(g=10\,m/s^2)$

۱) ۵۷ , ۳۳/۷۵ , ۱۰/۵ ۲) ۵۶/۲۵ , ۳۳/۷۵ , ۱۱/۲۵ ۳) ۵۵/۵ , ۳۳/۷۵ , ۱۲ ۴) ۵۱/۲۵ , ۴۰ , ۱۰

۶- گلوله‌ای از ارتفاع h رها می‌شود و یک ثانیهٔ آخر حرکتش ۱۷ متر سقوط می‌کند، زمان کل سقوط آن چند ثانیه است؟ ($g=10\,m/s^2$ و مقاومت هوا ناچیز)

۱) ۳ ۲) ۳/۲ ۳) ۱/۲ ۴) ۲/۲

۷- گلوله‌ای از ارتفاع h رها می‌شود و با سرعت $16\,m/s$ به زمین برخورد می‌کند، یک ثانیه قبل از رسیدن به زمین، گلوله در چه ارتفاعی بوده است؟ ($g=10\,m/s^2$ و مقاومت هوا ناچیز است.)

۱) ۱۱ ۲) ۱۵ ۳) ۱۸ ۴) ۱۲

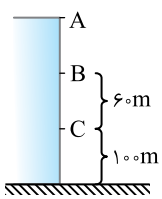
۸- گلوله‌ای از ارتفاع h در شرایط خلأ رها می‌شود و در مدت t به زمین می‌رسد، گلوله چه مدتی طول می‌کشد تا $\frac{3}{4}h$ آخر مسیر را بپیماید؟

۱) $\frac{3}{4}t$ ۲) $\frac{1}{4}t$ ۳) $\frac{1}{2}t$ ۴) $\frac{\sqrt{2}}{2}t$

۹- در شرایط خلأ، گلوله‌ای از ارتفاع معینی از سطح زمین رها می‌شود. اگر گلوله در ۲s آخر سقوط ۷۵ درصد کل مسافت سقوط تا زمین را طی کند، گلوله از چه ارتفاعی رها شده است؟ $(g=10\,m/s^2)$

۱) ۶۰m ۲) ۷۵m ۳) ۸۰m ۴) ۸۵m

۱۰- گلوله‌ای از ارتفاع ۱۸۰ متری از نقطهٔ A مطابق شکل رها می‌شود، گلوله در چه مدتی فاصلهٔ بین B تا C را طی می‌کند؟ ($g=10\,m/s^2$ و مقاومت هوا ناچیز)



۱) ۴ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۱

۱۱- گلوله‌ای را از ارتفاع $122/5\,m$ سطح زمین در شرایط خلأ رها می‌کنیم. در طول حرکت چند ثانیه تندی متوسط برابر سرعت متوسط است؟ $(g=9/8\,m/s^2)$

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) هر سه گزینه درست است.

۱۲- گلوله‌ای از بالای ساختمانی به ارتفاع h در شرایط خلأ رها می‌شود. اگر سرعت متوسط این گلوله در ۴ ثانیهٔ آخر سقوط برابر ۲۵m/s باشد، h چند متر است؟ $(g=۱۰m/s^۲)$

۱) ۱۰۵ ۲) ۱۲۵ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۰۱/۲۵

۱۳- گلولهٔ A از ارتفاع ۷۰ متری رها می‌شود و یک ثانیه بعد گلولهٔ B از ارتفاع ۵۰ متری رها می‌شود. کدام گلوله زودتر به زمین می‌رسد؟ $(g=۱۰m/s^۲)$ و از مقاومت هوا صرف‌نظر می‌شود.) مشابه کنکور دهه‌های گذشته

۱) متحرک A ۲) متحرک B ۳) هر دو با هم می‌رسند. ۴) داده‌های سؤال کم است.

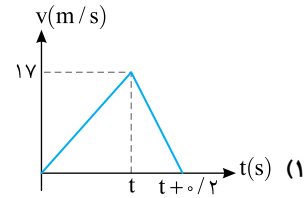
۱۴- دو گلوله از ارتفاع مساوی، یکی مجاور سطح ماه و دیگری مجاور سطح زمین (در شرایط خلأ) بدون سرعت اولیه سقوط می‌کنند. به‌ترتیب از راست به چپ زمان سقوط و سرعت نهایی گلوله در ماه نسبت به گلوله در زمین چگونه است؟

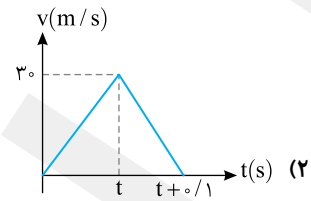
۱) بیشتر- بیشتر ۲) بیشتر- کمتر ۳) کمتر - بیشتر ۴) کمتر- کمتر

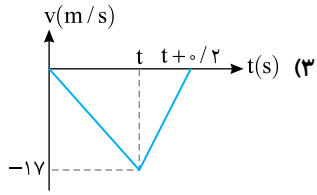
۱۵- گلوله‌ای در شرایط خلأ از ارتفاع h رها می‌شود و در ۴ ثانیهٔ آخر سقوطش مسافتی ۸ برابر کل مسافت قبل از آن را طی می‌کند. h چند متر است؟ $(g=۹/۸\ m/s^۲)$

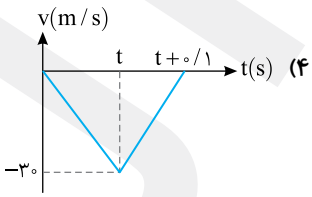
۱) ۶ ۲) ۱۸۰ ۳) ۱۷۶/۴ ۴) ۹۰

۱۶- شخصی از ارتفاع ۱۷ متری روی بالشی به ضخامت ۲ متر سقوط آزاد می‌کند (مقاومت هوا ناچیز است). اگر در این برخورد حداقل ضخامت بالش به ۰/۳ متر برسد و زمین را مبدأ مکان و جهت مثبت را به سمت بالا اختیار کنیم، کدام گزینه نمودار v−t این حرکت را به درستی نشان می‌دهد؟ (شتاب در بازهٔ برخورد ثابت و $\sqrt{۳}=۱/۷$ درنظر گرفته شود.)

۱)


۲)


۳)


۴)


۱۷- از ارتفاع ۴۵ متری سطح زمین، چهار گلوله با فاصله‌های زمانی برابر به گونه‌ای رها می‌شوند که وقتی گلوله اول به زمین می‌رسد، گلولهٔ چهارم رها شده است. در این لحظه فاصلهٔ بین گلولهٔ دوم و سوم چند متر است؟ (از مقاومت هوا صرف‌نظر کنید.)

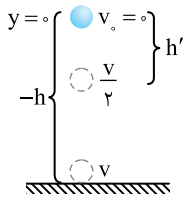
۱) ۵ ۲) ۱۵ ۳) ۲۵ ۴) ۳۵

فصل اول / بخش هفتم
پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- گزینهٔ ۱ (A) جهت مثبت را رو به پایین اختیار می‌کنیم.

$$v^۲-v_۰^۲=۲gh\Rightarrow v^۲-۰=۲\times۱۰\times۱۰\Rightarrow v=۱۰\sqrt{۲}m/s$$

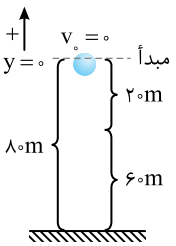
۲- گزینهٔ ۱ (A) با توجه به شکل و استفاده از معادلهٔ مستقل از زمان داریم:



$$\begin{cases} v^۲=-۲g(-h)\Rightarrow v^۲=۲gh \\ (\frac{v}{۲})^۲=-۲g(-h')\Rightarrow \frac{v^۲}{۴}=۲gh' \end{cases}\Rightarrow \frac{h}{h'}=۴\Rightarrow h'=\frac{h}{۴}=۵m$$

بنابراین در ارتفاع ۲۰−۵=۱۵m سطح زمین سرعت نصف سرعت در برخورد به زمین می‌شود.

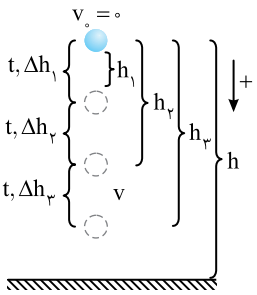
۳- گزینهٔ ۳ (A) محل رها شدن را مبدأ مختصات و جهت رو به بالا را مثبت اختیار می‌کنیم، در این صورت در ۶۰ متری سطح زمین، $\Delta y=-۲۰m$ است.



$$v^۲-v_۰^۲=-۲g\Delta y\Rightarrow v^۲-۰=-۲\times۱۰\times(-۲۰)\Rightarrow v=\pm۲۰m/s$$

در گزینه‌ها $۲۰m/s$ یعنی بزرگی سرعت در نظر گرفته شده است.

۴- گزینهٔ ۳ (B) جهت مثبت را برای سادگی رو به پایین درنظر می‌گیریم سپس مقدار سقوط در مدت t و ۲t و ۳t را به‌دست می‌آوریم:



$$\Delta y=\frac{۱}{۲}gt^۲\Rightarrow h_۱=\frac{۱}{۲}gt^۲\ ,\ h_۲=\frac{۱}{۲}g(۲t)^۲=۴(\frac{۱}{۲}gt^۲)\ ,\ h_۳=\frac{۱}{۲}g(۳t)^۲=۹(\frac{۱}{۲}gt^۲)$$

اکنون مقدار $\Delta h_۲$ و $\Delta h_۳$ را حساب می‌کنیم:

$$\begin{cases}\Delta h_۲=h_۲-h_۱=۴(\frac{۱}{۲}gt)^۲-\frac{۱}{۲}gt^۲=۳(\frac{۱}{۲}gt^۲)\\ \Delta h_۳=h_۳-h_۲=۹(\frac{۱}{۲}gt^۲)-۴(\frac{۱}{۲}gt^۲)=۵(\frac{۱}{۲}gt^۲)\end{cases}\Rightarrow\frac{\Delta h_۳}{\Delta h_۲}=\frac{۵}{۳}$$

۵- گزینهٔ ۲ (B) ابتدا زمان کل سقوط را به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta y=\frac{۱}{۲}gt^۲\Rightarrow ۱۰۱/۲۵=۵t^۲\Rightarrow t^۲=\frac{۱۰۱/۲۵}{۵}=۲۰/۲۵\Rightarrow t=۴/۵s$$

سه بازهٔ زمانی یکسان یعنی بازه‌های ۱/۵ ثانیه، بنابراین جابه‌جایی را در بازه‌های صفر تا ۱/۵s، ۱/۵s تا ۳s و ۳s تا ۴/۵s باید حساب کرد.

$$\Delta y=\frac{۱}{۲}gt^۲\Rightarrow\Delta y=۵\times(\frac{۳}{۲})^۲\Rightarrow\Delta y_{(۱)}=۱۱/۲۵m$$

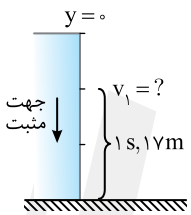
برای محاسبهٔ جابه‌جایی در بازهٔ ۱/۵s تا ۳s باید مکان‌ها را در هر دو لحظه به‌دست آورده و از هم کم کنیم.

$$\Delta y_{(۲)}=\frac{۱}{۲}\times۱۰(۳)^۲-\frac{۱}{۲}\times۱۰(۱/۵)^۲=۴۵-۱۱/۲۵=۳۳/۷۵m$$

جابه‌جایی در بازهٔ ۳s تا ۴/۵s خواهد شد:

$$\Delta y_{(۳)}=۱۰۱/۲۵-(۳۳/۷۵+۱۱/۲۵)=۵۶/۲۵m$$

۶- گزینهٔ ۴ (B) با توجه به سقوط جسم که در مدت ۱s، ۱۷m سقوط کرده است می‌توان نوشت:



$$\Delta y=\frac{۱}{۲}gt^۲+v_۱t\Rightarrow ۱۷=۵\times۱+v_۱\times۱\Rightarrow v_۱=۱۲m/s$$

زمان رسیدن گلوله از لحظهٔ رها شدن به سرعت $۱۲m/s$ خواهد شد:

$$v=gt\Rightarrow ۱۲=۱۰t_۱\Rightarrow t_۱=۱/۲s$$

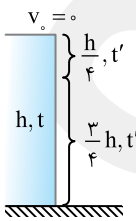
بنابراین کل زمان سقوط $۱/۲+۱=۲/۲s$ است.

۷- گزینهٔ ۱ (A) سرعت آن در برخورد به زمین $۱۶m/s$ بوده بنابراین ۱s قبل سرعت آن باید $۶m/s$ باشد، زیرا شتاب یعنی تغییرات سرعت در هر ثانیه $۱۰m/s^۲$ است.

اکنون به کمک معادلهٔ مستقل از زمان، مسأله قابل حل است.

$$v^۲-v_۰^۲=۲g\Delta y\Rightarrow ۱۶^۲-۶^۲=۲۰\Delta y\Rightarrow ۲۵۶-۳۶=۲۰\Delta y\Rightarrow\Delta y=۱۱m$$

۸- گزینهٔ ۳ (B) برای سادگی جهت مثبت را رو به پایین اختیار می‌کنیم.

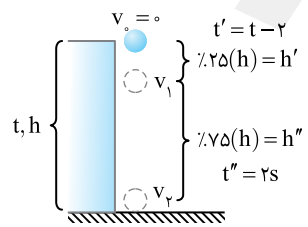


$$\Delta y=\frac{۱}{۲}gt^۲\begin{cases}h=\frac{۱}{۲}gt^۲\\ \frac{h}{۴}=\frac{۱}{۲}gt'^۲\end{cases}\Rightarrow ۴=\frac{t^۲}{t'^۲}\Rightarrow t'=\frac{t}{۲}$$

در این صورت t'' خواهد شد:

$$t''=t-t'=t-\frac{t}{۲}=\frac{t}{۲}$$

۹- گزینهٔ ۳ (B) زمان کل سقوط را با زمان ٪۲۵h اول مسیر مقایسه می‌کنیم برای سادگی جهت مثبت را رو به پایین درنظر می‌گیریم.

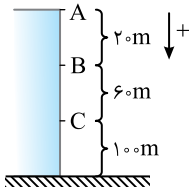


$$\Delta y=\frac{۱}{۲}gt^۲\begin{cases}h=\frac{۱}{۲}gt^۲\\ \frac{۲۵}{۱۰۰}h=\frac{۱}{۲}g(t-۲)^۲\end{cases}\Rightarrow\frac{۲۵}{۱۰۰}=\frac{(t-۲)^۲}{t^۲}\Rightarrow\frac{۱}{۲}=\frac{t-۲}{t}\Rightarrow t=۴s$$

اکنون ارتفاع h را به‌دست می‌آوریم.

$$h=\frac{۱}{۲}gt^۲=\frac{۱}{۲}\times۱۰\times۱۶\Rightarrow h=۸۰m$$

۱۰- گزینهٔ ۲ جهت مثبت را برای سادگی رو به پایین درنظر گرفته‌ایم. با توجه به معادلهٔ مکان - زمان برای دو بازهٔ A تا B و از A تا C داریم:

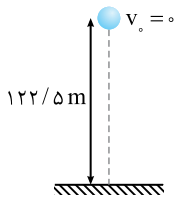


$$\Delta y_{AB}=\frac{1}{2}gt_{AB}^2\Rightarrow 20=5t_{AB}^2\Rightarrow t_{AB}\Rightarrow 2s$$

$$\Delta y_{AC}=\frac{1}{2}gt_{AC}^2\Rightarrow 80=5t_{AC}^2\Rightarrow t_{AC}=4s$$

بنابراین مدت زمان عبور از B تا C برابر است با: $4-2=2s$.

۱۱- گزینهٔ ۳ در سقوط آزاد هنگامی که جسمی از یک ارتفاع رها می‌شود، در طول مسیر تغییر جهت نخواهیم داشت پس تندی متوسط و سرعت متوسط در کل مسیر با هم برابر می باشند، حال زمان حرکت را به‌دست می‌آوریم:



$$\Delta y=\frac{1}{2}gt^2\Rightarrow 122/5=4/9\times t^2\Rightarrow t=5s$$

بنابراین کل زمان سقوط 5s است و در تمام بازه‌های بیان شده سرعت متوسط با تندی متوسط برابر است.

۱۲- گزینهٔ ۴ در مدت ۴ ثانیهٔ آخر سرعت متوسط برابر 25m/s است، بنابراین جابه‌جایی در این مدت برابر است با:

$$\Delta y=v_{av}\Delta t\Rightarrow \Delta y=25\times 4=100m$$

سرعت را در ارتفاع ۱۰۰ متری سطح زمین به‌دست می‌آوریم:

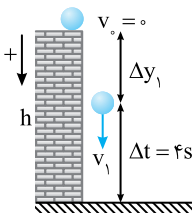
$$\Delta y=\frac{1}{2}gt^2+v_0t\Rightarrow 100=5\times 16+v_1\times 4\Rightarrow v_1=5m/s$$

اکنون می‌توان جابه‌جایی Δy_1 را به‌دست آورد:

$$v_1^2-v_0^2=2g\Delta y_1\Rightarrow 25-0=20\Delta y_1\Rightarrow \Delta y_1=1/25m$$

درنتیجه داریم:

$$h=100+1/25\Rightarrow h=101/25m$$



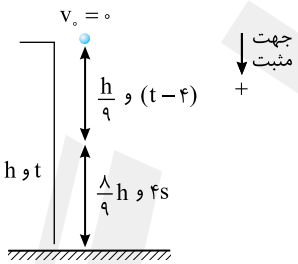
۱۳- گزینهٔ ۱ برای سادگی جهت مثبت را رو به پایین اختیار می‌کنیم و به کمک معادلهٔ مکان - زمان، زمان رسیدن هر گلوله به زمین را به‌دست می‌آوریم:

$$y=\frac{1}{2}gt^2\Rightarrow 70=\frac{1}{2}\times 10t_A^2\Rightarrow t_A=\sqrt{14}s\Rightarrow 3s<t_A<4s \quad , \quad y=\frac{1}{2}gt^2\Rightarrow 50=\frac{1}{2}\times 10t_B^2\Rightarrow t_B=\sqrt{10}\,s\Rightarrow 3s<t_B<4s$$

البته با توجه به صورت مسأله، B یک ثانیه دیرتر رها شده بنابراین زمان سقوط B از لحظهٔ رها شدن A برابر $\sqrt{10}+1$ ثانیه است. از طرفی $4s<\sqrt{10}+1<5s$ بوده که این زمان از t_A بیشتر است و A زودتر به زمین می‌رسد.

۱۴- گزینهٔ ۲ شتاب گرانش در سطح کرهٔ ماه از شتاب گرانش در سطح کرهٔ زمین کمتر است، بنابراین زمان سقوط گلوله در سطح ماه از زمان سقوط گلوله در سطح زمین بیشتر و سرعت نهایی گلوله در سطح کرهٔ ماه از سرعت نهایی در سطح کرهٔ زمین کمتر است.

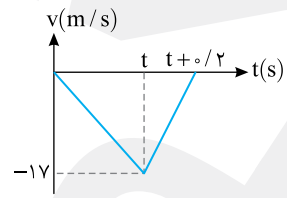
۱۵- گزینهٔ ۳ با توجه به داده‌های پرسش، شکل روبه‌رو را رسم می‌کنیم که نشان می‌دهد گلوله در ۴ ثانیهٔ آخر سقوطش ۸ برابر کل مسافت قبل از آن، جابه‌جا شده است.



$$\left.\begin{aligned}h&=\frac{1}{2}gt^2\\ \frac{h}{9}&=\frac{1}{2}g(t-4)^2\end{aligned}\right\}\Rightarrow\frac{h}{\frac{h}{9}}=\frac{t^2}{(t-4)^2}\Rightarrow 9=\frac{t^2}{(t-4)^2}\Rightarrow 3=\frac{t}{t-4}\Rightarrow 3t-12=t\Rightarrow 2t=12\Rightarrow t=6s$$

$$h=\frac{1}{2}\times 9/8\times(6)^2\Rightarrow h=176/4\,m$$

۱۶- گزینهٔ ۳ در نمودار $v-t$ شیب خط برابر شتاب می‌باشد، بنابراین در قسمت اول مسیر که سقوط آزاد است شتاب برابر $-g$ (با توجه به جهت مثبت اختیاری) است. سرعت برخورد شخص به بالش خواهد شد:



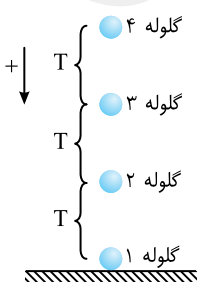
$$v_1^2=-2g\Delta y\Rightarrow v_1^2=-2\times 10\times(2-17)\Rightarrow v_1=-10\sqrt{3}m/s\Rightarrow v_1=-17m/s$$

در قسمت دوم پس از طی مسافت $\Delta y=2-0/3=1/7m$ شخص متوقف شده بنابراین زمان توقف آن را به کمک معادلهٔ مستقل از شتاب حساب می‌کنیم.

$$\Delta y=\frac{v_1+v_2}{2}\Delta t\Rightarrow -1/7=\frac{0-17}{2}\Delta t\Rightarrow \Delta t=0/2s$$

در این صورت شخص بعد از t ثانیه با سرعت $-17m/s$ به بالش رسیده و در لحظهٔ $t+0/2$ متوقف می‌شود و نمودار $v-t$ به شکل روبه‌رو است.

۱۷- گزینهٔ ۲ فاصله‌های زمانی را T ثانیه درنظر می‌گیریم. با توجه به شکل از ارتفاع 45m با رها شدن گلوله 3T طول می‌کشد تا گلوله به زمین برسد و زمان رسیدن به زمین گلوله از ارتفاع ۴۵ متری برابر است با:



$$\Delta y=\frac{1}{2}gt^2\Rightarrow 45=5t^2\Rightarrow t=3s$$

بنابراین $3T=3\Rightarrow T=1s$ است و گلولهٔ (۱)، 3s در حال سقوط بوده و گلولهٔ (۲)، 2s و گلولهٔ (۳)، 1s سقوط کرده، جابجایی گلولهٔ (۲) و (۳) را به‌دست می‌آوریم.

$$\left.\begin{aligned}\Delta y_{\text{گلوله ۲}}&=+\frac{1}{2}g(2T)^2\Rightarrow \Delta y_{\text{گلوله ۲}}=+5\times 4=20m\\ \Delta y_{\text{گلوله ۳}}&=\frac{1}{2}g(T)^2\Rightarrow \Delta y_{\text{گلوله ۳}}=5\times 1=5m\end{aligned}\right\}\Rightarrow \Delta y_{\text{گلوله ۲}}-\Delta y_{\text{گلوله ۳}}=15m$$

فصل دوم / بخش اول
پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- طبق قانون دوم نیوتون، شتاب جسم همواره در جهت برایند نیروهای خارجی وارد بر جسم است، بنابراین:
۱) جسم همواره در جهت شتاب حرکت خواهد کرد.
۲) جسم همواره در جهت نیروی برایند حرکت خواهد کرد.
۳) راستای حرکت جسم به شرایط اولیهٔ حرکت بستگی دارد.
۴) جسم همواره عمود بر شتاب حرکت خواهد کرد.

۲- جعبه‌ای به جرم m با نیروی افقی F در حال حرکت است. اگر جعبه‌ای دیگر به جرم $m/2$ روی این جعبه قرار دهیم، با همان نیروی F شتاب مجموعه ۲ متر بر مجذور ثانیه کاهش می‌یابد. شتاب اولیه حرکت جعبه چند متر بر مجذور ثانیه بوده است؟ (دو جعبه روی هم نمی‌لغزند و سطح بدون اصطکاک است.)
۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۶ ۴) ۱۲

۳- نیروی ۱۰ نیوتونی به جسمی شتاب a و نیروی ۱۴ نیوتون به آن شتاب $(a+2)m/s^2$ می‌دهد، a چند متر بر مجذور ثانیه است؟
۱) ۷ ۲) ۵ ۳) ۴ ۴) ۲

۴- به جسمی به جرم $2kg$ تحت تأثیر سه نیروی $\vec{F}_2=4\vec{i}-6\vec{j}$، $\vec{F}_2=-\vec{i}+10\vec{j}$ و $\vec{F}_3$ قرار گرفته و با سرعت ثابت در حال حرکت می‌باشند. بردار نیروی $\vec{F}_3$ برابر کدام گزینه است؟ (همهٔ اندازه‌ها در SI است.)
۱) $-3\vec{i}-4\vec{j}$ ۲) $-3\vec{i}+4\vec{j}$
۳) $+3\vec{i}+4\vec{j}$ ۴) $-4\vec{i}-3\vec{j}$

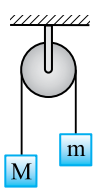
۵- به جسمی به جرم $2kg$ دو نیروی عمود بر هم $F_1=4N$ و $F_2=3N$ اثر می‌کند. شتاب حرکت جسم چند متر بر مجذور ثانیه است؟ قلم‌چی
۱) ۲ ۲) ۱/۵ ۳) ۲/۵ ۴) ۵

۶- جسمی با سرعت $5m/s$ در حرکت است. اگر نیروی ثابت $5N$ در جهت حرکت جسم و به مدت $2s$ بر آن اثر کند، سرعت آن به $10m/s$ می‌رسد. جرم این جسم چند کیلوگرم است؟
۱) ۱/۲۵ ۲) ۲ ۳) ۲/۵ ۴) ۵

۷- جسمی تحت تأثیر نیروی ثابت F قرار گرفته و از حال سکون روی سطح افقی بدون اصطکاکی شروع به حرکت می‌کند. اگر زمان لازم برای آنکه تندی جسم به $10m/s$ برسد، $2s$ باشد، نیروی وارد بر جسم را چند برابر کنیم تا در مدت $2s$ بعد تندی جسم از $10m/s$ به $20m/s$ افزایش یابد؟
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۶

۸- بر جسم ساکنی به جرم $3kg$ نیروی ثابت $F=12N$ وارد می‌شود و جسم شروع به حرکت می‌کند. اگر معادلهٔ سرعت - زمان جسم به‌صورت $v=\alpha t^2+\beta t$ باشد، α و β به‌ترتیب برابر کدام گزینه می‌باشد؟
۱) $\beta=4$ و $\alpha=0$ ۲) $\alpha=4$ و $\beta=0$
۳) $\alpha=2$ و $\beta=2$ ۴) $\alpha=-4$ و $\beta=0$

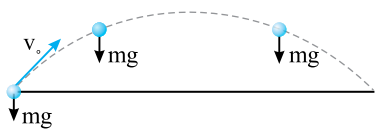
۹- هنگامی‌که جسمی در هوا در حال سقوط است، واکنش نیروهای وارد بر جسم ..... کنکور دهه‌های گذشته
۱) بر هوا وارد می‌شود. ۲) بر زمین و بر هوا وارد می‌شود.
۳) بر زمین وارد می‌شود. ۴) صفر است.

۱۰- در شکل روبه‌رو، $M>m$ است. کدام‌یک از گزاره‌های زیر درست است؟ (جرم نخ، قرقره و اصطکاک ناچیز است.)


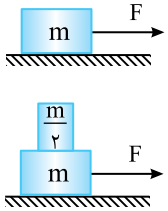
۱) نیرویی که M بر نخ وارد می‌کند از کشش نخ بیشتر است.
۲) نیرویی که M بر نخ وارد می‌کند با کشش نخ برابر است.
۳) نیرویی که m بر نخ وارد می‌کند با کشش نخ برابر است.
۴) گزینه‌های (۲) و (۳) درست هستند.

فصل دوم / بخش اول
پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- گزینهٔ ۳ هرگاه بر جسم نیرو وارد شود، جسم در جهت نیرو شتاب می‌گیرد. چنان‌چه جسم تحت تأثیر نیرو از حال سکون شروع به حرکت کند، جسم در راستای نیرو (نیروی برایند) به‌حرکت درمی‌آید. اما اگر جسم دارای سرعت اولیه باشد، ممکن است جسم در راستای نیرو حرکت نکند. برای مثال در شکل روبه‌رو، گلوله‌ای با سرعت اولیهٔ v_0 در شرایط خلأ پرتاب شده است و تنها نیروی مؤثر بر آن نیروی وزن (W) است که رو به پایین است اما پس از شلیک، جسم در راستای وزن و شتاب حاصل از وزن حرکت نمی‌کند، بلکه دارای یک مسیر خمیده است. بنابراین گزینه‌های (۱) و (۲) نادرست و گزینهٔ (۳) درست است.



۲- گزینهٔ ۳ با توجه به قانون دوم نیوتون برای هر دو حالت داریم:



$$\begin{cases} F=ma \\ F=(\frac{3m}{2})(a-2) \end{cases} \Rightarrow ma=\frac{3m}{2}(a-2) \Rightarrow a=\frac{3}{2}a-3 \Rightarrow \frac{a}{2}=3 \Rightarrow a=6m/s^2$$

۳- گزینهٔ ۲

$$F=ma \Rightarrow \begin{cases} 10=ma & (1) \\ 14=m(a+2) & (2) \end{cases} \xrightarrow{\text{تقسیم رابطهٔ (۱) بر (۲)}} \frac{5}{7}=\frac{a}{a+2} \Rightarrow a=5m/s^2$$

۴- گزینهٔ ۱ جسم با سرعت ثابت در حال حرکت است، بنابراین شتاب حرکت صفر است.

$$\vec{F}_1+\vec{F}_2+\vec{F}_3=m\vec{a} \xrightarrow{a=0} \vec{F}_1+\vec{F}_2+\vec{F}_3=0 \Rightarrow \vec{F}_3=-(\vec{F}_1+\vec{F}_2) \Rightarrow \vec{F}_3=-((4\vec{i}-6\vec{j})+(-\vec{i}+10\vec{j})) \Rightarrow \vec{F}_3=-3\vec{i}-4\vec{j}$$

۵- گزینهٔ ۳ نیروهای وارد بر جسم عمود بر هم می‌باشند. بنابراین:

$$F_{net}=\sqrt{F_1^2+F_2^2}=5N \quad , \quad F_{net}=ma \Rightarrow 5=2\times a \Rightarrow a=2/5m/s^2$$

۶- گزینهٔ ۲ شتاب حرکت جسم را به‌دست می‌آوریم:

$$a=\frac{v-v_0}{t} \Rightarrow a=\frac{10-5}{2}=2/5m/s^2 \quad , \quad F=ma \Rightarrow 5=m(2/5) \Rightarrow m=2kg$$

۷- گزینهٔ ۱ ابتدا با توجه به سرعت و مدت زمان داده شده شتاب در قسمت اولیه را به‌دست می‌آوریم:

$$v=at+v_0 \Rightarrow 10=a\times 2 \Rightarrow a=5m/s^2$$

بنابراین نیروی وارد شده بر جسم برابر $F_1=ma=5m$ است.

در حالت دوم می‌خواهیم در مدت ۲s تندی از ۱۰m/s به ۲۰m/s برسد برای این حالت نیز شتاب را به‌دست می‌آوریم:

$$v_2=at+v_1 \Rightarrow 20=a\times 2+10 \Rightarrow a=5m/s^2$$

پس در این حالت نیز نیرو برابر $F_2=ma=5m$ است و نیازی به تغییر نیرو نیست.

۸- گزینهٔ ۱ نیروی وارد بر جسم ثابت است بنابر قانون دوم نیوتون شتاب حرکت نیز ثابت می‌باشد:

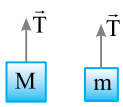
$$F=ma \Rightarrow 12=3a \Rightarrow a=4m/s^2$$

شتاب حرکت ثابت است بنابراین معادلهٔ سرعت - زمان به‌صورت $v=at+v_0$ می‌باشد. برای جسمی که از حال سکون شروع به حرکت کرده معادلهٔ سرعت - زمان به‌صورت $v=4t$ است:

$$\begin{cases} v=\alpha t^2+\beta t \\ v=4t \end{cases} \Rightarrow \alpha=0 \, , \, \beta=4$$

۹- گزینهٔ ۲ بر جسمی که در هوا سقوط می‌کند، دو نیروی وزن و نیروی اصطکاک هوا وارد می‌شود. واکنش نیروی وزن که توسط زمین بر جسم وارد می‌شود، بنابه قانون سوم نیوتون توسط جسم بر زمین وارد می‌شود. نیروی اصطکاک توسط هوا بر جسم وارد می‌شود، بنابه قانون سوم نیوتون واکنش آن نیرویی است که توسط جسم بر هوا وارد می‌شود.

۱۰- گزینهٔ ۴ دقت کنید نخ بر وزنه‌های M و m نیروی T را رو به بالا وارد می‌کند. بنابراین بنابر قانون سوم نیوتون، M بر نخ و همچنین m بر نخ نیرویی برابر T رو به پایین وارد می‌کند.



فصل دوم / بخش دوم
پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- کرهٔ A با شعاع داخلی $10cm$ و شعاع خارجی $15cm$ از ماده‌ای به چگالی $0/6g/cm^3$ ساخته شده است. وزن کرهٔ A چند نیوتون است؟ $(\pi \simeq 3, g=10N/kg)$

۱) ۳ ۲) ۳۰ ۳) ۵/۷ ۴) ۵۷

۲- یک گلولهٔ کوچک فلزی و یک دستمال پارچه‌ای دارای جرم برابر هستند. اگر هر دو را از بام یک ساختمان به پایین بیاندازیم، اندازهٔ شتاب کدام بیشتر است؟ چرا؟

۱) گلولهٔ فلزی زیرا سنگین‌تر است.
۲) شتاب هر دوی آن‌ها برابر g است زیرا نیروی گرانش زمین برای هر دو یکسان است.
۳) شتاب گلوله بیشتر است زیرا مقاومت هوا برای آن کمتر است.
۴) شتاب دستمال بیشتر است زیرا چگالی آن کمتر است.

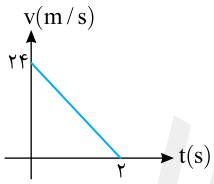
۳- نیروی مقاوم در هنگام رسیدن به تندی حدی برای یک چترباز که بلافاصله بعد از پرش چتر خود را باز کرده برابر $900N$ است. اگر نیروی مقاوم قبل از رسیدن به تندی حدی را با f_{D_1} و بعد از رسیدن به این تندی را با f_{D_2} نشان دهیم کدام گزینه درست است؟

۱) $f_{D_1}=900N$ ، $f_{D_2}<900N$
۲) $f_{D_1}>900N$ ، $f_{D_2}<900N$
۳) $f_{D_1}<900N$ ، $f_{D_2}=900N$
۴) $f_{D_1}=900N$ ، $f_{D_2}=900N$

۴- گلوله‌ای در هوا به طرف بالا پرتاب می‌شود. اگر نیروی مقاومت هوا در برابر حرکت آن ثابت و $\frac{1}{10}$ وزن آن باشد، اندازهٔ شتاب آن هنگام بالا رفتن چند برابر g است؟ $(g=10m/s^2)$

۱) ۱ ۲) $\frac{11}{10}$ ۳) $\frac{9}{10}$ ۴) $\frac{1}{10}$

۵- نمودار $v-t$ گلوله‌ای به جرم $500g$ که به بالا پرتاب می‌شود، به صورت مقابل است. اگر نیروی مقاومت هوا را ثابت فرض کنیم، اندازه این نیرو چند نیوتون است؟

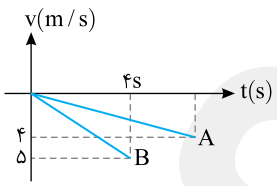


۱) ۲/۵ ۲) ۹/۵
۳) ۱۴ ۴) ۵

۶- دو گوی به جرم‌های $m_1=2kg$ و $m_2=4kg$ را از ارتفاع $h=5m$ رها می‌کنیم. اگر نیروی مقاومت هوای ثابت و یکسان $f_D=10N$ به گوی‌ها وارد شود، بیشترین فاصلهٔ این دو گوی چند متر خواهد بود؟

۱) $\frac{5}{3}$ ۲) $\frac{10}{3}$ ۳) $\frac{5}{6}$ ۴) $\frac{10}{7}$

۷- دو گلوله با جرم‌های یکسان را از یک بلندی رها می‌کنیم و نمودار $v-t$ آن‌ها تا رسیدن به زمین به صورت روبه‌رو است. نیروی مقاومت هوا وارد بر هر دو جسم را ثابت فرض می‌کنیم. نیروی مقاومت هوا وارد بر A و نیروی مقاومت هوای وارد بر B به ترتیب از راست به چپ چند برابر وزن گلوله‌ها است؟ $(g=10N/kg)$

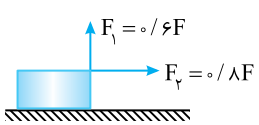


۱) ۰/۹۲ و ۰/۸۷۵ ۲) ۱/۰۷ و ۰/۸۷۵
۳) ۱۲/۲ و ۷/۳ ۴) ۲ و ۱/۷

۸- وزنه‌ای به جرم $100g$ از فنری آویزان می‌کنیم، طول فنر به $25cm$ می‌رسد. اگر $20g$ دیگر به جرم وزنه اضافه کنیم طول فنر ۴ درصد طول حالت قبل افزایش می‌یابد. طول اولیه فنر چند سانتی‌متر است؟ $(g=10N/kg)$

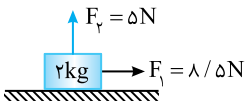
۱) ۱۵ ۲) ۱۸ ۳) ۲۰ ۴) ۲۲

۹- در شکل مقابل اگر اندازهٔ نیروی اصطکاک بین جسم ساکن با جرم $20kg$ و سطح برابر $48N$ باشد، بزرگی نیروی عمودی سطح چند نیوتون است؟ $(g=10N/kg)$



۱) ۱۳۶ ۲) ۱۶۴
۳) ۲۰۰ ۴) ۲۳۶

۱۰- در شکل مقابل نیروهای $F_1 = 8/5N$ و $F_2 = 5N$ به جسم وارد شده و به آن شتابی برابر $2m/s^2$ می‌دهد. ضریب اصطکاک جنبشی در مقابل حرکت کدام گزینه است؟



۱) ۰/۱۵ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۳ ۴) ۰/۴

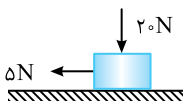
۱۱- فنری با ثابت $50N/m$ را به وزنه‌ای به جرم $5kg$ بسته‌ایم و آن را با سرعت ثابت، روی یک سطح افقی می‌کشیم. اگر فنر در حالت کشش باشد و $10cm$ افزایش طول پیدا کرده باشد، ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح چقدر است؟ $(g = 10m/s^2)$ سراسری تجربی- ۸۵

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۳ ۴) ۰/۴

۱۲- جسمی به وزن ۱۰۰ نیوتون را روی سطح افقی با ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۴ قرار داده و آن را با نیروی افقی ۲۵ نیوتون می‌کشیم، ولی قادر به تکان دادن آن نیستیم. نیروی اصطکاک برحسب نیوتون کدام است؟ کنکور دهه‌های گذشته

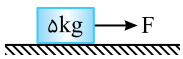
۱) ۱۵ ۲) ۲۵ ۳) ۴۰ ۴) نامشخص است.

۱۳- جسمی به وزن $5N$ روی سطح افقی با ضریب اصطکاک جنبشی $\mu_k = 0/3$ ساکن است، مطابق شکل دو نیروی افقی $5N$ و قائم $20N$ به آن وارد می‌شود. نیروی اصطکاک بین جسم و سطح چند نیوتون است؟



۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۷/۵

۱۴- در شکل مقابل جسم در حالت سکون و نیروی افقی F به تدریج تا به حرکت درآمدن جسم افزایش می‌یابد. اگر $\mu_s = 0/6$ و $\mu_k = 0/2$ باشد، شتاب جسم بلافاصله پس از به حرکت درآمدن چند متر بر مجذور ثانیه است؟

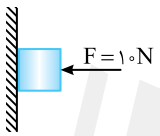


۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۶

۱۵- جسمی را روی سطح افقی با سرعت $20m/s$ پرتاب می‌کنیم. اگر ضریب اصطکاک جنبشی سطح با جسم برابر ۰/۴ باشد، جسم بعد از چند ثانیه متوقف می‌شود؟ $(g = 10N/kg)$

۱) ۱۲ ۲) ۶ ۳) ۵ ۴) ۱۰

۱۶- مطابق شکل روبه‌رو با نیروی F، جسم ۲۰۰ گرمی را به دیوار قائم تکیه داده و ساکن نگه داشته‌ایم. اگر به ازای $F = 10N$ جسم در آستانهٔ حرکت به سمت پایین باشد، ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و دیوار چقدر است؟



۱) ۰/۲ ۲) ۰/۱ ۳) ۰/۴ ۴) ۰/۱۶

۱۷- جسمی به وزن $12N$ روی سطح افقی قرار دارد و ضریب اصطکاک جنبشی بین سطح و جسم $\mu_k = \frac{1}{2}$ است. اگر جسم را با نیروی افقی $5N$ بکشیم، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند چند نیوتون است؟

۱) ۱۲ ۲) ۵ ۳) ۱۳ ۴) ۱۷

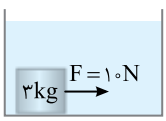
۱۸- جسمی روی سطح شیب‌دار با زاویهٔ ۳۰ درجه نسبت به افق، با سرعت ثابت به پایین می‌لغزد. اگر نیروی وارد از طرف سطح به جسم ۵۰ نیوتون باشد، جرم جسم چند کیلوگرم است؟ $(g = 10m/s^2)$

۱) ۲/۵ ۲) ۵ ۳) ۱۰ ۴) $\frac{10}{\sqrt{3}}$

۱۹- کامیونی به جرم $4000kg$ با سرعت $72km/h$، روی خط راست و در سطح افقی در حال حرکت است و جعبه‌ای در کف آن قرار دارد. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین جعبه و کامیون ۰/۵ باشد، حداقل مسافتی را که کامیون می‌تواند برای توقف طی کند، بدون آنکه جعبه بلغزد، چند متر است؟ $(g = 10m/s^2)$ خارج از کشور ریاضی- ۹۶

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۶۰ ۴) ۸۰

۲۰- مطابق شکل جسمی به جرم $3kg$ را کف ظرف حاوی مایعی با نیروی $F = 10N$ به حرکت در می‌آوریم. اگر نیروی شناوری وارد بر جسم $10N$ باشد شتاب حرکت جسم چند متر بر مجذور ثانیه است؟ $(g = 10N/kg$ و $\mu_k = 0/2)$

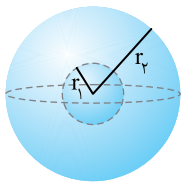


۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) جسم ساکن می‌ماند.

فصل دوم / بخش دوم
پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- گزینهٔ ۴ (A)

ابتدا حجم قسمت توپر کره را به دست می‌آوریم:



$r_1 = ۱۰cm$
$r_2 = ۱۵cm$

$$V_{\text{توپر}} = \frac{۴}{۳}\pi(r_2^۳ - r_1^۳) = \frac{۴}{۳}\times ۳\times(۱۵^۳ - ۱۰^۳) = ۴\times ۲۳۷۵ = ۹۵۰۰cm^۳$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V \Rightarrow m = ۰/۶\times ۹۵۰۰ = ۵۷۰۰g = ۵/۷kg$$

بنابراین وزن جسم برابر است با:

$$mg = ۵/۷\times ۱۰ = ۵۷N$$

۲- گزینهٔ ۳ (A)

هرچه سطح جلویی جسم بزرگ‌تر باشد مقاومت هوای بیشتری به آن جسم وارد می‌شود و چون تکه دستمال سطح گسترده‌تری دارد پس مقاومت هوای بیشتری به آن وارد شده و با شتاب کمتری پایین می‌آید بنابراین شتاب گلوله از شتاب سقوط دستمال بیشتر خواهد بود.

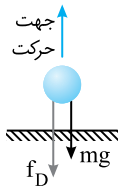
۳- گزینهٔ ۳ (A)

وقتی یک چترباز سقوط کرده و چترش را باز می‌کند، ابتدا تندی‌اش افزایش می‌یابد و نیروی مقاومت هوا نیز افزایش می‌یابد تا اینکه این نیروی مقاومت برابر نیروی وزن چترباز شود، از این لحظه به بعد چترباز با تندی ثابت حرکت کرده که به این تندی ثابت، تندی حدی می‌گویند.

قبل از تندی حدی نیروی مقاومت هوا در حال افزایش می‌باشد تا به نیروی وزن آن برسد بنابراین قبل از تندی حدی مقاومت هوا از $۹۰۰N$ کمتر و بعد از آن برابر $۹۰۰N$ می‌باشد تا تندی حرکت ثابت بماند.

۴- گزینهٔ ۲ (A)

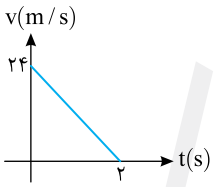
هنگام پرتاب جسم به سمت بالا، نیروی وزن به سمت پایین و هم‌چنین نیروی مقاومت هوا خلاف جهت حرکت یعنی به سمت پایین به جسم وارد می‌شود.

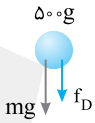


$$-mg - f_D = ma \xrightarrow{f_D = \frac{mg}{۱۰}} -\frac{۱۱}{۱۰}mg = ma \Rightarrow a = -\frac{۱۱}{۱۰}g \Rightarrow |a| = \frac{۱۱}{۱۰}g$$

۵- گزینهٔ ۲ (B)

شیب خط نمودار $v-t$، بیانگر شتاب می‌باشد:





$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = -\frac{۲۴}{۲} = -۱۲m/s^۲$$

$$F_{net} = ma \Rightarrow -mg - f_D = ma \Rightarrow -۱۲ - f_D = -۰/۵\times ۵ = -۲/۵ \Rightarrow f_D = ۹/۵N$$

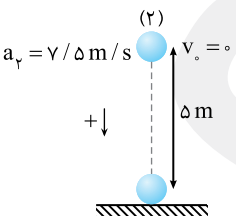
۶- گزینهٔ ۱ (B)

ابتدا شتاب حرکت دو گوی را به‌دست می‌آوریم (برای سادگی جهت مثبت را رو به پایین در نظر گرفته‌ایم).

$$F_{net} = ma \xrightarrow{(۱)} m_۱g - f_D = m_۱a_۱ \Rightarrow ۲۰ - ۱۰ = ۲a_۱ \Rightarrow a_۱ = ۵m/s^۲$$

$$\xrightarrow{(۲)} m_۲g - f_D = m_۲a_۲ \Rightarrow ۴۰ - ۱۰ = ۴a_۲ \Rightarrow a_۲ = ۷/۵m/s^۲$$

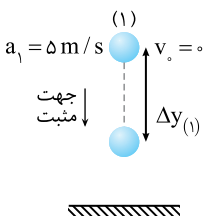
در حرکت شتابدار طی زمان‌های متوالی فاصلهٔ دو متحرک همواره از هم زیاد می‌شود بنابراین بیشترین فاصله برای لحظه‌ای است که متحرک (۲) که شتاب حرکت بیشتری دارد به زمین برسد.



$$\Delta y_{(۲)} = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t \xrightarrow{v_۰=۰} ۵ = \frac{۱}{۲}(۷/۵)\times t^۲ \Rightarrow t^۲ = \frac{۴}{۳}s$$

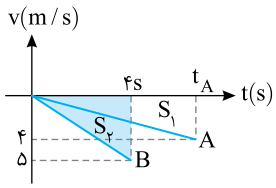
حال مکان جسم (۱) را در این لحظه به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta y_۱ = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t \xrightarrow{v_۰=۰} \Delta y_۱ = \frac{۱}{۲}(۵)t^۲ = \frac{۱}{۲}(۵)\times\frac{۴}{۳} = \frac{۱۰}{۳}m$$



گوی (۱)، در لحظهٔ به زمین رسیدن گوی (۲)، به اندازهٔ $\frac{۱۰}{۳}$ پایین آمده است، پس فاصلهٔ دو متحرک $۵ - \frac{۱۰}{۳} = \frac{۵}{۳}m$ است.

۷- گزینهٔ ۱ دو جسم از یک نقطه رها شده تا به زمین برسند پس اندازهٔ جابه‌جایی هر دو متحرک یکسان است و



می‌دانیم مساحت زیر نمودار $v-t$ برای جابه‌جایی می‌باشد، بنابراین:

$$S_2=S_1\Rightarrow\frac{۵\times۴}{۲}=\frac{۴\times t_A}{۲}\Rightarrow t_A=۵s$$

شیب خط در نمودار $v-t$ برابر شتاب است بنابراین:

$$a_A=\frac{\Delta v_A}{\Delta t_A}=-\frac{۴}{۵}=-۰/۸\frac{m}{s^2}\quad,\quad a_B=\frac{\Delta v_B}{\Delta t_B}=-\frac{۵}{۴}=-۱/۲۵m/s^2$$

جرم هر دو گلوله یکسان است $m_A=m_B=m$ و برای سادگی نیروی بزرگ‌تر (mg) را منهای نیروی کوچک‌تر (f_D) می‌کنیم و شتاب‌ها را با علامت مثبت قرار می‌دهیم.

$$F_{net}=ma_A\Rightarrow mg-f_D=ma_A\Rightarrow ۱۰m-f_D=۰/۸m\Rightarrow f_D=۹/۲m\Rightarrow\frac{f_D}{mg}=۰/۹۲\,N$$

$$F_{net}=ma_B\Rightarrow mg-f'_D=ma_B\Rightarrow ۱۰m-f'_D=۱/۲۵m\Rightarrow f'_D=۸/۷۵m\Rightarrow\frac{f_D}{mg}=۰/۸۷۵\,N$$

۸- گزینهٔ ۳ در حالت اول نیروی وارد شده به فنر برابر نیروی وزن است:

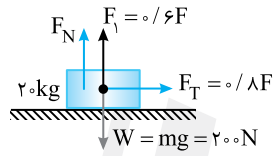
$$F_e=kx\Rightarrow mg=k\Delta x\Rightarrow ۱=k(\frac{۲۵}{۱۰۰}-x_۰)\quad(۱)$$

اگر طول فنر ۴ درصد دیگر افزایش یابد طول فنر برابر ۱۰۴ درصد ۲۵cm یعنی $x'=۲۵\times\frac{۱۰۴}{۱۰۰}=۲۶cm$ است.

$$F_e=kx\Rightarrow mg=k\Delta x\Rightarrow ۱/۲=k(\frac{۲۶}{۱۰۰}-x_۰)\qquad(۲)$$

$$\frac{(۲)}{(۱)}\Rightarrow\frac{۱/۲}{۱}=\frac{\frac{۲۶}{۱۰۰}-x_۰}{\frac{۲۵}{۱۰۰}-x_۰}\Rightarrow\frac{۳۰}{۱۰۰}-۱/۲x_۰=\frac{۲۶}{۱۰۰}-x_۰\Rightarrow\frac{۴}{۱۰۰}=۰/۲x_۰\Rightarrow x_۰=۰/۲m=۲۰cm$$

۹- گزینهٔ ۲ جسم ساکن است پس نیروی اصطکاک برابر نیروی جلوبرنده می‌باشد.



$$f_s=F_T\Rightarrow ۴۸=۰/۸F\Rightarrow F=۶۰N$$

نیروی F_1 خواهد شد:

$$F_1=۰/۶F=۰/۶\times۶۰=۳۶N$$

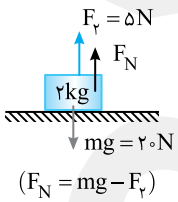
حال نیروی عمودی سطح را به‌دست می‌آوریم.

$$F_{y_{net}}=۰\Rightarrow F_N+F_1=W\Rightarrow F_N+۳۶=۲۰۰\Rightarrow F_N=۱۶۴N$$

۱۰- گزینهٔ ۳ با توجه به شتاب حرکت، نیروی اصطکاک برابر است با:

$$F_1-f_k=ma\Rightarrow ۸/۵-f_k=۴\Rightarrow f_k=۴/۵N$$

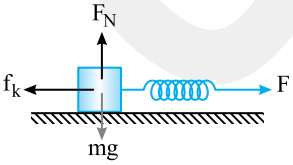
با توجه به رابطهٔ اصطکاک جنبشی، μ_k را به‌دست می‌آوریم.



$$f_k=\mu_kN\Rightarrow f_k=\mu_k(mg-F_2)\Rightarrow ۴/۵=\mu_k(۲۰-۵)\Rightarrow\mu_k=۰/۳$$

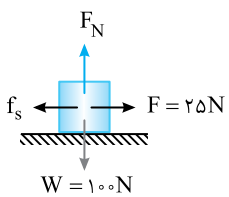
$$(F_N=mg-F_2)$$

۱۱- گزینهٔ ۱ سرعت ثابت است، بنابراین برایند نیروهای وارد بر جسم صفر است.



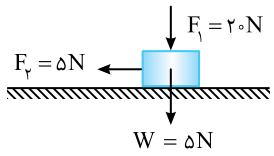
$$F=f_k\Rightarrow k\Delta l=\mu_kmg\Rightarrow ۵۰\times۰/۱=\mu_k\times۵۰\Rightarrow\mu_k=۰/۱$$

۱۲- گزینهٔ ۲ چون جسم ساکن است، برایند نیروهای وارد بر جسم صفر است.



$$F_{net}=۰\Rightarrow f_s=F=۲۵N$$

۱۳- گزینهٔ ۱ (B)

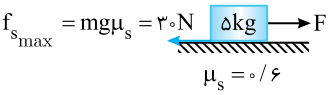


نیروی اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح را حساب می‌کنیم:

$$f_k=\mu_k(F_1+W)=0/3(25)=7/5N>5N$$

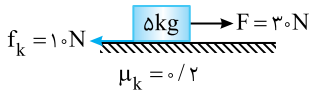
نیروی افقی $5N$ از اصطکاک جنبشی کمتر است و قطعاً از اصطکاک ایستایی کوچک‌تر است و جسم به حرکت در نمی‌آید و نیروی اصطکاک ایستایی آن با نیروی $F_2=5N$ برابر است. $F_{net}=0\Rightarrow F_s=F_2=5N$

۱۴- گزینهٔ ۳ (B)



حداقل نیرو برای به حرکت درآمدن جسم برابر نیروی اصطکاک آستانه حرکت $f_{s\,max}=\mu_s F_N$ می‌باشد اما پس از حرکت به جسم نیروی اصطکاک جنبشی وارد می‌شود. بنابراین، F برابر نیروی اصطکاک آستانه حرکت می‌باشد:

$$F=f_{s\,max}=30N$$



پس از حرکت به جسم نیروی اصطکاک جنبشی $f_k=\mu_k F_N=0/2\times50=10N$ وارد می‌شود و شتاب حرکت بعد از به حرکت درآمدن جسم خواهد شد:

$$F-f_k=ma\Rightarrow30-10=5a\Rightarrow a=4m/s^2$$

۱۵- گزینهٔ ۳ (A)

وقتی جسم از دست ما جدا شده و روی سطح شروع به حرکت می‌کند تنها نیروی وارد شده به جسم نیروی اصطکاک است که همین نیرو باعث توقف جسم می‌شود. چون جسم در راستای عمودی جابه‌جا نمی‌شود، طبق قانون دوم نیوتون داریم:

$$F_{net\,y}=0\Rightarrow F_N-mg=0\Rightarrow F_N=mg$$

طبق قانون دوم نیوتون داریم:

$$F=ma\xrightarrow[\text{نیروی اصطکاک}]{\text{تنها نیروی وارد بر جسم}}F=\mu_k F_N=\mu_k mg=ma\Rightarrow a=\mu_k g\xrightarrow{\mu_k=0/4}a=0/4\times10\Rightarrow a=4m/s^2$$

چون نیروی اصطکاک در خلاف جهت حرکت است، حرکت کندشونده می‌باشد:

$$a=-4m/s^2$$

طبق رابطهٔ مستقل از زمان داریم:

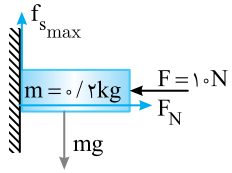
$$v_2^2-v_1^2=2a\Delta x$$

$$v_2=0\Rightarrow-v_1^2=2a\Delta x\Rightarrow-400=-8\Delta x\Rightarrow\Delta x=50m$$

طبق رابطهٔ سرعت متوسط داریم:

$$\Delta x=\frac{v_1+v_2}{2}\Delta t\Rightarrow50=\frac{20+0}{2}\Delta t\Rightarrow50=10\Delta t\Rightarrow\Delta t=5s$$

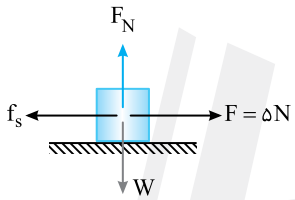
۱۶- گزینهٔ ۱ (A)



جسم در آستانهٔ حرکت قرار دارد بنابراین $f_{s\,max}=\mu_s N$ نیروی اصطکاک است و در این وضعیت باید برابر mg، عامل حرکت به سمت پایین، باشد.

$$\begin{cases}\text{در راستای افقی: } F=F_N=10N\\ \text{در راستای قائم: } f_{s\,max}=mg=2\Rightarrow F_N\mu_s=2\end{cases}\Rightarrow10\mu_s=2\Rightarrow\mu_s=0/2$$

۱۷- گزینهٔ ۳ (B)



نیروی اصطکاک و نیروی عمودی تکیه‌گاه مؤلفه‌های نیروی R هستند. بنابراین نیروی اصطکاک و نیروی عمودی تکیه‌گاه را باید به‌دست آوریم.

$$F_{net,y}=0\Rightarrow F_N=W\Rightarrow F_N=12N$$

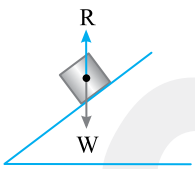
نیروی اصطکاک جنبشی را به‌دست می‌آوریم.

$$f_k=\mu_k mg\Rightarrow f_k=\frac{1}{2}\times12=6N>5N$$

نیروی اصطکاک جنبشی از نیروی $F=5N$ بیشتر است و جسم ساکن می‌ماند و نیروی اصطکاک بین جسم و سطح نیروی اصطکاک ایستایی است.

$$F_{net}=0\Rightarrow f_s=F\Rightarrow f_s=5N\ ,\ F_R=\sqrt{F_N^2+f_s^2}\Rightarrow F_R=\sqrt{12^2+5^2}\Rightarrow F_R=13N$$

۱۸- گزینهٔ ۲ (B)



بر جسم نیروی وزن (W) از طرف کرهٔ زمین و نیرویی از طرف سطح (R) وارد می‌شود سرعت جسم ثابت است، بنابراین برایند نیروهای وارد بر جسم صفر است.

$$F_{net}=0\Rightarrow F_R=W\Rightarrow50=mg\Rightarrow m=5kg$$

۱۹- گزینهٔ ۲ (B)

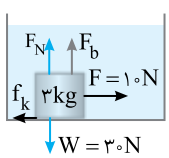
نیرویی که سبب توقف جعبه می‌شود، نیروی اصطکاک ایستایی بین جعبه و کف کامیون است. در صورت مسأله بیان شده حداقل مسافت یعنی بیشینه مقدار شتاب توقف در این صورت اصطکاک ایستایی باید برابر اصطکاک در آستانهٔ حرکت باشد.

$$\mu_s mg=|ma|\Rightarrow|a|=\mu_s g\Rightarrow|a|=0/5\times10\Rightarrow|a|=5m/s^2$$

به کمک رابطهٔ مستقل از زمان (معادلهٔ سرعت - مکان) جابه‌جایی را به‌دست می‌آوریم. $(v_0=72km/h=20m/s)$

$$v^2-v_0^2=2a\Delta x\Rightarrow0-20^2=2\times(-5)\Delta x\Rightarrow\Delta x=40m$$

۲۰- گزینهٔ ۲ (B)



نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم. نیروی عمودی سطح برابر است با:

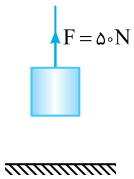
$$F_N+F_b=W\Rightarrow F_N+10=30\Rightarrow F_N=20N$$

در این صورت بنا به قانون دوم نیوتون خواهیم داشت:

$$F-f_k=ma\Rightarrow10-\mu_k F_N=3a\Rightarrow10-4=3a\Rightarrow a=2m/s^2$$

فصل دوم / بخش سوم تا هفتم
پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- مطابق شکل جسمی به جرم $۴kg$ توسط نیروی $F=۵۰N$ از حال سکون در راستای قائم رو به بالا برده شده است. اگر نیروی مقاومت هوای وارد بر جسم در این لحظه برابر $۲N$ باشد، شتاب حرکت برابر چند متر بر مجذور ثانیه است؟



۱) ۲/۵ ۲) ۰/۵
۳) ۱/۵ ۴) ۲

۲- جسمی به جرم $۵/۵kg$ تحت تأثیر نیروی $۷۷N$ در راستای قائم قرار می‌گیرد. اگر معادلهٔ مکان - زمان جسم در SI، $y=\alpha t^۲$ باشد، α برابر کدام گزینه است؟ $(g=۱۰N/kg)$

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۱ ۴) ۳

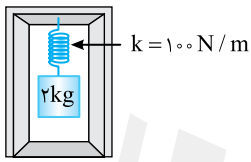
۳- جسمی به جرم m درون آسانسوری قرار دارد. وقتی آسانسور با شتاب a و حرکت تندشونده بالا می‌رود از طرف جسم بر کف آسانسور نیروی F وارد می‌شود، در کدام حالت دیگر نیرویی که از طرف جسم بر کف آسانسور وارد می‌شود همان F است؟

۱) با سرعت ثابت در حرکت باشد.
۲) با شتاب a و حرکت کندشونده پایین رود.
۳) با شتاب a و حرکت کندشونده بالا رود.
۴) با شتاب a و حرکت تندشونده پایین رود.

۴- شخصی به جرم $۶۰kg$ درون آسانسوری روی نیروسنج ایستاده است. در لحظه‌ای که نیروسنج وزن شخص را به اندازهٔ $۲۴۰N$ کمتر از وزن واقعی او نشان می‌دهد، مقدار شتاب آسانسور چند متر بر مربع ثانیه و جهت حرکت آسانسور به کدام سمت است؟ $(g=۱۰m/s^۲)$

۱) ۲ ، رو به بالا یا پایین
۲) ۴ ، رو به بالا یا پایین
۳) ۸ ، رو به بالا
۴) ۸ ، رو به پایین

۵- مطابق شکل جسمی به جرم $۲kg$ درون آسانسور به فنری آویزان شده است. اگر آسانسور با شتاب $۵m/s^۲$ رو به بالا شروع به حرکت کند تغییر طول فنر از طول طبیعی خود چند سانتی‌متر خواهد بود؟ برگرفته از کتاب درسی



۱) ۲۰
۲) ۲۵
۳) ۳۰
۴) ۳۵

۶- درون آسانسوری که با تندی ثابت در حال پایین آمدن است، جسمی به جرم $۵/۵kg$ قرار دارد. اگر آسانسور در مدت $۲s$ با شتاب ثابت از تندی خود بکاهد تا پس از $۵m$ متوقف شود. در این بازه نیرویی که کف آسانسور به جسم وارد می‌کند چند نیوتون است؟ $(g=۱۰N/kg)$

۱) ۴۱/۲۵ ۲) ۶۸/۷۵ ۳) ۵۵ ۴) ۶۳/۷۵

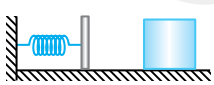
۷- وزنه‌ای به جرم $۴kg$ درون آسانسوری از ریسمانی که بیشینهٔ تحمل آن $۵۰N$ می‌باشد، آویزان است و آسانسور با سرعت ثابت $۵m/s$ رو به پایین در حرکت است. آسانسور حداکثر با شتاب چند متر بر مجذور ثانیه می‌تواند متوقف شود تا ریسمان پاره نشود؟ $(g=۱۰N/kg)$

۱) ۱۰ ۲) ۲/۵ ۳) ۱۲/۵ ۴) ۲

۸- جسمی به جرم $۲kg$ با سرعت اولیهٔ $\vec{v}_۱=۶\vec{i}+۱۸\vec{j}$ در SI در حال حرکت است. بردار تکانه در SI برابر کدام گزینه است؟

۱) $۱۲\vec{i}+۳۶\vec{j}$
۲) $-۱۲\vec{i}-۳۶\vec{j}$
۳) $۳\vec{i}+۹\vec{j}$
۴) $-۳\vec{i}-۹\vec{j}$

۹- مطابق شکل جسمی را با سرعت v روی سطح بدون اصطکاکی به سمت فنری پرتاب می‌کنیم. جسم به فنر برخورد کرده و باز می‌گردد. جهت بردار تکانه در طول حرکت به کدام جهت است؟



۱) به سمت راست
۲) به سمت چپ
۳) ابتدا به سمت راست و سپس به سمت چپ
۴) ابتدا به سمت چپ و سپس به سمت راست

۱۰- اندازه حرکت (تکانه) جسمی در فاصلهٔ زمانی $۰/۱s$ از $۲۵kg.m/s$ به $-۲۵kg.m/s$ تغییر کرده است. نیروی وارد بر جسم در این فاصلهٔ زمانی چند نیوتون است؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) صفر ۲) ۵۰ ۳) -۵۰۰ ۴) $+۵۰۰$

۱۱- توپ فوتبالی به جرم ۰/۵ کیلوگرم با سرعت $15m/s$ به دیواری برخورد کرده و با سرعت $5m/s$ در همان راستا برمی‌گردد. اگر زمان تماس توپ با دیوار ۰/۲ ثانیه باشد، بزرگی نیروی متوسط وارد بر توپ چند نیوتون است؟

۱) ۵۰ ۲) ۳۷/۵ ۳) ۲۵ ۴) ۱۲/۵

۱۲- گلوله‌ای به جرم $20g$ با سرعت $10m/s$ بر مسیر مستقیم حرکت می‌کند. اگر نیروی ۰/۱ نیوتون در مدت $5s$ خلاف جهت به جسم وارد شود، بزرگی تکانهٔ جسم به چند واحد SI می‌رسد؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۰/۳ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۴ ۴) ۱

۱۳- معادلهٔ تکانهٔ گلوله‌ای به جرم $2kg$ در یک لحظه به صورت $\vec{P}=4\vec{i}-3\vec{j}$ (در SI) است. انرژی جنبشی جسم در این لحظه چند ژول می‌باشد؟

۱) ۴/۵ ۲) ۶/۲۵ ۳) ۶/۵ ۴) ۵/۷۵

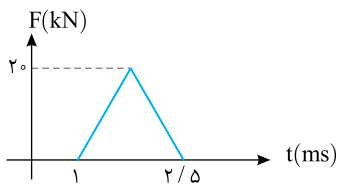
۱۴- جسمی به جرم $2kg$ را با سرعت $15m/s$ در راستای قائم به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. تغییر تکانهٔ حرکت جسم در ثانیهٔ سوم حرکت چند kgm/s است؟ ($g=10N/kg$، مقاومت هوا ناچیز است.)

۱) صفر ۲) ۵ ۳) ۱۰ ۴) ۲۰

۱۵- معادله تکانه جسمی به جرم $2kg$ در SI به صورت $P=4t-2$ می‌باشد. در لحظه $t=2s$ شتاب حرکت متحرک چند متر بر مربع ثانیه می‌باشد؟ مشابه سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۲

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۶- شکل روبه‌رو، منحنی نیروی خالص بر حسب زمان را برای توپ بیسبالی که به آن ضربه زده شده است نشان می‌دهد. تغییر تکانهٔ توپ و نیروی خالص متوسط وارد بر آن در SI به ترتیب از راست به چپ برابر کدام گزینه است؟ برگرفته از کتاب درسی

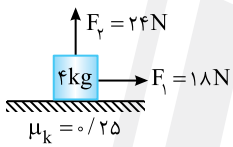


۱) ۳۰ و 10^4 ۲) ۳۰ و 2×10^4
۳) ۱۵ و 10^4 ۴) ۱۵ و 2×10^4

۱۷- چگالی متوسط و شعاع سیارهٔ A به ترتیب $\frac{1}{3}$ چگالی متوسط و دو برابر شعاع سیارهٔ B است. نسبت شتاب گرانش در سطح سیارهٔ A به شتاب گرانش در سطح سیارهٔ B کدام است؟

۱) $\frac{2}{3}$ ۲) $\frac{4}{3}$ ۳) $\frac{8}{9}$ ۴) ۱

۱۸- مطابق شکل نیروی F_1 و F_2 به جعبهٔ $4kg$ وارد شده و آن را به اندازهٔ $2m$ بر سطح افقی جابه‌جا می‌کند. کار نیروی اصطکاک در این جابه‌جایی چند ژول است؟



۱) ۴ ۲) ۸ ۳) -8 ۴) -4

۱۹- جعبه‌ای به جرم $8kg$ درون آسانسوری قرار دارد. آسانسور از حال سکون با شتاب ثابت رو به بالا به راه می‌افتد و پس از $10s$ سرعتش به $5m/s$ می‌رسد. کار نیروی عمودی سطح وارد بر جعبه در این مدت چند کیلوژول است؟

۱) ۲۱۰۰ ۲) ۲/۱
۳) ۴۲۰۰ ۴) ۴/۲

۲۰- اگر در یک حرکت دایره‌ای یکنواخت، شعاع انحنای مسیر و تندی متحرک ۲ برابر شود، شتاب مرکزگرا چند برابر می‌شود؟

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۴

۲۱- یک گلولهٔ فلزی را به نخی به طول $0/5m$ بسته‌ایم و آن را به طور افقی با دورهٔ 4π ثانیه به گردش در می‌آوریم. اگر ناگهان نخ پاره شود، در همان لحظه، گلوله با تندی چند متر بر ثانیه و در چه مسیری پرتاب خواهد شد؟

۱) $\frac{1}{4}$، مماس بر دایرهٔ حرکت ۲) $\frac{1}{4}$، در راستای شعاع دایرهٔ حرکت
۳) $\frac{1}{8}$، مماس بر دایرهٔ حرکت ۴) $\frac{1}{8}$، در راستای شعاع دایرهٔ حرکت

۲۲- ذره‌ای به جرم ۵۰ گرم در یک مسیر دایره‌ای به طور یکنواخت حرکت می‌کند. اگر انرژی جنبشی این ذره $۰/۴J$ و دورهٔ آن $\frac{\pi}{۵}s$ باشد، اندازهٔ شتاب مرکزگرای آن چند متر بر مجذور ثانیه خواهد بود؟

۱) ۰/۴ ۲) $۲۰\sqrt{۲}$ ۳) ۴۰ ۴) ۱۶۰

۲۳- گلوله‌ای به جرم m محیط دایره‌ای به شعاع ۴۰ سانتی‌متر را با تندی ثابت $۲m/s$ دور می‌زند. اگر نیروی مرکزگرای وارد بر آن $۲N$ باشد، m چند گرم است؟

۱) ۴۰۰ ۲) ۳۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۴۰

۲۴- دو جسم با جرم‌های $m_۱$ و $m_۲=۴m_۱$ روی دایره‌هایی با شعاع مساوی دارای حرکت دایره‌ای یکنواخت هستند. اگر اندازهٔ نیروی مرکزگرای آن‌ها یکسان باشد، نسبت $\frac{T_۲}{T_۱}$ کدام است؟ (T دورهٔ حرکت است.)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) $\sqrt{۲}$ ۴) ۴

۲۵- خودرویی با سرعت $۳۶km/h$ روی جادهٔ افقی حرکت می‌کند. ضریب اصطکاک ایستایی بین چرخ‌ها و جاده ۰/۲ است. حداقل شعاع انحنایی که این خودرو می‌تواند بدون لیز خوردن طی کند، کدام گزینه است؟

۱) ۲۰ ۲) ۳۰ ۳) ۵۰ ۴) ۴۰

۲۶- سکه‌ای روی صفحهٔ افقی گردان که ضریب اصطکاک ایستایی آن μ_s است، قرار دارد. وقتی دورهٔ صفحه به T می‌رسد، سکه شروع به لغزیدن می‌کند. فاصلهٔ سکه از مرکز دوران کدام گزینه است؟

۱) $\frac{\mu_s gT^۲}{۴\pi^۲}$ ۲) $\frac{۴\pi^۲}{\mu_s gT^۲}$ ۳) $\frac{mgT^۲}{۴\pi^۲}$ ۴) $\frac{\mu_s mgT^۲}{۴\pi^۲}$

۲۷- طول فنر سبکی در حالت عادی $۲۰cm$ و ثابت آن $۱۰۰N/m$ است. وزنه‌ای به جرم $۸۰۰g$ را به انتهای آن بسته و روی میز افقی بدون اصطکاک با دوره $\frac{۲\pi}{۵}s$ می‌چرخانیم. انتهای دیگر فنر به گرد محور قائمی در مرکز دوران آزادانه می‌چرخد. افزایش طول فنر در این آزمایش چند سانتی‌متر است؟

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۲۰ ۴) ۲۵

۲۸- جرم ۱۰۰ گرمی روی سطح میز افقی بدون اصطکاکی قرار گرفته و به وسیلهٔ نخ محکمی که از سوراخ روی میز عبور کرده، به وزنهٔ دیگری به جرم $۲۰۰g$ متصل است. هنگامی که وزنهٔ روی میز با تندی ثابت $۲m/s$ دایره‌ای را دور می‌زند، وزنهٔ $۲۰۰g$ در امتداد قائم به حالت تعادل است. قطر مسیر دایره‌ای چند متر است؟

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۴ ۳) ۰/۸ ۴) ۴

۲۹- جرم کرهٔ زمین تقریباً ۸۰ برابر جرم کرهٔ ماه و میدان گرانش در سطح زمین تقریباً ۶ برابر میدان گرانش در سطح ماه است. شعاع زمین تقریباً چند برابر شعاع ماه است؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۳/۶ ۲) ۱۳ ۳) ۸۰ ۴) ۴۸۰

۳۰- شتاب گرانش در سطح سیاره‌ای که جرم و حجم آن به ترتیب ۴ و ۲۷ برابر جرم و حجم کرهٔ زمین است، چند برابر شتاب گرانش در سطح زمین می‌باشد؟

۱) $\frac{۴}{۲۷}$ ۲) $\frac{۲۷}{۴}$ ۳) $\frac{۴}{۹}$ ۴) ۳۶

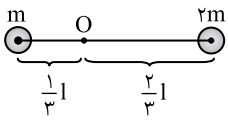
۳۱- ماهواره‌ای به جرم m روی مسیر دایره‌ای به شعاع R با تندی v به گرد زمین می‌گردد. ماهوارهٔ دیگری به جرم $\frac{۱}{۲}m$ روی مسیری به شعاع $۲R$ با تندی v' به گرد زمین می‌گردد. $\frac{v}{v'}$ کدام است؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ ۳) $\sqrt{۲}$ ۴) ۲

۳۲- ماهواره‌ای به جرم m روی مداری به شعاع r به دور زمین می‌چرخد. دورهٔ گردش ماهواره متناسب با کدام است؟ (R_e شعاع زمین)

۱) $r^{\frac{۳}{۲}}$ ۲) $r^{\frac{۲}{۳}}$ ۳) $\frac{r}{m}$ ۴) $\frac{R_e}{r}$

۳۳- دو گلولهٔ A و B به جرم $۲m$ و m توسط میلهٔ سبکی به طول l به هم وصل هستند و میله حول نقطهٔ O از وضعیت افقی رها می‌گردد. نسبت تندی و دورهٔ دو گلوله به ترتیب از راست به چپ کدام است؟



۱) $\frac{۱}{۲}$ و ۲ ۲) ۱و۱ ۳) $\frac{۱}{۲}$ و $\frac{۱}{۶}$ ۴) ۲ و ۱

۳۴- متحرکی روی یک دایره به شعاع ۱۰۰ متر با تندی ثابت $۲۰m/s$ می‌چرخد. در مدتی که یک سوم دور می‌چرخد، بزرگی سرعت متوسط آن چند متر بر ثانیه است؟ ($\pi=۳$)

۱) $۱۰\sqrt{۳}$ ۲) $۳۰\sqrt{۳}$ ۳) ۳۰ ۴) ۲۰

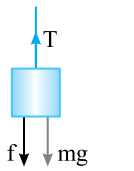
۳۵- خودرویی به جرم $۲۰۰۰kg$ یک پیچ افقی به شعاع ۴۰ متر را با تندی $۲۰m/s$ و بدون لغزش دور می‌زند. اندازهٔ نیرویی که سطح جاده بر خودرو وارد می‌کند چند نیوتون است؟ (از اصطکاک در راستای حرکت صرف‌نظر شود.)

۱) $۱۰^۴$ ۲) ۲×۱۰^۴ ۳) $\sqrt{۲}\times۱۰^۴$ ۴) $۲\sqrt{۲}\times۱۰^۴$

فصل دوم / بخش سوم تا هفتم
پاسخ‌پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- گزینهٔ ۴ (A)

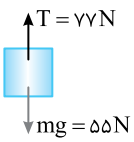
جسم از حال سکون رو به بالا حرکت کرده است پس نیروی مقاومت هوا رو به پایین است.



$$F_{net}=ma\Rightarrow T-f-mg=ma\Rightarrow ۵۰-۴۰-۲=۴a\Rightarrow ۴a=۸\Rightarrow a=۲m/s^۲$$

۲- گزینهٔ ۱ (A)

با توجه به نیروهای وارد بر جسم شتاب حرکت را به‌دست می‌آوریم:



$$F_{net}=ma\Rightarrow ۷۷-۵۵=۵/۵a\Rightarrow a=۴m/s^۲$$

معادلهٔ مکان - زمان به صورت $y=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰t+y_۰$ است پس $\alpha=\frac{۱}{۲}a$ می‌باشد

$$\alpha=\frac{۱}{۲}a\Rightarrow\alpha=\frac{۱}{۲}\times۴\Rightarrow\alpha=۲m/s^۲$$

۳- گزینهٔ ۲ (A)

هنگامی که حرکت جسم تندشونده رو به بالا باشد نیروی عمودی سطح (F_N) از نیروی وزن mg بیشتر است و هرگاه جسم با همان شتاب دارای حرکت کندشونده رو به پایین باشد نیروی عمودی سطح نیز از نیروی وزن بیشتر است، بنابراین اگر جسم با یک شتاب تندشونده رو به بالا و یا کندشونده رو به پایین در حرکت باشد نیروی وارد بر جسم از طرف سطح باهم برابر است.

۴- گزینهٔ ۲ (A)

نیروهای وارد بر جسم، نیروی وزن و نیروی عمودی تکیه‌گاه است. نیروسنج، نیروی عمودی سطح (F_N) را نمایش می‌دهد. با توجه به فرض مسئله:

$$F_{net}=W-F_N=۲۴۰N$$

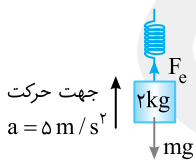
شتاب حرکت خواهد شد:

$$F_{net}=ma\Rightarrow ۲۴۰=۶۰a\Rightarrow a=۴m/s^۲$$

شتاب همواره در جهت نیروی برایند است که در این مسأله نیروی برایند $(W-F_N)$ رو به پایین است. اما ممکن است جسم دارای حرکت تندشونده رو به پایین و یا دارای حرکت کندشونده رو به بالا باشد.

۵- گزینهٔ ۳ (A)

با توجه به قانون دوم نیوتون داریم:



$$F_{net}=ma\Rightarrow F_e-mg=ma\Rightarrow F_e-۲۰=۱۰\Rightarrow F_e=۳۰N$$

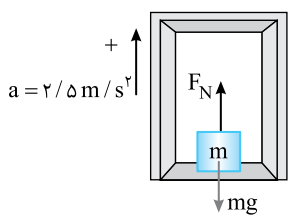
نیرویی که فنر وارد می‌کند برابر است با:

$$F_e=k\Delta x\Rightarrow ۳۰=۱۰۰\Delta x\Rightarrow\Delta x=۰/۳m=۳۰cm$$

۶- گزینهٔ ۲ (B)

ابتدا با توجه به روابط شتاب ثابت در حرکت‌شناسی، شتاب حرکت را به‌دست می‌آوریم:

جهت مثبت را رو به بالا اختیار می‌کنیم:



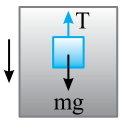
$$\Delta y=\frac{v+v_۰}{۲}\Delta t\Rightarrow -۵=\frac{۰+v_۰}{۲}\times۲\Rightarrow v_۰=-۵m/s$$

$$a=\frac{v-v_۰}{t}\Rightarrow a=\frac{۰+۵}{۲}=+۲/۵m/s^۲$$

حال با توجه به نیروهای وارد بر جسم داریم:

$$F_{net}=ma\Rightarrow F_N-mg=ma\Rightarrow F_N-۵۵=۵/۵\times(۲/۵)\Rightarrow F_N=۶۸/۷۵N$$

۷- گزینهٔ ۲ (B) حداکثر کشش نخ ۵۰N است و در حرکت رو به پایین هنگام توقف $T>mg$ است. بنابراین:



$$T-mg=ma\Rightarrow 50-40=4a\Rightarrow a=2/5\ m/s^2$$

۸- گزینهٔ ۱ (A) با توجه به رابطهٔ $\vec{P}=m\vec{v}$ داریم:

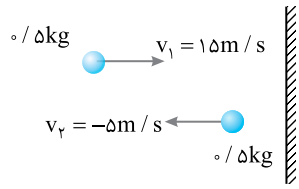
$$\vec{P}=m\vec{v}\Rightarrow\vec{P}=2(6\vec{i}+18\vec{j})\Rightarrow\vec{P}=12\vec{i}+36\vec{j}$$

۹- گزینهٔ ۴ (A) بردار تکانه همواره در جهت سرعت می‌باشد پس ابتدا بردار تکانه به سمت چپ است تا به فنر برخورد کند و بعد از فشردن فنر هنگام باز شدن سرعت جسم به سمت راست می‌باشد، بنابراین بردار تکانه نیز به سمت راست است.

۱۰- گزینهٔ ۳ (A) با توجه به قانون دوم نیوتون:

$$F=ma=m\frac{v-v_0}{t}=\frac{mv-mv_0}{t}\xrightarrow{P=mv}F=\frac{P-P_0}{t}\Rightarrow F=\frac{-25-25}{0/1}\Rightarrow F=-500N$$

۱۱- گزینهٔ ۱ (B) باید حواستان باشد که تکانه کمیتی برداری است و اگر جهت ابتدایی حرکت را مثبت بگیرید، سمت خلاف آن منفی است، بنابراین:



$$\Delta P=m\Delta v=0/5(-5-15)=-10kg.m/s$$

$$F=\frac{\Delta P}{\Delta t}=\frac{-10}{0/2}=-50N$$

۱۲- گزینهٔ ۱ (A) با توجه به اینکه نیروی 0/1N خلاف جهت به جسم وارد می‌شود داریم:

$$\vec{F}_{net}=\frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}\Rightarrow -0/1=\frac{P_2-P_1}{5}\Rightarrow -0/1=\frac{p_2-0/2}{5}\Rightarrow -0/5=P_2-0/2\Rightarrow P_2=-0/3kg.m/s\ ,\ |P_2|=0/3kg.m/s$$

۱۳- گزینهٔ ۲ (A) ابتدا اندازهٔ تکانه را حساب می‌کنیم:

$$|\vec{P}|=\sqrt{4^2+3^2}=5kg.m/s^2\quad ,\quad K=\frac{P^2}{2m}=\frac{25}{4}=6/25J$$

۱۴- گزینهٔ ۴ (A) در حرکت در راستای قائم تنها نیروی وزن به جسم وارد می‌شود.

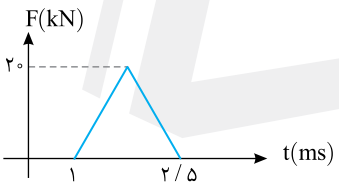
$$F_{av}=\frac{\Delta P}{\Delta t}\Rightarrow\Delta P=F_{av}\Delta t\xrightarrow{F_{av}=mg}\Delta P=mg\Delta t=2\times10\times1=20kg.m/s$$

۱۵- گزینهٔ ۲ (A) ابتدا با توجه به رابطه $P=mv$ معادلهٔ سرعت را به‌دست می‌آوریم:

$$mv=4t-2\Rightarrow 2v=4t-2\Rightarrow v=2t-1$$

معادلهٔ سرعت درجه اول است یعنی حرکت شتاب ثابت بوده و با توجه به رابطهٔ $v=at+v_0$ شتاب حرکت $2m/s^2$ می‌باشد.

۱۶- گزینهٔ ۳ (B) مساحت زیر نمودار $F-t$ برابر تغییر تکانه می‌باشد:



$$\Delta P=S\Rightarrow\Delta P=\frac{20\times10^3\times(1/5\times10^{-3})}{2}=15kg.m/s$$

هم‌چنین با توجه به رابطهٔ نیرو با تکانه می‌توان نوشت: $F_{av}=\frac{\Delta P}{\Delta t}\Rightarrow F_{av}=\frac{15}{1/5\times10^{-3}}=10\times10^3N=10^4N$

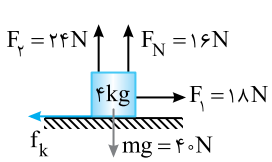
۱۷- گزینهٔ ۱ (B) ابتدا به کمک رابطهٔ حجم کره و همچنین تعریف چگالی، نسبت جرم‌ها را به دست می‌آوریم:

$$R_A=2R_B\xrightarrow{V=\frac{4}{3}\pi R^3}V_A=8V_B\ ,\ \rho_A=\frac{1}{3}\rho_B\Rightarrow\frac{M_A}{V_A}=\frac{1}{3}\frac{M_B}{V_B}\Rightarrow\frac{M_A}{8V_B}=\frac{1}{3}\frac{M_B}{V_B}\Rightarrow M_A=\frac{8}{3}M_B$$

حال می‌توان با توجه به رابطهٔ $g=G\frac{M}{R^2}$، نسبت $\frac{g_A}{g_B}$ را به دست آورد:

$$\frac{g_A}{g_B}=\frac{G\frac{M_A}{R_A^2}}{G\frac{M_B}{R_B^2}}=\frac{M_A}{M_B}\times\frac{R_B^2}{R_A^2}\Rightarrow\frac{g_A}{g_B}=\frac{8}{3}\times\left(\frac{1}{2}\right)^2=\frac{2}{3}$$

۱۸- گزینهٔ ۳ (B) ابتدا نیروی عمودی سطح را به‌دست می‌آوریم:



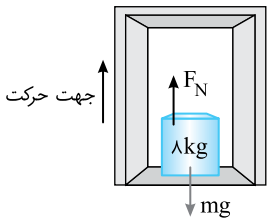
$$F_{net,y}=0\Rightarrow F_2+F_N-mg=0\Rightarrow F_N=16N$$

نیروی اصطکاک برابر است با: $f_k=\mu_kF_N\Rightarrow f_k=0/25\times16=4N$

کار نیروی اصطکاک خواهد شد: $W_f=f_kd\cos180^\circ\Rightarrow W_f=4\times2\times(-1)=-8J$

۱۹- گزینهٔ ۲ (A) آسانسور با شتاب ثابت پس از ۱۰s از سرعت صفر به سرعت 5m/s رسیده بنابراین:

$$v=at+v_0 \Rightarrow 5=a\times 10+0 \Rightarrow a=0/5 m/s^2$$



اکنون نیروی عمودی سطح را به‌دست می‌آوریم:

$$F_{net}=ma \Rightarrow F_N-80=8\times 0/5 \Rightarrow F_N=84N$$

جابه‌جایی آسانسور در مدت ۱۰s برابر است با:

$$d=\frac{v+v_0}{2}t \Rightarrow d=\frac{5+0}{2}\times 10=25m$$

کار نیروی عمودی سطح برابر است با:

$$W_{F_N}=F_N d=84\times 25=2100J \Rightarrow W_{F_N}=2/1kJ$$

۲۰- گزینهٔ ۳ (A) شتاب مرکزگرا در حرکت دایره‌ای را در دو حالت نوشته و تقسیم می‌کنیم:

$$\begin{cases} a'=\frac{v'^2}{r'} \\ a=\frac{v^2}{r} \end{cases} \Rightarrow \frac{a'}{a}=\frac{v'^2}{v^2}\times\frac{r}{r'}=4\times\frac{1}{2}=2$$

۲۱- گزینهٔ ۱ (A) ابتدا تندی چرخش گلوله را حساب می‌کنیم.

$$v=\frac{2\pi r}{T} \Rightarrow v=\frac{2\pi\times 0/5}{4\pi} \Rightarrow v=\frac{1}{4} m/s$$

سرعت در هر نقطه بر مسیر مماس است و هنگام پاره شدن نخ، بنا بر قانون اول نیوتون، جسم روی خط راست با سرعت ثابت به حرکت ادامه می‌دهد، بنابراین در راستای مماس بر دایره حرکت خواهد کرد.

۲۲- گزینهٔ ۳ (B) ابتدا با استفاده از رابطهٔ انرژی جنبشی، سرعت خطی را به‌دست می‌آوریم:

$$K=\frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 0/4=\frac{1}{2}\times 50\times 10^{-3}\times v^2 \Rightarrow v=4m/s$$

اکنون می‌توان شتاب مرکزگرا را به‌دست آورد:

$$\begin{cases} v=r(\frac{2\pi}{T}) \\ a=r(\frac{4\pi^2}{T^2}) \end{cases} \Rightarrow a=v(\frac{2\pi}{T}) \Rightarrow a=4\times\left(\frac{2\pi}{\frac{\pi}{5}}\right) \Rightarrow a=40 m/s^2$$

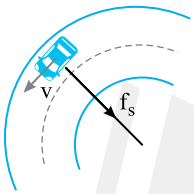
۲۳- گزینهٔ ۳ (A) به کمک رابطهٔ نیروی مرکزگرا خواهیم داشت:

$$F=m\frac{v^2}{r} \Rightarrow 2=m\times\frac{4}{0/4} \Rightarrow m=0/2kg=200g$$

۲۴- گزینهٔ ۲ (A) نیروی مرکزگرای وارد بر دو جسم با هم برابر است، بنابراین:

$$F_1=F_2 \Rightarrow \xrightarrow[r_2=r_1]{m_2=4m_1} m_1(\frac{4\pi^2}{T_1^2})=4m_1(\frac{4\pi^2}{T_2^2}) \Rightarrow \frac{T_2}{T_1}=2$$

۲۵- گزینهٔ ۳ (A) در حرکت دایره‌ای خودرو، نیرویی که خودرو را بر مسیر دایره‌ای نگه می‌دارد نیروی اصطکاک ایستایی بین لاستیک و جاده است که نیروی مرکزگرا است.



$$f_s=m\frac{v^2}{r} \xrightarrow{f_s=\mu_s mg} \mu_s mg=m\frac{v^2}{r} \Rightarrow \mu_s g=\frac{v^2}{r} \Rightarrow 0/2\times 10=\frac{10^2}{r} \Rightarrow r=50m$$

اگر شعاع انحنا از 50m کم‌تر باشد، نیروی اصطکاک ایستایی، نیروی مرکزگرای لازم برای نگه‌داشتن خودرو بر مسیر دایره‌ای را تأمین نکرده و خودرو به سمت بیرون جاده لیز می‌خورد.

۲۶- گزینهٔ ۱ (A) نیروی اصطکاک ایستایی نیروی مرکزگرا است:

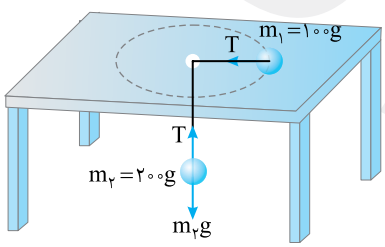
$$mr\times\frac{4\pi^2}{T^2}=\mu_s mg \Rightarrow r=\frac{\mu_s g T^2}{4\pi^2}$$

۲۷- گزینهٔ ۱ (B) هنگام چرخش وزنه، توسط فنر، نیروی مرکزگرا، نیروی کشسانی فنر است.

$$F=k\Delta l=mr(\frac{4\pi^2}{T^2}) \Rightarrow 100\times\Delta l=0/8\times(0/2+\Delta l)\left(\frac{4\pi^2}{\frac{4\pi^2}{25}}\right) \Rightarrow 100\Delta l=0/8(0/2+\Delta l)\times 25$$

$$\Rightarrow 5\Delta l=0/2+\Delta l \Rightarrow 4\Delta l=0/2 \Rightarrow \Delta l=\frac{0/2}{4}=\frac{1}{20} m=5cm$$

۲۸- گزینهٔ ۲ (A) شکل ساده‌ای از مسأله رسم می‌کنیم. جسم ۲۰۰ گرمی در تعادل است:



$$T=m_2 g \quad (1)$$

در حرکت جسم ۱۰۰ گرمی روی سطح میز، نیروی کشش نخ، نیروی مرکزگرا است.

$$T=m_1\frac{v^2}{r} \quad (2)$$

با توجه به رابطهٔ (۱) و (۲) می‌توان نوشت:

$$m_2 g=m_1\frac{v^2}{r} \Rightarrow 2=0/1\times\frac{4}{r} \Rightarrow r=0/2m$$

و قطر مسیر دایره‌ای برابر با $2\times 0/2=0/4m$ است.

۲۹- گزینهٔ ۱ با توجه به فرض سؤال:

$$g_e=۶g_m \Rightarrow G\frac{M_e}{R_e^۲}=۶G\frac{M_m}{R_m^۲}\Rightarrow\frac{R_e^۲}{R_m^۲}=\frac{۱}{۶}\frac{M_e}{M_m}\xrightarrow{M_e=۸۰M_m}\frac{R_e^۲}{R_m^۲}=\frac{۸۰}{۶}\Rightarrow\frac{R_e}{R_m}=\sqrt{\frac{۴۰}{۳}}\simeq ۳/۶$$

۳۰- گزینهٔ ۳ شتاب گرانش در سطح یک سیاره از رابطهٔ $g=G\frac{M}{R^۲}$ به‌دست می‌آید، که در آن M جرم سیاره و R شعاع سیاره است.

با توجه به فرض مسأله:

$$V_p=۲۷V_e\Rightarrow\frac{۴}{۳}\pi R_p^۳=۲۷(\frac{۴}{۳}\pi R_e^۳)\Rightarrow R_p=۳R_e$$

$$g_p=G\frac{M_p}{R_p^۲}=G\frac{۴M_e}{(۳R_e)^۲}=\frac{۴}{۹}G\frac{M_e}{R_e^۲}\Rightarrow g_p=\frac{۴}{۹}g_e$$

۳۱- گزینهٔ ۳ نیروی گرانش زمین وارد بر ماهواره، نیروی مرکزگرا است.

$$G\frac{M_e m}{R^۲}=m\frac{v^۲}{R}\Rightarrow v=\sqrt{\frac{GM_e}{R}}$$

بنابراین سرعت حرکت ماهواره در یک مدار معین به جرم ماهواره بستگی ندارد و با جذر شعاع مدار ماهواره نسبت وارون دارد.

$$\frac{v}{v'}=\frac{\sqrt{\frac{GM_e}{R}}}{\sqrt{\frac{GM_e}{۲R}}}\Rightarrow\frac{v}{v'}=\sqrt{۲}$$

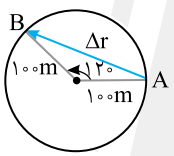
۳۲- گزینهٔ ۱ نیروی مرکزگرای وارد بر ماهواره نیروی گرانش است.

$$F=G\frac{M_e m}{r^۲}=mr(\frac{۴\pi^۲}{T^۲})\Rightarrow T=۲\pi\sqrt{\frac{r^۳}{GM_e}}\Rightarrow T\propto r^{\frac{۳}{۲}}$$

۳۳- گزینهٔ ۴ هرگاه A به طور مثال به اندازهٔ یک چهارم دور بچرخد، B نیز به اندازهٔ یک چهارم دور می‌چرخد. بنابراین دورهٔ آن‌ها برابر است، اما نسبت تندی A به تندی B خواهد شد:

$$\frac{v_A}{v_B}=\frac{\frac{۲\pi r_A}{T}}{\frac{۲\pi r_B}{T}}=\frac{۲\frac{L}{۳}}{\frac{L}{۳}}=۲$$

۳۴- گزینهٔ ۱ محیط دایره برابر است با: $۲\pi r=۲\times۳\times۱۰۰=۶۰۰m$



یک سوم محیط برابر $\frac{۶۰۰}{۳}=۲۰۰m$ است، زمان طی این مسیر را به‌دست می‌آوریم.

$$s=\frac{l}{\Delta t}\Rightarrow\Delta t=\frac{۲۰۰}{۲۰}\Rightarrow\Delta t=۱۰s$$

اکنون جابه‌جایی AB را حساب می‌کنیم، ضلع مجاور زاویهٔ ۳۰° در مثلث قائم‌الزاویه $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$ وتر است.

از این‌رو

$$AB=\frac{\sqrt{۳}}{۲}r+\frac{\sqrt{۳}}{۲}r=\sqrt{۳}r\Rightarrow AB=۱۰۰\sqrt{۳}$$

سرعت متوسط خواهد شد

$$v_{av}=\frac{\Delta r}{\Delta t}=\frac{۱۰۰\sqrt{۳}}{۱۰}=۱۰\sqrt{۳}m/s$$

۳۵- گزینهٔ ۴ نیرویی که جاده بر خودرو وارد می‌کند دارای دو مؤلفه است. یکی نیروی عمودی تکیه‌گاه F_N که وزن را خنثی می‌کند و دیگری نیروی اصطکاک ایستایی بین لاستیک و جاده که نیروی مرکزگرای لازم برای دور زدن خودرو را تأمین می‌کند.

$$F_N=W=mg\Rightarrow F_N=۲۰۰۰۰N \quad , \quad f_s=F=m\frac{v^۲}{r}\Rightarrow f_s=۲۰۰۰\times\frac{۴۰۰}{۴۰}=۲۰۰۰۰N$$

نیروی عکس العمل سطح $R=\sqrt{F_N^۲+f_s^۲}=۲\sqrt{۲}\times۱۰^۴\ N$

فصل سوم / بخش اول
پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- در یک حرکت هماهنگ ساده، کدام زوج از کمیت‌های زیر، همواره در خلاف جهت یکدیگرند؟
۱) نیرو - شتاب ۲) شتاب - سرعت ۳) نیرو - مکان ۴) سرعت - مکان

۲- در یک حرکت هماهنگ ساده در لحظه‌ای که سرعت منفی است، کدام گزینه می‌تواند درست باشد؟
۱) سرعت در حال کاهش است. ۲) سرعت در حال افزایش است.
۳) الزاماً مکان منفی است. ۴) گزینهٔ (۱) و (۲) می‌تواند درست باشد.

۳- در حرکت هماهنگ ساده، وقتی حرکت کندشونده است که .....
۱) الزاماً مکان نوسانگر منفی است. ۲) الزاماً مکان نوسانگر مثبت است.
۳) مکان می‌تواند مثبت یا منفی باشد. ۴) نوسانگر به سوی مرکز نوسان حرکت می‌کند.

۴- در یک حرکت هماهنگ ساده متحرک در مدت $30s$ طول پاره‌خط مسیرش را ۴۰ بار طی کرده است. بسامد آن چند هرتز است؟
۱) $\frac{3}{2}$ ۲) $\frac{2}{3}$ ۳) $\frac{4}{3}$ ۴) $\frac{3}{4}$

۵- در مدت زمان یکسان، نوسانگر A دو برابر نوسانگر B نوسان کامل انجام می‌دهد. بسامد زاویه‌ای A چند برابر بسامد زاویه‌ای نوسانگر B است؟
۱) ۲ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) $\frac{1}{4}$ ۴) ۴

۶- ذرهٔ نوسانگری در مبدأ زمان از انتهای مسیر شروع به نوسان می‌کند. مکان این ذره در $\frac{1}{6}$ دوره چه کسری از دامنه آن است؟ مشابه کنکور دهه‌های گذشته
۱) $\frac{A}{2}$ ۲) $\frac{\sqrt{3}}{2}A$ ۳) $\frac{\sqrt{2}}{2}A$ ۴) $\frac{A}{6}$

۷- معادلهٔ حرکت هماهنگ ساده‌ای در SI به‌صورت $x=0/02\cos 20\pi t$ است. در چه لحظه‌ای پس از $t=0$ برای دومین بار مکان متحرک $x=+1cm$ می‌شود؟
۱) $\frac{1}{60}$ ۲) $\frac{1}{30}$ ۳) $\frac{1}{12}$ ۴) $\frac{1}{6}$

۸- نوسانگر ساده‌ای در لحظه‌های $t_1=3s$ و $t_2=5s$ به ترتیب از مکان‌های $x_1=\frac{A}{2}$ و $x_2=-\frac{A}{2}$ می‌گذرد و در این بازهٔ زمانی سرعت نوسانگر تغییر علامت نمی‌دهد. دوره چند ثانیه است؟
۱) ۲ ۲) ۴ ۳) $\frac{12}{7}$ ۴) ۱۲

۹- در یک حرکت هماهنگ ساده به معادلهٔ $x=A\cos\omega t$، مکان در یک لحظه $\frac{-\sqrt{2}A}{2}$ و حرکت کند شونده است و پس از Δt_1 ثانیه برای اولین‌بار دوباره $\frac{-\sqrt{2}A}{2}$ و Δt_2 ثانیه پس از این $\frac{+\sqrt{2}A}{2}$ می‌شود. نسبت $\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}$ کدام است؟
۱) ۱ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) $\sqrt{2}$ ۴) ۳

۱۰- معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ یک نوسانگر در SI به‌صورت $x=0/04\cos(20\pi t)$ است. تندی متوسط متحرک از لحظه شروع حرکت تا لحظه‌ای که مسافت طی شده توسط نوسانگر برابر $64cm$ می‌شود چند متر بر ثانیه است؟
۱) ۱/۲ ۲) ۱/۶ ۳) 6π ۴) 8π

۱۱- معادلهٔ حرکت هماهنگ ساده‌ای در SI به‌صورت $x=0/03\cos 20\pi t$ است در بازهٔ $t_1=\frac{1}{60}s$ تا $t_2=\frac{9}{80}s$ چند بار به نقطهٔ بازگشت می‌رسد؟
۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۱۲- ذره‌ای با معادلهٔ $x = ۰/۰۲\cos \pi t$ (یکاها در SI) روی پاره‌خطی دارای حرکت هماهنگ ساده است. در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۰/۲۵s$ تا $t_۲ = ۱/۵s$ چند ثانیه، حرکت ذره تندشونده است؟

۱) ۰/۵ ۲) ۰/۲۵ ۳) ۱ ۴) ۰/۷۵

۱۳- مکان نوسانگری نصف مکان بیشینه مثبت و سرعت آن منفی است. اگر دورهٔ حرکت T باشد، پس از چه مدتی شتاب برای اولین بار صفر می‌شود؟

۱) $\frac{۵T}{۱۲}$ ۲) $\frac{T}{۶}$ ۳) $\frac{T}{۳}$ ۴) $\frac{T}{۱۲}$

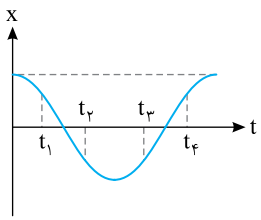
۱۴- نوسانگری روی پاره‌خطی به‌طول ۷/۲ سانتی‌متر دارای حرکت هماهنگ ساده است و در مدت ۵ ثانیه، ۱۰۰ بار طول پاره‌خط را طی می‌کند. در بازهٔ زمانی‌که نوسانگر از مکان $-۳/۶$ سانتی‌متری بدون تغییر جهت به مکان $+۱/۸\sqrt{۲}$ سانتی‌متری می‌رود، سرعت متوسط چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

۱) ۴۸ ۲) ۹۶ ۳) $۴۸(\sqrt{۲}+۲)$ ۴) $۴۸(\sqrt{۲}-۲)$

۱۵- معادلهٔ حرکت نوسانگری در SI به‌صورت $x = ۰/۰۲\cos(\pi t)$ است. اگر تندی متحرک در $t_۱ = ۰/۳s$ و $t_۲ = ۰/۴s$ به‌ترتیب $s_۱$ و $s_۲$ باشد کدام گزینه مقایسهٔ درستی از $s_۱$ و $s_۲$ می‌باشد؟

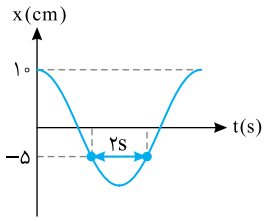
۱) $s_۱ > s_۲$ ۲) $s_۱ = s_۲$ ۳) $s_۱ < s_۲$ ۴) نمی‌توان اظهارنظر قطعی کرد.

۱۶- نمودار مکان - زمان متحرکی که در روی محور xها حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است. در کدام لحظه جهت حرکت در جهت مثبت محور xها و بردار مکان متحرک در خلاف جهت محور xها است؟



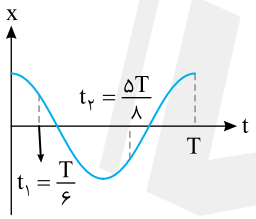
۱) $t_۱$ ۲) $t_۲$ ۳) $t_۳$ ۴) $t_۴$

۱۷- شکل روبه‌رو نمودار مکان - زمان یک حرکت هماهنگ ساده است. بسامد زاویه‌ای نوسانگر چند واحد SI است؟



۱) $\frac{\pi}{۳}$ ۲) $\frac{\pi}{۶}$ ۳) $\frac{۲\pi}{۳}$ ۴) $\frac{\pi}{۲}$

۱۸- نمودار مکان - زمان نوسانگری به صورت روبه‌رو می‌باشد. این نوسانگر ..... پس از $t_۱$ برای اولین بار به نقطهٔ بازگشت خود می‌رسد و ..... پس از $t_۲$ برای اولین بار جهت بردار شتاب تغییر می‌کند؟ (T دوره حرکت نوسانگر است)



۱) $\frac{T}{۲}$ ، $\frac{T}{۱۲}$ ۲) $\frac{T}{۳}$ ، $\frac{T}{۴}$ ۳) $\frac{T}{۸}$ ، $\frac{T}{۳}$ ۴) $\frac{T}{۶}$ ، $\frac{T}{۴}$

۱۹- به وسیلهٔ یک فنر افقی به ثابت $۲۰۰N/m$ وزنه‌ای به جرم $۲kg$ را روی سطح افقی بدون اصطکاکی با دامنهٔ $۵cm$ به نوسان در می‌آوریم. اندازهٔ شتاب حرکت در فاصلهٔ $۳cm$ از انتهای مسیر چند واحد SI است؟ سراسری - ۹۰

۱) ۳ ۲) ۲ ۳) ۰/۲ ۴) ۰/۳

۲۰- وزنه‌ای به جرم $۲۰۰g$ به فنری که ثابت آن $۸۰N/m$ است، آویخته شده است. هرگاه وزنه را از وضع تعادل خارج و رها کنیم، نسبت بیشینهٔ شتاب آن به بیشینهٔ تندی آن کدام است؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۴۰۰ ۲) ۲۰ ۳) $\frac{۱}{۲۰}$ ۴) $\frac{۱}{۴۰۰}$

۲۱- آونگ ساده‌ای در استوا در سطح تراز دریا دارای دورهٔ T است. آن را به عرض ۶۰° جغرافیایی (در سطح تراز دریا) می‌بریم. دورهٔ نوسانات آن چه تغییری می‌کند؟

۱) تغییر نمی‌کند.
۲) اندکی کاهش می‌یابد.
۳) اندکی افزایش می‌یابد.
۴) هر سه حالت ممکن است رخ دهد.

۲۲- یک ساعت آونگ‌دار را به سطح کرهٔ ماه می‌بریم. دورهٔ چرخش عقربهٔ دقیقه‌شمار آن به کدام گزینه نزدیک است؟ (شتاب گرانش در سطح ماه $\frac{۱}{۶}$ شتاب گرانش در سطح زمین است.)

۱) ۶۰ دقیقه ۲) ۱۴۷ دقیقه ۳) ۱۲۰ دقیقه ۴) ۳۶۰ دقیقه

۲۳- دو آونگ ساده با طول‌های l و $\frac{l}{۲}$ در یک مکان با دامنهٔ کم نوسان می‌کنند. دورهٔ نوسان آونگ اول (بلندتر) چند برابر دورهٔ نوسان آونگ دوم است؟

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ ۳) $\sqrt{۲}$ ۴) ۲

۲۴- دورهٔ حرکت نوسانی کم‌دامنهٔ یک آونگ ساده به طول ۸۱ سانتی‌متر، برابر با ۱/۸ ثانیه می‌باشد. اگر طول آونگ ۶۴ سانتی‌متر باشد، دورهٔ حرکت آن چند ثانیه می‌شود؟

۱) ۱/۲ ۲) ۱/۸ ۳) ۱/۴ ۴) ۱/۶

۲۵- دورهٔ آونگ ساده‌ای در سطح زمین T است. اگر آن را در سیاره‌ای که بزرگی میدان گرانش در سطح آن $\frac{g}{۲}$ است، قرار داده و طول آونگ را دو برابر کنیم، دورهٔ آن چند برابر می‌شود؟

۱) ۱ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) ۲ ۴) $\frac{۱}{۳}$

۲۶- آونگ‌های A و B را با هم به نوسان درمی‌آوریم. پس از ۱۲ ثانیه آونگ A، ۴ نوسان از آونگ B بیشتر انجام می‌دهد. اگر طول آونگ A، ۲۵ سانتی‌متر باشد، طول آونگ B چند سانتی‌متر از آونگ A بیشتر است؟ $(\pi^۲ = g)$

۱) ۵۶/۲۵ ۲) ۱۰۰ ۳) ۳۱/۲۵ ۴) ۷۵

۲۷- ذره‌ای روی پاره‌خطی دارای حرکت هماهنگ ساده است و هنگامی که تندی نوسانگر $۴m/s$ است انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل نوسانگر به ترتیب $۳J$ و $۱J$ است. هنگامی که تندی نوسانگر $۲m/s$ است. انرژی پتانسیل نوسانگر چند ژول می‌باشد؟

۱) $\frac{۱۰}{۴}$ ۲) $\frac{۱۳}{۴}$ ۳) ۳ ۴) ۱

۲۸- وزنه‌ای به جرم ۲ کیلوگرم به انتهای یک فنر افقی با ثابت ۱۰۰ نیوتون بر متر متصل است و با دامنهٔ ۱۲ سانتی‌متر نوسان می‌کند. انرژی پتانسیل کشسانی فنر وقتی سرعت وزنه ۰/۳ متر بر ثانیه است، چند میلی‌ژول است؟

۱) ۰/۶۳ ۲) ۶۳ ۳) ۶۳۰ ۴) ۶۳۰۰

۲۹- نوسانگری را از انتهای مسیر خود رها می‌کنیم تا حرکت هماهنگ ساده انجام دهد. در کدام لحظات گفته‌شده انرژی مکانیکی نوسانگر تنها به صورت انرژی جنبشی می‌باشد؟ (T دورهٔ تناوب است)

۱) $\frac{۳T}{۴}$ و $\frac{T}{۲}$ و $\frac{T}{۴}$ ۲) $\frac{۵T}{۴}$ و $\frac{۳T}{۴}$ و $\frac{T}{۴}$ ۳) T و $\frac{۳T}{۴}$ و $\frac{T}{۲}$ ۴) T و $\frac{۵T}{۴}$ و $\frac{۳T}{۴}$

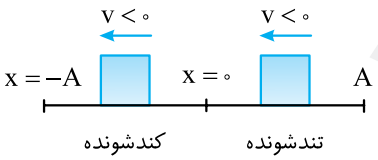
۳۰- معادله حرکت نوسانگر ساده‌ای به صورت $x = A\cos\omega t$ است. در لحظه‌ای که شناسهٔ تابع کسینوسی ωt (فاز) معادلهٔ مکان - زمان برابر $\frac{۵\pi}{۶}$ رادیان است، کدام گزینه درست است؟

۱) انرژی جنبشی در حال افزایش است.
۲) انرژی مکانیکی در حال افزایش است.
۳) انرژی پتانسیل در حال افزایش است.
۴) اطلاعات سؤال کافی نمی‌باشد.

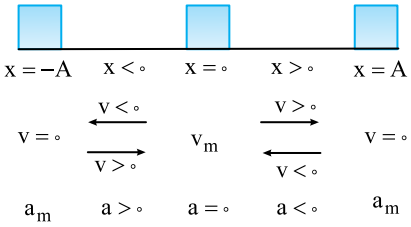
فصل سوم / بخش اول
پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- گزینهٔ ۳ (A) با توجه به قانون هوک $(F=-kx)$ نیرو و مکان همواره در خلاف جهت هم هستند.

۲- گزینهٔ ۴ (B) هنگامی که سرعت منفی باشد یعنی جهت حرکت نوسانگر در خلاف جهت محور x ها است پس در مکان‌های مثبت $(x>۰)$ هنگامی که نوسانگر در حال حرکت به سمت نقطهٔ تعادل باشد سرعت منفی است و با نزدیک شدن به مرکز نوسان تندی افزایش می‌یابد پس سرعت در حال افزایش است. همچنین در مکان‌های منفی نیز هنگامی که نوسانگر در خلاف جهت محور x ها یعنی در حال حرکت به سمت $-A$ باشد سرعت نوسانگر منفی است که در این زمان نوسانگر در حال دور شدن از نقطه تعادل است پس تندی کاهش می‌یابد، بنابراین گزینهٔ (۱) و (۲) می‌تواند درست باشد.



۳- گزینهٔ ۳ هرگاه نوسانگر از مرکز نوسان به سوی دامنه در حرکت باشد، حرکت کُندشونده است و ممکن است مکان نوسانگر مثبت یا منفی باشد، همچنین علامت سرعت و یا علامت شتاب نیز می‌تواند مثبت و یا منفی باشد.



۴- گزینهٔ ۲ هر دو بار طی مسیر، معادل یک نوسان است از این رو نوسانگر در ۳۰s ، ۲۰ نوسان انجام داده است.

$$T=\frac{t}{N}=\frac{۳۰}{۲۰}\Rightarrow T=\frac{۳}{۲}s\Rightarrow f=\frac{۲}{۳}Hz$$

۵- گزینهٔ ۱ تعداد نوسانات A در مدت t دو برابر نوسانات B است از این‌رو:

$$T=\frac{t}{N}\Rightarrow\frac{T_A}{T_B}=\frac{N_B}{N_A}\Rightarrow\frac{T_A}{T_B}=\frac{۱}{۲}\xrightarrow{\omega=\frac{۲\pi}{T}}\frac{\omega_A}{\omega_B}=\frac{T_B}{T_A}\Rightarrow\frac{\omega_A}{\omega_B}=۲$$

۶- گزینهٔ ۱ با توجه به معادلهٔ مکان - زمان داریم:

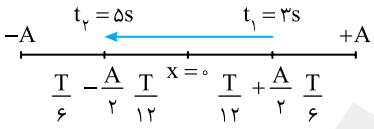
$$x=A\cos\omega t\Rightarrow x=A\cos\frac{۲\pi}{T}\times\frac{T}{۶}\Rightarrow x=A\cos\frac{\pi}{۳}\Rightarrow x=\frac{A}{۲}$$

۷- گزینهٔ ۳ با توجه به فرض مسأله $(x=+۱cm)$ خواهیم داشت:

$$x=۰/۰۲\cos۲۰\pi t\Rightarrow ۰/۰۱=۰/۰۲\cos۲۰\pi t\Rightarrow\cos۲۰\pi t=\frac{۱}{۲}$$

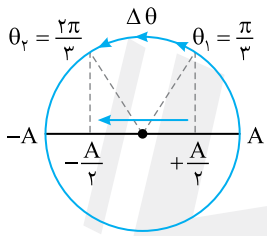
برای اولین بار: $۲۰\pi t=\frac{\pi}{۳}\Rightarrow t=\frac{۱}{۶۰}s$ ، برای دومین بار: $۲۰\pi t=۵\frac{\pi}{۳}\Rightarrow t=\frac{۱}{۱۲}s$

۸- گزینهٔ ۴ مسیر حرکت را رسم کرده و بازه‌های زمانی روی مسیر را با بازه‌های شناخته شده مقایسه می‌کنیم.



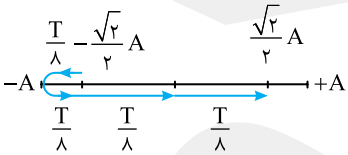
$$۵-۳=\frac{T}{۱۲}+\frac{T}{۱۲}\Rightarrow ۲=\frac{T}{۶}\Rightarrow t=۱۲s$$

روش دایرهٔ مثلثاتی: کمان‌های نظیر مکان‌های $+\frac{A}{۲}$ و $-\frac{A}{۲}$ را مشخص کرده، تغییر شناسهٔ تابع (تغییر فاز) را به‌دست آورده و مسأله را حل می‌کنیم.



$$\Delta\theta=\omega\Delta t\Rightarrow\frac{۲\pi}{۳}-\frac{\pi}{۳}=\frac{۲\pi}{T}\times۵\Rightarrow T=۱۲s$$

۹- گزینهٔ ۱ با استفاده از بازه‌های زمانی شناخته شده و با توجه به فرض مسأله، شکل مسیر را رسم می‌کنیم



$$\begin{cases}\Delta t_۱=\frac{T}{۸}+\frac{T}{۸}=\frac{T}{۴}\\ \Delta t_۲=\frac{T}{۸}+\frac{T}{۸}=\frac{T}{۴}\end{cases}\Rightarrow\frac{\Delta t_۲}{\Delta t_۱}=۱$$

۱۰- گزینهٔ ۲ نوسانگر در هر دوره مسافتی برابر ۴A طی می‌کند یعنی در هر دوره مسافت طی شده $۴A=۱۶cm$ است، بنابراین وقتی مسافت طی شده ۶۴cm است یعنی تعداد دورها $\frac{۶۴}{۱۶}=۴$ است و زمان طی شده برابر ۴T خواهد بود.

$$\omega=۲۰\pi\Rightarrow\frac{۲\pi}{T}=۲۰\pi\Rightarrow T=\frac{۱}{۱۰}s\Rightarrow\Delta t=۴T=\frac{۴}{۱۰}s\quad,\quad s_{av}=\frac{l}{\Delta t}=\frac{۰/۶۴}{\frac{۴}{۱۰}}=۱/۶m/s$$

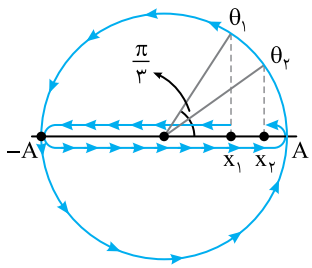
۱۱- گزینهٔ ۳ **راه‌حل اول:** نقطهٔ بازگشت در انتهای مسیر می‌باشد، درواقع مکان‌هایی که نوسانگر به $+A$ یا $-A$ می‌رسد.

$$\pm A=A\cos۲۰\pi t\Rightarrow\cos۲۰\pi t=\pm۱\Rightarrow۲۰\pi t=k\pi\Rightarrow t=\frac{k}{۲۰}$$

که k می‌تواند ۱، ۲ و ... باشد.

$$\frac{۱}{۶۰}<\frac{k}{۲۰}<\frac{۹}{۸۰}\Rightarrow\frac{۱}{۳}<k<\frac{۹}{۴}\Rightarrow k=۱,۲$$

راه‌حل دوم: ابتدا کمان متناظر مکان نوسانگر در لحظهٔ t_1 و t_2 را به‌دست آورده و روی دایره مثلثاتی آن را مشخص می‌کنیم:



$$\theta_1=\omega t_1=20\pi\times\frac{1}{60}=\frac{\pi}{3}$$

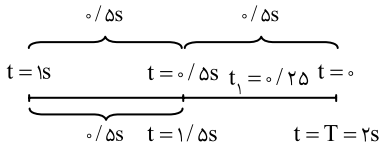
$$\theta_2=\omega t_2=20\pi\times\frac{9}{80}=\frac{9\pi}{4}=2\pi+\frac{\pi}{4}$$

بنابراین نوسانگر در این بازه مسیر روبه‌رو را طی کرده است که با توجه به مسیر طی شده دو بار به نقطهٔ بازگشت خود رسیده است.

۱۲- گزینهٔ ۴ استفاده از معادلهٔ حرکت: دوره را به‌دست می‌آوریم:

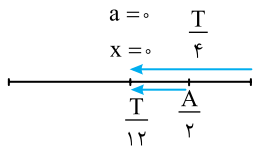
$$\omega=\frac{2\pi}{T}\Rightarrow\pi=\frac{2\pi}{T}\Rightarrow T=2s\Rightarrow\frac{T}{4}=0/5s$$

شکل مقابل را رسم می‌کنیم.



از $t_1=0/25s$ تا $t=0/5s$ که متحرک در حال حرکت به سوی مرکز نوسان است. یعنی به مدت $0/5-0/25=0/25s$ حرکت تندشونده است از $t=0/5s$ تا $t=1s$ حرکت کندشونده و از $1s$ تا $1/5s$ یعنی به مدت $1/5-1=0/5s$ مجدداً حرکت تندشونده است. بنابراین جمعاً $0/5+0/25=0/75s$ حرکت تندشونده است.

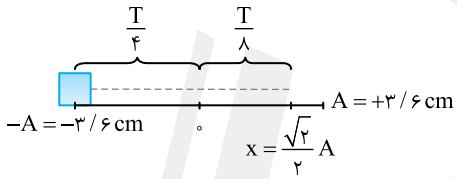
۱۳- گزینهٔ ۴ مدت زمانی که طول می‌کشد برای اولین بار نوسانگر از مکان $+\frac{A}{2}$ به مرکز نوسان یعنی جایی که شتاب صفر است برسد برابر $\frac{T}{12}$ است (به جدول بازه‌های زمانی شناخته شده دقت کنید)



۱۴- گزینهٔ ۳ نوسانگر در مدت $5s$، 100 بار طول پاره‌خط را طی کرده پس نوسانگر در این مدت ۵۰ نوسان کامل انجام می‌دهد و دوره خواهد شد:

$$T=\frac{t}{N}\Rightarrow T=\frac{5}{50}=0/1s$$

طول پاره‌خط برابر $7/2cm$ و دامنهٔ حرکت $A=\frac{7/2}{2}=3/6cm$ است. نوسانگر از مکان $x=-A=-3/6cm$ به مکان $x_2=\frac{\sqrt{2}}{2}A=1/8\sqrt{2}cm$ رسیده و در این جابه‌جایی تغییر جهت نداده بنابراین مسیر حرکت به‌صورت زیر است:



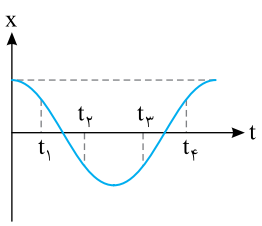
$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}\Rightarrow v_{av}=\frac{1/8\sqrt{2}-(-3/6)}{\frac{T}{4}+\frac{T}{8}}\xrightarrow{T=0/1s}v_{av}=\frac{1/8\sqrt{2}+3/6}{\frac{0/3}{8}}=\frac{8(1/8\sqrt{2}+3/6)}{0/3}=8(6\sqrt{2}+12)=48(\sqrt{2}+2)$$

۱۵- گزینهٔ ۳ نوسانگر هنگام عبور از مرکز تعادل خود دارای بیشینه تندی می‌باشد و هرچه متحرک به مرکز نوسان نزدیک‌تر باشد تندی آن بیشتر است. مکان را در لحظهٔ $t_1=\frac{3}{10}s$ و $t_2=\frac{4}{10}s$ به‌دست می‌آوریم، نوسانگر در مکانی که به مرکز نزدیک‌تر است دارای تندی بیشتر است.

$$x_1=0/02\cos(\pi\times\frac{3}{10})\Rightarrow x_1=0/02\cos(\frac{3\pi}{10})\quad,\quad x_2=0/02\cos(\pi\times\frac{4}{10})\Rightarrow x_2=0/02\cos(\frac{4\pi}{10})$$

با توجه به این که $0/3\pi$ و $0/4\pi$ در ربع اول هستند و در ربع اول هر چه کمان بزرگتر شود کسینوس کوچکتر می‌شود. در لحظهٔ $t=0/4s$ مکان کوچکتر خواهد بود یعنی نوسانگر به مرکز تعادل نزدیک‌تر و درنتیجه تندی‌اش بیشتر است.. $s_1<s_2$

۱۶- گزینهٔ ۳ جهت حرکت همان جهت سرعت است در لحظهٔ t_3 و t_4 شیب خط مماس بر نمودار مثبت و سرعت یعنی جهت حرکت مثبت است و در لحظهٔ t_2 و t_3 مکان منفی است. در این صورت گزینه (۳) درست است.

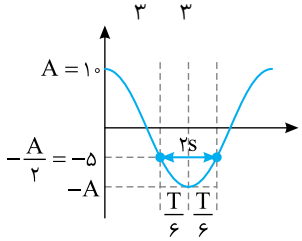


۱۷- گزینهٔ ۱ (B) t_1 اولین لحظه که نوسانگر به $-5cm$ رسیده و t_2 دومین لحظه‌ای است که نوسانگر به $-5\,cm$ می‌رسد. فاز حرکت (شناسهٔ تابع کسینوسی) را در این دو لحظه به‌دست می‌آوریم:

$$x=A\cos\omega t\Rightarrow -5=10\cos\omega t\Rightarrow\cos\omega t=-\frac{1}{2}\Rightarrow\omega t_1=\frac{2\pi}{3},\ \omega t_2=\frac{4\pi}{3}$$

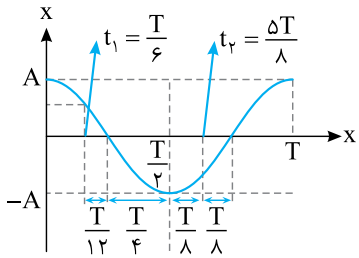
$$\Delta\theta=\omega\Delta t\Rightarrow\frac{4\pi}{3}-\frac{2\pi}{3}=\omega\times 2\Rightarrow\omega=\frac{\pi}{3}\,rad/s$$

روش دوم: بازه‌های زمانی شناخته شده: به کمک بازه‌های زمانی شناخته شده خواهیم داشت:



$$\Delta t=\frac{T}{6}+\frac{T}{6}\Rightarrow 2=\frac{T}{3}\Rightarrow T=6s\xrightarrow{\omega=2\pi/T}\omega=\frac{\pi}{3}\,\frac{rad}{s}$$

۱۸- گزینهٔ ۳ (B) بازهٔ زمانی از لحظه‌ای که نوسانگر برای اولین بار به نقطه بازگشت یعنی مکان $-A$ می‌رسد برابر است با:



$$\Delta t=\frac{T}{12}+\frac{T}{4}=\frac{T+3T}{12}\Rightarrow\Delta t=\frac{T}{3}$$

با گذر نوسانگر از مبدأ مکان $x=0$ بردار شتاب تغییر جهت می‌دهد. بنابراین از لحظهٔ t_2 تا لحظهٔ تغییر جهت بردار شتاب مطابق شکل $\frac{T}{8}$ طول می‌کشد.

۱۹- گزینهٔ ۲ (A) با برابر قرار دادن $F=ma$ و $|F|=kx$ خواهیم داشت. دقت شود فاصله از انتهای مسیر $3cm$ است، بنابراین:

$$x=2cm\ ,\ kx=ma\Rightarrow|a|=|\frac{k}{m}x|\Rightarrow|a|=|\frac{200}{2}\times\frac{2}{100}|=2\,m/s^2$$

۲۰- گزینهٔ ۲ (A) بیشینه شتاب برابر $a_m=A\omega^2$ و بیشینه سرعت برابر $v_m=A\omega$ است از این‌رو:

$$\frac{a_m}{v_m}=\omega\Rightarrow\frac{a_m}{v_m}=\sqrt{\frac{k}{m}}\Rightarrow\frac{a_m}{v_m}=\sqrt{\frac{80}{0/2}}\Rightarrow\frac{a_m}{v_m}=20$$

۲۱- گزینهٔ ۲ (B) شتاب گرانش در قطب‌ها، بیشتر از شتاب گرانش در استوا است. از این رو با توجه به رابطهٔ $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ، دورهٔ نوسان آونگ، اندکی کاهش می‌یابد.

توجه کنید که همین تغییر جزئی سبب می‌گردد که وقتی مکان ساعت‌های آونگ‌دار قدیمی مانند آن‌چه در این تست بیان شد تغییر کند، برای نمایش درست زمان، این ساعت‌ها مجدداً تنظیم گردند.

۲۲- گزینهٔ ۲ (A)

$$\frac{T'}{T}=\sqrt{\frac{g}{g'}}\Rightarrow\frac{T'}{60}=\sqrt{6}\Rightarrow T'\sim 147\,min$$

۲۳- گزینهٔ ۳ (A) دورهٔ آونگ $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ است، بنابراین:

$$\frac{T_1}{T_2}=\frac{2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}}{2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}}}\Rightarrow\frac{T_1}{T_2}=\sqrt{\frac{l_1}{l_2}}=\sqrt{\frac{l}{\frac{l}{2}}}\Rightarrow\frac{T_1}{T_2}=\sqrt{2}$$

۲۴- گزینهٔ ۴ (B) دورهٔ یک آونگ ساده $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ است، بنابراین:

$$\begin{cases}T_1=2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}\\ T_2=2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}}\end{cases}\Rightarrow\frac{T_2}{T_1}=\sqrt{\frac{l_2}{l_1}}\Rightarrow\frac{T_2}{1/8}=\sqrt{\frac{64}{81}}\Rightarrow\frac{T_2}{1/8}=\frac{8}{9}\Rightarrow T_2=1/6s$$

۲۵- گزینهٔ ۳ (A) با توجه به رابطهٔ دورهٔ آونگ:

$$\frac{T'}{T}=\frac{2\pi\sqrt{\frac{2l}{g}}}{2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}}=\sqrt{2}\Rightarrow T'=\sqrt{2}T$$

۲۶- گزینهٔ ۳ (A) ابتدا دورهٔ آونگ A را به‌دست می‌آوریم:

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{l}{g}}\Rightarrow T_A=۲\pi\sqrt{\frac{۰/۲۵}{\pi^۲}}\Rightarrow T_A=۱s$$

با توجه به این‌که:

$$N_A=N_B+۴\Rightarrow\frac{t}{T_A}=\frac{t}{T_B}+۴\Rightarrow\frac{۱۲}{۱}=\frac{۱۲}{T_B}+۴\Rightarrow T_B=۱/۵s$$

$$T_B=۲\pi\sqrt{\frac{l_B}{g}}\Rightarrow ۱/۵=۲\pi\sqrt{\frac{l_B}{\pi^۲}}\Rightarrow ۲/۲۵=۴l_B\Rightarrow l_B=۰/۵۶۲۵m=۵۶/۲۵cm\quad,\quad l_B-l_A=۵۶/۲۵-۲۵=۳۱/۲۵\,cm$$

۲۷- گزینهٔ ۲ (B) انرژی جنبشی برابر $\frac{۱}{۲}mv^۲$ می‌باشد و همچنین مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل برابر انرژی مکانیکی است که در طول مسیر ثابت می‌ماند:

$$E=U+K\Rightarrow E=۱+۳=۴J$$

هنگامی که تندی $۴m/s$ است انرژی جنبشی برابر $۳J$ است، پس زمانی که تندی $۲m/s$ شده انرژی جنبشی برابر است با:

$$K=\frac{۱}{۲}mv^۲\Rightarrow\frac{K_۲}{K_۱}=\frac{v_۲^۲}{v_۱^۲}\Rightarrow\frac{K_۲}{۳}=\frac{۲^۲}{۴^۲}\Rightarrow K_۲=\frac{۳}{۴}J$$

در این صورت انرژی پتانسیل خواهد شد:

$$K_۲+U_۲=۴J\Rightarrow\frac{۳}{۴}+U_۲=۴J\Rightarrow U_۲=\frac{۱۳}{۴}J$$

۲۸- گزینهٔ ۳ (B) انرژی مکانیکی نوسانگر ساده برابر است با:

$$E=\frac{۱}{۲}mA^۲\omega^۲\xrightarrow{m\omega^۲=k}E=\frac{۱}{۲}kA^۲\Rightarrow E=\frac{۱}{۲}\times۱۰۰\times(۰/۱۲)^۲\Rightarrow E=۰/۷۲J$$

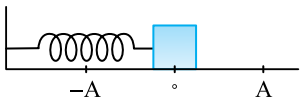
انرژی جنبشی نوسانگر برابر است با:

$$K=\frac{۱}{۲}mv^۲\Rightarrow K=\frac{۱}{۲}\times۲\times(۰/۳)^۲\Rightarrow K=۰/۰۹J$$

انرژی پتانسیل در این لحظه برابر است با:

$$E=U+K\Rightarrow U=E-K=۰/۷۲-۰/۰۹\Rightarrow U=۰/۶۳J=۶۳۰mJ$$

۲۹- گزینهٔ ۲ (B) هنگامی که انرژی پتانسیل صفر باشد تمام انرژی مکانیکی به صورت انرژی جنبشی می‌باشد.



می‌دانیم در نقطهٔ تعادل $(x=۰)$ $U=۰$ و انرژی مکانیکی برابر انرژی جنبشی است.

$$x=A\cos\omega t\Rightarrow ۰=A\cos\omega t$$

$$\cos\omega t=۰\Rightarrow\frac{۲\pi}{T}t=k\pi+\frac{\pi}{۲}\Rightarrow t=\frac{۲k+۱}{۴}T$$

بنابراین در $t=\frac{T}{۴},\frac{۳T}{۴},\frac{۵T}{۴},\cdots$ انرژی مکانیکی جسم تنها به صورت انرژی جنبشی است.

۳۰- گزینهٔ ۳ (B) ابتدا با توجه به معادلهٔ مکان - زمان داریم:

$$x=A\cos\omega t\Rightarrow x=A\cos\frac{۵\pi}{۶}\Rightarrow x=-\frac{\sqrt{۳}}{۲}A$$

در $\omega t=\frac{۵\pi}{۶}$ متحرک برای اولین بار $x=-\frac{\sqrt{۳}}{۲}A$ رسیده است پس نوسانگر در حال حرکت به سمت انتهای مسیر می‌باشد که در این صورت انرژی پتانسیل در حال افزایش است.

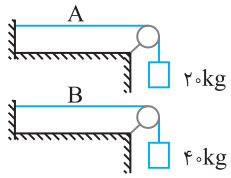
فصل سوم / بخش دوم

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- ریسمانی با نیروی F کشیده شده است و تندی انتشار موج در آن v است. کدام گزینه دربارهٔ تندی انتشار موج در این ریسمان درست است؟

۱) تندی انتشار موج با طول ریسمان نسبت وارون دارد.
۲) تندی انتشار موج با جذر طول ریسمان نسبت وارون دارد.
۳) تندی انتشار موج با جذر طول ریسمان نسبت مستقیم دارد.
۴) تندی انتشار موج در یک ریسمان به طول ریسمان بستگی ندارد.

۲- به دو طناب بلند کاملاً مشابه A و B، وزنه‌هایی مطابق شکل آویخته‌ایم. سرعت انتشار موج‌های عرضی در طناب A چند برابر سرعت موج در طناب B است؟



۱) ۱
۲) $\frac{۱}{۲}$
۳) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$
۴) $\sqrt{۲}$

۳- یک طناب سنگین به جرم m از سقف آویزان است. در آن موجی منتشر می‌شود. تندی انتشار موج در وسط طناب چند برابر تندی انتشار موج در ذره‌های نزدیک محل آویز است؟

۱) ۱
۲) ۲
۳) $\sqrt{۲}$
۴) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$

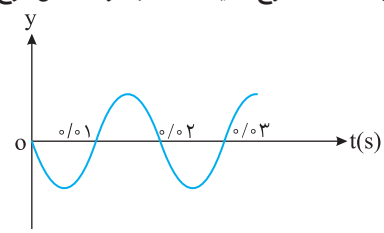
۴- منبع موجی در هر ثانیه ۲۰ نوسان کامل انجام می‌دهد و امواج حاصل با تندی ثابت در یک محیط منتشر می‌شوند. اگر طول موج برابر $5cm$ باشد، تندی انتشار موج چند متر بر ثانیه است؟ سراسری تجربی - ۸۴ با تغییر

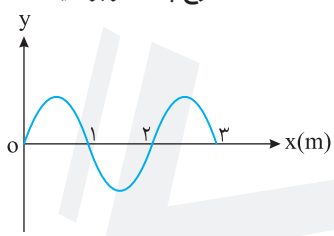
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۱۰
۴) ۲۰

۵- دو موج با بسامدهای $f_۱ = ۲۵Hz$ و $f_۲ = ۵۰Hz$ در یک محیط منتشر می‌شوند. طول موج دومی چند برابر طول موج اولی است؟

۱) ۱
۲) ۲
۳) $\frac{۱}{۲}$
۴) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$

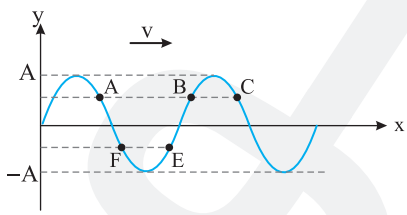
۶- در شکل‌های زیر نمودارهای بُعد - زمان موج در یک نقطه و نمودار نقش موج در یک لحظه رسم شده است. تندی انتشار موج چند متر بر ثانیه است؟





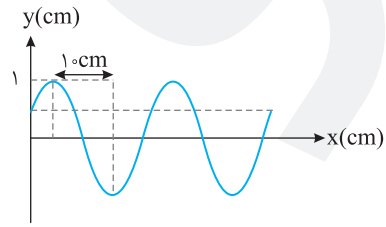
۱) ۱۰۰
۲) ۵۰
۳) ۲۰۰
۴) ۳۰۰

۷- شکل روبه‌رو، نقش یک موج را در لحظهٔ t نشان می‌دهد. با توجه به این شکل، ذرهٔ ..... با ذرهٔ A هم‌زمان به دامنهٔ مثبت می‌رسند و در لحظهٔ t، ذرهٔ F به طرف ..... حرکت می‌کند.



۱) C - پایین
۲) B - پایین
۳) C - بالا
۴) F - بالا

۸- نقش یک موج عرضی که با سرعت $۴m/s$ در خلاف جهت محور x ها در یک محیط همگن در حال انتشار است، در لحظهٔ t مطابق شکل روبه‌رو است. بزرگی شتاب یک ذره از محیط هنگامی که در فاصلهٔ $۰/۶cm$ از محل تعادلش قرار دارد، چند متر بر ثانیه است؟ $(\pi^۲ \approx ۱۰)$



۱) ۶۴
۲) ۹۶
۳) ۱۶
۴) ۸

۹- یک نوسان‌ساز با معادلهٔ $y = ۰/۰۲ \cos ۲۰\pi t$ در نوسان است و در سطح آب یک تشت موج، موج‌های تخت گسیل می‌کند. اگر فاصلهٔ دو ستیغ متوالی برابر $5cm$ باشد، تندی انتشار موج در سطح آب چند m/s است؟

۱) ۰/۵
۲) ۱/۵
۳) ۰/۲۵
۴) ۰/۶

۱۰- کدام گزینه در مورد میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی موج‌های الکترومغناطیسی درست است؟

۱) دارای طول موج یکسان و دورهٔ متفاوت هستند.
۲) دارای طول موج و بسامد متفاوت هستند.
۳) دارای طول موج متفاوت هستند و با هم زاویهٔ ۹۰° می‌سازند.
۴) دارای طول موج و دورهٔ یکسان هستند.

۱۱- کدام یک از ویژگی‌های زیر از ویژگی‌های امواج الکترومغناطیسی است؟

۱) عرضی هستند.
۲) انرژی را از محلی به محل دیگر منتقل می‌کنند.
۳) برای انتشار به محیط مادی نیاز ندارند.
۴) هر سه گزینه درست هستند.

۱۲- طول موج رادیویی A، در خلأ ۴ متر از طول موج رادیویی B در خلأ بیشتر است و بسامد B، ۵ برابر بسامد A است. بسامد B چند هرتز است؟ $(c=۳\times۱۰^۸ m/s)$

۱) ۶×۱۰^۷ ۲) ۳×۱۰^۸ ۳) ۶×۱۰^۸ ۴) ۳×۱۰^۷

۱۳- ..... پرتو ایکس از فروسرخ ..... است.

۱) طول موج - بلندتر ۲) دوره - کمتر ۳) سرعت انتشار - بیشتر ۴) قدرت نفوذ - کمتر

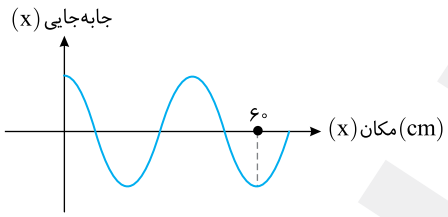
۱۴- در کدام گزینه طیف موج‌های الکترومغناطیسی به ترتیب افزایش طول موج منظم شده‌اند؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) فروسرخ - قرمز - فرابنفش - بنفش
۲) بنفش - فرابنفش - فروسرخ - قرمز
۳) فروسرخ - قرمز - بنفش - فرابنفش
۴) فرابنفش - بنفش - قرمز - فروسرخ

۱۵- کدام‌یک از گزینه‌های زیر می‌تواند میدان مغناطیسی در فضا ایجاد کند؟

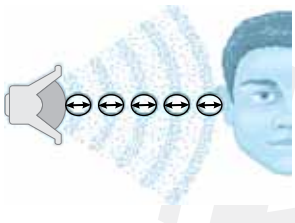
۱) بار الکتریکی ساکن
۲) خازن باردار در حال تخلیه
۳) سیملولهٔ حامل جریان ثابت
۴) گزینه‌های (۲) و (۳)

۱۶- در شکل روبه‌رو نمودار جابه‌جایی - مکان در یک لحظه برای موج‌های صوتی یک چشمهٔ صوت رسم شده است. اگر تندی انتشار صوت در محیط $۳۳۰ m/s$ باشد، بسامد چشمهٔ صوت چند هرتز است؟



۱) ۱۱۰۰ ۲) ۸۲۵
۳) ۹۰۰ ۴) ۵۵۰

۱۷- در شکل مقابل فاصلهٔ شخص از چشمهٔ صوتی یک‌بار ۱۰cm و باردیگر ۲۰cm است. انرژی صوتی که در هر ثانیه به پردهٔ گوش شخص در حالت دورتر می‌رسد چند برابر حالت نزدیک‌تر است؟ برگرفته از کتاب درسی



۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$
۳) ۲ ۴) ۴

۱۸- مساحت پردهٔ صماخ گوش شخصی برابر ۴۰ میلی‌مترمربع است و شخص، صوتی با تراز شدت ۶۰ دسی‌بل را دریافت می‌کند. چند نانو ژول انرژی صوتی در مدت نیم‌دقیقه به گوش این شخص می‌رسد؟ $(I_۰=۱۰^{-۶}\mu W/m^۲)$

۱) $۲/۴\times۱۰^{-۹}$ ۲) $۱/۲\times۱۰^{-۹}$ ۳) ۲/۴ ۴) ۱/۲

۱۹- شنوندهٔ A صوتی را ۴۰dB بلندتر از شنوندهٔ B می‌شنود. نسبت فاصلهٔ شنوندهٔ B تا منبع صوت به فاصلهٔ شنوندهٔ A تا همان منبع چقدر است؟

۱) ۱۰۰ ۲) ۱۰ ۳) ۴۰ ۴) ۴۰۰

۲۰- تراز شدت صوت یک چشمهٔ صوت در فاصلهٔ ۱۰ متری از آن برابر β است. چند متر دیگر بر فاصلهٔ خود از چشمهٔ صوت بیفزاییم تا تراز شدت صوت دریافتی از چشمه ۴۰ دسی‌بل کاهش یابد؟

۱) ۱۰۰ ۲) ۹۹۰ ۳) ۱ ۴) ۹

۲۱- در فاصلهٔ ۱۰ متری از یک منبع صوت، تراز شدت صوت ۲۰ دسی‌بل بیشتر از تراز شدت صوتی با شدت صوت $۱ W/m^۲$ است. در فاصلهٔ چند متری از این منبع صوت تراز شدت صوت ۲۰ دسی‌بل کمتر از تراز شدت صوتی با شدت صوت $۱ W/m^۲$ است؟ (از جذب انرژی توسط محیط صرف‌نظر شود.) سراسری تجربی با تغییر - ۹۴

۱) ۱۰۰ ۲) ۲۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۱۰۰۰

۲۲- در یک محیط همگن که شرایط فیزیکی در تمام جهت‌ها و نقاط آن یکسان .....
۱) تندی صوت با هر بسامد که باشد، مقدار ثابتی است.
۲) اصوات با ارتفاع بالاتر با تندی بیشتر منتشر می‌گردند.
۳) اصوات با ارتفاع پایین‌تر با تندی بیشتر منتشر می‌گردند.
۴) اصواتی که شدت آن‌ها بیشتر است، با تندی بیشتر منتشر می‌گردند.

۲۳- شنونده‌ای صوتی با بسامد $25Hz$ را با شدت $10^{4}\mu W/m^{2}$ می‌شنود. تراز شدت این صوت، چند دسی‌بل است؟ سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۲
$(I_{0}=10^{-12}W/m^{2})$
۱) ۱۶۰ ۲) ۲۰ ۳) ۸۰ ۴) ۱۰۰

۲۴- یک منبع صوتی با سرعت v و شخصی از فاصلهٔ d با همان سرعت به دنبال آن در حرکت است. در این صورت می‌توان گفت آن شخص .....
۱) صدا را با بسامد نصف صوت منبع می‌شنود.
۲) صدا را همان بسامد منبع می‌شنود.
۳) صدا را با بسامد دو برابر بسامد منبع دریافت می‌کند.
۴) صدای منبع را نمی‌شنود.

فصل سوم / بخش دوم
پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- گزینهٔ ۴ (B) تندی انتشار موج در ریسمان برابر $v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}$ بوده که F نیروی کشش و μ چگالی خطی جرم است $(\mu=\frac{m}{l})$

در نگاه اول تصور می‌شود که $v=\sqrt{\frac{F.l}{m}}$ است و v با جذر طول نسبت مستقیم دارد. اما دقت کنید که:

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow m=\rho V\Rightarrow m=\rho Al$$

اکنون در رابطهٔ $v=\sqrt{\frac{F.l}{m}}$ به‌جای m جای‌گذاری می‌کنیم:

$$v=\sqrt{\frac{Fl}{\rho Al}}\Rightarrow v=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

بنابراین تندی انتشار موج در یک ریسمان به طول ریسمان بستگی ندارد. بلکه به چگالی و مساحت مقطع (قطر سطح مقطع) بستگی دارد.

۲- گزینهٔ ۳ (A)

$$\begin{cases} v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}\Rightarrow \frac{v_A}{v_B}=\sqrt{\frac{F_A}{F_B}}=\sqrt{\frac{m_Ag}{m_Bg}}=\sqrt{\frac{20}{40}}\Rightarrow \frac{v_A}{v_B}=\frac{\sqrt{2}}{2} \\ \mu_1=\mu_2 \end{cases}$$

۳- گزینهٔ ۴ (B) نیروی کشش در وسط طناب $F_1=\frac{mg}{2}$ و در نزدیک محل آویز $F_2=mg$ است.

$$\frac{v_1}{v_2}=\frac{\sqrt{\frac{F_1}{\mu}}}{\sqrt{\frac{F_2}{\mu}}}=\sqrt{\frac{F_1}{F_2}}=\sqrt{\frac{\frac{mg}{2}}{mg}}\Rightarrow \frac{v_1}{v_2}=\frac{\sqrt{2}}{2}$$

۴- گزینهٔ ۱ (A) تعداد نوسان‌ها در یک ثانیه، بسامد موج است $(f=20Hz)$.

بنابراین تندی انتشار موج خواهد شد:

$$v=f\lambda=20\times\frac{1}{20}=1m/s$$

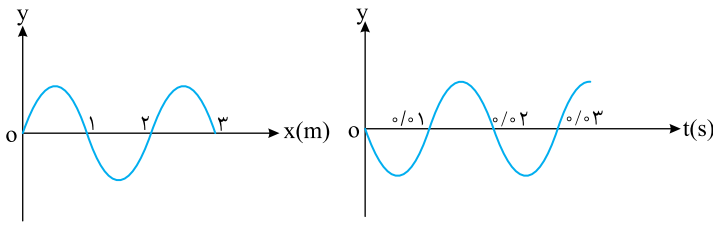
۵- گزینهٔ ۳ (A) تندی انتشار موج در یک محیط ثابت است:

$$\begin{cases} v_1=v_2 \\ \lambda=\frac{v}{f} \end{cases}\Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{f_1}{f_2}\Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{25}{50}=\frac{1}{2}$$

۶- گزینهٔ ۱ (A) در انتشار موج در محیط با دو نمودار سروکار داریم:

۱) نمودار $y-x$ یا نقش موج که شکل موج را در یک لحظهٔ معین نشان می‌دهد.

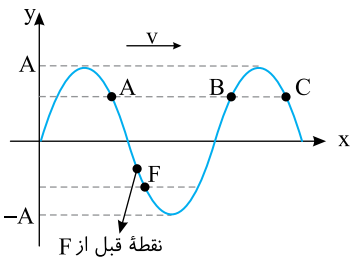
۲) نمودار مکان - زمان یک نقطه از محیط که دارای حرکت هماهنگ ساده است. $(y-t)$



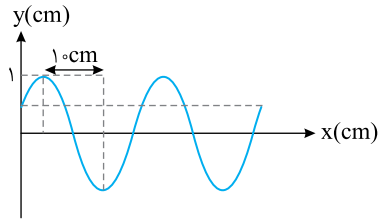
بـا توجـه به نمودار $y-x$ ، طول موج برابر بـا ۲ متر بوده و با توجه به نمـودار $y-t$ یـک نقطـه از محیـط، دورهٔ نوسـان ذره‌هـای محیـط $T=۰/۰۲s$ است. بنابراین:

$$v=\frac{\lambda}{T}\Rightarrow v=\frac{۲}{۰/۰۲}=۱۰۰m/s$$

۷- گزینهٔ ۳ (A) بـا توجـه به نقش موج، دو ذرهٔ A و C دارای وضعیت کاملاً مشـابه بوده، و هر دو در حال حرکت رو به بالا بوده و زمانی که A به دامنهٔ مثبت می‌رسد، C هم به دامنهٔ مثبت می‌رسد. در انتشار موج در یک محیـط، هـر ذره با توجه به جهت پیشـروی موج، حرکت ذرهٔ قبل از خود را تکـرار می‌کند. بنابراین ذرهٔ F در حال حرکت رو به بالا است.



۸- گزینهٔ ۲ (B) با توجه به نمودار می‌توان گفت:



$$\frac{\lambda}{۲}=۱۰cm\Rightarrow\lambda=۲۰cm=۰/۲m$$

طبق رابطهٔ $f=\frac{v}{\lambda}$ ، بسامد نوسان را به‌دست می‌آوریم:

$$f=\frac{v}{\lambda}=\frac{۴}{۰/۲}=۲۰Hz$$

با توجه به رابطهٔ $\omega=۲\pi f$ ، سرعت زاویه‌ای را حساب می‌کنیم:

$$\omega=۲\pi f=۲\pi\times۲۰=۴۰\pi\ rad/s$$

اکنون بزرگی شتاب را به‌دست می‌آوریم.

$$|a|=\omega^۲x\Rightarrow|a|=(۴۰\pi)^۲\times\frac{۰/۶}{۱۰۰}\Rightarrow|a|=۱۶۰۰\pi^۲\times\frac{۰/۶}{۱۰۰}=۹۶m/s^۲$$

۹- گزینهٔ ۱ (B) بسامد نوسان ذرات محیط با بسامد چشمه برابر است.

$$\omega=۲\pi f\Rightarrow۲۰\pi=۲\pi f\Rightarrow f=۱۰Hz$$

فاصلهٔ دو ستیغ متوالی برابر λ است از این رو:

$$\lambda=۵cm=۰/۰۵m\Rightarrow v=f\lambda\Rightarrow v=۱۰\times۰/۰۵=۰/۵m/s$$

۱۰- گزینهٔ ۴ (A) موج‌های الکترومغناطیسی از یک میدان الکتریکی و یک میدان مغناطیسی هم‌دوره، همگام و عمود بر هم تشکیل شده‌اند. بنابراین طول موج و دورهٔ این دو میدان یکی است.

۱۱- گزینهٔ ۴ (A) هر سه ویژگی در مورد امواج الکترومغناطیسی درست است.

۱۲- گزینهٔ ۲ (A) با توجه به فرض مسأله و رابطهٔ $\lambda=c/f$ می‌توان نوشت:

$$\lambda_A-\lambda_B=۴\Rightarrow\frac{۳\times۱۰^۸}{f_A}-\frac{۳\times۱۰^۸}{f_B}=۴\Rightarrow۳\times۱۰^۸(\frac{۱}{f_A}-\frac{۱}{۵f_A})=۴\Rightarrow۳\times۱۰^۸\times(\frac{۵-۱}{۵f_A})=۴\Rightarrow f_A=۶\times۱۰^۷Hz\Rightarrow f_B=۳\times۱۰^۸Hz$$

۱۳- گزینهٔ ۲ (B) در گسترهٔ امواج الکترومغناطیسی، طول موج پرتو ایکس از پرتو فروسرخ کوتاه‌تر، دورهٔ آن کمتر و بسامد آن بیشتر است.

۱۴- گزینهٔ ۴ (A) گسترهٔ امواج الکترومغناطیسی به‌ترتیب افزایش طول موج به قرار زیر است:

گاما ← ایکس ← فرابنفش ← بنفش، نیلی، آبی، سبز، زرد، نارنجی، قرمز ← فروسرخ ← میکروموج ← رادیویی

۱۵- گزینهٔ ۴ (A) در اطراف بار الکتریکی سـاکن تنها میدان الکتریکی وجود دارد و گزینهٔ (۱) نادرسـت است. هنگام عبور جریان از سیملوله در فضای درون و اطراف آن میدان مغناطیسـی به‌وجود می‌آید و گزینهٔ (۳) درسـت اسـت. با تخلیهٔ خازن، میدان الکتریکی بین صفحات آن صفر می‌شـود و در بازه‌ای که میدان الکتریکی در حال صفر شدن و تغییر است، در فضای اطراف خازن میدان مغناطیسی به‌وجود می‌آید و گزینهٔ (۲) نیز درست است.

۱۶- گزینهٔ ۲ (A) با توجه به نمودار طول موج را به‌دست می‌آوریم:

بسامد چشمه خواهد شد:

$$\frac{۳\lambda}{۲}=۶۰\Rightarrow\lambda=۴۰cm\ ,\ f=\frac{v}{\lambda}\Rightarrow f=\frac{۳۳۰}{۰/۴}\Rightarrow f=۸۲۵Hz$$

۱۷- گزینهٔ ۲ (A) شدت صوت برابر است با $I=\frac{\bar{P}}{A}$ که در آن $\bar{P}$ آهنگ متوسط انتقال انرژی یا $\frac{E}{t}$ است.

$$I=\frac{E}{t.A}\Rightarrow E=I\times A\times t$$

در هر دو حالت انرژی به پردهٔ گوش با مساحت سطح یکسان می‌رسد. در شکل (ب) فاصلهٔ شنونده از چشمه نصف حالت شکل (الف) است. از این رو نسبت انرژی دریافتی در هر ثانیه در حالت (الف) به حالت (ب) خواهد شد:

$$\frac{E_{الف}}{E_{ب}}=\frac{I_{الف}}{I_{ب}}=(\frac{d_{ب}}{d_{الف}})^{۲}=\frac{۱}{۴}$$

۱۸- گزینهٔ ۴ (B) ابتدا شدت صوت رسیده به گوش شخص را به دست می‌آوریم:

$$\beta=۱۰\log\frac{I}{I_{۰}}\Rightarrow ۶۰=۱۰\log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}}\Rightarrow ۱۰^{۶}=\frac{I}{۱۰^{-۱۲}}\Rightarrow I=۱۰^{-۶}\,W/m^{۲}$$

با توجه به تعریف شدت صوت خواهیم داشت:

$$I=\frac{E}{A.t}\Rightarrow E=I.A.t=۱۰^{-۶}\times ۴۰\times ۱۰^{-۶}\times ۳۰$$

$$E=۱۲۰۰\times ۱۰^{-۱۲}\Rightarrow E=۱/۲\times ۱۰^{-۹}\,J=۱/۲nJ$$

۱۹- گزینهٔ ۱ (B) تراز شدت صوت برحسب دسی‌بل بنا به تعریف برابر $\beta=۱۰\log\frac{I}{I_{۰}}$ است.

$$\beta_A-\beta_B=۱۰\log\frac{I_A}{I_{۰}}-۱۰\log\frac{I_B}{I_{۰}}=۱۰\log\frac{\frac{I_A}{I_{۰}}}{\frac{I_B}{I_{۰}}}\Rightarrow \beta_A-\beta_B=۱۰\log\frac{I_A}{I_B}\ ,\ ۴۰=۱۰\log\frac{I_A}{I_B}\Rightarrow\frac{I_A}{I_B}=۱۰^{۴}$$

از طرفی شدت صوت با مجذور فاصلهٔ شنونده از چشمه نسبت وارون دارد.

$$\frac{I_A}{I_B}=(\frac{r_B}{r_A})^{۲}\Rightarrow ۱۰^{۴}=(\frac{r_B}{r_A})^{۲}\Rightarrow\frac{r_B}{r_A}=۱۰۰$$

۲۰- گزینهٔ ۲ (B) با توجه به رابطهٔ تراز شدت صوت $(\beta=۱۰\log\frac{I}{I_{۰}})$ می‌توان گفت:

$$۴۰(dB)=۴B$$

$$\begin{cases}\beta=\log\frac{I_۱}{I_{۰}}\\ \beta-۴=\log\frac{I_۲}{I_{۰}}\end{cases}\Rightarrow\log\frac{I_۱}{I_{۰}}=\log\frac{I_۲}{I_{۰}}+۴\Rightarrow\log\frac{I_۱}{I_{۰}}-\log\frac{I_۲}{I_{۰}}=\log\frac{I_۱}{I_۲}=۴\Rightarrow\frac{I_۱}{I_۲}=۱۰^{۴}\Rightarrow(\frac{r_۲}{r_۱})^{۲}=۱۰^{۴}$$

$$\Rightarrow\frac{r_۲}{r_۱}=۱۰۰\Rightarrow\frac{r_۲}{۱۰}=۱۰۰\Rightarrow r_۲=۱۰۰۰m\Rightarrow r_۲-r_۱=۱۰۰۰-۱۰=۹۹۰m$$

۲۱- گزینهٔ ۴ (A) ابتدا تراز شدت صوت ۲۰dB از تراز شدت صوت $۱\,W/m^{۲}$ بیشتر و سپس ۲۰dB کمتر از آن است، یعنی $\beta_۱-\beta_۲=۴۰dB$ است، از این‌رو:

$$\begin{cases}\beta_۱=۱۰\log\frac{I_۱}{I_{۰}}\\ \beta_۲=۱۰\log\frac{I_۲}{I_{۰}}\end{cases}\Rightarrow\beta_۱-\beta_۲=۱۰\log\frac{I_۱}{I_۲}\xrightarrow{\frac{I_۱}{I_۲}=(\frac{d_۲}{d_۱})^{۲}}\beta_۱-\beta_۲=۱۰\log(\frac{d_۲}{d_۱})^{۲}\Rightarrow ۴۰=۱۰\log(\frac{d_۲}{d_۱})^{۲}\Rightarrow(\frac{d_۲}{۱۰})^{۲}=۱۰^{۴}\Rightarrow d_۲=۱۰۰۰m$$

۲۲- گزینهٔ ۱ (A) در یک محیط با شرایط فیزیکی ثابت، تندی موج مقدار ثابتی است و به بسامد، شدت و ... بستگی ندارد.

۲۳- گزینهٔ ۴ (B) بنا بر تعریف تراز شدت صوت خواهیم داشت:

$$\beta=۱۰\log\frac{I}{I_{۰}}\Rightarrow\beta=۱۰\log\frac{۱۰^{۴}\times ۱۰^{-۶}}{۱۰^{-۱۲}}\Rightarrow\beta=۱۰\log۱۰^{۱۰}\Rightarrow\beta=۱۰۰dB$$

۲۴- گزینهٔ ۲ (B) هنگامی که شنونده و چشمهٔ صوت با یک سرعت و در یک جهت حرکت کنند، صوت با همان بسامد واقعی چشمه توسط شنونده دریافت می‌شود. به عنوان مثال راننده‌ای که درون ماشین نشسته است، صدای بوق ماشین را با همان بسامد واقعی می‌شنود.

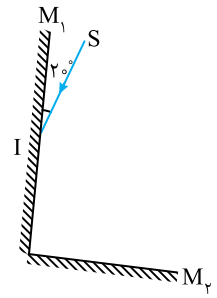
فصل چهارم
پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- کمتریـن فاصلـهٔ بین شـما و یک دیوار بلند چند متر باشـد تا پژواک صدای خود را از صدای اصلی تشـخیص دهید؟ (تنـدی صوت در هوا برابر $۳۴۰ m/s$ می‌باشد.)

برگرفته از کتاب درسی

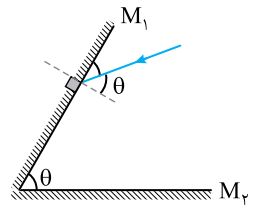
۱) ۱۰ ۲) ۱۵ ۳) ۱۶ ۴) ۱۷

۲- در شکل روبه‌رو، پرتو SI به آینهٔ تخت $M_۱$ تابیده است. زاویهٔ بین دو آینهٔ تخت چند درجه باشد تا پرتوی تابیده از $M_۲$ موازی با SI است؟



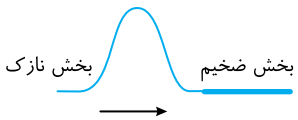
۱) ۴۰
۲) ۸۰
۳) ۹۰
۴) ۱۲۰

۳- در شکل زیر یک پرتو نور با زاویهٔ θ به آینهٔ $M_۱$ تابیده و پس از بازتاب از آینهٔ $M_۱$، بر آینهٔ $M_۲$ می‌تابد. زاویهٔ تابش بر سطح آینهٔ $M_۲$ چند درجه است؟

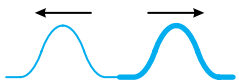


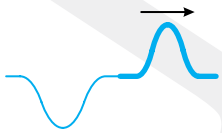
۱) ۹۰ ۲) صفر
۳) θ ۴) قابل محاسبه نیست.

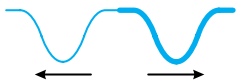
۴- در شکل روبه‌رو یک تپ در حال انتشار در طناب نازک است. اگر هنگام رسیدن تپ به مرز طناب نازک و ضخیم بخشی از تپ وارد طناب ضخیم و بخشی دیگر بازتابیده شود، کدام شکل تپ عبوری و بازتابیده را به درستی نشان می‌دهد؟

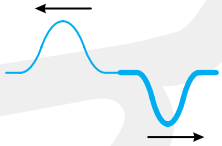


برگرفته از کتاب درسی

۱)


۲)


۳)


۴)


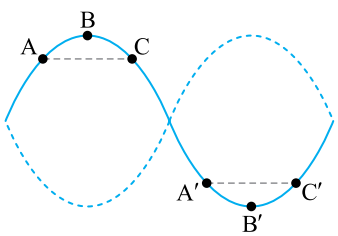
۵- کدام مورد از نظر فیزیکی درست نیست؟

۱) وقتی نور از هوا وارد آب شود، سرعت آن کاهش می‌یابد.
۲) در بازتابش نور از سطح خمیده، زاویهٔ تابش و زاویهٔ بازتابش با هم برابرند.
۳) در عبور نور از یک محیط به محیط دیگر، اگر سرعت نور کم شود، بسامد آن نیز کم می‌شود.
۴) در عبور نور از یک محیط به محیط دیگر، اگر سرعت نور کم شود، طول موج آن نیز کم می‌شود.

۶- فاصلهٔ دو نوار روشن در آزمایش یانگ که بین آن‌ها ۴ نوار تاریک قرار دارد برابر $۱/۶ mm$ است. پهنای هر نوار آزمایش یانگ برابر چند میلی‌متر است؟

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۳ ۴) ۰/۴

۷- در یک طناب موج ایستاده‌ای مطابق شکل تشکیل شده است. کدام دو نقطهٔ ذکر شده در گزینه‌ها دارای بسامد، جهت و دامنهٔ نوسان یکسانی هستند؟



قلم‌چی

۱) B' و B ۲) C و A
۳) A' و A ۴) B' و C'

۸- تار مرتعشی به طول یک متر را به نوسان در می‌آوریم و در آن امواج ایستاده تشکیل می‌شود. کدام گزینه می‌تواند طول موج در این تار باشد؟

۱) $\lambda=\frac{۴}{۳}m$ ۲) $\lambda=\frac{۳}{۲}m$ ۳) $\lambda=\frac{۲}{۳}m$ ۴) $\lambda=\frac{۵}{۲}m$

۹- تار مرتعشی که دو انتهای آن ثابت است، صوتی با بسامد ۷۵۰ هرتز تولید می‌کند. اگر در طول تار ۶ گره ایجاد شده باشد و سرعت انتشار موج در تار $۳۰۰m/s$ باشد، طول تار چند سانتی‌متر است؟

۱) ۵۰ ۲) ۴۰ ۳) ۷۵ ۴) ۱۰۰

۱۰- در یک تار مرتعش دو انتهای ثابت در یکی از هماهنگ‌ها ۱۱ گره تولید شده و بیشینه فاصلهٔ دو شکم در این حالت $۲۷cm$ است. اگر تندی انتشار موج در این حالت $۱۵m/s$ باشد، بسامد در این حالت چند هرتز است؟

۱) ۲۵ ۲) ۵۰ ۳) ۲۵۰ ۴) ۵۰۰

۱۱- تار مرتعشی به طول $۵۰cm$ و چگالی خطی جرم $۵g/m$ بین دو نقطه محکم بسته شده است. اگر بسامد صوت اصلی آن $۲۰۰Hz$ باشد، کشش تار چند نیوتون است؟ سراسری خارج از کشور ریاضی ۹۱

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۴۰۰

۱۲- تاری با دو انتهای ثابت، هماهنگ پنجم خود را تولید می‌کند. اگر نیروی کشش تار را ۸ برابر کنیم و باز هم تار هماهنگ پنجم خود را تولید کند، طول موج آن نسبت به حالت اول چند برابر می‌شود؟

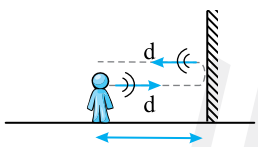
۱) ۲ ۲) $\sqrt{۲}$ ۳) ۴ ۴) ۱

۱۳- طول سیمی یکنواخت را بدون تغییر جرم آن k برابر می‌کنیم. با فرض ثابت ماندن نیروی کشش تار، بسامد صوت اصلی تار جدید چند برابر می‌شود؟ قلم‌چی

۱) $\frac{۱}{k}$ ۲) k ۳) $\frac{\sqrt{k}}{k}$ ۴) $\sqrt{k}$

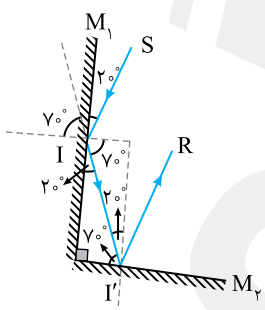
فصل چهارم
پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- گزینهٔ ۴ (A) فاصلهٔ زمانی بین تولید صوت تا رسیدن صوت از دیوار به شخص نباید کمتر از $۰/۱s$ باشد بنابراین صوت فاصلهٔ بین شخص تا دیوار و برگشت از دیوار تا شخص را باید حداقل در مدت $۰/۱s$ طی کرده باشد تا گوش انسان بتوان پژواک را از صوت مستقیم اولیه تشخیص دهد:



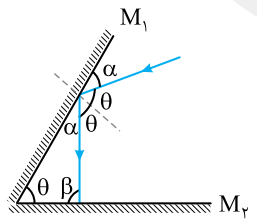
$$v=\frac{۲d}{t}\Rightarrow d=\frac{vt}{۲}\xrightarrow[v=۳۴۰m/s]{t=۰/۱s} d=\frac{۳۴}{۲}=۱۷m$$

۲- گزینهٔ ۳ (B) با توجه به شکل روبه‌رو، پرتوهای SI و $I'R$ موازی هستند. برای آن‌که این اتفاق بیافتد، باید دو آینه بر هم عمود باشند.



نکته: اگر زاویهٔ بین دو آینه ۹۰° باشد، هرگاه پرتو نوری بر آینهٔ اول بتابد و سپس به آینهٔ دوم برسد و از آن بازتاب کند، پرتو تابش بر آینهٔ اول با پرتو بازتابش از آینهٔ دوم موازی هستند.

۳- گزینهٔ ۲ (A) با توجه به شکل می‌توان نوشت:



$$\alpha+\beta+\theta=۱۸۰^\circ \quad (۱)$$

از طرفی:

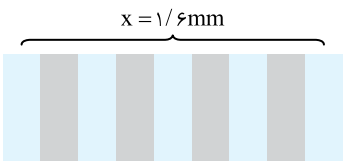
$$\alpha+\theta=۹۰^\circ \quad (۲)$$

از رابطهٔ (۱) و (۲) نتیجه می‌شود که $\beta=۹۰^\circ$، یعنی زاویهٔ تابش بر سطح آینهٔ $M_۲$ صفر است.

۴- گزینهٔ ۲ (A) تپ عبوری به قسمت ضخیم همانند تپ اولیه بوده که مطمئناً ابعاد این تپ عبوری کوچک‌تر از ابعاد تپ اولیه خواهد بود زیرا انرژی آن کمتر است. همچنین تپ بازتابیده دچار وارونگی می‌شود، بنابراین گزینهٔ (۲) درست است.

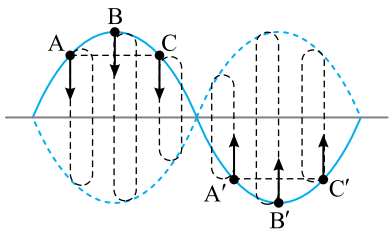
۵- گزینهٔ ۳ هنگام گذر نور از یک محیط شفاف به محیط شفاف دیگر بسامد نور ثابت مانده و سرعت انتشار نور و طول موج آن به‌طور ناگهانی تغییر می‌کند که به این پدیده شکست نور گویند. بنابراین گزینهٔ (۳) نادرست است.

۶- گزینهٔ ۲ دو نوار مطابق شکل روبه‌رو است:



$$x=8I\Rightarrow 1/6=8I\Rightarrow I=0/2mm$$

۷- گزینهٔ ۲ تمام نقاط روی طناب هنگام تشکیل امواج ایستاده دارای بسامد و دورهٔ یکسانی می‌باشند.



دامنهٔ نوسانات B و B' و دامنهٔ نوسان A' با C'، A و C با هم برابر است.

جهت نوسانات تمام نقاط بین دو گرهٔ متوالی یکسان می باشد بنابراین جهت حرکت A، B و C در هر لحظه یکسان است و هم‌چنین جهت حرکت A'، B' و C' در هر لحظه یکسان است در نتیجه:

گزینهٔ (۱) (B و B'): دامنه و بسامد یکسان - جهت نوسان متفاوت

گزینهٔ (۲) (A و C): دامنه و بسامد یکسان - جهت نوسان یکسان

گزینهٔ (۳) (A' و A): دامنه و بسامد یکسان - جهت نوسان متفاوت

گزینهٔ (۴) (B' و C'): بسامد و جهت نوسان یکسان - دامنهٔ نوسان متفاوت

۸- گزینهٔ ۳ در یک تار مرتعش طول تار همواره مضرب درستی از نصف طول موج است.

$$L=n\frac{\lambda}{2}\Rightarrow n=\frac{L}{\frac{\lambda}{2}}\Rightarrow n=\frac{1}{\frac{\lambda}{2}}$$

گزینه‌ها را در رابطهٔ بالا قرار می‌دهیم اگر عدد صحیح به دست آمد آن گزینه قابل قبول است.

گزینهٔ (۱): $n=\frac{1}{\frac{1}{2}\times\frac{4}{3}}\Rightarrow n=\frac{3}{2}$ غ‌ق‌ق

گزینهٔ (۲): $n=\frac{1}{\frac{1}{2}\times\frac{3}{2}}\Rightarrow n=\frac{4}{3}$ غ‌ق‌ق

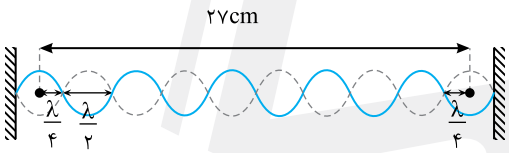
گزینهٔ (۳): $n=\frac{1}{\frac{1}{2}\times\frac{2}{3}}=3$ ق‌ق

گزینهٔ (۴): $n=\frac{1}{\frac{1}{2}\times\frac{5}{2}}=\frac{4}{5}$ غ‌ق‌ق

۹- گزینهٔ ۴ چون شمارهٔ هماهنگ در تار مرتعش با دو انتهای ثابت از رابطهٔ $(n-1)$ تعداد گره‌ها) به‌دست می‌آید، بنابراین تار، هماهنگ پنجم خود را انجام می‌دهد. با استفاده از رابطهٔ بسامد تار مرتعش با دو انتهای ثابت طول تار (L) به راحتی قابل محاسبه است:

$$f_n=\frac{nv}{2L}\Rightarrow f_5=\frac{5v}{2L}\Rightarrow L=\frac{5v}{2f_5}=\frac{5\times 300}{2\times 750}=1m=100cm$$

۱۰- گزینهٔ ۳ ابتدا شکل تار را می‌کشیم بیشینه فاصله بین دو شکم مطابق شکل فاصله از اولین تا آخرین شکم بوده و برابر است با:



$$\frac{\lambda}{4}+8\left(\frac{\lambda}{2}\right)+\frac{\lambda}{4}=\frac{9\lambda}{2}\Rightarrow\frac{9\lambda}{2}=27\Rightarrow\lambda=6cm$$

$$\lambda_{10}=\frac{v}{f_{10}}\Rightarrow 6\times10^{-2}=\frac{15}{f_{10}}\Rightarrow f_{10}=250Hz$$

۱۱- گزینهٔ ۳ ابتدا سرعت انتشار موج در تار را به دست می‌آوریم:

$$f_n=\frac{nv}{2L}\Rightarrow 200=\frac{1\times v}{2\times 0/5}\Rightarrow v=200m/s$$

اکنون نیروی کشش تار را حساب می‌کنیم:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}\Rightarrow 200\times200=\frac{F}{5\times10^{-3}}\Rightarrow F=200N$$

۱۲- گزینهٔ ۴ با توجه به رابطهٔ طول موج در تارهای مرتعش $\left(L=n\frac{\lambda}{2}\right)$، طول موج تنها به طول لوله و شمارهٔ هماهنگ بستگی دارد و با ثابت ماندن این دو مقدار، طول موج نیز ثابت می‌ماند.

۱۳- گزینهٔ ۳ جرم ثابت مانده، اما طول، k برابر شده است. بنابراین با توجه به رابطهٔ $\mu=\frac{m}{l}$ جرم یکای طول $\frac{1}{k}$ می‌شود. با ثابت بودن نیروی کشش تار با توجه به رابطهٔ $v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}$ خواهیم داشت:

$$\frac{v'}{v}=\sqrt{\frac{\mu}{\mu'}}=\sqrt{\frac{\mu}{\frac{1}{k}\mu}}\Rightarrow v'=\sqrt{k}v$$

اکنون نسبت بسامد اصلی تار در دو حالت را حساب می‌کنیم:

$$\frac{f_1'}{f_1}=\frac{\frac{v'}{2l'}}{\frac{v}{2l}}=\frac{v'}{v}\times\frac{l}{l'}=\sqrt{k}\times\frac{1}{k}\Rightarrow\frac{f_1'}{f_1}=\frac{\sqrt{k}}{k}$$

فصل پنجم
پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- در موج‌های مختلف طیف الکترومغناطیسی از ناحیهٔ فرابنفش به طرف ناحیهٔ قرمز می‌رویم، طول موج امواج و انرژی وابسته به فوتون آن‌ها به ترتیب چه تغییری پیدا می‌کند؟ آزاد پزشکی - ۹۰

۱) افزایش می‌یابد، افزایش می‌یابد
۲) افزایش می‌یابد، کاهش می‌یابد
۳) کاهش می‌یابد، کاهش می‌یابد
۴) کاهش می‌یابد، افزایش می‌یابد

۲- یک لامپ تک‌رنگ، نور بنفش با طول موج ۴۰۰ نانومتر گسیل می‌کند. توان تابشی لامپ ۶۰ وات است، این لامپ در هر دقیقه چند فوتون گسیل می‌کند؟

۱) ۵×۱۰^{۲۲}
۲) ۱۷×۱۰^{۲۲}
۳) $\frac{۴}{۳}\times۱۰^{۲۲}$
۴) $۷/۳\times۱۰^{۲۱}$

۳- تابع کار یک فلز $۵eV$ است. اگر طول موج تابش فرودی بر آن $۱۰۰nm$ باشد، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها چند الکترون‌ولت خواهد بود؟ $(c=۳\times۱۰^{۸}m/s\ ,\ h=۴/۱\times۱۰^{-۱۵}eV.s)$

۱) ۷/۳
۲) ۵
۳) ۱۲/۳
۴) ۲/۳

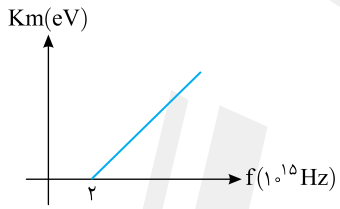
۴- طول موج آستانه برای اثر فوتوالکتریک در یک فلز معین برابر $۳۰۰nm$ است. وقتی نور به طول موج $۲۰۰nm$ بر سطح این فلز بتابد، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها چند الکترون ولت است؟ $(h=۴\times۱۰^{-۱۵}eV.s\ ,\ c=۳\times۱۰^{۸}m/s)$ سراسری ریاضی - ۸۶ با تغییر

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۵
۴) ۱۰

۵- در یک آزمایش فوتوالکتریک، بلندترین طول موجی که بتواند از یک فلز الکترون جدا کند، ۴۸۰ نانومتر است. به ازای چه طول موجی (بر حسب نانومتر) بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها ۱/۵ الکترون ولت می‌شود؟ $(c=۳\times۱۰^{۸}m/s\ ,\ h=۴\times۱۰^{-۱۵}eV.s)$ سراسری ریاضی با تغییر - ۹۵

۱) ۳۰۰
۲) ۳۵۰
۳) ۴۰۰
۴) ۴۵۰

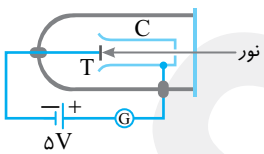
۶- در شکل روبه‌رو نمودار انرژی جنبشی بر حسب بسامد تابیده شده بر یک فلز، برای یک فوتوالکترون رسم شده است. انرژی جنبشی برای بسامد $۳\times۱۰^{۱۵}HZ$ چند الکترون‌ولت است؟ $(h=۴/۱\times۱۰^{-۱۵}eV.s)$



۱) ۴/۱
۲) ۱۲/۶
۳) ۱/۴
۴) ۲/۱

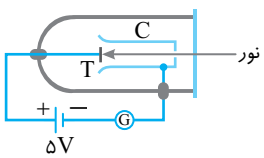
در آزمایش فوتوالکتریک بین الکترود T و جمع‌کنندهٔ C یک منبع ولتاژ (مولد) قرار می‌دهند. تا برقراری جریان در اثر فوتوالکترون‌ها بین T و C راحت‌تر صورت گیرد با توجه به این مطلب به تست‌های زیر پاسخ دهید.

۷- در شکل زیر، نور تک‌رنگی با بسامد $۴\times۱۰^{۱۵}Hz$ بر سطح فلز T می‌تابد. تابع کار فلز الکترود T، $۶eV$ است. بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها وقتی به الکترود C می‌رسند، چند الکترون - ولت است؟ $(h\simeq۴\times۱۰^{-۱۵}eV.s)$



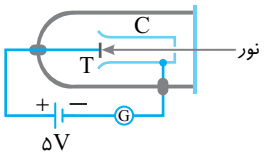
۱) ۵
۲) ۱۰
۳) ۱۵
۴) الکترونی به الکترود C نمی‌رسد.

۸- در شکل زیر، پرتو تک‌رنگی با طول موج $۰/۰۶\mu m$ بر سطح فلز T می‌تابد. تابع کار فلز الکترود T که از جنس باریم است برابر $۲/۵eV$ است. قدرمطلق ولتاژ بین C و T را چند ولت افزایش دهیم تا جریان مدار صفر شود؟ $(c=۳\times۱۰^{۸}m/s\ ,\ h=۴\times۱۰^{-۱۵}eV.s)$



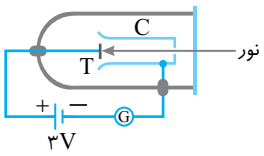
۱) ۱۷/۵
۲) ۱۲/۵
۳) ۲۲/۵
۴) نیاز به افزایش ولتاژ نیست.

۹- در شکل روبه‌رو، نور تک‌رنگی با بسامد $۲\times۱۰^{۱۵}\,Hz$ بر سطح فلز T می‌تابد. تابع کار فلز الکترود T، ۶eV است. بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها وقتی به الکترود C می‌رسند، چند الکترون - ولت است؟ $(h=۴\times۱۰^{-۱۵}\,eV.s)$



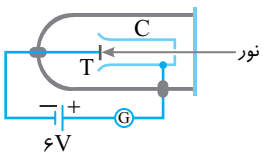
۱) ۵
۲) ۲
۳) ۳
۴) الکترونی به الکترود C نمی‌رسد.

۱۰- در شکل روبه‌رو یک دستگاه برای آزمایش اثر فوتوالکتریک نشان داده شده است. اگر بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها هنگام برخورد به جمع‌کنندهٔ C برابر ۵ الکترون ولت باشد، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها در این آزمایش چند الکترون ولت است؟



۱) ۵
۲) ۳
۳) ۸
۴) ۲

۱۱- در شکل روبه‌رو تابع کار فلز الکترود T، ۴eV و بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها هنگام برخورد به الکترود C برابر ۶eV است، بسامد پرتوهای فرودی بر الکترود T چند هرتز است؟ (ثابت پلانک را $۴\times۱۰^{-۱۵}\,eV.s$ در نظر بگیرید.)



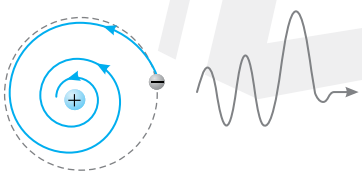
۱) $۱۰^{۱۵}$
۲) ۴×۱۰^{۱۵}
۳) $۲/۵\times۱۰^{۱۵}$
۴) $۱/۵\times۱۰^{۱۵}$

۱۲- طیف اتمی گازها .....
۱) پیوسته است و برای هر گاز، منحصر به فرد است.
۲) گسسته است و برای گازهای مختلف یکسان است.
۳) گسسته است و برای هر گاز، منحصر به فرد است.
۴) در حالت گازی و در حالت جامد گداخته، منحصر به فرد است.

۱۳- در رابطهٔ ریدبرگ برای اتم هیدروژن هرگاه $\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{۱۶}-\frac{۱}{n^۲})$ باشد، طول موج‌های گسیلی مربوط به کدام رشته و در کدام ناحیهٔ طیف الکترومغناطیسی است؟
۱) بالمر، مرئی
۲) لیمان، فرابنفش
۳) براکت، فروسرخ
۴) پاشن، فروسرخ

۱۴- در رابطهٔ ریدبرگ برای اتم هیدروژن هرگاه $\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{۱۶})$ باشد، طول موج‌های گسیلی مربوط به کدام رشته و در کدام ناحیهٔ طیف موج الکترومغناطیسی می‌تواند باشد؟
۱) پاشن، فروسرخ
۲) بالمر، مرئی
۳) لیمان، فرابنفش
۴) هر سه مورد

۱۵- شکل روبه‌رو به کدام مدل اتمی و کدام اشکال آن مدل اشاره دارد؟ برگرفته از کتاب درسی



۱) مدل اتمی بور، پایداری اتم
۲) مدل اتمی تامسون، ناپایداری اتم
۳) مدل اتمی رادرفورد، ناپایداری اتم
۴) مدل اتمی بور، ناپایداری اتم

۱۶- در الگوی اتمی بور برای اتم هیدروژن، فاصلهٔ مدار سوم از مدار اول چند برابر شعاع اتم بور $(a_۰)$ است؟
۱) ۲
۲) ۳
۳) ۸
۴) ۹

فصل پنجم
پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- گزینهٔ ۲ در طیف امواج الکترومغناطیسی از ناحیهٔ فرابنفش به سوی ناحیهٔ قرمز طول موج افزایش می‌یابد و انرژی فوتون وابسته به آن کاهش می‌یابد. $(E\downarrow=\frac{hc}{\lambda\uparrow})$ A

۲- گزینهٔ ۴ (A) دو رابطهٔ انرژی را مساوی قرار می‌دهیم:

$$Pt=n\frac{hc}{\lambda}\Rightarrow ۶۰\times ۶۰=n\times\frac{۶/۶\times ۱۰^{-۳۴}\times ۳\times ۱۰^{۸}}{۴۰۰\times ۱۰^{-۹}}\Rightarrow n=\frac{۸}{۱۱}\times ۱۰^{۲۲}\text{ فوتون}\approx ۷/۳\times ۱۰^{۲۱}\text{ فوتون}$$

۳- گزینهٔ ۱ (A) با توجه به رابطهٔ بیشینهٔ انرژی جنبشی داریم:

$$K_{max}=h\frac{c}{\lambda}-W_{\circ}\Rightarrow K_{max}=\frac{۴/۱\times ۱۰^{-۱۵}\times ۳\times ۱۰^{۸}}{۱۰۰\times ۱۰^{-۹}}-۵=۷/۳\,eV$$

۴- گزینهٔ ۲ (A) ابتدا تابع کار فلز را به‌دست می‌آوریم:

$$W_{\circ}=h\frac{c}{\lambda_{\circ}}\Rightarrow W_{\circ}=\frac{۴\times ۱۰^{-۱۵}\times ۳\times ۱۰^{۸}}{۳۰۰\times ۱۰^{-۹}}\Rightarrow W_{\circ}=۴eV$$

اکنون بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها را به دست می‌آوریم:

$$K_m=h\frac{c}{\lambda}-W_{\circ}\Rightarrow K_m=\frac{۴\times ۱۰^{-۱۵}\times ۳\times ۱۰^{۸}}{۲۰۰\times ۱۰^{-۹}}-۴\Rightarrow K_m=۶-۴\Rightarrow K_m=۲eV$$

۵- گزینهٔ ۱ (A) بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها برابر است با:

$$K_{max}=۱/۵eV$$

تابع کار فلز را حساب می‌کنیم:

$$W_{\circ}=\frac{hc}{\lambda_{\circ}}=\frac{۴\times ۱۰^{-۱۵}\times ۳\times ۱۰^{۸}}{۴۸۰\times ۱۰^{-۹}}=۲/۵eV$$

با توجه به رابطهٔ اینشتین:

$$K_m=hf-W_{\circ}\Rightarrow ۱/۵=\frac{۴\times ۱۰^{-۱۵}\times ۳\times ۱۰^{۸}}{\lambda}-۲/۵\Rightarrow\lambda=\frac{۱۲\times ۱۰^{-۷}}{۴}nm=۳۰۰nm$$

۶- گزینهٔ ۱ (B) با توجه به نمودار کمترین انرژی برای جدا کردن الکترون برابر $hf_{\circ}=h\times ۲\times ۱۰^{۱۵}$ می‌باشد.

$$E_۱=hf_{\circ}\Rightarrow E_۱=۴/۱\times ۱۰^{-۱۵}\times ۲\times ۱۰^{۱۵}=۸/۲eV$$

با بسامد ۳×۱۰^{۱۵} قسمتی از انرژی فوتون صرف جدا کردن الکترون و مابقی به فوتوالکترون انرژی جنبشی می‌دهد.

$$K=hf-۸/۲\Rightarrow K=۴/۱\times ۱۰^{-۱۵}\times ۳\times ۱۰^{۱۵}-۸/۲=۴/۱eV$$

۷- گزینهٔ ۳ (B) ابتدا بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها هنگام جدا شدن از الکترود T را به‌دست می‌آوریم:

$$K_{max_T}=hf-W_{\circ}=۴\times ۱۰^{-۱۵}\times ۴\times ۱۰^{۱۵}-۶=۱۶-۶=۱۰eV$$

در اثر اختلاف پتانسیل مثبت بین T و C، انرژی جنبشی الکترون‌ها افزایش می‌یابد:

$$K_C-K_T=eV\Rightarrow K_C-۱۰=۵\Rightarrow K_C=۱۵eV$$

۸- گزینهٔ ۲ (B)

$$K_{max}=eV_{\circ}=h\frac{c}{\lambda}-W_{\circ}\Rightarrow eV_{\circ}=۴\times ۱۰^{-۱۵}\times\frac{۳\times ۱۰^{۸}}{۰/۰۶\times ۱۰^{-۶}}-۲/۵\Rightarrow eV_{\circ}=۲۰-۲/۵=۱۷/۵eV$$

برای آنکه جریان صفر شود باید ولتاژ به $۱۷/۵V$ برسد، باید ولتاژ از $۵V$ به $۱۷/۵V$ برسد، بنابراین باید $۱۲/۵V$ افزایش یابد.

۹- گزینهٔ ۴ (B) ابتدا بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها هنگام جدا شدن از الکترود T را به‌دست می‌آوریم:

$$K_T=hf-W_{\circ}=۴\times ۱۰^{-۱۵}\times ۲\times ۱۰^{۱۵}-۶=۸-۶=۲eV\Rightarrow K_{max}=۲eV$$

بنابراین ولتاژ منفی $۵V$ مانع رسیدن الکترون به الکترود C می‌شود.

۱۰- گزینهٔ ۳ (A) فوتوالکترون‌های جدا شده از الکترود T، از پرتوهای نور، انرژی جنبشی دریافت می‌کنند. انرژی جنبشی فوتوالکترون‌هایی که کمترین انرژی را برای جدا شدن لازم دارند، هنگام جدا شدن از الکترود T بیشینه است. الکترود C به پایانهٔ منفی مولد (منبع تغذیه) متصل بوده و با حرکت الکترون‌ها به سوی C مخالفت کرده، سرعت و انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها را کاهش می‌دهد.

بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها هنگام برخورد به الکترود C برابر ۵ الکترون - ولت است، بنابراین بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون در جدا شدن از الکترود T برابر $K_{mT}=۵+۳=۸eV$ می‌باشد.

۱۱- گزینهٔ ۱ (B) بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون هنگام برخورد به الکترود C برابر $۶eV$ بوده و ولتاژ بین T و C $(V_C-V_T=۶V)$ است، بنابراین بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها هنگام جدا شدن از الکترود T برابر است با:

$$K_C=K_T+eV\xrightarrow[K_C=۶eV]{V=۶V}K_A=۰$$

فوتوالکترون‌ها هنگام جدا شدن از الکترود A انرژی جنبشی به دست نیاورده‌اند، پس:

$$W_{\circ}=hf\Rightarrow ۴=۴\times ۱۰^{-۱۵}\times f\Rightarrow f=۱۰^{۱۵}Hz$$

۱۲- گزینهٔ ۳ طیف اتمی گازها، خطی (گسسته) و منحصر به فرد است. (A)

۱۳- گزینهٔ ۳ مقصد الکترون تراز $n'=۴$ است بنابراین، طول موج‌های گسیلی مربوط به رشتهٔ براکت بوده و در ناحیهٔ فروسرخ طیف موج‌های الکترومغناطیسی قرار دارند. (A)

۱۴- گزینهٔ ۴ با توجه به رابطهٔ $\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{۴^{۲}})$، مبدأ الکترون تراز $n=۴$ است، بنابراین می‌تواند به تراز $n'=۳$ پرش و طول موج فروسرخ رشتهٔ پاشن گسیل کند و یا به تراز $n'=۲$ پرش و طول موج مرئی (رنگ سبز) سری بالمر گسیل کند و یا به تراز $n'=۱$ پرش و طول موج فرابنفش رشتهٔ لیمان را گسیل کند. (B)

۱۵- گزینهٔ ۳ در مدل اتمی رادرفورد به دلیل چرخش الکترون به گرد هسته، با توجه به نظریهٔ الکترومغناطیس ماکسول و شتابدار بودن حرکت الکترون باید الکترون از خود انرژی گسیل کرده و نهایتاً بر هسته سقوط کند و این شکل اشاره به ناپایداری اتم در الگوی اتمی رادفورد است. (A)

۱۶- گزینهٔ ۳ با توجه به الگوی اتمی بور در مورد شعاع مدار چرخش الکترون: (A)

$$r_n=n^{۲}a_۰ \Rightarrow r_۳=۹a_۰ \Rightarrow r_۳-r_۱=۸a_۰$$

فصل ششم

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- اگر هسته $^{60}_{27}Co$ یک الکترون گسیل نماید، هسته حاصل چند پروتون و چند نوترون خواهد داشت؟

۱) ۲۸ پروتون و ۳۲ نوترون ۲) ۲۸ پروتون و ۳۳ نوترون ۳) ۲۶ پروتون و ۳۲ نوترون ۴) ۲۶ پروتون و ۳۴ نوترون

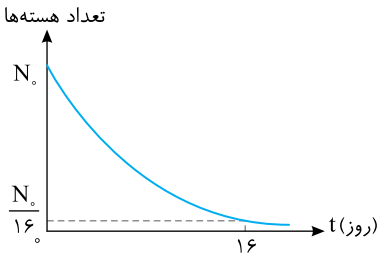
۲- چند درصد از هسته‌های یک عنصر رادیواکتیو بعد از زمانی معادل ۳ برابر نیمه‌عمر، فعال باقی می‌ماند؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۱/۲۵ ۲) ۳ ۳) ۸ ۴) ۱۲/۵

۳- نیمه عمر یک مادهٔ رادیواکتیو ۵ شبانه روز است. اگر پس از ۲۰ شبانه‌روز مقدار ۷۵ گرم آن متلاشی شود پس از چند شبانه‌روز تنها ۲/۵ گرم از آن باقی می‌ماند؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۱۵ ۲) ۲۰ ۳) ۲۵ ۴) ۳۰

۴- نمودار تغییرات تعداد هسته‌های یک مادهٔ پرتوزا برحسب زمان، مطابق شکل زیر است.



پس از گذشت هشت روز چند درصد از هسته‌های آن فعال باقی می‌ماند؟

۱) ۸۷/۵
۲) ۵۰
۳) ۲۵
۴) ۱۲/۵

فصل ششم
پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- گزینهٔ ۱ (A) هنگامی که هسته یک الکترون (ذرهٔ بتای منفی) گسیل می‌کند در واقع یک نوترون به پروتون و الکترون تبدیل شده است و از تعداد نوترون‌ها یکی کاسته شده و بر تعداد پروتون‌ها یکی افزوده می‌شود، بنابراین تعداد پروتون $۲۷+۱=۲۸$ عدد می‌شود. تعداد نوترون در ابتدا $N=۶۰-۲۷=۳۳$ بوده و اکنون $۳۳-۱=۳۲$ خواهد بود.

۲- گزینهٔ ۴ (A) با توجه به تعریف نیمه‌عمر عنصر پرتوزا خواهیم داشت:

$$N=\frac{N_۰}{۲^n}\Rightarrow N=\frac{N_۰}{۲^۳}=\frac{۱}{۸}N_۰\Rightarrow\frac{N}{N_۰}=۱۲/۵٪$$

۳- گزینهٔ ۳ (B) **راه‌حل اول:** استفاده از تعریف:

$$m\xrightarrow{۵\text{ روز}}\frac{m}{۲}\xrightarrow{۵\text{ روز}}\frac{m}{۴}\xrightarrow{۵\text{ روز}}\frac{m}{۸}\xrightarrow{۵\text{ روز}}\frac{m}{۱۶}\ \text{باقی‌مانده}$$

بنابراین $\frac{۱۵}{۱۶}$ مقدار اولیه واپاشیده شده است.

$$m-\frac{m}{۱۶}=\frac{۱۵}{۱۶}m=۷۵g\Rightarrow m=۸۰\,g$$

در مدت ۲۰ شبانه روز، از $۸۰\,g$ ، ۷۵ گرم واپاشیده شده است یعنی ۵ گرم باقی‌مانده است و پس از گذشت یک نیمه‌عمر دیگر یعنی گذشت ۵ شبانه‌روز دیگر، $\frac{۵}{۲}=۲/۵\,g$ از آن باقی می‌ماند.

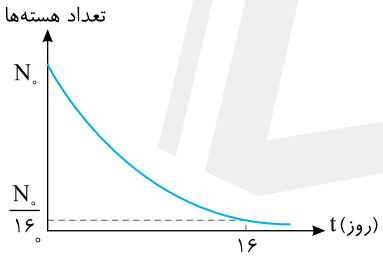
راه‌حل دوم: استفاده از رابطه‌های نیمه‌عمر است. در این رابطه‌ها n تعداد نیمه‌عمرها و M ، جرم مادهٔ پرتوزای اولیه و m جرم ماده پرتوزای باقی‌مانده است.

$$n=\frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}\Rightarrow n=\frac{۲۰}{۵}=۴$$

$$m=\frac{M}{۲^n}\Rightarrow M-۷۵=\frac{M}{۲^۴}\Rightarrow M-۷۵=\frac{M}{۱۶}\Rightarrow M=۸۰\,g\ ,\ m=\frac{M}{۲^n}\Rightarrow ۲/۵=\frac{۸۰}{۲^n}\Rightarrow ۲^n=۳۲\Rightarrow n=۵$$

$$n=\frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}\Rightarrow ۵=\frac{t}{۵}\Rightarrow t=۲۵\ \text{شبانه‌روز}$$

۴- گزینهٔ ۳ (B) با توجه به رابطهٔ $N=N_۰(\frac{۱}{۲})^n$ داریم:



$$\frac{N_۰}{۱۶}=N_۰(\frac{۱}{۲})^n\Rightarrow n=۴\xrightarrow{n=\frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}}۴=\frac{۱۶}{T_{\frac{۱}{۲}}}\Rightarrow T_{\frac{۱}{۲}}=۴\ \text{روز}$$

حال تعداد هسته‌های باقی‌مانده پس از ۸ روز برابر است با:

$$n'=\frac{t'}{T_{\frac{۱}{۲}}}=\frac{۸}{۴}=۲$$

بنابراین پس از ۸ روز، $\frac{۱}{۲^۲}$ هسته فعال باقی‌مانده که همان ۲۵٪ می‌باشد.