

۱

سوال ۱ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

وقتی جرم جسمی ۲۵ درصد کاهش می‌یابد:

$$m_2 = \frac{3}{4} m_1 \quad (1)$$

و نیز برای اینکه کاهش انرژی جنبشی آن، انرژی جنبشی اولیه باشد:

$$\Delta K = -\frac{1}{4} K_1 \Rightarrow K_2 - K_1 = -\frac{1}{4} K_1 \Rightarrow K_2 = \frac{3}{4} K_1$$

و طبق رابطه انرژی جنبشی داریم:

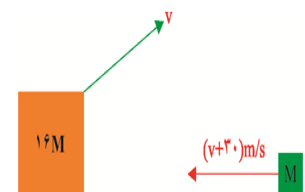
$$K_2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \Rightarrow \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{3}{4} \times \frac{1}{2} m_1 v_1^2$$

$$\xrightarrow{(1)} \frac{3}{4} m_1 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 \times 15^2 \Rightarrow v_2 = 10 \frac{m}{s}$$

در نتیجه تغییر تندی آن برابر است با:

$$\Delta v = v_2 - v_1 = 10 - 15 = -5 \frac{m}{s} = -18 \frac{km}{h}$$

۲



سوال ۲ گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

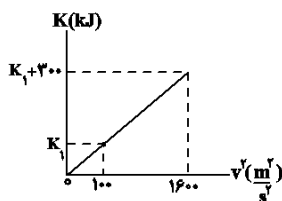
می‌دانیم انرژی جنبشی از رابطه $K = \frac{1}{2} m v^2$ بدست می‌آید. طبق رابطه مقایسه‌ای انرژی جنبشی برای دو جسم داریم:

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 \xrightarrow{m_2=16m, m_1=m, \frac{K_2}{K_1}=1} \frac{v_2}{v_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{v+30}{v}$$

$$1 = \frac{16m}{m} \times \left(\frac{v}{v+30}\right)^2 \Rightarrow \left(\frac{v+30}{v}\right)^2 = 16 \Rightarrow \frac{v+30}{v} = 4$$

$$\Rightarrow v+30=4v \Rightarrow 3v=30 \Rightarrow v=10 \frac{m}{s}$$

۳



سوال ۳ گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

ابتدا با استفاده از نمودار داده شده، K_1 را می‌یابیم. می‌دانیم به ازای $v_1^2 = 100 \frac{m^2}{s^2}$ ، انرژی جنبشی برابر K_1 و به ازای

$v_2^2 = 1600 \frac{m^2}{s^2}$ ، انرژی جنبشی برابر $K_2 = K_1 + 300$ است. بنابراین داریم:

$$K = \frac{1}{2} m v^2 \xrightarrow{m=SMIY} \frac{K_2}{K_1} = \frac{v_2^2}{v_1^2} \Rightarrow \frac{K_1+300}{K_1} = \frac{1600}{100}$$

$$\Rightarrow \frac{K_1+300}{K_1} = 16 \Rightarrow 16K_1 = K_1 + 300 \Rightarrow 15K_1 = 300 \Rightarrow K_1 = 20 kJ$$

اکنون تندی خودرو را برای حالتی که انرژی جنبشی آن برابر $5 kJ$ است، می‌یابیم:

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{v_2^2}{v_1^2} \xrightarrow{K_2=5kJ, v_1^2=100 \frac{m^2}{s^2}} \frac{5}{20} = \frac{v_2^2}{100} \Rightarrow v_2^2 = 25 \Rightarrow |v_2| = 5 \frac{m}{s}$$

۴

گزینه درست: ۳

سوال ۴

گزینه «۳»

طبق رابطه $K = \frac{1}{2}mv^2$ ، انرژی جنبشی با مجذور تندی نسبت مستقیم دارد. بنابراین داریم:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \xrightarrow{m=SMIY} \frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 \xrightarrow{K_1=3600J, v_2=v_1+6} \frac{K_2=324 \times 10^3 J}{3600} = \left(\frac{v_1+6}{v_1}\right)^2$$

اگر از طرفین جذر بگیریم، خواهیم داشت:

$$\frac{180}{3600} = \frac{v_1+6}{v_1} \Rightarrow 3 = \frac{v_1+6}{v_1} \Rightarrow v_1 = 3 \frac{m}{s}$$

۵

گزینه درست: ۱

سوال ۵

گزینه «۱»

با نوشتن رابطه تغییرات انرژی جنبشی، داریم:

$$\Delta K = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) \begin{cases} 42 = \frac{1}{2}m((v+1)^2 - v^2) & (1) \\ 96 = \frac{1}{2}m((v+2)^2 - v^2) & (2) \\ \Delta K = \frac{1}{2}m((v+4)^2 - v^2) & (3) \end{cases}$$

$$\xrightarrow{\text{از تقسیم اولی و دومی به هم داریم.}} \frac{42}{96} = \frac{v^2 + 2v + 1 - v^2}{v^2 + 4v + 4 - v^2} \Rightarrow \frac{7}{16} = \frac{2v+1}{4(v+1)}$$

$$\Rightarrow \frac{7}{16} = \frac{2v+1}{4(v+1)} \Rightarrow 7v + 7 = 4v + 4 \Rightarrow v = 3 \frac{m}{s}$$

$$\Rightarrow 42 = \frac{1}{2}m(2v+1) \xrightarrow{v=3 \frac{m}{s}} 42 = \frac{1}{2}mv \Rightarrow m = 12 kg$$

از رابطه (۳) داریم:

$$\Delta K = \frac{1}{2} \times m(4v+16) = \frac{1}{2} \times 12 \times (4 \times 3 + 16) = 240 J$$

۶

گزینه درست: ۱

سوال ۶

گزینه «۱»

کار یک کمیت نرده‌ای است که جزء کمیت‌های اصلی نیست و یکای آن در SI، ژول (J) است. برای بیان یکای یک کمیت برحسب یکای کمیت‌های اصلی می‌توان از یکی از رابطه‌های فیزیک استفاده کرد.

برای مثال در این‌جا از رابطه انرژی جنبشی استفاده می‌کنیم:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow J \equiv kg\left(\frac{m}{s}\right)^2 = kg\frac{m^2}{s^2}$$

دقت کنید، وقتی یکای یک کمیت برحسب ترکیبی از یکای کمیت‌های اصلی قابل بیان باشد، آن کمیت فرعی است.

۷

گزینه درست: ۱

سوال ۷

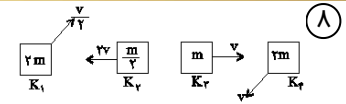
گزینه‌ی «۱»

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{K_2}{K_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 \\ v_1 = 90 \frac{km}{h} = 25 \frac{m}{s} \end{cases} \Rightarrow 2 = 1 \times \left(\frac{v_2}{25}\right)^2 \Rightarrow \sqrt{2} = \frac{v_2}{25}$$

$$\xrightarrow{\sqrt{2} \approx 1/4} v_2 \approx 35 \frac{m}{s}$$

$$\Rightarrow \Delta v = 35 - 25 \Rightarrow \Delta v = 10 \frac{m}{s}$$



سوال ۸ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

انرژی جنبشی جسم از رابطه $K = \frac{1}{2}mv^2$ به دست می‌آید، برای هر یک از اجسام انرژی جنبشی را جداگانه به دست می‌آوریم:

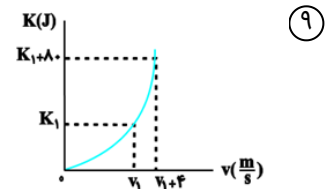
$$K_1 = \frac{1}{2} \times (2m) \times \left(\frac{v}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}mv^2$$

$$K_2 = \frac{1}{2} \times \frac{m}{2} \times (2v)^2 = mv^2$$

$$K_3 = \frac{1}{2}mv^2$$

$$K_4 = \frac{1}{2} \times (2m) \times v^2 = mv^2$$

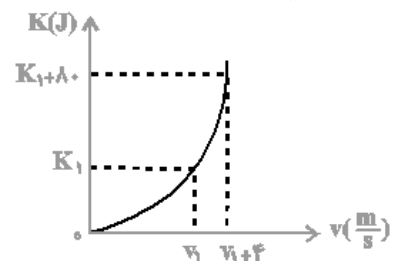
$$\Rightarrow K_2 = K_4 > K_3 > K_1$$



سوال ۹ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

طبق رابطه انرژی جنبشی و با توجه به نمودار، داریم:



$$K_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 5 \times v_1^2 \Rightarrow K_1 = 5v_1^2 \quad (1)$$

$$K_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 \Rightarrow K_1 + 16 = \frac{1}{2} \times 2 \times 5 \times (v_1 + 4)^2$$

$$= 5 \times (v_1^2 + 8v_1 + 16) \Rightarrow K_1 = 5v_1^2 + 40v_1 + 80 - 16$$

$$\Rightarrow K_1 = 5v_1^2 + 40v_1 + 64 \quad (2)$$

$$(1) = (2) \Rightarrow 5v_1^2 = 5v_1^2 + 40v_1 + 64 \Rightarrow v_1 = 6 \frac{m}{s}$$

سوال ۱۰ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

با توجه به رابطه انرژی جنبشی داریم:

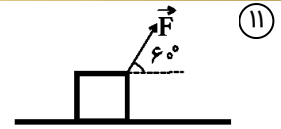
$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 \xrightarrow{K_2=K_1+\frac{16}{9}K_1=\frac{25}{9}K_1}$$

$$\frac{\frac{25}{9}K_1}{K_1} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{25}{9} = \frac{v_2^2}{v_1^2}$$

$$\text{درصد تغییرات تندی: } \frac{v_2 - v_1}{v_1} \times 100 = \left(\frac{v_2}{v_1} - 1\right) \times 100$$

$$\xrightarrow{\frac{v_2}{v_1} = \frac{5}{3}} \left(\frac{5}{3} - 1\right) \times 100 \simeq 66.67\%$$



گزینه درست: ۱

سوال ۱۱

گزینه «۱»

با توجه به رابطه انرژی جنبشی و نوشتن آن به صورت مقایسه‌ای، ابتدا تندی اولیه و جرم آن را می‌یابیم:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \frac{K_F}{K_1} = \left(\frac{v_F}{v_1}\right)^2 \xrightarrow{v_F = v_1 + 5\left(\frac{m}{s}\right)} \frac{K_F - K_1 = \frac{5}{2}K_1 \Rightarrow K_F = \frac{7}{2}K_1}{\frac{9}{2} = \left(\frac{v_1 + 5}{v_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{v_1 + 5}{v_1} \Rightarrow 3v_1 = 2v_1 + 10 \Rightarrow v_1 = 10 \frac{m}{s}}$$

حال با تغییر جرم جسم، تغییر انرژی جنبشی برابر است با:

$$\frac{K_F}{K_1} = \frac{m_F}{m_1} \xrightarrow{m_F = (m_1 + 2)kg} \frac{1}{4} = \frac{m_1 + 2}{m_1} \xrightarrow{K_F = K_1 + \frac{F}{100}K_1 = 1/4K_1} \Rightarrow 1/4m_1 = m_1 + 2 \Rightarrow 0/4m_1 = 2 \Rightarrow m_1 = 5kg$$

حال انرژی جنبشی اولیه برابر است با:

$$K_1 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 \Rightarrow K_1 = \frac{1}{2} \times 5 \times (10)^2 = 250J$$

۱۲

گزینه درست: ۱

سوال ۱۲

بنابر رابطه انرژی جنبشی داریم:

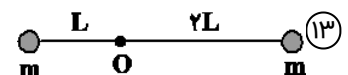
$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \frac{K_A}{K_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \left(\frac{v_A}{v_B}\right)^2$$

$$\begin{cases} m_A = m_B - \frac{75}{100}m_B = \frac{25}{100}m_B = \frac{1}{4}m_B & (I) \\ v_A = v_B + \frac{20}{100}v_B = 1/2v_B & (II) \end{cases}$$

$$\xrightarrow{(I, II)} \frac{K_A}{K_B} = \frac{\frac{1}{4}m_B}{m_B} \times \left(\frac{1/2v_B}{v_B}\right)^2 = \frac{1}{4} \times 1/4 = \frac{1}{16}$$

$$\frac{K_A - K_B}{K_B} \times 100 = \left(\frac{K_A}{K_B} - 1\right) \times 100 = (0/36 - 1) \times 100 = -64\%$$

پس K_A ، ۶۴ درصد کمتر از K_B است.

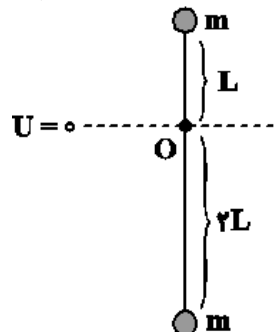


گزینه درست: ۱

سوال ۱۳

$$\Delta U = U_f - U_i = (-mg(2L) + mgL) - 0 = -mgL$$

انرژی پتانسیل گرانشی کل سیستم به اندازه mgL کاهش می‌یابد، بنابراین طبق اصل پایستگی انرژی مکانیکی، داریم:



$$\Delta K + \Delta U = 0 \xrightarrow{V_i = 0, K_i = 0, \Delta K = K_f} \Delta U = -mgL$$

$$K_f - mgL = 0 \Rightarrow K_f = mgL$$

$$1 = 0/5 \times 10 \times L \Rightarrow L = 0/2m = 20cm$$

۱۴

گزینه درست: ۱

سوال ۱۴

ابتدا محاسبه می‌کنیم برای آن‌که انرژی جنبشی جسم به $۱۲/۵$ ژول برسد، تندی آن باید چقدر باشد:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 12/5 = \frac{1}{2} \times 1 \times v^2 \Rightarrow v^2 = 24 \Rightarrow v = 2\sqrt{3} \frac{m}{s}$$

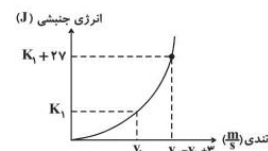
همچنین از قانون دوم نیوتون شتاب حرکت جسم محاسبه می‌شود:

$$F = ma \Rightarrow 1 = 1 \times a \Rightarrow a = 1 \frac{m}{s^2}$$

بنابراین با استفاده از تعریف شتاب و با توجه به این‌که جسم در ابتدا در حال سکون بوده است داریم:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{2\sqrt{3} - 0}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{2\sqrt{3}}{1} s$$

۱۵



گزینه درست: ۲

سوال ۱۵

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \begin{cases} K_1 + 27 = \frac{1}{2} \times 2 \times (v_1 + 3)^2 \\ K_1 = \frac{1}{2} \times 2 \times v_1^2 \end{cases}$$

اگر دو رابطه را از یکدیگر کم کنیم، داریم:

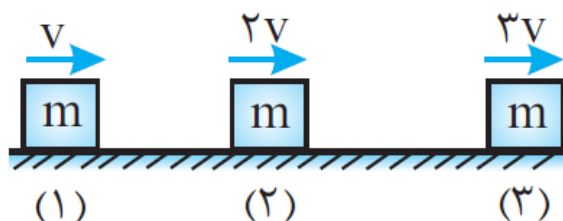
$$\Rightarrow (K_1 + 27) - K_1 = (v_1 + 3)^2 - v_1^2 \\ \Rightarrow v_1^2 + 6v_1 + 9 - v_1^2 = 6v_1 + 9$$

$$\Rightarrow 27 = 6v_1 + 9 \Rightarrow v_1 = 3 \frac{m}{s}$$

$$\Rightarrow v_2 = v_1 + 3 = 3 + 3 = 6 \frac{m}{s}$$

$$\Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{6}{3} = 2$$

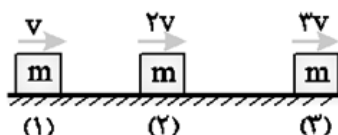
۱۶



گزینه درست: ۳

سوال ۱۶

تغییر انرژی جنبشی جسم را در هر مرحله نوشته و بر هم تقسیم می‌کنیم:

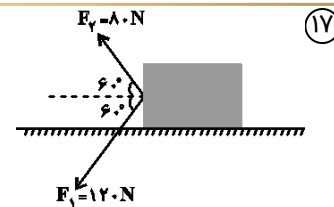


$$\Delta K_1 = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) \quad (1)$$

$$\Delta K_2 = \frac{1}{2}m(v_3^2 - v_2^2) \quad (2)$$

$$\frac{(2)}{(1)} : \frac{\Delta K_2}{\Delta K_1} = \frac{v_3^2 - v_2^2}{v_2^2 - v_1^2} \quad v_1 = v, v_2 = 2v, v_3 = 3v$$

$$\frac{\Delta K_2}{\Delta K_1} = \frac{(3v)^2 - (2v)^2}{(2v)^2 - v^2} = \frac{9v^2 - 4v^2}{4v^2 - v^2} = \frac{5v^2}{3v^2} = \frac{5}{3}$$



۱۷

گزینه درست: ۴

سوال ۱۷

گزینه «۴»

طبق رابطه کار نیروی ثابت، برای محاسبه کار کل داریم:

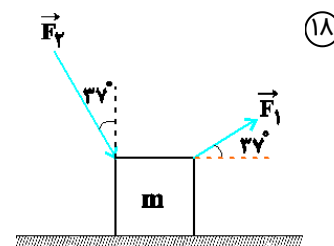
$$W = Fd \cos \theta$$

$$W_t = W_{F_1} + W_{F_2} + W_{f_k} + W_{mg} + W_N \quad \begin{matrix} W_N = 0 \\ W_{mg} = 0 \end{matrix}$$

$$W_t = F_1 d \cos 60^\circ + F_2 d \cos 60^\circ + f_k d \cos 180^\circ$$

$$\Rightarrow W_t = 120 \times 5 \times \left(\frac{1}{2}\right) + 80 \times 5 \times \left(\frac{1}{2}\right) + 20 \times 5 \times (-1)$$

$$\Rightarrow W_t = 300 + 200 - 100 = 400 J$$



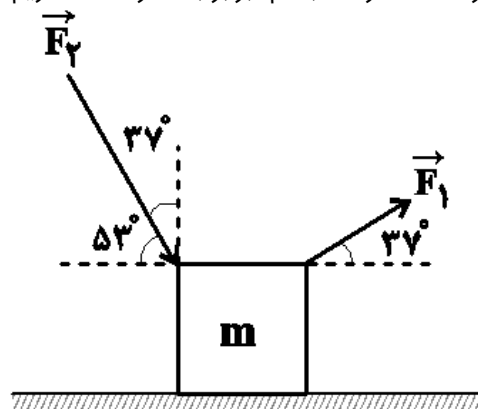
۱۸

گزینه درست: ۱

سوال ۱۸

گزینه «۱»

بر این جسم، ۴ نیروی $\vec{F}_1$ ، $\vec{F}_2$ ، وزن و عمودی سطح وارد می‌شوند که کار نیروهای وزن و عمودی سطح به دلیل عمود بودن بر امتداد حرکت جسم، برابر با صفر است. داریم:



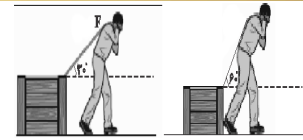
$$W_{F_1} = F_1 d \cos \theta_1 = 100 \times 7/5 \times \cos 37^\circ = 600 J$$

$$W_{F_2} = F_2 d \cos \theta_2 = 300 \times 7/5 \times \cos 53^\circ = 1350 J$$

کار کل برابر است با جمع جبری کار انجام شده توسط هریک از نیروها، پس می‌توان نوشت:

$$W_t = W_{F_1} + W_{F_2} + W_{mg} + W_N$$

$$\Rightarrow W_t = 600 + 1350 + 0 + 0 = 1950 J$$



۱۹

«ب»
«الف»

گزینه درست: ۲

سوال ۱۹

گزینه «۲»

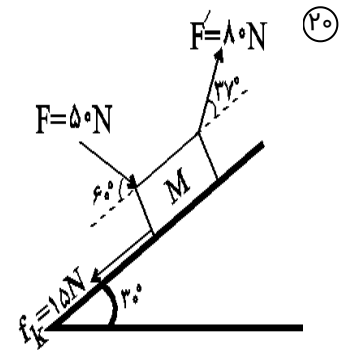
با توجه به رابطه $W = Fd \cos \theta$ می‌توان نوشت:

$$W_A = F d_A \cos \theta_A \quad \theta_A = 30^\circ, \theta_B = 60^\circ$$

$$W_B = F d_B \cos \theta_B \quad F_A = F_B, W_A = W_B$$

$$d_A \cos 30^\circ = d_B \cos 60^\circ$$

$$\Rightarrow \frac{d_A}{d_B} = \frac{\cos 60^\circ}{\cos 30^\circ} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

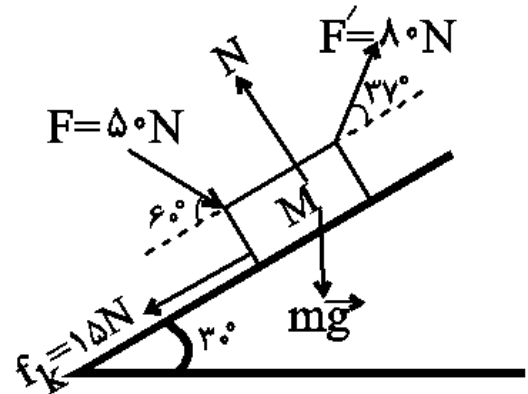


گزینه درست: ۴

سوال ۲۰

گزینه «۴»

با توجه به شکل زیر و رابطه کار نیروی ثابت داریم:



$$W_F = Fd \cos \theta$$

$$W_F = 50 \times 5 \times \cos 60^\circ = 250 \times \left(\frac{1}{2}\right) = 125 J$$

$$W_{F'} = 80 \times 5 \times \cos 37^\circ = 400 \times \frac{4}{5} = 320 J$$

$$W_{mg} = mgd \times \cos 120^\circ = 10 \times 10 \times 5 \times \left(-\frac{1}{2}\right) = -250 J$$

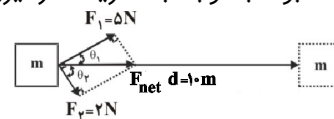
$$W_{f_k} = f_k d \cos 180^\circ \Rightarrow W_{f_k} = 15 \times 5 \times (-1) = -75 J$$

$$W_t = W_F + W_{F'} + W_{mg} + W_{f_k}$$

$$= 125 + 320 + (-250) + (-75) = 120 J$$

گزینه «۳»

مطابق شکل زیر، چون جسم در ابتدا ساکن است، بنابراین جابجایی جسم در راستای نیروی خالص وارد بر آن یعنی $\vec{F}_{net}$ خواهد بود. با توجه به تعریف کار نیروی وارد بر یک جسم در جابجایی معین، داریم:



$$W = Fd \cos \theta \xrightarrow{d_1 = d_r} \frac{W_1}{W_r} = \frac{|\vec{F}_1|}{|\vec{F}_r|} \times \frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_r}$$

$$\cos \theta_1 = \frac{F_1}{F_{net}} \Rightarrow \frac{W_1}{W_r} = \frac{|\vec{F}_1|}{|\vec{F}_r|} \times \frac{|\vec{F}_1|}{|\vec{F}_{net}|} = \left(\frac{|\vec{F}_1|}{|\vec{F}_r|} \right)^2 = \left(\frac{5}{3} \right)^2 = 25/9$$

گزینه «۳»

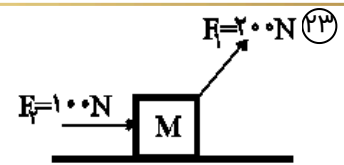
بررسی گزینه‌ها:

گزینه «۱»: اگر حین جابجایی، جهت حرکت جسم تغییر کند، بسته به این که بزرگی سرعت جسم در انتهای جابجایی، بزرگتر، مساوی یا کوچکتر از سرعت جسم در ابتدای جابجایی باشد کار کل نیروهای وارد بر جسم طبق قضیه کار و انرژی جنبشی می‌تواند مثبت، صفر و یا منفی باشد.

گزینه «۲»: کار کل نیروهای وارد بر جسم برابر با حاصل ضرب اندازه نیروی برآیند در جابجایی در کسینوس زاویه بین بردار نیروی برآیند و بردار جابجایی است.

گزینه «۳»: اگر حرکت جسم تند شونده باشد در این صورت بزرگی سرعت جسم در انتهای جابجایی بزرگتر از سرعت جسم در ابتدای جابجایی است و لذا مطابق قضیه کار و انرژی جنبشی کار برآیند نیروهای وارد بر جسم الزاماً مثبت است.

گزینه «۴»: در صورتی که بردار نیروی وارد بر جسم در هر لحظه بر بردار سرعت عمود باشد، کار کل نیروهای وارد بر جسم برابر با صفر است ولی برآیند نیروهای وارد بر جسم برابر صفر نیست.

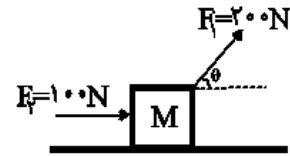


گزینه درست: ۴

سوال ۲۳

گزینه «۴»

در حالت اول که کار نیروی $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ با یکدیگر برابر است، مقدار زاویه نیروی $\vec{F}_1$ با راستای حرکت را می‌یابیم:

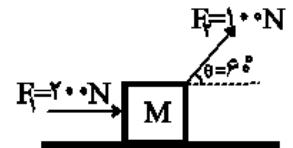


$$W_{F_1} = W_{F_2} \Rightarrow F_1 d \cos \theta_1 = F_2 d \cos 0^\circ$$

$$\Rightarrow F_1 \cos \theta = F_2 \frac{F_1 = 200 N}{F_2 = 100 N}$$

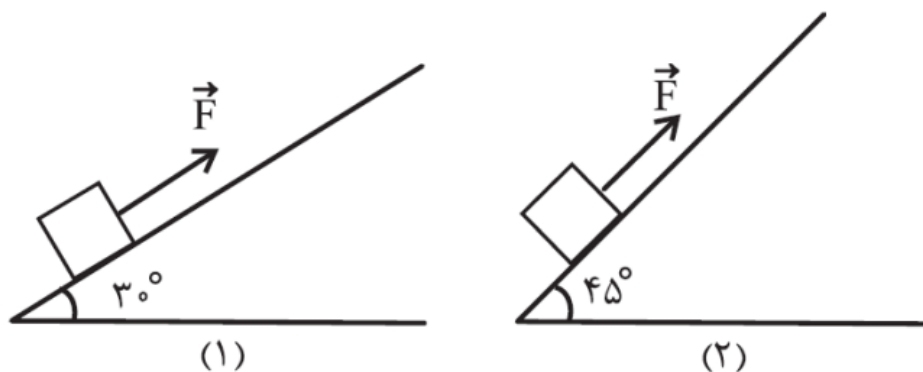
$$200 \times \cos \theta = 100 \Rightarrow \cos \theta = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta = 60^\circ$$

حال با نصف کردن اندازه نیروی $\vec{F}_1$ و دو برابر کردن اندازه نیروی $\vec{F}_2$ ، کار کل را می‌یابیم.



$$W_t = W_{F_1} + W_{F_2} \Rightarrow W_t = F_1 d \cos 0^\circ + F_2 d \cos 60^\circ$$

$$\Rightarrow W_t = 200 \times 15 \times 1 + 100 \times 15 \times \frac{1}{2} = 3000 + 750 \\ = 3750 J = 3.75 kJ$$

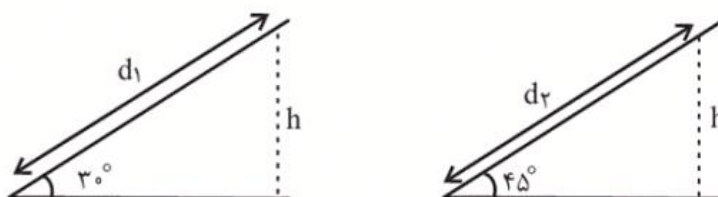


گزینه درست: ۲

سوال ۲۴

گزینه «۲»

چون هر دو جسم تا ارتفاع یکسانی از سطح زمین بالا می‌روند، در شکل (۱) که زاویه کوچک‌تر است، جابه‌جایی روی سطح شیب‌دار بیش‌تر خواهد شد.



$$\sin 30^\circ = \frac{h}{d_1} \quad \sin 45^\circ = \frac{h}{d_2}$$

$$\Rightarrow h = d_1 \sin 30^\circ \quad (1) \quad \Rightarrow h = d_2 \sin 45^\circ \quad (2)$$

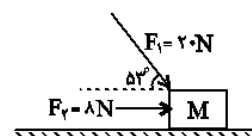
$$\xrightarrow{(2), (1)} d_1 \sin 30^\circ = d_2 \sin 45^\circ \xrightarrow{\sin 45^\circ > \sin 30^\circ} d_1 > d_2$$

با استفاده از رابطه کار نیروی ثابت، داریم:

$$W_F = Fd \cos \theta$$

در این رابطه، θ زاویه بین بردار نیرو و بردار جابه‌جایی است که در هر دو حالت، به دلیل هم‌جهت بودن بردارهای $\vec{F}$ و جابه‌جایی، $\theta = 0$ است؛ بنابراین داریم:

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{F_1}{F_2} \times \frac{d_1}{d_2} \xrightarrow{\frac{F_1=F_2}{d_1 > d_2}} \frac{W_1}{W_2} > 1 \Rightarrow W_1 > W_2$$



گزینه درست: ۲

سوال ۲۵

گزینه‌ی «۲»

جسم با تندی ثابت حرکت می‌کند، لذا طبق قضیه کار - انرژی جنبشی، کار کل انجام شده بر روی آن که مجموع کار هریک از نیروهای وارد بر جسم می‌باشد، برابر با صفر است. بنابراین داریم:

$$W_t = \Delta K \xrightarrow{v_1 = \text{ثابت}} W_t = 0$$

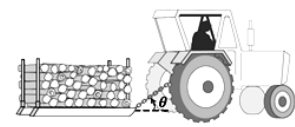
$$W_{F_1} + W_{F_2} + W_{f_k} = 0 \xrightarrow{W_{f_k} = -200J}$$

$$F_1 d \cos 53^\circ + F_2 d \cos 0^\circ - 200 = 0 \Rightarrow 20 \times 0.6 \times d + 8d - 200 = 0$$

$$\Rightarrow 20d = 200 \Rightarrow d = 10m$$

با توجه به رابطه تندی، داریم:

$$v = \frac{d}{t} = \frac{10}{5} = 2 \frac{m}{s}$$



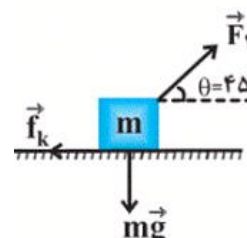
۲۶

گزینه درست: ۱

سوال ۲۶

گزینه «۱»

در این روش، کار انجام شده توسط هر نیرو را به طور جداگانه محاسبه می‌کنیم.



$$W_{F_1} = F_1 d \cos \theta = 20 \times 10^3 \times 235 \times \cos 45^\circ$$

$$\Rightarrow W_{F_1} = 20 \times 10^3 \times 235 \times \frac{\sqrt{2}}{2}$$

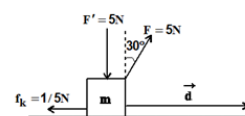
$$\Rightarrow W_{F_1} = 940000 \text{ J}$$

$$W_{mg} = mgd \cos 90^\circ \Rightarrow W_{mg} = 0$$

$$W_{f_k} = f_k d \cos 180^\circ = -f_k d = -3/4 \times 10^3 \times 235 = -799000 \text{ J}$$

$$W_t = W_{F_1} + W_{mg} + W_{f_k} = 940000 + 0 - 799000$$

$$\Rightarrow W_t = 141000 \text{ J}$$



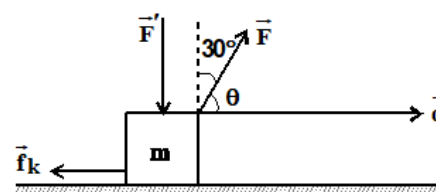
۲۷

گزینه درست: ۳

سوال ۲۷

گزینه «۳»

با توجه به شکل زیر، زاویه بین بردار $\vec{F}$ و بردار $\vec{d}$ ، $\theta = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$ ، با استفاده از کار نیروی $\vec{F}$ ، ابتدا جابه‌جایی d را به دست می‌آوریم. داریم:



$$W_F = Fd \cos \theta \xrightarrow{W_F = 12/5 J, F = 5 N, \theta = 60^\circ}$$

$$12/5 = 5 \times d \times \cos 60^\circ \Rightarrow$$

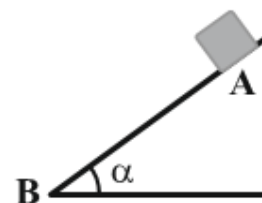
$$12/5 = 5 \times d \times \frac{1}{2} \Rightarrow d = 5m$$

چون زاویه بین بردار $\vec{f}_k$ و بردار $\vec{d}$ برابر با $\theta' = 180^\circ$ است، می‌توان نوشت:

$$W_{f_k} = f_k d \cos \theta' \xrightarrow{f_k = 1/5 N, d = 5m, \theta' = 180^\circ} W_{f_k} = 1/5 \times 5 \times \cos 180^\circ$$

$$\Rightarrow W_{f_k} = 1/5 \times 5 \times (-1) = -1/5 J \Rightarrow |W_{f_k}| = 1/5 J$$

۲۸



گزینه درست: ۲

سوال ۲۸

گزینه «۲»

کار نیروی وزن مستقل از کار نیروهای دیگر است و در هنگام پایین آمدن جسم، مقدارش همواره برابر با mgh می باشد.

۲۹



گزینه درست: ۳

سوال ۲۹

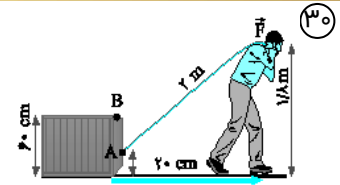
گزینه «۳»

با استفاده از تعریف کار یک نیروی ثابت، داریم:

$$W_1 = F_1 d \cos \theta_1 = 20 \times 5 \times \cos \theta \Rightarrow W_1 = 100 \cos \theta \text{ (J)}$$

$$W_f = F_f d \cos \theta_f = 4 \times 5 \times (-1) \Rightarrow W_f = -20 \text{ J}$$

$$W_t = W_1 + W_f \Rightarrow 30 = 100 \cos \theta - 20 \Rightarrow \cos \theta = \frac{1}{5} \Rightarrow \theta = 60^\circ$$



گزینه درست: ۲

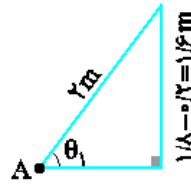
سوال ۳۰

گزینه «۲»

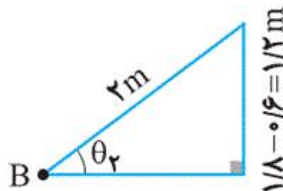
کاری که نیروی شخص انجام می‌دهد، از رابطه $W = Fd \cos \theta$ به دست می‌آید که برای هر دو حالت یکسان است. با توجه به اینکه جابه‌جایی نیز در هر دو حالت یکسان است، داریم:

$$\frac{W_{F_2}}{W_{F_1}} = \frac{F_2}{F_1} \times \frac{d_2}{d_1} \times \frac{\cos \theta_2}{\cos \theta_1} \xrightarrow{d_1=d_2, W_{F_2}=W_{F_1}} \frac{F_2}{F_1} = \frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_2}$$

برای محاسبه $\cos \theta_1$ و $\cos \theta_2$ به کمک قضیه فیثاغورث و نسبت‌های مثلثاتی خواهیم داشت:



$$\sqrt{2^2 - (1.2)^2} = 1.6 \text{ m}$$



$$\sqrt{2^2 - (1.2)^2} = 1.6 \text{ m}$$

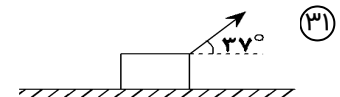
$$\cos(\theta_1) = \frac{1.6}{2} = 0.8$$

$$\cos(\theta_2) = \frac{1.2}{2} = 0.6$$

لذا نسبت اندازه نیرو در حالت دوم به اندازه نیرو در حالت اول برابر است با:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_2} = \frac{0.8}{0.6} = \frac{4}{3} = 1.33 \Rightarrow F_2 = 1.33 F_1$$

بنابراین اندازه نیرو باید ۳۳ درصد کاهش یابد تا کار انجام شده در هر دو حالت یکسان شود.

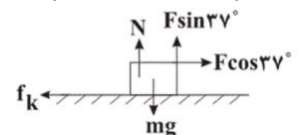


گزینه درست: ۲

سوال ۳۱

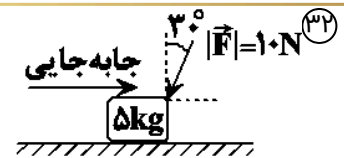
گزینه «۲»

با رسم نیروها روی جسم می‌توان نوشت:



چون جابه‌جایی افقی است پس کار نیروی N روی جسم صفر خواهد شد و نیروی f_k روی جسم کار انجام می‌دهد. نیروی عکس‌العمل سطح:

$$\begin{cases} N \rightarrow W_N = 0 \\ f_k \xrightarrow{\text{حرکت یکنواخت}} f_k = F \cos 37^\circ = 20 \times 0.8 = 16 \text{ N} \\ W_{f_k} = -f_k \cdot d, \quad d = vt = 4 \times 5 = 20 \text{ m} \\ W_{f_k} = -16 \times 20 = -320 \text{ J} \end{cases}$$



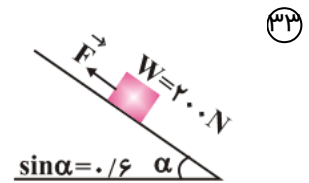
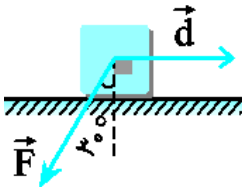
گزینه درست: ۲

سوال ۳۲

برای محاسبه کار یک نیرو در یک جابه جایی مشخص، دانستن اندازه نیرو ($F = 10\text{ N}$)، جابه جایی ($d = 5\text{ m}$) و زاویه بین آنها ($\theta = 120^\circ$) لازم است. بنابراین داریم:

$$W = Fd \cos \theta \quad \begin{array}{l} F = 10\text{ N}, d = 5\text{ m} \\ \theta = 120^\circ \end{array}$$

$$W = 10 \times 5 \times \left(-\frac{1}{2}\right) = -25\text{ J}$$



گزینه درست: ۴

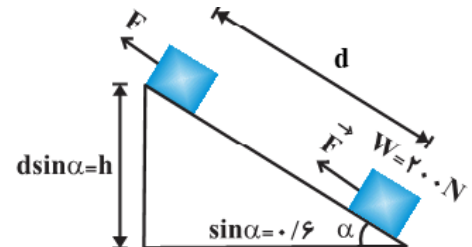
سوال ۳۳

گزینه «۴»

تندی جسم ثابت است، بنابراین داریم:

$$d = v \cdot t = 2 \times 10 \Rightarrow d = 20\text{ m}$$

$$h = d \sin \alpha = 20 \times 0.6 \Rightarrow h = 12\text{ m}$$



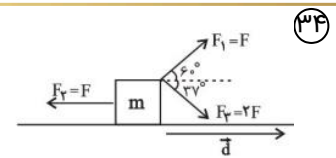
از طرفی طبق قضیه کار-انرژی جنبشی چون تندی ثابت است، داریم:

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_F + W_{mg} + W_{fk} = 0$$

$$\Rightarrow W_F = -W_{mg} - W_{fk} = -(-mgh) - (-f_k d)$$

$$\Rightarrow W_F = 200 \times 12 + 30 \times 20$$

$$\Rightarrow W_F = 3000\text{ J}$$



سوال ۳۴ گزینه درست: ۳

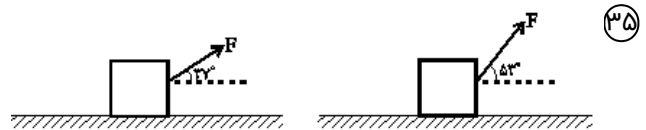
گزینه «۳»

$$W_{F_1} = F_1 d \cos 60^\circ \Rightarrow 12 = F \times d \times \frac{1}{2} \Rightarrow Fd = 24J \quad (1)$$

کار کل انجام شده روی جسم در این حالت برابر است با:

$$W_t = W_{F_1} + W_{F_2} + W_{F_3} = 12 + Fd \cos 180^\circ + 2Fd \cos 37^\circ$$

$$\xrightarrow{(1)} W_t = 12 - 24 + 2 \times 24 \times 0.8 = 26.4J$$



(الف)

(ب)

سوال ۳۵ گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

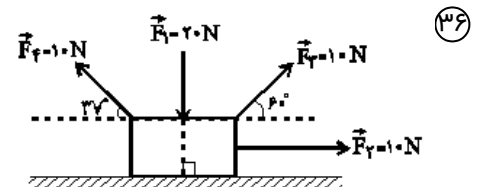
کمیت‌های مربوط به جسم در شکل «الف» را با اندیس (۱) و کمیت‌های مربوط به جسم در شکل «ب» را با اندیس (۲) نمایش می‌دهیم. برای مقایسه کار در دو حالت از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$W = Fd \cos \theta$$

$$\Rightarrow \frac{W_2}{W_1} = \frac{F_2}{F_1} \times \frac{d_2}{d_1} \times \frac{\cos \theta_2}{\cos \theta_1}$$

$$\Rightarrow \frac{W_2}{W} = \frac{F}{F} \times \frac{d}{d} \times \frac{\cos 53^\circ}{\cos 37^\circ} = \frac{1}{2} \times \frac{4}{5}$$

$$\Rightarrow \frac{W_2}{W} = \frac{1}{2} \times \frac{4}{5} = \frac{2}{5}$$



سوال ۳۶ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

کار یک نیروی ثابت از رابطه $W = Fd \cos \theta$ به دست می‌آید که θ زاویه بین نیرو و جابه‌جایی می‌باشد.

(الف) کار نیروهای $\vec{F}_2$ و $\vec{F}_3$ را محاسبه می‌کنیم:

$$W_{F_2} = F_2 d \cos \theta_2 \xrightarrow{\theta_2=0^\circ} W_{F_2} = 10 \times 2 \times \cos 0^\circ = 20J$$

$$W_{F_3} = F_3 d \cos \theta_3 \xrightarrow{\theta_3=60^\circ} W_{F_3} = 10 \times 2 \times \cos 60^\circ = 10J$$

بنابراین این گزاره درست می‌باشد.

(ب) نیروی $\vec{F}_1$ بر مسیر حرکت عمود می‌باشد، پس $\theta_1 = 90^\circ$ و $\cos 90^\circ = 0$ می‌شود، پس $W_{F_1} = 0$ و این گزاره درست است.

(پ) کار نیروی $\vec{F}_4$ به دست می‌آوریم، دقت کنید کار نیروی $\vec{F}_4$ مقدار منفی می‌باشد و برای سادگی به صورت زیر آن را به دست می‌آوریم:

$$W_{F_4} = F_4 d \cos \theta_4 \Rightarrow W_{F_4} = -10 \times 2 \times \cos 37^\circ = -10 \times 2 \times 0.8 = -16J$$

حال کار کل را می‌یابیم:

$$W_{F_1} + W_{F_2} + W_{F_3} + W_{F_4} = 0 + 20 + 10 - 16 = 14J$$

بنابراین کارکل انجام شده روی جسم برابر با ۱۴J نمی‌باشد و این گزاره نادرست است.

در نتیجه، ۲ گزاره صحیح است.

(۳۷)

سوال ۳۷

گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

چون جسم از حال سکون حرکت می‌کند، حرکت جسم در امتداد برآیند نیروهای وارد بر آن است.

$$\sum \vec{F} = (1 + 8 - 3)\vec{i} + (-6 + 2 + 12)\vec{j} = 6\vec{i} + 8\vec{j} (N)$$

$$|\vec{F}| = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10N$$

$$W = Fd \cdot \cos 0 = 10 \times 6 \times 1 = 60J$$

(۳۸)

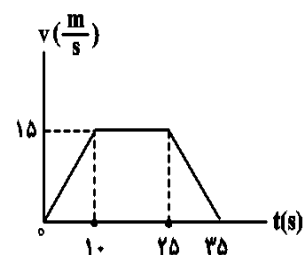
سوال ۳۸

گزینه درست: ۳

می‌دانیم که کار انجام شده روی یک جسم تنها ناشی از مؤلفه‌ای از نیرو است که در راستای جابه‌جایی آن جسم است. از آنجایی که جابه‌جایی این جسم در راستای قائم است، کار انجام شده برابر است با:

$$W = 40 \times 0.6 = 24J$$

(۳۹)



گزینه درست: ۴

سوال ۳۹

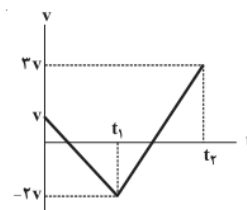
با استفاده از قضیه کار-انرژی جنبشی می‌توان نتیجه گرفت که کار انجام شده در بازه زمانی صفر تا ۲۵ ثانیه همان کار انجام شده در بازه صفر تا ۱۰ ثانیه است:

$$(0 \text{ تا } 25) \Rightarrow W_1 = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2) = \frac{1}{2} \times 4 \times (15^2 - 0) = 450J$$

$$(0 \text{ تا } 35) \Rightarrow W_2 = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2) = \frac{1}{2} \times 4 \times (0 - 0) = 0$$

کار کل انجام شده روی جسم تابع تغییر تندی آن است. بنابراین اگر جسمی از حال سکون شروع به حرکت کرده و پس از مدتی متوقف شود، کار کل انجام شده روی آن صفر است.

(۴۰)



گزینه درست: ۳

سوال ۴۰

گزینه «۳»

از قضیه کار - انرژی جنبشی در بازه زمانی صفر تا t_1 و t_1 تا t_2 استفاده می‌کنیم. در بازه زمانی صفر تا t_1 داریم:

$$W_t = K_1 - K_0 = \frac{1}{2} m (v_1^2 - v_0^2) = \frac{1}{2} m ((-2v)^2 - v^2)$$

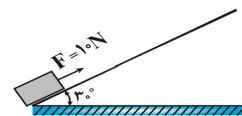
$$\Rightarrow W_t = \frac{1}{2} m (3v^2) > 0$$

در بازه زمانی t_1 تا t_2 نیز داریم:

$$W_{t_2} = K_2 - K_1 = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2) = \frac{1}{2} m ((3v)^2 - (-2v)^2)$$

$$\Rightarrow W_{t_2} = \frac{1}{2} m (5v^2) > 0$$

(۴۱)

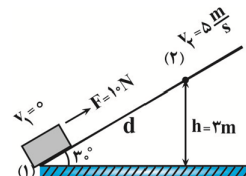


گزینه درست: ۳

سوال ۴۱

گزینه «۳»

نیروهای بین سطح و جسم شامل نیروی اصطکاک (f_k) و نیروی عمودی سطح (F_N) است که برآیند آنها برابر نیروی سطح می‌باشد. با توجه به این‌که کار نیروی عمودی سطح صفر می‌باشد، کار نیروی سطح صرفاً برابر کار نیروی اصطکاک است که به صورت زیر به دست می‌آید:



$$h = d \sin 30^\circ \xrightarrow{h=2m} 2 = d \times \frac{1}{2} \Rightarrow d = 4m$$

$$\Delta K = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2) \xrightarrow{m=1kg} \Delta K = \frac{1}{2} \times 1 \times (25^2 - 0) = 312.5 J$$

$$W_{\text{net}} = \Delta K \Rightarrow W_F + W_{mg} + W_{f_k} + W_{F_N} = \Delta K$$

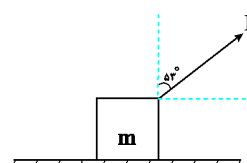
$$F d \cos(0) - mgh + W_{f_k} + F_N d \cos 90^\circ = 312.5$$

$$10 \times 4 \times 1 - 1 \times 10 \times 2 + W_{f_k} + 0 = 312.5 \Rightarrow W_{f_k} = -17.5 J$$

$$W_R = W_{f_k} + W_{F_N} \xrightarrow{W_{F_N}=0} W_R = -17.5 + 0$$

$$\Rightarrow W_R = -17.5 J$$

(۴۲)



گزینه درست: ۳

سوال ۴۲

گزینه «۳»

در حالت اول که جسم با تندی ثابت در حال حرکت است، مؤلفه افقی نیروی F و نیروی اصطکاک هم‌اندازه هستند. بنابراین داریم:

$$F \cos 37^\circ = f$$

با افزایش ۵۰ درصدی نیروی F ، انرژی جنبشی جسم افزایش می‌یابد. مطابق قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$\Delta K = W_t \xrightarrow{W_t = W_F + W_f} \Delta K = W_F + W_f$$

$$F' = F + 0.5F = 1.5F$$

$$W_F = F' d \cos 37^\circ$$

$$W_f = -f d, f = F \cos 37^\circ$$

$$\Delta K = 1.5 F \cos 37^\circ d - F \cos 37^\circ d \Rightarrow \Delta K = \frac{1}{2} F \cos 37^\circ d$$

$$\cos 37^\circ = 0.8$$

$$\xrightarrow{F=20N, d=4m} \Delta K = \frac{1}{2} \times 20 \times 0.8 \times 4 \Rightarrow \Delta K = 32 J$$

گزینه «۱»

با توجه به قضیه کار- انرژی جنبشی در دو حالت داریم:

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_t = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

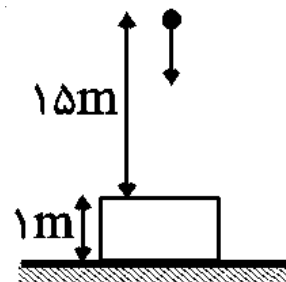
$$\frac{W_c}{W} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{v_2^2 - v_1^2} \xrightarrow{v_2 = 25 \frac{m}{s}, v_1 = 2v_1} \xrightarrow{v_2 = 10 \frac{m}{s}, v_1 = v_1}$$

$$\frac{W_c}{W} = \frac{(25)^2 - (2v_1)^2}{(10)^2 - v_1^2} = \frac{625 - 4v_1^2}{100 - v_1^2} \xrightarrow{\frac{W_c}{W} = 7}$$

$$\frac{625 - 4v_1^2}{100 - v_1^2} = 7 \Rightarrow 625 - 4v_1^2 = 700 - 7v_1^2$$

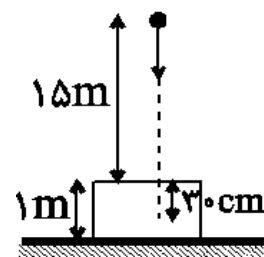
$$\Rightarrow 3v_1^2 = 75 \Rightarrow v_1^2 = 25 \Rightarrow v_1 = 5 \frac{m}{s}$$

۴۴



گزینه «۴»

با توجه به قضیه کار- انرژی جنبشی برای گلوله داریم:



$$W_t = \Delta K$$

$$\Rightarrow W + W_{mg} = K_f - K_i \xrightarrow{K_f = 0}$$

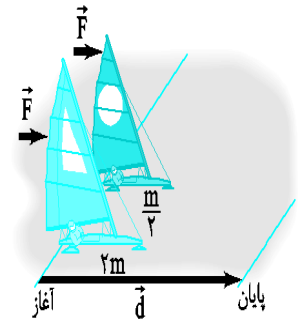
$$fd \cos 180^\circ + mgh = -\frac{1}{2}mv_i^2$$

$$\Rightarrow f \times 0.3 \times (-1) + 0.2 \times 10 \times (15 + 0.3)$$

$$= -\frac{1}{2} \times 0.2 \times (30)^2 \Rightarrow -0.3f + 30.6 = -90$$

$$\Rightarrow 0.3f = -120.6 \Rightarrow f = 402N$$

۴۵



سوال ۴۵ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

در اینجا نیروی وارد بر قایق‌ها و جابه‌جایی قایق‌ها یکسان است. تنها نیروی وارد بر قایق‌ها در راستای جابه‌جایی، همان نیروی $\vec{F}$ می‌باشد. بنابراین کل کار برابر کار نیروی $\vec{F}$ می‌باشد. به این ترتیب داریم:

$$W_t = K_f - K_i \xrightarrow{K_i = 0} W_t = K_f \xrightarrow{W_t = Fd} K_f = Fd$$

برای هر دو قایق، F و d یکسان است، بنابراین $(K_f)_A = (K_f)_B$ برای مقایسه تندی قایق‌ها داریم:

$$(K_f)_A = (K_f)_B \Rightarrow \frac{1}{2} m_A v_A^2 = \frac{1}{2} m_B v_B^2$$

$$m_A = \frac{m}{2}$$

$$\xrightarrow{m_B = 2m} \left(\frac{m}{2}\right) v_A^2 = (2m) v_B^2 \Rightarrow v_A = 2v_B \Rightarrow v_A > v_B$$

۴۶

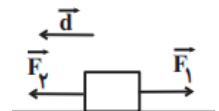


سوال ۴۶ گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

دقت کنید چون با حذف نیروی $\vec{F}_2$ ، تندی جسم کاهش یافته است، لذا حرکت متحرک در حالت اول به سمت چپ است و در این حالت طبق قضیه کار- انرژی جنبشی داریم:

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{F_2} + W_{F_1} = K_f - K_i$$



$$\Rightarrow F_2 d \cos 0 + F_1 d \cos 180^\circ = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)$$

$$\Rightarrow F_2 d - F_1 d = \frac{1}{2} m v^2 \quad (1)$$

در حالت دوم و پس از حذف نیروی F_2 ، باز هم حرکت به طرف چپ است، لذا در این حالت نیز داریم:



$$W'_t = \Delta K' \Rightarrow W'_{F_1} = K'_f - K'_i$$

$$\Rightarrow F_1 d' \cos 180^\circ = \frac{1}{2} m (v'^2_f - v'^2_i)$$

$$\Rightarrow -F_1 \times (2d) = \frac{1}{2} m \left(\left(\frac{v}{2}\right)^2 - v^2\right)$$

$$\Rightarrow 2F_1 d = \frac{1}{2} m \left(\frac{v^2}{4}\right) \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1), (2)} \frac{(F_2 - F_1)d}{2F_1 d} = \frac{\frac{1}{2} m v^2}{\frac{1}{2} m \left(\frac{v^2}{4}\right)} \Rightarrow \frac{F_2 - F_1}{2F_1} = \frac{4}{3}$$

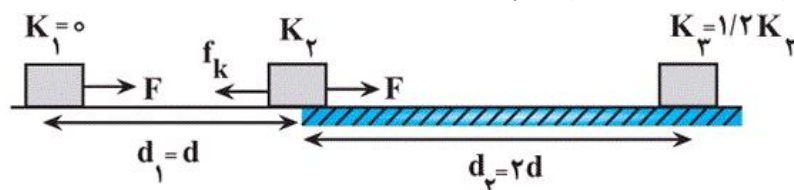
$$\Rightarrow 3(F_2 - F_1) = 4 \times 2F_1 \Rightarrow 3F_2 - 3F_1 = 8F_1$$

$$\Rightarrow 3F_2 = 11F_1 \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{11}{3}$$

گزینه «۳»

با استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی و با توجه به این که $K_1 = 0$ و $K_3 = K_2 + \frac{v_0^2}{100} K_2 = 1/2 K_2$ است، به صورت زیر نسبت را می یابیم.

برای قسمت اول مسیر داریم:



$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_F = K_2 - K_1 \xrightarrow[\theta=0, K_1=0]{W_F=(F \cos \theta)d} (F \cos 0^\circ)d = K_2$$

$$\Rightarrow K_2 = Fd$$

برای قسمت دوم مسیر می توان نوشت:

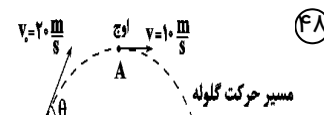
$$W_t = K_3 - K_2 \Rightarrow W'_F + W_{f_k} = K_3 - K_2 \xrightarrow{K_3=1/2 K_2}$$

$$F(\cos 0^\circ) \times 2d + (f_k \cos 180^\circ) \times 2d = 1/2 K_2 - K_2$$

$$\xrightarrow{K_2=Fd} \Rightarrow 2Fd - 2f_k d = 0/2 K_2 \Rightarrow 2Fd - 2f_k d = 0/2 \times Fd$$

$$\Rightarrow 1/8 Fd = 2f_k d \Rightarrow 1/8 F = 2f_k$$

$$\Rightarrow \frac{f_k}{F} = \frac{1/8}{2} \Rightarrow \frac{f_k}{F} = 0/16$$

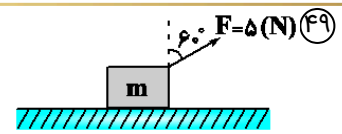


گزینه «۱»

طبق قضیه کار و انرژی جنبشی، کار برابر تغییر انرژی جنبشی آن است. بنابراین با داشتن تندی اولیه و تندی نهایی جسم، کار برابر نیروها به دست می آید:

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_t = \frac{1}{2} m (v^2 - v_0^2) \xrightarrow[m=1kg, v_0=20 \frac{m}{s}]{v=10 \frac{m}{s}}$$

$$W_t = \frac{1}{2} \times 1 \times (100 - 400) \Rightarrow W_t = -150 J$$

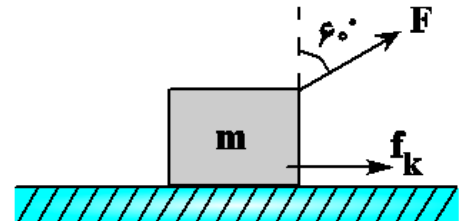


گزینه درست: ۳

سوال ۴۹

گزینه «۳»

با توجه به جهت نیروی F و جهت نیروی اصطکاک که هر دو در خلاف جهت حرکت جسم به آن وارد می‌شوند، انرژی جنبشی جسم طی این جابه‌جایی کاهش می‌یابد.



مطابق قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$\Delta K = W_t \quad \begin{aligned} \Delta K &= -FJ, W_F = Fd \cos 150^\circ, \cos 150^\circ = -\frac{\sqrt{3}}{2} \\ W_t &= W_F + W_f, F = 5N, d = 10cm = 0.1m \\ \sqrt{3} &= 1/\sqrt{3} \end{aligned}$$

$$-F = 5 \times 0.1 \times \left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right) + W_f \longrightarrow -F = -\frac{3}{4}F + W_f$$

$$\Rightarrow W_f = -0.6J$$

سوال ۵۰

گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

با استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی می‌توان نوشت:

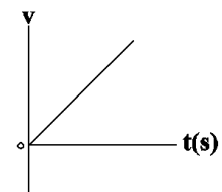
$$W_t = K_2 - K_1 \Rightarrow W_t = K_2 - \frac{1}{2}mv_1^2, v_1 = 12 \frac{km}{h} = \frac{10}{3} \frac{m}{s}$$

$$\Rightarrow W_t = 150000 - \frac{1}{2} \times 1000 \times 20^2 \Rightarrow W_t = -50000J$$

چون در یک جابه‌جایی افقی، کار نیروی افقی منفی شده است، بنابراین بردار نیرو و بردار جابه‌جایی در خلاف جهت هم هستند و در نتیجه $\theta = 180^\circ$ است. با استفاده از تعریف کار یک نیرو، می‌توان نوشت:

$$W_f = W_t = Fd \cos 180^\circ = -50000 \Rightarrow F \times 20 = 50000 \Rightarrow F = 2500N$$

سوال ۵۱



گزینه درست: ۲

سوال ۵۱

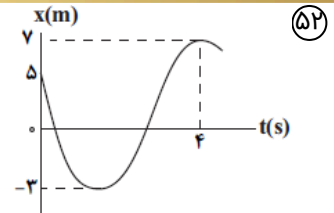
گزینه «۲»

مطابق قضیه کار و انرژی جنبشی کار برآیند نیروهای وارد بر یک جسم برابر با تغییرات انرژی جنبشی جسم است. چون نمودار سرعت - زمان به صورت خط راست است، بنابراین معادله آن عبارت است از: $\Delta K = W_t$ و $v = at$

$$\Rightarrow \frac{\Delta K}{\Delta K} = \frac{W_t}{W_t} \quad \begin{aligned} W_t &= \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_o^2) \\ W_t &= \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_o^2) \end{aligned} \longrightarrow \frac{W_t}{W_t} = \frac{v_f^2 - v_o^2}{v_f^2 - v_o^2}$$

$$\xrightarrow[v_f=20, t_f=2s]{v=at, t_o=0} \frac{W_t}{W_t} = \frac{16a^2 - 0}{16a^2 - 0} = \frac{16a^2}{16a^2} = 1$$

$$\frac{W_t}{W_t} = \frac{1}{1}$$



سوال ۵۲ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

بنا به رابطه $W_t = \Delta K = \frac{1}{2}m(v^2 - v_0^2)$ ، برای محاسبه W_t باید سرعت متحرک در لحظه‌های $t_1 = 0$ و $t_2 = 4s$ را داشته باشیم. چون در لحظه $t_2 = 4s$ ، شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان که معرف سرعت است، برابر صفر می‌باشد، لذا سرعت در این لحظه صفر می‌باشد. برای محاسبه سرعت در لحظه $t_1 = 0$ ، از رابطه شتاب متوسط استفاده می‌کنیم. در این حالت می‌توان نوشت:

$$a_{av} = \frac{v_{Fs} - v_0}{\Delta t} \xrightarrow{v_{Fs}=0, a=2/\Delta \frac{m}{s^2}} \frac{0 - v_0}{\Delta t = 4 - 0 = 4s} \Rightarrow \frac{2}{4} = \frac{0 - v_0}{4} \Rightarrow v_0 = -10 \frac{m}{s}$$

بنابراین، کار برابند نیروها برابر است با:

$$W_t = \frac{1}{2}m(v^2 - v_0^2) \xrightarrow{m=500g=0.5kg, v=0} W_t = \frac{1}{2} \times 0.5 \times (0 - 100) \Rightarrow W_t = -25J$$

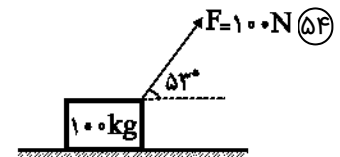
سوال ۵۳

گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

بررسی عبارت‌ها:

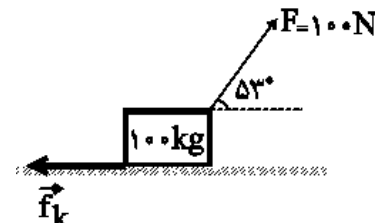
- (الف) درست - در حرکت یکنواخت تندی حرکت همواره ثابت است، بنابراین مطابق قضیه کار و انرژی جنبشی کار برابرند نیروهای وارد بر آن در هر بازه زمانی دلخواه برابر صفر است.
- (ب) درست - اگر در یک بازه زمانی کار برابرند نیروهای وارد بر یک جسم مخالف صفر باشد، مطابق قضیه کار و انرژی جنبشی، الزاماً سرعت جسم در ابتدا و انتهای این بازه زمانی یکسان نیست، پس الزاماً نوع حرکت جسم در این بازه زمانی شتابدار است.
- (پ) نادرست - در حرکت شتابدار بر روی خط راست اگر نوع حرکت در ابتدا کندشونده و سپس تندشونده باشد، در بازه‌های زمانی که در مسیر رفت و برگشت تندی متحرک در ابتدا و انتهای بازه زمانی یکسان است، کار برابر صفر است.



سوال ۵۴ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

با استفاده از قضیه کار- انرژی جنبشی، داریم:



$$W_t = \Delta K$$

$$\Rightarrow W_F + W_{f_k} = K_2 - K_1$$

$$\Rightarrow Fd \cos 53^\circ + f_k d \cos 180^\circ = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

$$\xrightarrow{F=100N, d=1/8m, v_2=1/2 \frac{m}{s}, v_1=0} 100 \times 1/8 \times 0.6 + f_k \times 1/8 \times (-1)$$

$$= \frac{1}{8} \times 100 \times ((1/2)^2 - 0^2)$$

$$\Rightarrow 108 - 1/8 f_k = 72 \Rightarrow 1/8 f_k = 36 \Rightarrow f_k = 288N$$

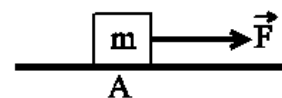
۵۵

گزینه درست: ۳

سوال ۵۵

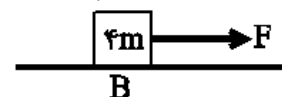
گزینه «۳»

با توجه به قضیه کار- انرژی جنبشی، داریم:



$$W_t = \Delta K$$

$$\Rightarrow Fd = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) \xrightarrow{v_i=0}$$

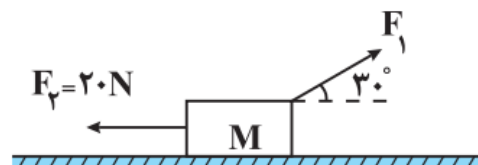


$$Fd = \frac{1}{2}mv_f^2$$

حال این رابطه را به صورت مقایسه‌ای برای دو جسم به کار می‌بریم:

$$\frac{F_A}{F_B} \times \frac{d_A}{d_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \left(\frac{v_A}{v_B}\right)^2 \xrightarrow{F_A=F_B, d_A=d_B} \frac{1 \times 1}{\frac{m}{4m}} \times \left(\frac{v_A}{v_B}\right)^2 = \left(\frac{v_A}{v_B}\right)^2 = 4 \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = 2$$

۵۶



گزینه درست: ۳

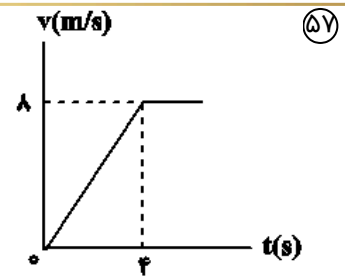
سوال ۵۶

گزینه «۳»

با استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_t = \Delta K \xrightarrow{W_t = W_{F_1} + W_{F_f}, M=1/5 \text{ kg}, W_{F_f} = F_f d \cos(0), F_f = 20 \text{ N}} \Delta K = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2, v_f = 4 \frac{m}{s}, v_i = 0 \frac{m}{s}, d = 20 \text{ m}$$

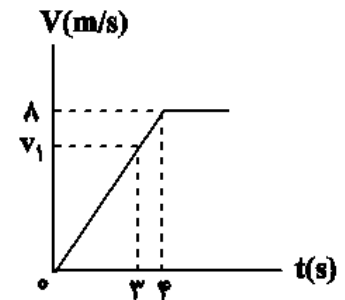
$$W_{F_f} + W_{F_1} = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 \Rightarrow F_f d + W_{F_1} = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) \Rightarrow 20 \times 20 + W_{F_1} = \frac{1}{2} \times \frac{m}{5} (16 - 0) \Rightarrow W_{F_1} = 36 - 400 = -364 \text{ J}$$



سوال ۵۷ گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

ابتدا باید دقت کنیم که ثانیه چهارم یعنی بازه زمانی $t_1 = 3s$ تا $t_2 = 4s$ و چهار ثانیه اول یعنی بازه زمانی $t_2 = 4s$ تا $t_3 = 5s$.



اکنون با استفاده از تناسب پیدا می‌کنیم که در لحظه $t_1 = 3s$ ، تندی جسم چقدر است.

$$\frac{v_1}{8} = \frac{3}{4} \Rightarrow v_1 = 6 \frac{m}{s}$$

طبق قضیه کار و انرژی جنبشی، کار کل انجام شده روی جسم برابر با تغییرات انرژی جنبشی می‌باشد.

$$\frac{W_{t_1}}{W_{t_2}} = \frac{\frac{1}{2} m (v_1^2 - v_0^2)}{\frac{1}{2} m (v_2^2 - v_0^2)} = \frac{8^2 - 6^2}{8^2 - 0} = \frac{28}{64} = \frac{7}{16}$$

۵۸

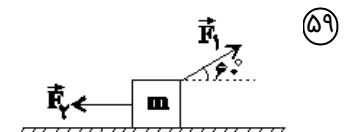
سوال ۵۸ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

بر گلوله، دو نیروی وزن و مقاومت درخت وارد می‌شود که کار نیروی وزن به دلیل افقی بودن مسیر حرکت، صفر است. طبق

$$W_t = \Delta K \Rightarrow Fd \cos \theta = K_2 - K_1 \quad \text{داریم:}$$

$$\begin{aligned} \xrightarrow{\theta=180^\circ} -Fd &= \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 \\ \Rightarrow -F \times 0.1 &= \frac{1}{2} \times 0.02 \times (100^2 - 300^2) \Rightarrow F = 8000 N \end{aligned}$$



سوال ۵۹ گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

چون انرژی جنبشی جسم ثابت است بنابراین مطابق قضیه کار و انرژی جنبشی کار برآیند نیروهای وارد بر جسم برابر صفر

$$W_{F_1} + W_{F_2} + W_{f_k} = 0 \quad \text{داریم:}$$

$$\Rightarrow |\vec{F}_1| d - |\vec{F}_1| \times d \times \cos 60^\circ - f_k \times d = 0$$

$$|\vec{F}_1| = |\vec{F}_1| \cos 60^\circ + |\vec{f}_k| \quad (*)$$

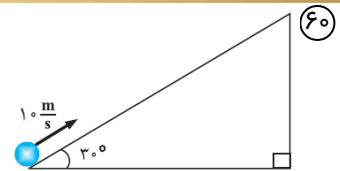
با حذف نیروی $\vec{F}_1$ مطابق قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$\Delta K = W_{F_1} + W_{f_k} \Rightarrow K_2 - K_1 = |\vec{F}_1| \times d \times \cos 120^\circ - f_k \times d$$

$$\xrightarrow{(*)} K_2 - K_1 = -|\vec{F}_1| \times d$$

$$\xrightarrow{d=15, K_1=450J} K_2 - 450 = -20 \times 15 \Rightarrow K_2 = 150J$$

$$|\vec{F}_1| = 20N$$



گزینه درست: ۳

سوال ۶۰

گزینه «۳»

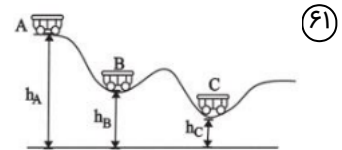
با توجه به شکل، اگر جسم روی سطح بالا برود، ارتفاع آن تغییر می‌کند. با استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی، داریم:

$$W_t = K_f - K_i$$

$$\Rightarrow W_{fk} + W_{mg} = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 \xrightarrow{W_{mg} = -mg\Delta h}$$

$$\xrightarrow{W_{fk} = -f_k d = -\frac{1}{2}mgd} \xrightarrow{v_i = 10 \frac{m}{s}} -\frac{1}{2}mgd - mg\Delta h = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 \xrightarrow{d = \frac{1}{2}m, \Delta h = d \sin 30^\circ = \frac{1}{4}m}$$

$$-30 + 50 = \frac{1}{2}v_f^2 \Rightarrow v_f^2 = 40 \Rightarrow v_f = 2\sqrt{10} \frac{m}{s}$$

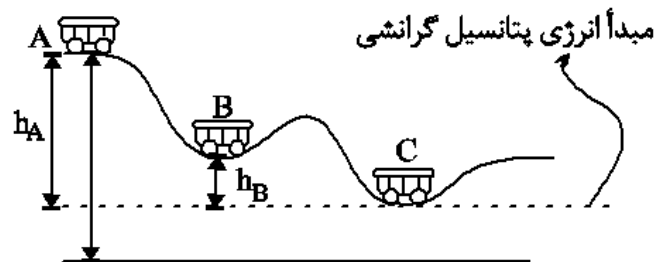


گزینه درست: ۲

سوال ۶۱

گزینه «۲»

کار نیروی وزن برابر با قرینه تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی است، لذا با در نظر گرفتن سطح افقی نقطه به عنوان مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی، داریم:



$$W_{AC} = \Delta U_{BC} \Rightarrow -\Delta U_{AC} = \Delta U_{BC}$$

$$\Rightarrow U_C - U_A = \Delta U_{BC} \xrightarrow{U_C = 0} U_A = \Delta U_{BC} \Rightarrow h_A = \Delta h_{BC}$$

حال تندی گلوله را در نقاط B و C می‌یابیم، داریم:

$$E_C = E_A \Rightarrow U_C + K_C = U_A + K_A$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_C^2 = mgh_A \Rightarrow v_C = \sqrt{2gh_A} \quad (1)$$

$$E_B = E_A \Rightarrow U_B + K_B = U_A + K_A \Rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 + mgh_B = mgh_A$$

$$\xrightarrow{h_B = \frac{h_A}{2}} v_B = \sqrt{\frac{2}{3}gh_A} \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(2), (1)} \frac{v_C}{v_B} = \frac{\sqrt{2gh_A}}{\sqrt{\frac{2}{3}gh_A}} = \frac{2}{\sqrt{3}} = \frac{2\sqrt{3}}{3}$$

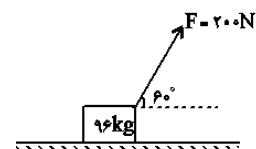
گزینه «۲»

ابتدا با توجه به رابطه، تندی جسم را در لحظات $t = 2s$ و $t = 3s$ می‌یابیم:

$$v = 6t^2 + 1 \Rightarrow \begin{cases} v(2) = 6 \times (2)^2 + 1 = 25 \frac{m}{s} \\ v(3) = 6 \times (3)^2 + 1 = 55 \frac{m}{s} \end{cases}$$

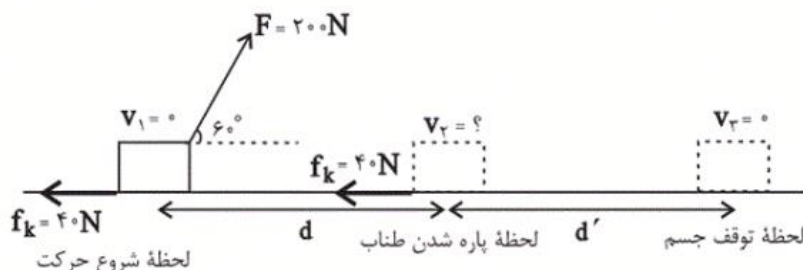
حال با استفاده از قضیه کار - انرژی جنبشی، داریم:

$$\begin{aligned} W_t = \Delta K &\Rightarrow W_t = \frac{1}{2} m [(v(3))^2 - (v(2))^2] \\ \Rightarrow W_t &= \frac{1}{2} \times 8 \times ((55)^2 - (25)^2) = \frac{1}{2} \times 8 \times (55 - 25)(55 + 25) \\ &\Rightarrow W_t = 4 \times 30 \times 80 = 9600 J = 9/6 kJ \end{aligned}$$



گزینه «۴»

مطابق شکل زیر، فرض می‌کنیم که مسافت طی شده توسط جسم تا قبل از پاره شدن طناب، برابر با d و مسافت طی شده بعد از پاره شدن طناب، برابر با d' باشد، در این صورت طبق قضیه کار - انرژی جنبشی، داریم:

در مرحله اول حرکت که مسافت طی شده d است:

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_F + W_{f_k} = K_2 - K_1 \xrightarrow{K_1=0} W_F + W_{f_k} = K_2 \quad (1)$$

در مرحله دوم حرکت که مسافت طی شده d' است:

$$\begin{aligned} W'_t = \Delta K' &\Rightarrow W'_{f_k} = K_3 - K_2 \xrightarrow{K_3=0} W'_{f_k} = -K_2 \quad (2) \\ &\xrightarrow{(2), (1)} W_F + W_{f_k} = -W'_{f_k} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow Fd \cos 60^\circ + f_k d \cos 180^\circ = -f_k d' \cos 180^\circ$$

$$\Rightarrow 200 \times d \times \frac{1}{2} + 40 \times d \times (-1) = -40 \times d' \times (-1)$$

$$\Rightarrow 100d - 40d = 40d' \Rightarrow 60d = 40d' \Rightarrow d' = 1/5 d$$

حال طبق صورت سؤال، مجموع کل مسافت طی شده برابر با $50m$ است، در نتیجه داریم:

$$d + d' = 50 \xrightarrow{d'=1/5d} d + 1/5d = 50 \Rightarrow 2/5d = 50 \Rightarrow d = 125m$$

حال در مرحله اول حرکت، داریم:

$$W_F + W_{f_k} = K_2 \Rightarrow Fd \cos 60^\circ + f_k d \cos 180^\circ = \frac{1}{2} m v_2^2$$

$$\Rightarrow 200 \times 125 \times \frac{1}{2} + 40 \times 125 \times (-1) = \frac{1}{2} \times 96 \times v_2^2$$

$$\Rightarrow 25000 - 5000 = 48v_2^2 \Rightarrow 12000 = 48v_2^2$$

$$\Rightarrow v_2^2 = 250 \Rightarrow v_2 = 5 \frac{m}{s}$$

توجه کنید که حداکثر تندی جسم (v_2) در لحظه‌ای اتفاق می‌افتد که طناب پاره می‌شود.

۶۴

گزینه درست: ۳

سوال ۶۴

گزینه «۳»

طبق قضیه کار- انرژی جنبشی داریم:

$$\Delta K = W_{\text{عل}} \Rightarrow \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2 =$$

$$W_{\text{بالبری موتور}} + W_{\text{مقاومت هوا}} + W_{\text{وزن}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \times 2000 \times (40^2 - 0^2) =$$

$$-2000 \times 10 \times 500 + W_{\text{مقاومت هوا}} + W_{\text{بالبری موتور}}$$

$$\Rightarrow W_{\text{مقاومت هوا}} + W_{\text{بالبری موتور}}$$

$$= 1600 \times 10^3 + 10000 \times 10^3 = 11600 kJ$$

۶۵

گزینه درست: ۱

سوال ۶۵

گزینه «۱»

کار نیروی ترمز با استفاده از قضیه کار- انرژی جنبشی به سادگی به دست می آید:

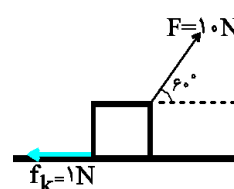
$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_t = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)$$

$$v_i = 72 \frac{km}{h} = 20 \frac{m}{s}$$

$$v_f = v_i - 15 = 20 - 15 = 5 \frac{m}{s}$$

$$W_{\text{ترمز}} = \frac{1}{2} \times 900 \times ((5)^2 - (20)^2) = -168750 J = -168.75 kJ$$

۶۶

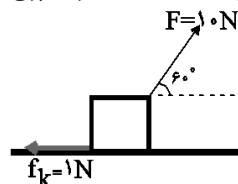


گزینه درست: ۱

سوال ۶۶

گزینه «۱»

با توجه به قضیه کار- انرژی جنبشی داریم:



$$W_t = \Delta K$$

$$\Rightarrow w_F + w_{f_k} = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2) \xrightarrow{v_i = 0}$$

$$\Rightarrow Fd \cos 60^\circ + f_k d \cos 180^\circ = \frac{1}{2} m v_f^2$$

$$\Rightarrow 10 \times 10 \times \frac{1}{2} + 1 \times 10 \times (-1) = \frac{1}{2} \times 20 \times v_f^2$$

$$\Rightarrow 50 - 10 = 10 v_f^2 \Rightarrow 40 = 10 v_f^2 \Rightarrow v_f^2 = 4$$

$$\Rightarrow v_f = 2 \frac{m}{s}$$

۶۷

گزینه درست: ۲

سوال ۶۷

گزینه «۲»

با توجه به قضیه کار- انرژی جنبشی داریم:

$$\begin{aligned} \frac{W_F}{W_1} &= \frac{\Delta K_F}{\Delta K_1} \Rightarrow \frac{W_F}{W_1} = \frac{\frac{1}{2} m (v_F^2 - v_1^2)}{\frac{1}{2} m (v_F^2 - v_1^2)} \xrightarrow{v_F^2 = 3v, v_1^2 = v^2} \frac{v_F = v^2, v_1 = v}{v_F = v^2, v_1 = v} \\ \frac{W_F}{W_1} &= \frac{9v^2 - v^2}{v^2 - v^2} \xrightarrow{\frac{W_F}{W_1} = \frac{5}{3}} \frac{5}{3} = \frac{9v^2 - v^2}{v^2 - v^2} \\ \Rightarrow 5(v^2 - v^2) &= 3(9v^2 - v^2) \\ \Rightarrow 5v^2 - 5v^2 &= 27v^2 - 3v^2 \Rightarrow 8v^2 = 32v^2 \\ \Rightarrow v^2 &= 4v^2 \Rightarrow v^2 = 2v \Rightarrow \frac{v^2}{v} = 2 \end{aligned}$$

۶۸

گزینه درست: ۴

سوال ۶۸

گزینه «۴»

طبق قضیه کار- انرژی جنبشی، هنگامی که جسمی با تندی ثابت حرکت می‌کند، کار کل نیروهای وارد بر آن صفر است، یعنی مجموع کار نیروهای وارد بر آن صفر است.

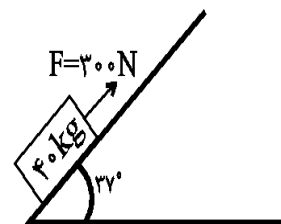
دلیل نادرستی گزینه‌های دیگر:

گزینه «۱»: جسم می‌تواند با تندی ثابت حرکت کند، ولی نیروی برآیند وارد بر آن صفر نباشد؛ مثل حرکت با تندی ثابت در یک مسیر دایره‌ای (حرکت ماهواره‌ها)

گزینه «۲»: اگر تندی ابتدا و انتهای مسیر یک جسم یکسان باشد، کار کل انجام شده روی جسم صفر است، ولی تندی حرکت آن در طول مسیر می‌تواند تغییر کند.

گزینه «۳»: هنگامی که نیروی برآیند وارد بر جسم بر راستای جابه‌جایی عمود باشد، در این صورت کار نیروی برآیند صفر است، ولی خود نیروی برآیند صفر نیست. (حرکت ماهواره‌ها)

۶۹

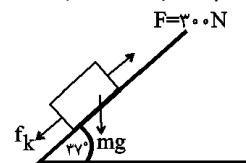


گزینه درست: ۴

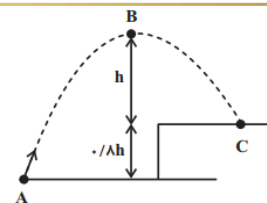
سوال ۶۹

گزینه «۴»

با توجه به قضیه کار- انرژی جنبشی، چون جسم با تندی ثابت روی سطح شیبدار حرکت می‌کند، لذا کار برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر است، در نتیجه داریم:



$$\begin{aligned} W_t &= \Delta K \xrightarrow{v: \text{ثابت}} W_t = 0 \\ W_F + W_{mg} + W_{f_k} &= 0 \\ d = vt &= 4 \times 3 = 12 \text{ m} \\ \Rightarrow Fd \cos 0 - mg \Delta h + W_{f_k} &= 0 \\ \Delta h &= d \sin 37 = 12 \times \frac{3}{5} = 7.2 \text{ m} \\ \Rightarrow 300 \times 12 \times 1 - 40 \times 10 \left(\frac{3}{5} \right) + W_{f_k} &= 0 \\ 3600 - 2880 + W_{f_k} &= 0 \Rightarrow W_{f_k} = -720 \text{ J} \end{aligned}$$

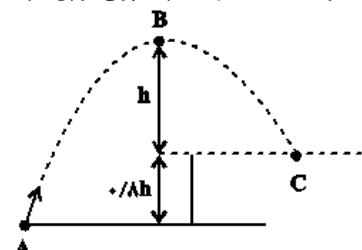


گزینه درست: ۳

سوال ۷۰

گزینه «۳»

با توجه به شکل، کار نیروی وزن از نقطه اوج تا نقطه برخورد به صخره برابر است با:



$$W_{mg} = -\Delta U_{BC}$$

$$\Rightarrow W_{mg} = -mg\Delta h_{BC} \xrightarrow{\Delta h_{BC} = -h}$$

$$W_{mg} = -mg \times (-h) = mgh \xrightarrow{W_{mg} = F \cdot J}$$

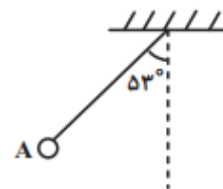
$$mgh = F \cdot J \quad (1)$$

حال تغییر انرژی پتانسیل گرانشی از نقطه پرتاب تا نقطه اوج برابر است با:

$$\Delta U_{AB} = U_B - U_A = mg\Delta h_{AB}$$

$$= mg(h + 1/8 h - 0) = 1/8 mgh \xrightarrow{(1)}$$

$$\Delta U_{AB} = 1/8 \times F \cdot J = 72 J$$

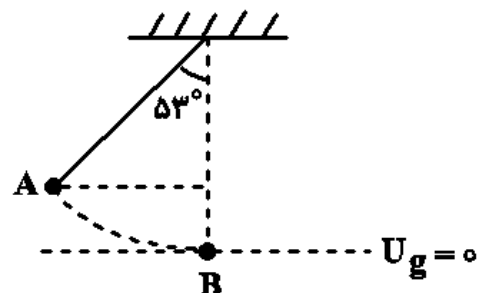


گزینه درست: ۴

سوال ۷۱

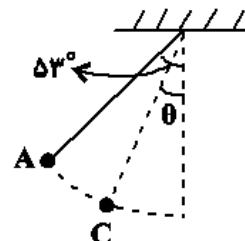
گزینه «۴»

حداکثر کار نیروی وزن گلوله در مسیر حرکت آن زمانی رخ می‌دهد که گلوله از پایین‌ترین نقطه مسیر حرکت خود عبور کند. در این حالت داریم:



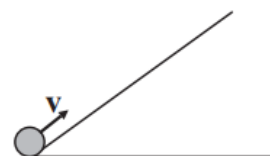
$$\begin{aligned}
 W_{mg} &= -\Delta U_{AB} = -mg\Delta h_{AB} \\
 &= -mg(h_B - h_A) \xrightarrow[h_A = L - L \cos 53^\circ]{h_B = 0} \\
 W_{mg} &= -mg(0 - (L - L \cos 53^\circ)) = mgL(1 - \cos 53^\circ) \\
 &\xrightarrow{W_{\max} = 30J} \Rightarrow W_{mg} = mgL(1 - 0.6) = 0.4mgL \\
 0.4mgL &= 30 \Rightarrow mgL = 75J
 \end{aligned}$$

حال در حالتی که کار نیروی وزن $15J$ می‌شود، فرض می‌کنیم زاویه نخ با راستای قائم θ باشد، در این حالت داریم:



$$\begin{aligned}
 W_{AC} &= -\Delta U_{AC} = -mg(h_C - h_A) \xrightarrow[h_A = L - L \cos 53^\circ]{h_C = L - L \cos \theta} \\
 W_{AC} &= -mgL(\cos 53^\circ - \cos \theta) \xrightarrow[mgL = 75J]{W_{AC} = 15J} \\
 15 &= -75(\cos 53^\circ - \cos \theta) \Rightarrow \cos \theta = 0.8 \Rightarrow \theta = 36^\circ
 \end{aligned}$$

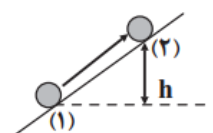
۷۲



سوال ۷۲ گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی داریم: $W_t = \Delta K \Rightarrow W_f + W_{mg} = \Delta K$



چون جسم بالا می‌رود کار نیروی وزن منفی است. از طرف دیگر، چون نیروی اصطکاک باعث اتلاف انرژی است، لذا W_f نیز منفی است. بنابراین می‌توان نوشت:

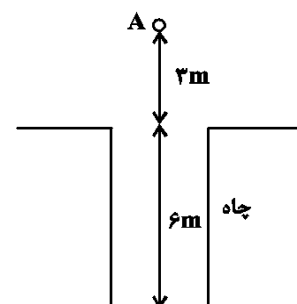
$$W_f + W_{mg} = \Delta K \xrightarrow{W_f = \frac{1}{5} W_{mg}}$$

$$\frac{1}{5} W_{mg} + W_{mg} = \Delta K \Rightarrow \Delta K = \frac{6}{5} W_{mg}$$

$$\xrightarrow{W_{mg} = -\Delta U} \Delta K = -\frac{6}{5} \Delta U \Rightarrow \frac{\Delta U}{\Delta K} = -\frac{5}{6}$$

توجه داریم که، در این جابه‌جایی انرژی جنبشی کاهش ($\Delta K < 0$) و انرژی پتانسیل گرانشی افزایش می‌یابد. ($\Delta U > 0$)، بنابراین نسبت $\frac{\Delta U}{\Delta K} < 0$ است.

۷۳



سوال ۷۳ گزینه درست: ۲

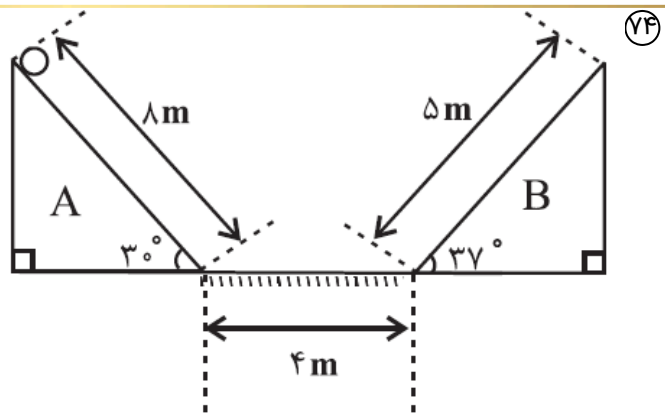
گزینه «۲»

با استفاده از رابطه‌های انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل گرانشی، داریم:

$$K = 2U \Rightarrow \frac{1}{2} m v^2 = 2 m g h \Rightarrow v = \sqrt{4 g h}$$

$$\xrightarrow{g = 10 \frac{m}{s^2}} v = \sqrt{4 \times 10 \times 9} = \sqrt{360} = 6\sqrt{10} \text{ m/s}$$

$$h = 3 + 6 = 9 \text{ m}$$



گزینه درست: ۳

سوال ۷۴

گزینه «۳»

با در نظر گرفتن سطح افقی به عنوان مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی، ارتفاع بالاترین نقطه سطح شیب‌دار تا سطح افقی برابر است با:

$$\sin 30^\circ = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{وتر}} = \frac{h_A}{8} \Rightarrow h_A = 4m$$

$$\Rightarrow U_1 = mgh_A = 4 \times 10 \times 4 = 160J$$

ابتدا انرژی موجود در گلوله به هنگام رسیدن به پایین‌ترین قسمت سطح شیب‌دار را به دست می‌آوریم:

$$W_{fk} = f_k d \cos \theta = 5 \times 8 \times (-1) = -40J$$

اگر بالاترین و پایین‌ترین نقاط سطح شیب‌دار را به ترتیب با (۱) و (۲) نمایش دهیم، داریم:

$$E_2 = E_1 + W_{fk} \Rightarrow E_2 = (U_1 + K_1) + W_{fk} = 160 - 40 = 120J$$

از طرفی هر بار که گلوله مسیر ۴ متری سطح افقی را می‌پیماید، تنها نیروی اصطکاک روی جسم کار انجام داده و سبب اتلاف انرژی آن می‌شود. این اتلاف انرژی معادل کار نیروی اصطکاک در این مسیر است که به این صورت محاسبه می‌شود:

$$W'_{fk} = f'_k d' \cos \theta' = 12 \times 4 \times (-1) = -48J$$

اما چون سطح شیب‌دار (B) اصطکاک ندارد، تمامی انرژی جنبشی گلوله روی سطح افقی، به هنگام بالا رفتن گلوله روی سطح شیب‌دار به انرژی پتانسیل گرانشی تبدیل شده و در برگشت گلوله به زمین، مجدداً به طور کامل به انرژی جنبشی تبدیل می‌گردد و اتلاف انرژی نخواهیم داشت. با ۲ بار گذر کامل گلوله از سطح افقی، $2 \times 48 = 96J$ انرژی تلف شده و انرژی باقی‌مانده گلوله معادل $120 - 96 = 24J$ می‌شود که باعث می‌شود در سومین عبور گلوله از سطح افقی، در نقطه‌ای میان مسیر متوقف گردد. پس در کل ۲ بار طول کامل مسیر افقی طی خواهد شد.

سوال ۷۵

گزینه درست: ۱

سوال ۷۵

گزینه «۱»

جسم سقوط کرده، لذا انرژی پتانسیل گرانشی آن کاهش و انرژی جنبشی آن افزایش می‌یابد؛ طبق قانون پایستگی انرژی داریم:

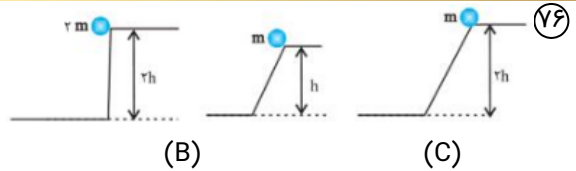
$$W_f = E_2 - E_1 = (U_2 + K_2) - (U_1 + K_1)$$

$$\Rightarrow W_f = (U_2 - U_1) + (K_2 - K_1) = \Delta U + \Delta K \xrightarrow[\Delta K = 40J]{\Delta U = -60J}$$

$$W_f = -60 + 40 = -20J$$

نیروی مقاومت هوا در خلاف جهت حرکت جسم به آن وارد می‌شود، لذا طبق رابطه کار نیروی ثابت، داریم:

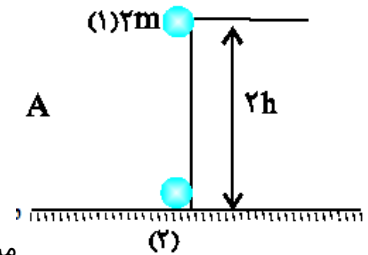
$$W_f = f d \cos 180^\circ \Rightarrow -20 = f \times (40) \times (-1) \Rightarrow f = 0.5N$$



سوال ۷۶ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

کار نیروی وزن برابر با قرینه تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی جسم است و تندی گلوله‌ها هنگام رسیدن به زمین با استفاده از اصل پایستگی انرژی مکانیکی به دست می‌آید که با توجه به شکل‌ها، کار نیروهای وزن برابر است با:



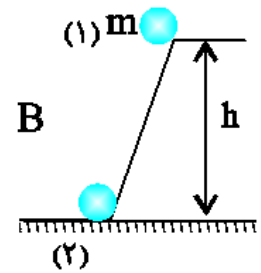
مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی

$$W_A = -\Delta U_A = -(U_f - U_i)_A$$

$$\Rightarrow W_A = -2mg(h_f - h_i)_A \xrightarrow[h_i=2h]{h_f=0} W_A = -2mg(0 - 2h) = 4mgh$$

$$E_i = E_f \Rightarrow U_i + K_i = U_f + K_f$$

$$\Rightarrow 2mg \times (2h) = \frac{1}{2} \times (2m) \times v_A^2 \Rightarrow v_A^2 = 4gh \Rightarrow v_A = 2\sqrt{gh}$$



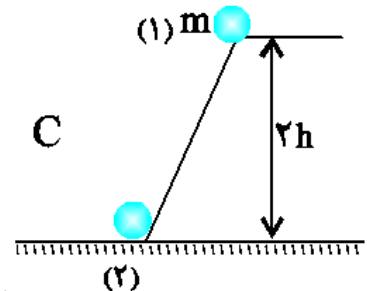
مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی

$$W_B = -\Delta U_B = -(U_f - U_i)_B$$

$$\Rightarrow W_B = -mg(h_f - h_i)_B \xrightarrow[h_i=h]{h_f=0} W_B = -mg(0 - h) = mgh$$

$$E_i = E_f \Rightarrow U_i + K_i = U_f + K_f \Rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$\Rightarrow v_B^2 = 2gh \Rightarrow v_B = \sqrt{2gh}$$



مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی

$$W_C = -\Delta U_C = -(U_f - U_i)_C$$

$$\Rightarrow W_C = -mg(h_f - h_i)_C \xrightarrow[h_i=2h]{h_f=0} W_C = -mg(0 - 2h) = 2mgh$$

$$E_i = E_f \Rightarrow U_i + K_i = U_f + K_f$$

$$\Rightarrow mg(2h) = \frac{1}{2}mv_C^2 \Rightarrow v_C^2 = 4gh \Rightarrow v_C = 2\sqrt{gh}$$

$$\begin{cases} v_C = v_A = 2\sqrt{gh} \\ W_A = 2W_C = 4mgh \end{cases}$$



گزینه درست: ۴

سوال ۷۷

گزینه «۴»

چون در تمام مسیر حرکت دایره‌ای، نیروی وزن وارد بر ماهواره بر راستای جابه‌جایی ماهواره عمود است، لذا کار نیروی وزن در هر جابه‌جایی معین از آن، صفر است.



$$W_F = Fd \cos \theta \xrightarrow{\theta=90^\circ} W_F = 0$$

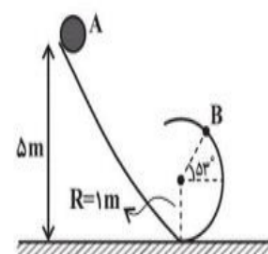
گزینه درست: ۳

سوال ۷۸

گزینه «۳»

انرژی پتانسیل گرانشی سامانه جسم- زمین به صورت $U = mgh$ تعریف می‌شود که h فاصله جسم از سطح مبدأ پتانسیل گرانشی است. انرژی پتانسیل گرانشی جسم (U) با ارتفاع از سطح زمین (h) رابطه مستقیم دارد. بنابراین داریم:

$$U_r = 0.75 U_1 \quad U = mgh \Rightarrow \frac{U_r}{U_1} = \frac{h_r}{h_1} \xrightarrow{h_1 = h, h_r = h - 30m} 0.75 = \frac{h - 30}{h} \Rightarrow 0.75h = h - 30 \Rightarrow h = 120m$$



گزینه درست: ۴

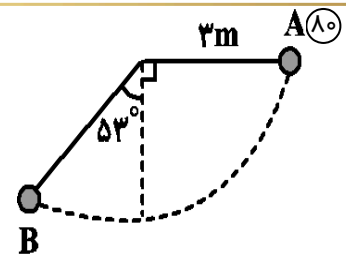
سوال ۷۹

برای محاسبه کار نیروی وزن، تغییرات ارتفاع اهمیت دارد. بنابراین با در نظر گرفتن سطح زمین به عنوان مبدأ سنجش انرژی پتانسیل گرانشی، خواهیم داشت:

$$h_A = 5m \text{ و } h_B = R + R \sin 53^\circ = 1 + 1 \times 0.8 = 1.8m$$

بنابراین:

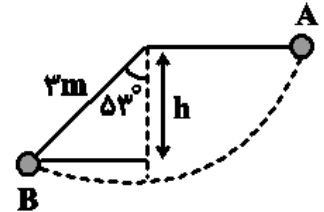
$$W_{\text{وزن}} = -\Delta U = -mg\Delta h = -mg(h_B - h_A) \\ \Rightarrow W_{\text{وزن}} = -2 \times 10 \times (1.8 - 5) = 64J$$



گزینه درست: ۱

سوال ۸۰

کار نیروی وزن برابر با منفی تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی است. اگر نقطه A را به عنوان مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی فرض کنیم، داریم:



$$m = 2 \times 10^{-5} \text{ kg} = 2 \times 10^{-5} \times 10^{-6} \text{ kg} = 0.2 \text{ kg}$$

$$\cos 53^\circ = \frac{h}{3} \Rightarrow h = 3 \times \cos 53^\circ \Rightarrow h = 3 \times 0.6 = 1.8 \text{ m}$$

$$W_{\text{وزن}} = -\Delta U = -mg\Delta h \Rightarrow W_{\text{وزن}} = mgh$$

$$\Rightarrow W_{\text{وزن}} = 0.2 \times 10 \times 1.8 = 3.6 \text{ J}$$

۸۱

گزینه درست: ۴

سوال ۸۱

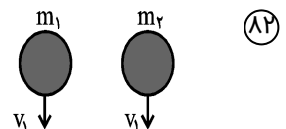
روش اول: اگر مبدأ سنجش انرژی پتانسیل گرانشی را سطح زمین در نظر بگیریم، داریم:

$$\Delta U = mgh_f - mgh_i = mg(-6) - mg(+24)$$

$$\Rightarrow \Delta U = -0.5 \times 10 \times 6 - 0.5 \times 10 \times 24 = -30 - 120 = -150 \text{ J}$$

روش دوم: اگر مبدأ سنجش انرژی پتانسیل گرانشی را پایین‌ترین نقطه مسیر (قعر چاه) در نظر بگیریم، داریم:

$$\Delta U = mg(h_f - h_i) = 0.5 \times 10 \times (0 - 30) = -150 \text{ J}$$



۸۲

گزینه درست: ۴

سوال ۸۲

گزینه «۴»

طبق قضیه کار - انرژی جنبشی، کار برابر با تغییر انرژی جنبشی جسم است.

$$W_t = \Delta K = \frac{1}{2} m(v_f^2 - v_i^2)$$

چون جرمها متفاوتند بنابراین W_t نیز متفاوت خواهد بود. از طرف دیگر کار نیروی وزن نیز طبق رابطه $W_{mg} = mgh$ به دلیل تفاوت جرمها، متفاوت خواهد بود.

از آنجا که تندی اولیه، تندی ثانویه و جرم هواپیما معلوم‌اند، با استفاده از قضیه کار-انرژی جنبشی، کار کل نیروهای وارد بر هواپیما را به دست می‌آوریم:

$$W_{\text{کل}} = \Delta K = \frac{1}{2}mv_p^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$= \frac{1}{2}m(v_p^2 - v_1^2) \xrightarrow[v_p = 100\sqrt{2} \frac{m}{s}]{v_1 = 0, m = 6 \times 10^4 \text{ kg}}$$

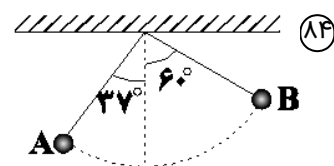
$$W_{\text{کل}} = \frac{1}{2} \times 6 \times 10^4 \times ((100\sqrt{2})^2 - 0)$$

$$\Rightarrow W_{\text{کل}} = 600 \times 10^6 \text{ J} \times \left(\frac{10^{-6} \text{ MJ}}{1 \text{ J}}\right) = 600 \text{ MJ}$$

کار نیروی وزن به مسیر حرکت بستگی ندارد و اندازه آن از رابطه $|mg\Delta h|$ به دست می‌آید. بنابراین:

$$|W_{\text{وزن}}| = |mg\Delta h| \xrightarrow[m = 6 \times 10^4 \text{ kg}]{\Delta h = 600 \text{ m}} |W_{\text{وزن}}| = 6 \times 10^4 \times 10 \times 600 = 360 \times 10^6 \text{ J}$$

$$= 360 \times 10^6 \text{ J} \times \left(\frac{10^{-6} \text{ MJ}}{1 \text{ J}}\right) = 360 \text{ MJ}$$



۸۴

کار نیروی وزن روی جسم تنها تابع اختلاف ارتفاع قائم نقاط ابتدایی و انتهایی مسیر است.



$$h = L \cos 37^\circ - L \cos 60^\circ = 4 \times 0.8 - 4 \times 0.5 = 1/2 \text{ m}$$

با توجه به این که گلوله رو به بالا حرکت کرده، کار نیروی وزن منفی است.

$$W_{mg} = -mgh = -0.4 \times 10 \times 1/2 = -4/8 \text{ J}$$

۸۵



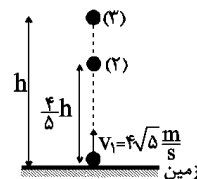
تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی تنها تابع اختلاف ارتفاع نقاط ابتدایی و انتهایی مسیر است و به شکل مسیر وابسته نیست.

$$\Delta U = U_B - U_A = mgh_B - mgh_A = mg(h_B - h_A)$$

$$\Rightarrow \Delta U = 4 \times 10 \times (5 - 10) \Rightarrow \Delta U = -200 \text{ J}$$

گزینه «۱»

چون نیروی مقاومت هوا نداریم، انرژی مکانیکی جسم پایسته است. با در نظر گرفتن سطح زمین به عنوان مبدأ پتانسیل گرانشی، داریم:



$$E_1 = E_2 \xrightarrow{E=K+U}$$

$$K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \xrightarrow{U_1=0, K_2=0}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh \Rightarrow \frac{1}{2} \times 10 = 10h \Rightarrow h = 1m$$

اکنون انرژی مکانیکی را در نقطه‌های (۱) و (۲) مساوی قرار می‌دهیم:

$$E_1 = E_2 \xrightarrow{E=K+U} K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \xrightarrow{U_1=0}$$

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2 \xrightarrow{h_2 = \frac{1}{2}h = 0.5m} \frac{1}{2} \times 10$$

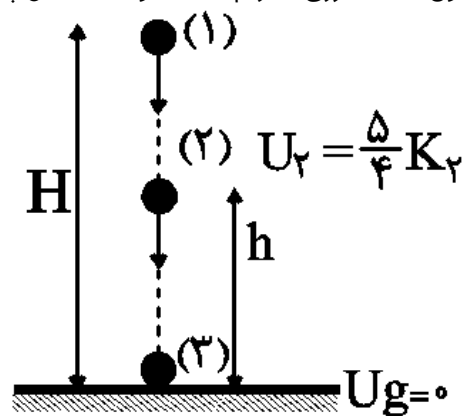
$$= \frac{1}{2} \times v_2^2 + 3.2 \Rightarrow v_2^2 = 16 \Rightarrow v_2 = 4 \frac{m}{s}$$

اکنون نسبت $\frac{U_2}{K_2}$ را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{U_2}{K_2} = \frac{mgh_2}{\frac{1}{2}mv_2^2} = \frac{10 \times 0.5/2}{\frac{1}{2} \times 16} = \frac{2.5}{8} = \frac{1}{4}$$

گزینه «۴»

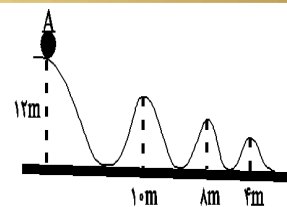
چون اتلاف انرژی نداریم، لذا با توجه به اصل پایستگی انرژی مکانیکی داریم:



$$E_1 = E_2 = E_3$$

$$\Rightarrow \begin{cases} E_1 = E_2 \Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \xrightarrow{K_1=0, U_2=0} U_1 = K_2(1) \\ E_1 = E_3 \Rightarrow K_1 + U_1 = K_3 + U_3 \xrightarrow{K_1=0, U_3=0} U_1 = K_3(2) \end{cases}$$

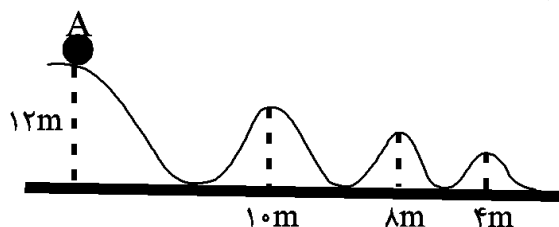
$$\xrightarrow{(2),(1)} K_3 = \frac{4}{5}K_2 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_3^2 = \frac{4}{5} \times \left(\frac{1}{2}mv_2^2\right) \Rightarrow \left(\frac{v_3}{v_2}\right)^2 = \frac{4}{5} \Rightarrow \frac{v_3}{v_2} = \frac{2}{\sqrt{5}}$$



گزینه درست: ۱

سوال ۸۸

گزینه «۱»



$$E = U_A = mgh = 120m(g)$$

$$U = \frac{2}{3}K \Rightarrow U = \frac{2}{3}E \Rightarrow mgh = \frac{2}{3}E$$

$$\Rightarrow mgh = \frac{2}{3} \times mg \times 12 \Rightarrow h = 8m$$

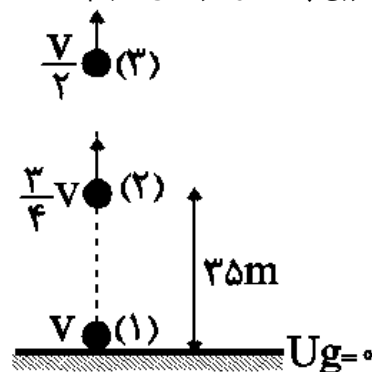
در ارتفاع ۸ متری در سطح زمین، U دو برابر K می‌باشد و طبق شکل، جسم ۴ بار در ارتفاع ۸ متر قرار می‌گیرد.
 $h = 8m$

گزینه درست: ۲

سوال ۸۹

گزینه «۲»

چون اتلاف انرژی نداریم لذا انرژی مکانیکی گلوله پایسته می‌ماند. در این حالت با در نظر گرفتن سطح زمین به عنوان مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی داریم:



$$E_1 = E_2$$

$$\Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \xrightarrow{U_1=0}$$

$$K_1 = K_2 + U_2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\left(\frac{3}{4}v\right)^2 + mg \times (35)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}v^2 = \frac{9}{32}v^2 + 10 \times 35 \Rightarrow \frac{1}{32}v^2 = 10 \times 35$$

$$\Rightarrow v^2 = 1600 \Rightarrow v = 40 \frac{m}{s}$$

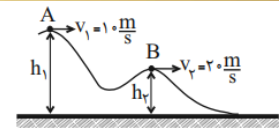
حال ارتفاعی که تندی گلوله نصف می‌شود را می‌یابیم:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \xrightarrow{U_1=0} K_1 = K_2 + U_2$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\left(\frac{v}{2}\right)^2 + mgh_2 \Rightarrow \frac{1}{2}v^2 = \frac{1}{8}v^2 + 10h_2$$

$$\Rightarrow 10h_2 = \frac{3}{8}v^2 \Rightarrow h_2 = \frac{3}{16}v^2$$

$$\xrightarrow{v=40 \frac{m}{s}} h_2 = \frac{3}{16} \times (40)^2 = 60m$$



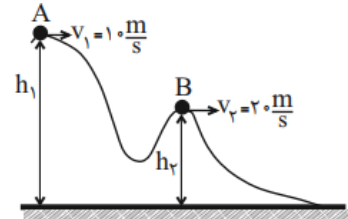
۹۰

گزینه درست: ۲

سوال ۹۰

گزینه «۲»

چون سطح بدون اصطکاک است، لذا انرژی مکانیکی گلوله پایسته می‌ماند و در این حالت داریم:



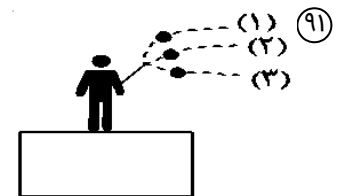
$$E_A = E_B$$

$$\Rightarrow K_A + U_A = K_B + U_B$$

$$\Rightarrow K_A - K_B = U_B - U_A$$

$$\Rightarrow \Delta U_{AB} = K_A - K_B$$

$$\Rightarrow \Delta U_{AB} = \frac{1}{2} m (v_A^2 - v_B^2) = \frac{1}{2} \times 2 \times ((10)^2 - (20)^2) = -300 J$$



۹۱

گزینه درست: ۳

سوال ۹۱

گزینه «۳»

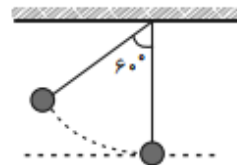
چون اتلاف انرژی نداریم لذا انرژی مکانیکی گلوله‌ها در طول مسیر ثابت می‌ماند، حال با توجه به این موضوع به بررسی گزینه‌ها می‌پردازیم:

گزینه «۱»: کار نیروی وزن روی هر سه گلوله از لحظه پرتاب تا لحظه برخورد به زمین برای هر سه گلوله یکسان است، زیرا هر سه گلوله تغییر ارتفاع یکسانی دارند، در نتیجه کار نیروی وزن روی هر سه گلوله یکسان است.

گزینه «۲»: چون تندی اولیه پرتاب و ارتفاع اولیه هر سه گلوله یکسان است، لذا انرژی مکانیکی هر سه گلوله یکسان است و در نتیجه با تندی یکسان به زمین برخورد می‌کنند.

گزینه «۳»: انرژی مکانیکی گلوله‌ها تا زمانی که هیچ یک به زمین برخورد نکرده‌اند با یکدیگر برابر است، زیرا تندی اولیه پرتاب و ارتفاع اولیه هر سه گلوله با یکدیگر برابر است.

گزینه «۴»: انرژی پتانسیل گلوله‌ها تا زمانی که هیچ یک به زمین نرسیده‌اند با یکدیگر برابر نیست زیرا گلوله‌ها مسیرهای متفاوتی را طی می‌کنند و در نتیجه در هر لحظه ارتفاع آن‌ها با یکدیگر برابر نیست.

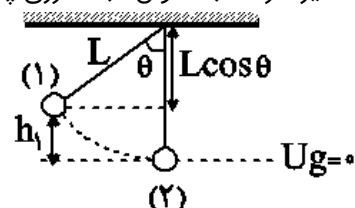


گزینه درست: ۳

سوال ۹۲

گزینه «۳»

چون اتلاف انرژی نداریم، لذا انرژی مکانیکی گلوله در طول مسیر حرکت آونگ ثابت است. با در نظر گرفتن پایین‌ترین نقطه مسیر حرکت به عنوان مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی داریم:



$$E_1 = E_2$$

$$\Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \xrightarrow{K_1=0, U_2=0}$$

$$U_1 = K_2 \Rightarrow mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 \Rightarrow v_2 = \sqrt{2gh_1}$$

$$\xrightarrow{h_1 = L - L \cos \theta} v_2 = \sqrt{2g(L - L \cos \theta)} = \sqrt{2gL(1 - \cos \theta)}$$

حال با نوشتن رابطه مقایسه‌ای بین دو حالت داریم:

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1} \times \frac{(1 - \cos \theta_2)}{(1 - \cos \theta_1)}} \xrightarrow{v_2=v_1, \theta_1=60^\circ, \theta_2=53^\circ}$$

$$1 = \sqrt{\frac{L_2}{L_1} \times \frac{(1 - \cos 53^\circ)}{(1 - \cos 60^\circ)}} \Rightarrow \sqrt{\frac{L_2}{L_1} \times \frac{(1 - 0.6)}{(1 - 0.5)}} = 1$$

$$\Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = \frac{5}{6}$$

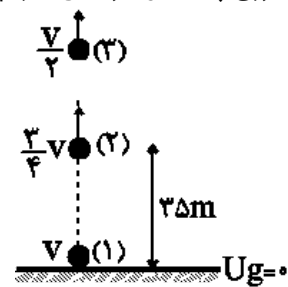
درصد تغییرات طول آونگ برابر است با:

$$\left(\frac{L_2}{L_1} - 1\right) \times 100 = \left(\frac{5}{6} - 1\right) \times 100 = 25$$

لذا طول آونگ باید ۲۵ درصد افزایش یابد.

گزینه «۲»

چون اتلاف انرژی نداریم لذا انرژی مکانیکی گلوله پایسته می ماند. در این حالت با در نظر گرفتن سطح زمین به عنوان مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی داریم:



$$E_1 = E_2$$

$$\Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \xrightarrow{U_1=0}$$

$$K_1 = K_2 + U_2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\left(\frac{3}{4}v\right)^2 + mg \times (35)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}v^2 = \frac{9}{32}v^2 + 10 \times 35 \Rightarrow \frac{v}{32}v^2 = 10 \times 35$$

$$\Rightarrow v^2 = 1600 \Rightarrow v = 40 \frac{m}{s}$$

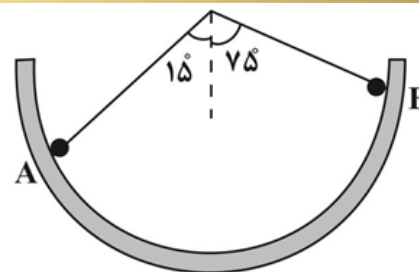
حال ارتفاعی که تندی گلوله نصف می شود را می یابیم:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \xrightarrow{U_1=0} K_1 = K_2 + U_2$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\left(\frac{v}{2}\right)^2 + mgh_2 \Rightarrow \frac{1}{2}v^2 = \frac{1}{8}v^2 + 10h_2$$

$$\Rightarrow 10h_2 = \frac{3}{8}v^2 \Rightarrow h_2 = \frac{3}{16}v^2$$

$$\xrightarrow{v=40 \frac{m}{s}} h_2 = \frac{3}{16} \times (40)^2 = 60m$$

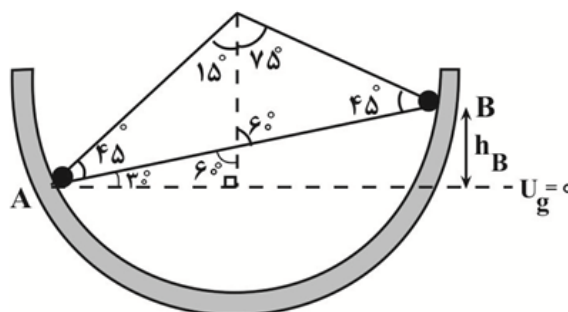


گزینه درست: ۳

سوال ۹۴

گزینه «۳»

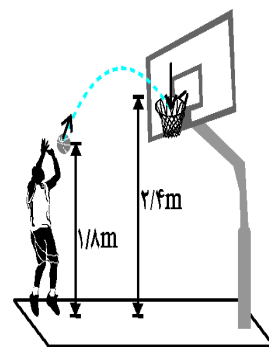
چون سطح بدون اصطکاک است، انرژی مکانیکی گلوله ثابت می‌ماند. بنابراین، اگر نقطه A را به عنوان مبدأ پتانسیل گرانشی در نظر بگیریم، با نوشتن پایستگی انرژی بین دو نقطه A و B، تندی گلوله را در نقطه B می‌یابیم. دقت کنید، چون جابه‌جایی گلوله از نقطه A تا B برابر $\frac{\pi}{4}m$ است، یعنی طول پاره خط $AB = \frac{\pi}{4}m$ خواهد بود.



$$\sin 30^\circ = \frac{h_B}{AB} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{h_B}{\frac{\pi}{4}m} \Rightarrow h_B = \frac{\pi}{8}m$$

$$E_B = E_A \xrightarrow{E=U+K} U_B + K_B = U_A + K_A \xrightarrow{U_A=0} mgh_B + \frac{1}{2}mv_B^2 = 0 + \frac{1}{2}mv_A^2 \xrightarrow{v_A=\frac{\pi}{4}\frac{m}{s}} \frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2}mv_A^2$$

$$\Rightarrow \frac{v_B^2}{2} = \frac{1}{2} \Rightarrow v_B = 1 \text{ m/s}$$

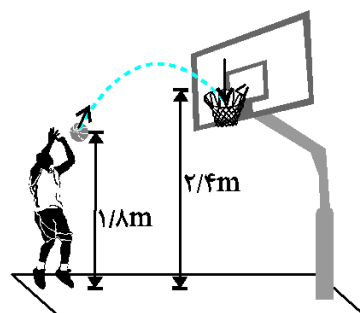


گزینه درست: ۲

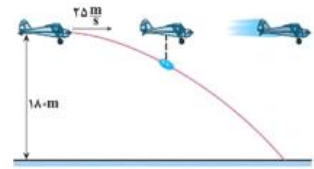
سوال ۹۵

گزینه «۲»

چون اتلاف انرژی نداریم، انرژی مکانیکی توپ پایسته می‌ماند. با در نظر گرفتن سطح زمین به عنوان مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی داریم:



$$\begin{aligned}
 E_1 &= E_2 \Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \\
 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 &= \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2 \\
 \Rightarrow \frac{1}{2}v_1^2 + gh_1 &= \frac{1}{2}v_2^2 + gh_2 \\
 \Rightarrow \frac{1}{2} \times (10)^2 + 10 \times 1.8 &= \frac{1}{2}v_2^2 + 10 \times 2.4 \\
 \Rightarrow 50 + 18 &= \frac{1}{2}v_2^2 + 24 \Rightarrow v_2^2 = 44 \Rightarrow v_2 = 2\sqrt{11} \frac{m}{s}
 \end{aligned}$$



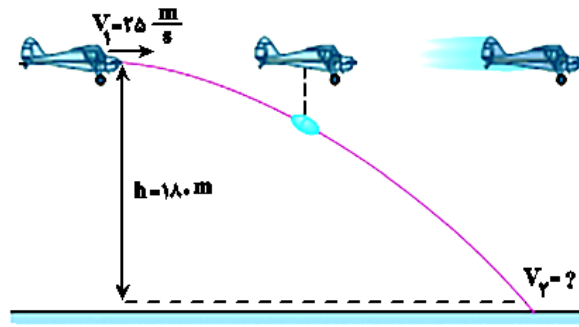
۹۶

گزینه درست: ۲

سوال ۹۶

گزینه «۲»

چون بسته از هواپیمای در حال حرکت رها شده، در لحظه رها شدن سرعت هواپیما را داشته است. از طرف دیگر، چون تنها نیروی مؤثر نیروی وزن بسته است، یعنی از مقاومت هوا می‌توانیم صرف‌نظر کنیم. بنابراین با استفاده از اصل پایستگی انرژی داریم:



مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی

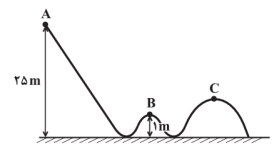
$$E_1 = E_2 \xrightarrow{E=K+U} K_1 + U_1 = K_2 + U_2$$

$$\frac{1}{2}mv_i^2 + mgh = \frac{1}{2}mv_f^2 + 0$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \times 25^2 + 10 \times 18 = \frac{1}{2}v_f^2$$

$$\Rightarrow 625 + 360 = v_f^2 \Rightarrow v_f = 65 \frac{m}{s}$$

بنابراین سرعت بسته در لحظه برخورد برخورد به زمین، $65 \frac{m}{s}$ بوده است.



۹۷

گزینه درست: ۲

سوال ۹۷

گزینه «۲»

اگر زمین را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی در نظر بگیریم، طبق اصل پایستگی انرژی مکانیکی بین دو نقطه A و C، ارتفاع C را نسبت به زمین می‌یابیم:

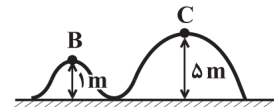
$$E_A = E_C \Rightarrow K_A + U_A = K_C + U_C$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_A^2 + mgh_A = \frac{1}{2}mv_C^2 + mgh_C \xrightarrow{v_A=0, v_C=20 \frac{m}{s}, h_A=25m}$$

$$\frac{1}{2} \times m \times 0 + m \times 10 \times 25 = \frac{1}{2} \times m \times 20^2 + m \times 10 \times h_C$$

$$\Rightarrow h_C = 5m$$

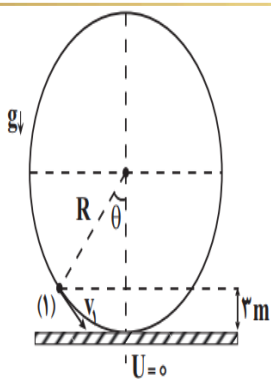
حال بین دو نقطه B و C داریم:



مبدأ انرژی پتانسیل

$$\Delta U_{BC} = U_C - U_B = mg(h_C - h_B)$$

$$\xrightarrow{m=2kg, h_C=5m, h_B=10m} \Delta U_{BC} = 2 \times 10 \times (5 - 1) \Rightarrow \Delta U_{BC} = 80J$$



سوال ۹۸ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

می‌دانیم اگر اتلاف انرژی نداشته باشیم، انرژی مکانیکی همواره ثابت می‌ماند بنابراین ابتدا انرژی مکانیکی گلوله را می‌یابیم:

$$E = K_1 + U_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 \xrightarrow{m=2kg, v_1=2\frac{m}{s}, h_1=3m}$$

$$E = \frac{1}{2} \times 2 \times 4 + 2 \times 10 \times 3 \Rightarrow E = 64J$$

از طرف دیگر، می‌دانیم حاصل ضرب $U \times K$ در مکانی بیشینه است که $U = K$ باشد، بنابراین در مکانی که $U = K$ می‌شود، تندی گلوله برابر است با:

$$E = U_2 + K_2 \xrightarrow{U_2=K_2} E = K_2 + K_2 = 2K_2$$

$$\Rightarrow E = 2 \times \frac{1}{2}mv_2^2 \xrightarrow{m=2kg, E=64J}$$

$$2 \times \frac{1}{2} \times 2 \times v_2^2 = 64 \Rightarrow v_2^2 = 32 \Rightarrow v_2 = \sqrt{32} \Rightarrow v_2 = 4\sqrt{2} \frac{m}{s}$$

۹۹

سوال ۹۹ گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

کار نیروی وزن جسم برابر با قرینه تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی جسم است:

$$W_{mg} = -\Delta U \Rightarrow W_{mg} = -(U_B - U_A) \xrightarrow{U_B=48J, U_A=12J}$$

$$W_{mg} = -(48 - 12) = -36J$$

حال برای محاسبه تغییر ارتفاع جسم می‌توان نوشت:

$$\Delta U = mg\Delta h$$

$$\Rightarrow U_B - U_A = mg\Delta h \xrightarrow{U_B=48J, U_A=12J, m=2/4kg, g=10\frac{N}{kg}}$$

$$48 - 12 = 2/4 \times 10 \times \Delta h \Rightarrow \Delta h = 1/5m$$

۱۰۰

سوال ۱۰۰ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

طبق قضیه کار و انرژی جنبشی، یعنی $W_t = \Delta K = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$ وقتی کار نیروی خالص صفر باشد، $(W_t = 0)$ لازم است $\Delta K = 0$ باشد. یعنی $v_1 = v_2$ باشد.

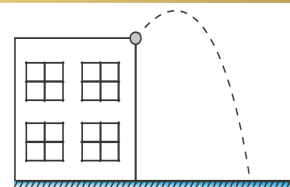
الف) نادرست: اگر $W_t = 0$ باشد، نمی‌توان گفت الزاماً سرعت جسم ثابت است. ممکن است، جسم بر روی مسیر غیرمستقیم با تندی ثابت در حرکت باشد. در این صورت $W_t = 0$ است، اما چون جهت بردار سرعت تغییر می‌کند، سرعت جسم نمی‌تواند ثابت بماند.

ب) درست: زیرا $W_t = \Delta K \xrightarrow{W_t=0} \Delta K = 0$

پ) نادرست: ممکن است جسم بر مسیر غیرمستقیم با تندی ثابت حرکت کند و سرعت جسم متغیر باشد. در این صورت حرکت جسم شتابدار است و طبق قانون دوم نیوتون بر جسم نیرو وارد می‌شود.

ت) نادرست: چون $\Delta U = mg\Delta h$ است، اگر جسم در راستای قائم جابه‌جا شود و $W_t = 0$ باشد، الزاماً $\Delta U \neq 0$ است.

(۱۰)



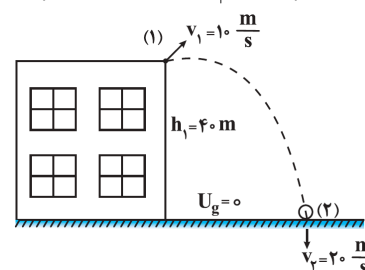
گزینه درست: ۲

سوال ۱۰۱

گزینه «۲»

اگر مبدأ پتانسیل گرانشی را سطح زمین در نظر بگیریم، جسم در نقطه (۱) هم دارای انرژی جنبشی و هم دارای انرژی پتانسیل است، اما در نقطه (۲) فقط انرژی جنبشی دارد. بنابراین، با توجه به این که در طول مسیر انرژی مکانیکی جسم، پایسته نمی ماند به صورت زیر کار نیروی مقاومت هوا را می یابیم.

$$(1) \begin{cases} U_1 = mgh_1 \\ K_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 \end{cases} \quad (2) \begin{cases} U_2 = 0 \\ K_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 \end{cases}$$

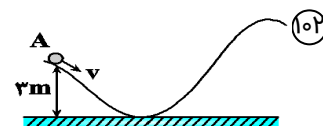


$$W_f = E_2 - E_1 \xrightarrow{E=K+U} W_f = (K_2 + U_2) - (K_1 + U_1) \Rightarrow$$

$$W_f = \frac{1}{2}mv_2^2 + 0 - \frac{1}{2}mv_1^2 - mgh_1 \xrightarrow{m=50 \text{ kg}, g=10 \text{ m/s}^2}$$

$$W_f = \frac{1}{2} \times 50 \times 20^2 - \frac{1}{2} \times 50 \times 10^2 - 50 \times 10 \times 40$$

$$0 \Rightarrow W_f = 1000 - 1250 - 2000 \Rightarrow W_f = -1250 \text{ J}$$

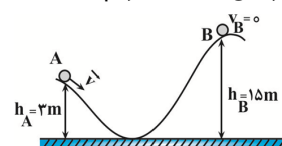


گزینه درست: ۳

سوال ۱۰۲

گزینه «۳»

چون گلوله در قسمت سمت راست حداکثر ۱۵ متر بالا می رود، بنابراین، در آن نقطه متوقف می شود، در نتیجه $K_B = 0$ است. در این حالت داریم:



$$E_B - E_A = W_{fk} \xrightarrow{W_{fk} = -\frac{f_0}{100} K_A = -\frac{1}{10} K_A} \xrightarrow{E=K+U}$$

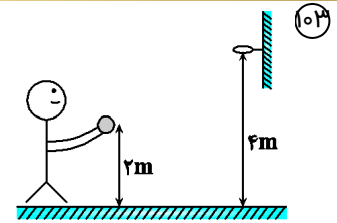
$$(K_B + U_B) - (K_A + U_A) = -\frac{1}{10} K_A$$

$$\Rightarrow U_B - K_A - U_A = -\frac{1}{10} K_A$$

$$\Rightarrow U_B - U_A = \frac{9}{10} K_A \xrightarrow{U=mgh} mgh_B - mgh_A = \frac{9}{10} \times \frac{1}{2}mv^2$$

$$\xrightarrow{h_B=15m, h_A=3m} 10 \times 15 - 10 \times 3 = \frac{9}{2}v^2 \Rightarrow 120 = \frac{9}{2}v^2$$

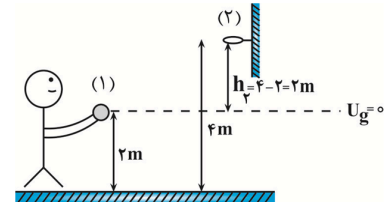
$$\Rightarrow v^2 = 320 \Rightarrow v = 8\sqrt{5} \frac{m}{s}$$



گزینه درست: ۳

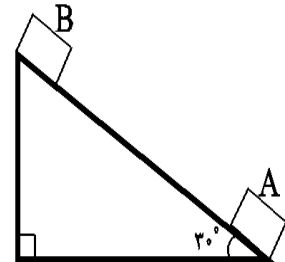
سوال ۱۰۳

چون در طول مسیر حرکت توپ نیروی مقاومت هوا وجود دارد، انرژی مکانیکی آن پایسته نمی‌ماند. بنابراین، اگر مکان اولیه پرتاب توپ را مبدأ پتانسیل گرانشی، در نظر بگیریم، می‌توان نوشت:



$$\begin{aligned}
 E_2 - E_1 &= W_{f_k} \xrightarrow{E=U+K} (U_2 + K_2) - (U_1 + K_1) \\
 &= -\frac{1}{2} K_1 \xrightarrow{U_1=0} (U_2 + K_2) - (0 + K_1) = -\frac{1}{2} K_1 \\
 \Rightarrow U_2 + K_2 &= \frac{1}{2} K_1 \Rightarrow mgh_2 + \frac{1}{2} mv_2^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} mv_1^2 \\
 \Rightarrow gh_2 + \frac{v_2^2}{2} &= \frac{1}{4} v_1^2 \xrightarrow{v_1=12 \frac{m}{s}} 10 \times 2 + \frac{v_2^2}{2} = \frac{1}{4} \times 12 \times 12 \\
 \Rightarrow 20 + \frac{v_2^2}{2} &= 90 \Rightarrow \frac{v_2^2}{2} = 70 \Rightarrow v_2^2 = 140 = 14 \times 10 \\
 \Rightarrow v_2 &= \sqrt{140} \frac{m}{s}
 \end{aligned}$$

گزینه ۱۰۴



گزینه درست: ۱

سوال ۱۰۴

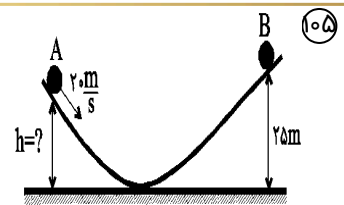
گزینه «۱»

با استفاده از قانون پایستگی انرژی و در نظر گرفتن سطح زمین به عنوان مبدأ پتانسیل گرانشی، می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned}
 E_2 - E_1 &= W_{f_k} \Rightarrow K_2 + U_2 - K_1 = W_{f_k} \\
 \Rightarrow \frac{1}{2} m(v_2^2 - v_1^2) + mgh_2 &= W_{f_k} \\
 \Rightarrow \frac{1}{2} \times 4 \times (9 - 16) + 40h_2 &= -20 \\
 \Rightarrow h_2 &= 1/5 m
 \end{aligned}$$

جسم در نقطه B به ارتفاع ۵/۱ متری سطح زمین می‌رسد.

$$\sin 30^\circ = \frac{h}{d} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{1/5}{d} \Rightarrow d = 3m$$



گزینه درست: ۲

سوال ۱۰۵

گزینه «۲»

چون جسم حداکثر تا نقطه B بالا می‌رود. بنابراین $K_B = 0$ و از طرفی طبق صورت سؤال $W_{fk} = -0.2K_A$ است.

$$E_B - E_A = W_{fk} \Rightarrow (K_B + U_B) - (K_A + U_A) = W_{fk}$$

$$\Rightarrow (0 + U_B) - (K_A + U_A) = -0.2K_A$$

$$\Rightarrow U_B - U_A = 0.2K_A$$

$$\Rightarrow mgh_B - mgh_A = 0.2 \times \frac{1}{2}mv_A^2$$

$$\Rightarrow 10 \times 25 - 10h_A = 0.2 \times 400$$

$$\Rightarrow 250 - 10h_A = 80$$

$$\Rightarrow 10h_A = 170 \Rightarrow h_A = 17m$$

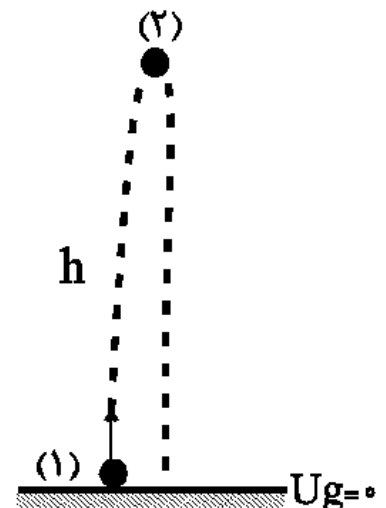
سوال ۱۰۶

گزینه درست: ۴

سوال ۱۰۶

گزینه «۴»

با توجه به قانون پایستگی انرژی، فرض می‌کنیم حداکثر ارتفاع گلوله از سطح زمین حضور مقاومت هوا برابر با h باشد:



$$W_f = E_2 - E_1$$

$$W_f = (K_2 + U_2) - (K_1 + U_1) \xrightarrow[U_1=0]{K_2=0}$$

$$W_f = U_2 - K_1 \Rightarrow W_f = mgh - \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$\Rightarrow -5h = 2 \times 10 \times h - \frac{1}{2} \times 2 \times (40)^2$$

$$\Rightarrow 25h = 1600 \Rightarrow h = 64m$$

حال اگر مقاومت هوا وجود نداشت، در این صورت با توجه به اصل پایستگی انرژی مکانیکی داریم:

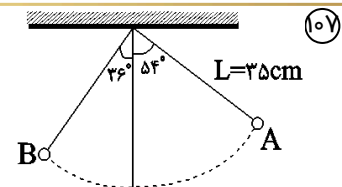
$$E_1 = E_2 \Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \xrightarrow[U_1=0]{K_2=0}$$

$$K_1 = U_2 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh'$$

$$\Rightarrow h' = \frac{v_1^2}{2g} \xrightarrow[v_1=40 \frac{m}{s}]{v_1=40 \frac{m}{s}} h' = \frac{(40)^2}{2 \times 10} = \frac{1600}{20} = 80m$$

$$h' - h = 80 - 64 = 16m$$

بنابراین: گلوله در صورت نبود مقاومت هوا، ۱۶m بیشتر بالا می‌رفت.

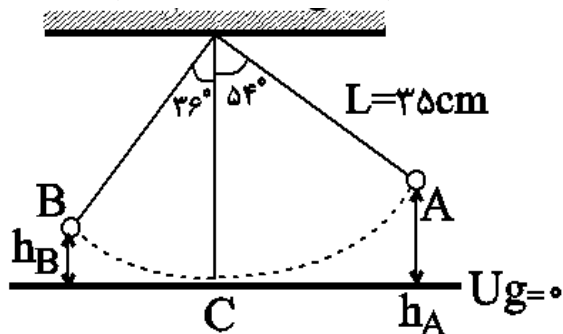


گزینه درست: ۳

سوال ۱۰۷

گزینه «۳»

ابتدا اندازه کار نیروی اتلافی را در طول مسیر به دست می آوریم:



$$W_f = E_B - E_A$$

$$\Rightarrow W_f = (K_B + U_B) - (K_A + U_A) \xrightarrow{K_B=0, K_A=0}$$

$$W_f = U_B - U_A = mg(h_B - h_A) \xrightarrow{h_B=L-L\cos 36^\circ, h_A=L-L\cos 54^\circ}$$

$$W_f = mg(L - L\cos 36^\circ - (L - L\cos 54^\circ))$$

$$\Rightarrow W_f = mgL(\cos 54^\circ - \cos 36^\circ) = mgL(0.6 - 0.8)$$

$$= -0.2mgL$$

با توجه به فرض ثابت بودن نیروی اتلافی در طول مسیر، اندازه کار نیروی اتلافی در مسیر A تا C برابر است با:

$$W_{fAC} = \frac{54}{90} W_f = \frac{3}{5} \times (-0.2mgL) = -0.12mgL$$

حال در مسیر A تا C داریم:

$$W_{fAC} = E_C - E_A$$

$$\Rightarrow W_{fAC} = (K_C + U_C) - (K_A + U_A)$$

$$\xrightarrow{U_C=0, K_A=0} -0.12mgL = \frac{1}{2}mv_C^2 - mgL(1 - \cos 54^\circ)$$

$$\Rightarrow -0.12mgL = \frac{1}{2}mv_C^2 - 0.4mgL$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_C^2 = 0.28mgL$$

$$\Rightarrow v_C^2 = 0.56gL \Rightarrow v_C^2 = 0.56 \times 10 \times 0.35 = 1.96$$

$$\Rightarrow v_C = 1.4 \frac{m}{s}$$

گزینه «۲»

با توجه به قضیه کار- انرژی جنبشی داریم:



$$W_t = \Delta K$$

$$W_{mg} + W_f = K_f - K_i$$

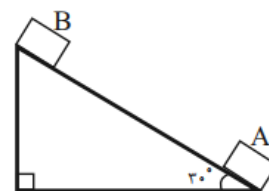
$$\Rightarrow mgh + W_f = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2)$$

$$\Rightarrow 80 \times 10 \times 900 + W_f = \frac{1}{2} \times 80 \times ((5)^2 - (3)^2)$$

$$\Rightarrow 720000 + W_f = 640$$

$$\Rightarrow W_f = -719360 J = -719/36 kJ$$

۱۰۹



گزینه «۱»

با استفاده از قانون پایستگی انرژی و در نظر گرفتن سطح زمین به عنوان مبدأ پتانسیل گرانشی، می‌توان نوشت:

$$E_f - E_i = W_{f_k} \Rightarrow K_f + U_f - K_i = W_{f_k}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) + mgh_f = W_{f_k}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \times 4 \times (9 - 49) + 40h_f = -20$$

$$\Rightarrow h_f = 1/5 m$$

جسم در نقطه B به ارتفاع ۵/۱ متری سطح زمین می‌رسد.

$$\sin 30^\circ = \frac{h}{d} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{1/5}{d} \Rightarrow d = 3m$$

گزینه «۱»

با توجه به قانون پایستگی انرژی داریم:

$$\begin{array}{c} \textcircled{1} \\ U \bullet K_1 = 15J \\ \vdots \\ \frac{2}{3}U \bullet K_2 = 24J \\ \textcircled{2} \end{array}$$



$$W_f = E_2 - E_1$$

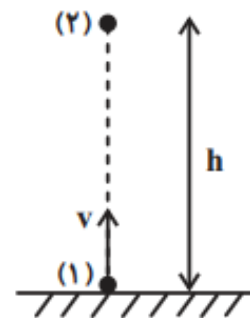
$$\Rightarrow W_f = (K_2 + U_2) - (K_1 + U_1)$$

$$\Rightarrow -3 = (24 + \frac{2}{3}U) - (15 + U)$$

$$\Rightarrow -3 = 9 - \frac{U}{3} \Rightarrow \frac{U}{3} = 12 \Rightarrow U = 36J$$

حال کار نیروی وزن برابر است با:

$$W_{mg} = -\Delta U = -(\frac{2}{3}U - U) = \frac{U}{3} = \frac{36}{3} = 12J$$

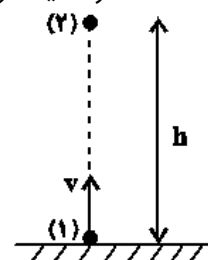


گزینه درست: ۱

سوال ۱۱۱

گزینه «۱»

با استفاده از قضیه کار-انرژی جنبشی داریم:

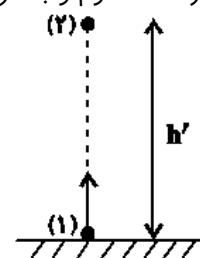


$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{mg} + W_f = K_2 - K_1 \xrightarrow{v_2=0 \Rightarrow K_2=0}$$

$$W_{mg} + W_f = 0 - K_1 \Rightarrow -mgh - fh = -\frac{1}{2}mv^2$$

$$\Rightarrow (mg + f)h = \frac{1}{2}mv^2 \quad (1)$$

در حالت دوم و با افزایش تندی پرتاب گلوله، نیروی مقاومت هوا هم $1N$ افزایش می‌یابد، داریم:



$$W'_t = \Delta K' \Rightarrow W'_{mg} + W'_f = K'_2 - K'_1 \xrightarrow{v'_2=0 \Rightarrow K'_2=0}$$

$$W'_{mg} + W'_f = 0 - K'_1 \Rightarrow -mgh' - f'h' = -\frac{1}{2}mv'^2$$

$$\Rightarrow (mg + f')h' = \frac{1}{2}mv'^2 \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1), (2)} \frac{mg+f'}{mg+f} \times \frac{h'}{h} = \left(\frac{v'}{v}\right)^2 \xrightarrow{\begin{matrix} v'=v+\frac{\Delta v}{100} \Rightarrow v=\frac{\Delta v}{F} \\ h'=h+\frac{\Delta h}{100} \Rightarrow h=1/\Delta h \end{matrix}}$$

$$\left(\frac{mg+f'}{mg+f}\right) \times 1/5 = \left(\frac{\Delta v}{F}\right)^2 \Rightarrow \frac{mg+f'}{mg+f} = \frac{25}{16}$$

$$\xrightarrow{\begin{matrix} m=2kg \\ f'=(f+1)N \end{matrix}} \frac{20+f+1}{20+f} = \frac{25}{16}$$

$$\Rightarrow 50F + 24f = 500 + 25f \Rightarrow f = 4N$$

۱۱۲

گزینه درست: ۱

سوال ۱۱۲

گزینه «۱»

$$W_t = W_{\text{بالابر}} + W_{\text{وزن}} = \Delta K = \overbrace{K_f - K_i}^{\text{تندی ثابت}} = 0$$

$$W_{\text{بالابر}} = -W_{\text{وزن}} = -(mg \times d \times \cos 180^\circ)$$

از طبقه ۲ به ۶ و هر طبقه ۴ متر

$$= +250 \times 10 \times ((6-2) \times 4)$$

$$\Rightarrow W_{\text{بالابر}} = 40000 J$$

$$P_{\text{مفید}} = P_{\text{کل}} \times \text{بازده} = 4000 \times \frac{50}{100} = 2000 W$$

$$P_{\text{مفید}} = \frac{W_{\text{بالابر}}}{t} \Rightarrow t = \frac{W_{\text{بالابر}}}{P_{\text{مفید}}} = \frac{40000}{2000} = 20 s$$

۱۱۳

گزینه درست: ۲

سوال ۱۱۳

گزینه «۲»

کاری که پمپ انجام می‌دهد صرف غلبه بر کار نیروی وزن آب می‌شود، با توجه به رابطه توان داریم:

$$P_{\text{خروجی}} = \frac{W}{t} \Rightarrow P_{\text{خروجی}} = \frac{mgh}{t}$$

$$\text{بازده} = \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}} \times 100 \Rightarrow 80 = \frac{mgh}{P_{\text{ورودی}} t} \times 100$$

$$h = 40 + 10 = 50 m$$

$$P_{\text{ورودی}} = 4 kw = 4 \times 10^3 W, t = 2 \text{ min} = 120 s$$

$$80 = \frac{m \times 10 \times 50}{4 \times 10^3 \times 120} \times 100 \Rightarrow m = 768 kg$$

حال با توجه به رابطه چگالی داریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \xrightarrow{\rho = 1 \frac{g}{cm^3} = 1 \frac{kg}{L}} 1 = \frac{768}{V} \Rightarrow V = 768 L$$

(صفحه‌های ۷۳ تا ۷۶ کتاب درسی) (کار، انرژی و توان)

۱۱۴

گزینه درست: ۲

سوال ۱۱۴

گزینه «۲»

کاری که پمپ انجام می‌دهد صرف غلبه بر کار نیروی وزن آب می‌شود، با توجه به رابطه توان داریم:

$$P_{\text{خروجی}} = \frac{W}{t} \Rightarrow P_{\text{خروجی}} = \frac{mgh}{t}$$

$$\text{بازده} = \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}} \times 100 \Rightarrow 80 = \frac{mgh}{P_{\text{ورودی}} t} \times 100$$

$$h = 40 + 10 = 50 m$$

$$P_{\text{ورودی}} = 4 kw = 4 \times 10^3 W, t = 2 \text{ min} = 120 s$$

$$80 = \frac{m \times 10 \times 50}{4 \times 10^3 \times 120} \times 100 \Rightarrow m = 768 kg$$

حال با توجه به رابطه چگالی داریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \xrightarrow{\rho = 1 \frac{g}{cm^3} = 1 \frac{kg}{L}} 1 = \frac{768}{V} \Rightarrow V = 768 L$$

۱۱۵

گزینه درست: ۳

سوال ۱۱۵

گزینه «۳»

با توجه به اطلاعات سؤال داریم:

$$P_{\text{تلف شده}} = \frac{25}{100} P_{\text{مفید}} \Rightarrow P_{\text{مفید}} = 4 P_{\text{تلف شده}}$$

$$P_{\text{کل}} = P_{\text{مفید}} + P_{\text{تلف شده}} \Rightarrow P_{\text{کل}} = P_{\text{مفید}} + \frac{P_{\text{مفید}}}{4} = \frac{5}{4} P_{\text{مفید}}$$

$$\text{بازده} = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{کل}}} \times 100 \Rightarrow \text{بازده} = \frac{P_{\text{مفید}}}{\frac{5}{4} P_{\text{مفید}}} \times 100 = 80 \%$$



سوال ۱۱۶ گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

در سؤال بیان شده، چند درصد انرژی مفید خروجی از نیروگاه، به لامپ می‌رسد. بنابراین بازده نیروگاه مهم نیست. همچنین بیان کرده که چند درصد به لامپ می‌رسد نه این‌که در لامپ مصرف می‌شود؛ بنابراین، بازده لامپ هم مهم نیست. می‌بینیم تنها بازده خطوط انتقال توان الکتریکی مهم است، که آن هم ۴۰ درصد است.

سوال ۱۱۷

گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

ابتدا توان مفید پمپ را به دست می‌آوریم. بنابراین با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$\begin{aligned}\Delta K &= W_{\text{پمپ}} + W_{mg} \Rightarrow W_{\text{پمپ}} = \Delta K - W_{mg} \xrightarrow{W_{mg} = -mgh} \\ W_{\text{پمپ}} &= \Delta K + mgh \quad (1) \\ P_{\text{مفید}} &= \frac{W_{\text{پمپ}}}{\Delta t} \xrightarrow{(1)} P_{\text{مفید}} = \frac{\Delta K + mgh}{\Delta t} = \frac{\frac{1}{2}mv^2 + mgh}{\Delta t} \\ m &= 2000 \text{ kg}, \Delta t = 60 \text{ s} \\ h &= 10 \text{ m}, v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \xrightarrow{} P_{\text{مفید}} = \frac{\frac{1}{2} \times 2000 \times (20)^2 + 2000 \times 10 \times 10}{60} \\ &= 10000 \text{ W} \Rightarrow P_{\text{مفید}} = 10 \text{ KW} \\ Ra &= \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{ج}} \times 100} \xrightarrow{P_{\text{ج}} = 12.5 \text{ KW}} Ra = \frac{10}{12.5} \times 100 \Rightarrow Ra = 80\%\end{aligned}$$

سوال ۱۱۸

گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

راه حل اول: ابتدا با استفاده از رابطه انرژی جنبشی، تندی جسم را به دست می‌آوریم:

$$\begin{aligned}K &= \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 \xrightarrow{v_2 = v_1 + 20} \\ \frac{36K_1}{K_1} &= 1 \times \left(\frac{v_1 + 20}{v_1}\right)^2 \Rightarrow 36 = \left(\frac{v_1 + 20}{v_1}\right)^2 \Rightarrow 6 = \frac{v_1 + 20}{v_1} \\ \Rightarrow v_1 &= 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}, v_2 = v_1 + 20 = 4 + 20 \Rightarrow v_2 = 24 \frac{\text{m}}{\text{s}}\end{aligned}$$

اکنون، با استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی و رابطه توان داریم:

$$\begin{aligned}P &= \frac{W_t}{\Delta t} \xrightarrow{W_t = \Delta K = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)} P = \frac{\frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)}{\Delta t} \\ m &= 10 \text{ kg} \xrightarrow{\Delta t = 0.6 \text{ s}} P = \frac{\frac{1}{2} \times 10 \times (24^2 - 4^2)}{0.6} \Rightarrow P = 50 \text{ W}\end{aligned}$$

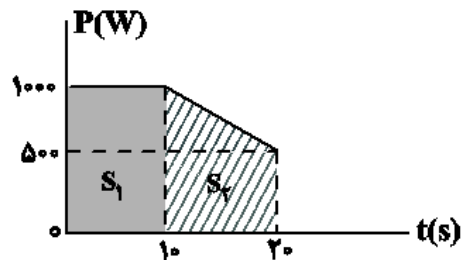
راه حل دوم:

$$\begin{aligned}W_t &= \Delta K \xrightarrow{\Delta K = K_2 - K_1} W_t = 35K_1 \xrightarrow{K_1 = \frac{1}{2}mv_1^2} \\ W_t &= 35 \times \frac{1}{2} \times 10 \times 4^2 = 35 \times 80 = 2800 \text{ W} \\ \Rightarrow P &= \frac{W_t}{\Delta t} = \frac{2800}{0.6} = 50 \text{ W}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{دَیْجِه}} &= P_{\mathbf{r}_{\text{دَیْجِه}}} \xrightarrow{P_{\text{دَیْجِه}} = \frac{W_{\text{دَیْجِه}}}{\Delta t}} \frac{W_{(1) \text{ دَیْجِه}}}{\Delta t_1} = \frac{W(\mathbf{r}) \text{ دَیْجِه}}{\Delta t_{\mathbf{r}}} \\
 &\xrightarrow{W_{(1) \text{ دَیْجِه}} = m_1 gh} \frac{m_1 gh}{\Delta t_1} = \frac{m_{\mathbf{r}} gh + \frac{1}{\mathbf{r}} m_{\mathbf{r}} v^{\mathbf{r}}}{\Delta t_{\mathbf{r}}} \\
 &\xrightarrow{W(\mathbf{r}) \text{ دَیْجِه} = m_{\mathbf{r}} gh + \frac{1}{\mathbf{r}} m_{\mathbf{r}} v^{\mathbf{r}}} \frac{m_{\mathbf{r}} gh + \frac{1}{\mathbf{r}} m_{\mathbf{r}} v^{\mathbf{r}}}{\Delta t_{\mathbf{r}}} \\
 &\xrightarrow{m = \rho V} \frac{\rho V_1 gh}{\Delta t_1} = \frac{\rho V_{\mathbf{r}} (gh + \frac{1}{\mathbf{r}} v^{\mathbf{r}})}{\Delta t_{\mathbf{r}}} \\
 &\xrightarrow{V_1 = \mathbf{r} \min, h = \mathbf{l} \text{ om}} \frac{\mathbf{l} \circ \times \mathbf{l} \circ \times \mathbf{l} \circ}{\mathbf{r}} = \frac{\Delta \times (\mathbf{l} \circ \times \mathbf{l} \circ + \frac{1}{\mathbf{r}} \mathbf{l} \circ \times \mathbf{l} \circ)}{\Delta t_{\mathbf{r}}} \\
 &\xrightarrow{\Delta L, v = \mathbf{l} \circ \frac{m}{s}} \frac{\mathbf{l} \circ \times \mathbf{l} \circ \times \mathbf{l} \circ}{\mathbf{r}} = \frac{\Delta \times (\mathbf{l} \circ \times \mathbf{l} \circ + \frac{1}{\mathbf{r}} \mathbf{l} \circ \times \mathbf{l} \circ)}{\Delta t_{\mathbf{r}}} \\
 &\Rightarrow \Delta \circ \circ = \frac{V \Delta \circ}{\Delta t_{\mathbf{r}}} \Rightarrow \Delta t_{\mathbf{r}} = \mathbf{l} / \Delta \min
 \end{aligned}$$

The graph shows power $P(w)$ on the vertical axis and time $t(s)$ on the horizontal axis. The power is constant at P_0 from $t=0$ to $t=t_0$, then decreases linearly to zero at $t=t_1$. The area under the curve is labeled ΔE .

سوال ۱۲۰

$$\begin{aligned} W_{\text{مقد}} &= S_1 + S_r \Rightarrow W_{\text{مقد}} = (10 \times 1000) + \left(\frac{500 + 1000}{2} \times 10 \right) \\ &\Rightarrow W_{\text{مقد}} = 10000 + 7500 = 17500 \text{ J} \end{aligned}$$

$$P_{\text{مفید}} = \frac{W_{\text{مفید}}}{\Delta t} = \frac{17500}{20} \Rightarrow P_{\text{مفید}} = 875W$$
$$Ra = \frac{P_{\text{مقد}}}{P_{\text{جك}}} \times 100 \xrightarrow{P_{\text{جك}}=1000W} Ra = \frac{175}{1000} \times 100 \Rightarrow Ra = 17.5$$