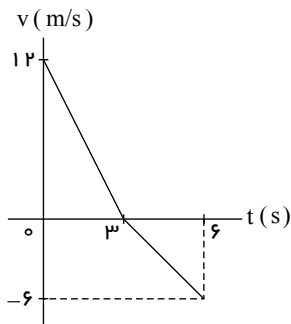




۱- جسمی به جرم 4 kg تحت تأثیر نیروی افقی و ثابت F روی سطح افقی دارای اصطکاکی بر روی خط راست در حال حرکت است و نمودار سرعت - زمان آن مطابق شکل مقابل است. اگر بزرگی کار نیروی اصطکاک در t ثانیه اول حرکت جسم 100 J باشد، کار نیروی F در این مدت چند ژول است؟ (اندازه نیروی اصطکاک ثابت است).



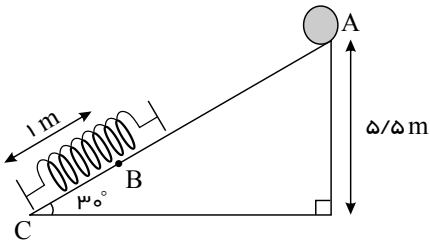
① ۱۴۴ -

② ۱۳۲ -

③ ۱۴۴

④ ۱۳۲

۲- جسمی به جرم 2 kg را مطابق شکل زیر، از نقطه A بالای سطح شیب‌داری رها می‌کنیم. اگر در حرکت جسم از نقطه A تا نقطه B کار نیروی اصطکاک روی جسم برابر با -16 J و انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در سامانه جسم - فنر در نقطه B برابر با 20 J باشد، تندی جسم در نقطه B چند متر بر ثانیه است؟ (جرم فنر ناچیز و $g = 10\text{ N/kg}$ است).



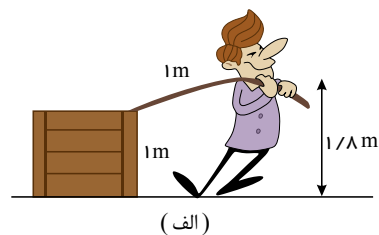
① صفر

② ۴

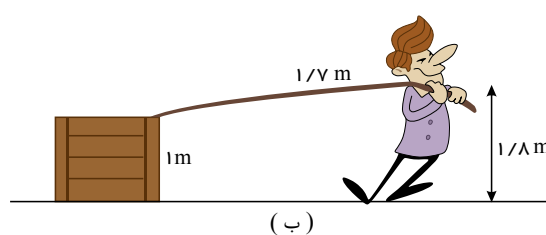
③ ۸

④ ۱۲

۳- مطابق شکل‌های زیر شخصی جعبه‌ای که ارتفاع آن ۱ متر می‌باشد را می‌کشد. اگر طول طناب شخص در حالت (الف) ۱ متر و در حالت (ب) $1/7\text{ m}$ باشد، در این صورت نسبت کار نیروی شخص روی جعبه در یک جابه‌جایی افقی معین در حالت (الف) به (ب) کدام است؟ (اندازه نیروی شخص در هر دو حالت ثابت و یکسان است).



(الف)



(ب)

④ $\frac{25}{8}$

③ $\frac{8}{25}$

② $\frac{17}{25}$

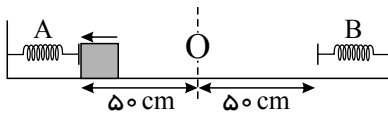
① ۱



۴- برای اینکه سرعت وزنه‌ای با جرم معین از صفر به v برسد، باید کار W_1 روی آن انجام شود و برای اینکه سرعت این وزنه از v به $3v$ برسد، باید کار W_2 روی آن انجام شود. نسبت $\frac{W_2}{W_1}$ چقدر است؟

- ① ۲ ② ۳ ③ ۸ ④ ۹

۵- در شکل زیر، هر دو فنر در طول عادی خود هستند. جسمی به جرم 2 kg ، با تندی 10 m/s به فنر A برخورد می‌کند و سپس برمی‌گردد و به فنر B برخورد می‌کند. اگر حداکثر انرژی ذخیره شده در فنرهای A و B به ترتیب 99 J و 86.5 J باشد، تندی جسم پس از برخورد به فنر B و زمانی که برمی‌گردد و از نقطه O عبور می‌کند، چند متر بر ثانیه است؟ (اندازه نیروی اصطکاک را ثابت و برابر با 10 N در نظر بگیرید و از ابعاد جسم صرف نظر کنید)



- ① $5\sqrt{17}$ ② $4\sqrt{5}$
③ $\sqrt{93}$ ④ ۱۰

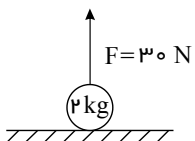
۶- یک پمپ آب در هر ساعت 252 تن آب را تا ارتفاع 12 متر بالا می‌کشد. اگر بازده پمپ 80% درصد باشد، توان پمپ چند کیلووات است؟ ($g = 10\text{ m/s}^2$)

- ① ۷٫۵ ② ۸ ③ ۸٫۴ ④ ۱۰٫۵

۷- دو خودروی مشابه A و B که به ترتیب با تندی‌های $2v$ و $3v$ در مسیری مستقیم و افقی در حال حرکت می‌باشند، پس از دیدن مانعی در روبه‌روی خود، هر دو بلافاصله ترمز گرفته تا تندی‌شان به v برسد. اگر نیروی ترمز تا رسیدن به تندی v برای هر دو خودرو یکسان و ثابت باشد و طی این مدت جابه‌جایی خودروی A برابر با d_A و جابه‌جایی خودروی B برابر d_B باشد، حاصل $\frac{d_B}{d_A}$ کدام است؟ (تنها نیروی وارد به خودروها ناشی از ترمزها می‌باشد.)

- ① $\frac{3}{8}$ ② $\frac{8}{3}$ ③ $\frac{4}{9}$ ④ $\frac{9}{4}$

۸- مطابق شکل زیر گلوله‌ای به جرم 2 kg تحت تأثیر نیروی قائم $F = 30\text{ N}$ از حال سکون و از سطح زمین شروع به حرکت می‌کند و پس از طی مسافت 32 متر، بدون تغییر جهت، تندی آن به 16 m/s می‌رسد. اگر در این لحظه نیروی F قطع شود، کار نیروی مقاومت هوا از لحظه شروع حرکت تا لحظه رسیدن گلوله به سطح زمین چند ژول است؟ ($g = 10\text{ N/kg}$ و اندازه نیروی مقاومت هوا را در کل مسیر حرکت گلوله ثابت در نظر بگیرید.)



- ① $\frac{-960}{11}$ ② صفر ③ $\frac{-512}{11}$ ④ $\frac{-1920}{11}$



۹- توان تولیدی دو تلمبه برقی A و B برابر با $2kW$ است ولی بازده تلمبه A ، 25 درصد بیش تر از بازده تلمبه B است. اگر تلمبه A در هر دقیقه یک متر مکعب آب را با تندی ثابت از عمق 9 متری زمین به سطح زمین بیاورد، تلمبه B در چند دقیقه این کار را انجام می دهد؟

$$(g = 10 \text{ m/s}^2 \text{ و } \rho_{\text{آب}} = 1000 \text{ kg/m}^3)$$

۱۵ (۴)

۳ (۳)

۱۵ (۲)

۱ (۱)

۱۰- در حین سقوط جسمی در نزدیکی سطح زمین، نسبت اندازه تغییرات انرژی جنبشی جسم به اندازه تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی آن در یک جابه جایی معین برابر با $\frac{2}{3}$ می باشد. در این جابه جایی، نسبت کار نیروی مقاومت هوا به کار نیروی وزن، کدام است؟

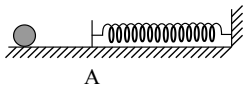
$-\frac{3}{5}$ (۴)

$\frac{3}{5}$ (۳)

$-\frac{1}{3}$ (۲)

$\frac{1}{3}$ (۱)

۱۱- مطابق شکل مقابل گلوله ای به جرم $2kg$ با تندی $1m/s$ در نقطه A به فنری برخورد کرده و پس از فشرده کردن فنر، دوباره به نقطه A برگشته و در این نقطه متوقف می شود. اگر اندازه نیروی اصطکاک در مقابل حرکت گلوله $10N$ باشد، حداکثر فشردگی فنر چند سانتی متر است؟



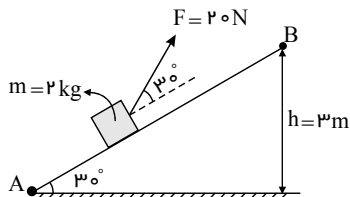
۲۰ (۴)

۵ (۳)

۱۰ (۲)

۲٫۵ (۱)

۱۲- مطابق شکل زیر، جسمی به جرم $2kg$ تحت تأثیر نیروی F به بزرگی $20N$ با شتاب $3m/s^2$ و از حال سکون از نقطه A شروع به حرکت می کند. کار برای نیروهای وارد بر جسم در مدتی که جسم از نقطه A تا نقطه B جابه جا می شود، چند ژول است؟



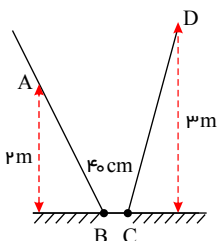
۱۸ (۲)

۳۶ (۱)

۱۲۰ (۴)

۶۰ (۳)

۱۳- مطابق شکل زیر گلوله ای با تندی اولیه $6m/s$ از نقطه A به سمت پایین سطح شیب دار پرتاب می شود و پس از عبور از مسیر افقی و دارای اصطکاک BC حداکثر تا نقطه D بالا می رود. اگر سطوح شیب دار بدون اصطکاک باشند، گلوله پس از توقف کامل بر روی سطح افقی در چه فاصله ای بر حسب سانتی متر از نقطه B می ایستد؟



۳۰ (۲)

۱۰ (۱)

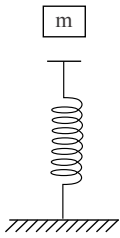
۱۵ (۴)

۲۵ (۳)

$$(\overline{BC} = 40 \text{ cm}, g = 10 \text{ N/kg})$$



۱۴- مطابق شکل زیر، جسم m از ارتفاع معینی از بالای فنری رها می‌شود. اگر کار نیروی وزن از لحظه‌ای که جسم به فنر برخورد می‌کند تا زمانی که فنر به حداکثر فشردگی خود می‌رسد، W و تغییر انرژی پتانسیل کشسانی سامانه جسم و فنر ΔU باشد، به ترتیب از راست به چپ کدام گزینه در مورد علامت کار نیروی فنر در این بازه زمانی و مقایسه W و ΔU صحیح است؟ (از مقاومت هوا و اتلاف انرژی صرف نظر کنید.)



② مثبت و $\Delta U = W$

① مثبت و $\Delta U > W$

④ منفی و $\Delta U = W$

③ منفی و $\Delta U > W$

۱۵- یک موتور الکتریکی با توان مفید ۷۵۰ وات بر روی یک چاه عمیق کشاورزی نصب شده است. این موتور در هر بازه زمانی ۱۰ دقیقه‌ای می‌تواند ۳ تن آب را از حالت سکون و از عمق ۹ متری بالا کشیده و آن را تا ارتفاع ۳ متری از سطح زمین بالا ببرد. در این صورت، تندی خروج آب از دهانه لوله چند متر بر ثانیه است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

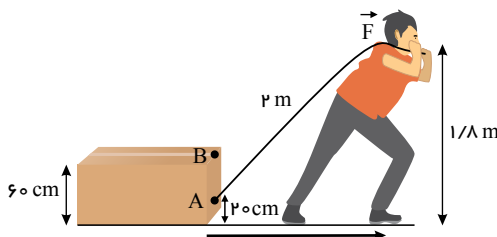
④ $2\sqrt{15}$

③ $\sqrt{15}$

② ۶۰

① ۳۰

۱۶- مطابق شکل زیر، شخصی که ارتفاع شانهاش تا زمین برابر ۱٫۸ متر است، جسمی را با طنابی به طول ۲ متر که به نقطه A بسته شده است، روی سطح افقی می‌کشد، حال اگر طناب را به نقطه B وصل کنیم به ازای جابه‌جایی یکسان، اندازه نیرو را چگونه باید تغییر دهیم تا اندازه کار انجام شده طی دو حالت یکسان شود؟



① ۲۵ درصد افزایش دهیم.

② ۲۵ درصد کاهش دهیم.

③ ۳۳ درصد افزایش دهیم.

④ ۳۳ درصد کاهش دهیم.

۱۷- بر جسم ساکنی که روی سطح افقی بدون اصطکاکی قرار دارد، دو نیروی افقی عمود بر هم \vec{F}_1 و \vec{F}_2 وارد می‌شود. اگر در یک جابه‌جایی معین کار نیروی \vec{F}_1 ، ۹ برابر کار نیروی \vec{F}_2 باشد، بزرگی نیروی \vec{F}_2 چند نیوتون است؟

④ ۳۶

③ $\frac{4}{3}$

② ۶

① ۴

۱۸- یک جسم ۴ کیلوگرمی را از روی سطح زمین با تندی $40 \frac{m}{s}$ در راستای قائم روبه بالا پرتاب می‌کنیم. اگر اندازه نیروی مقاومت هوا به طور متوسط 24 N باشد، این جسم با چه تندی بر حسب متر بر ثانیه به سطح زمین باز می‌گردد؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)

④ ۳۲

③ ۲۶

② ۲۰

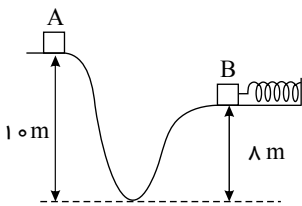
① ۱۶



۱۹- ماشین A در هر ساعت با مصرف 40 kJ انرژی، 30 kJ کار مفید انجام می‌دهد ولی ماشین B در هر 2.5 ساعت با مصرف 80 kJ انرژی، 56 kJ کار مفید انجام می‌دهد. ماشین B در مقایسه با ماشین A دارای توان مصرفی و بازده است.

- ① بیشتر - بیشتر ② بیشتر - کمتر ③ کمتر - کمتر ④ کمتر - بیشتر

۲۰- در شکل زیر، جسمی به جرم 2 kg از نقطه A با تندی $5 \frac{m}{s}$ بر روی مسیر مشخص شده پرتاب می‌شود و با تندی $4 \frac{m}{s}$ به نقطه B می‌رسد. اگر اندازه کار نیروهای اتلافی از نقطه A تا نقطه B برابر با 15 J باشد، انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در فنر در لحظه رسیدن جسم به نقطه B، چند ژول است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

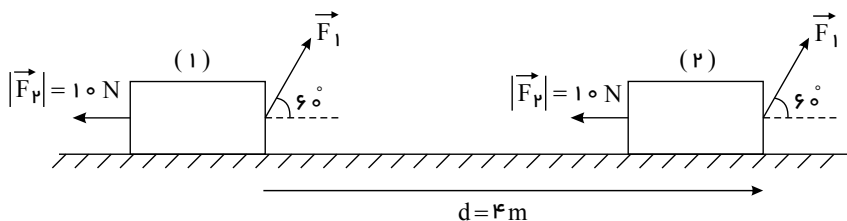


- ① ۱۹ ② ۳۴ ③ ۴۹ ④ ۵۰

۲۱- در شرایط خلأ، دو گلوله با جرم‌های m و $2m$ را به ترتیب از ارتفاع‌های h و $2h$ و با تندی‌های اولیه یکسان v_0 رو به پایین پرتاب می‌کنیم. اگر تندی برخورد گلوله m و $2m$ به زمین به ترتیب v و v' باشد، کدام گزینه درباره حاصل $\frac{v'}{v}$ صحیح است؟ ($v_0 \neq 0$)

- ① برابر با $\sqrt{2}$ است. ② بیشتر از $\sqrt{2}$ است. ③ برابر با ۱ است. ④ کمتر از $\sqrt{2}$ و بزرگتر از ۱ است.

۲۲- در شکل زیر، اگر در جابه‌جایی افقی به اندازه $d = 4 \text{ m}$ ، کار برابند دو نیروی \vec{F}_1 و \vec{F}_2 برابر 48 J باشد، آن‌گاه $|\vec{F}_1|$ چند نیوتون است؟



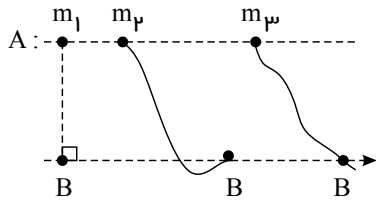
- ① ۴۴ ② ۵۰ ③ ۳۴ ④ ۲۲

۲۳- در شرایط خلأ، جسمی را از ارتفاع h نسبت به سطح زمین رها می‌کنیم. اگر در لحظه $t = 1 \text{ s}$ جسم از ارتفاع $\frac{8}{9}h$ و در لحظه $t = 2 \text{ s}$ از ارتفاع $\frac{5}{9}h$ عبور کند، تندی جسم در لحظه $t = 2 \text{ s}$ چند برابر تندی آن در لحظه $t = 1 \text{ s}$ است؟

- ① ۱ ② ۲ ③ ۳ ④ ۴



۲۴- در شکل زیر، سه جسم با جرم‌های $m_1 > m_2 > m_3$ و از ارتفاع‌های یکسان از سطح زمین، در مسیرهای نشان داده شده از حال سکون شروع به حرکت می‌کنند. جسم اول سقوط می‌کند و مقاومت هوا برای این مسیر ناچیز است و دو مسیر دیگر نیز بدون اصطکاک فرض شوند. کدام گزینه مقایسه درستی از انرژی جنبشی و تندی جسم‌ها را در سطحی که نقاط B قرار دارند، نشان می‌دهد؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)



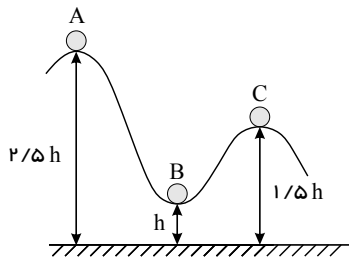
$$v_1 = v_2 = v_3, K_1 = K_2 = K_3 \quad (1)$$

$$v_1 > v_2 > v_3, K_1 > K_3 > K_2 \quad (2)$$

$$v_2 > v_3 > v_1, K_2 > K_3 > K_1 \quad (3)$$

$$v_1 = v_2 = v_3, K_2 > K_3 > K_1 \quad (4)$$

۲۵- مطابق شکل زیر، گلوله‌ای در مسیر ABC در حرکت است. اگر مبدأ پتانسیل گرانشی را نقطه B در نظر بگیریم، انرژی جنبشی گلوله در نقطه A ، 10 J برابر انرژی پتانسیل گرانشی آن در این نقطه و انرژی جنبشی گلوله در نقطه C ، 7 J برابر انرژی پتانسیل گرانشی آن در این نقطه است. اگر کار کل نیروهای وارد بر گلوله در جابه‌جایی از A تا C برابر با 80 J باشد، انرژی پتانسیل گرانشی گلوله در نقطه C چند ژول است؟



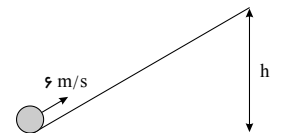
$$600 \quad (2)$$

$$200 \quad (1)$$

$$250 \quad (4)$$

$$150 \quad (3)$$

۲۶- مطابق شکل زیر، جسمی به جرم 2 kg را با تندی 6 m/s از پایین سطح شیب‌داری به بالا پرتاب می‌کنیم. اگر اصطکاک جسم با سطح ناچیز باشد، جسم حداکثر تا ارتفاع h روی سطح بالا می‌رود، ولی اگر اصطکاک قابل چشم‌پوشی نباشد، جسم حداکثر تا ارتفاع $\frac{2}{3}h$ روی سطح بالا می‌رود. کار نیروی اصطکاک روی جسم در حالت دوم چند ژول است؟



$$-12 \quad (2)$$

$$12 \quad (1)$$

$$-36 \quad (4)$$

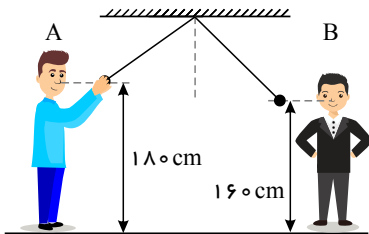
$$36 \quad (3)$$

$$(g = 10 \text{ m/s}^2)$$



۲۷- مطابق شکل زیر، شخص A که فاصله نوک بینی او تا زمین 180 cm است، گلوله‌ای را درست در برابر نوک بینی خود گرفته و آن را به سمت شخص B پرتاب می‌کند. اگر فاصله نوک بینی شخص B تا زمین 160 cm بوده و 20 درصد انرژی مکانیکی اولیه گلوله بر اثر مقاومت هوا تلف شود، حداکثر تندی پرتاب گلوله چند متر بر ثانیه باشد تا گلوله به نوک بینی شخص B اصابت نکند؟ (سطح زمین به عنوان مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی در نظر گرفته شود و

$$(g = 10\text{ N/kg})$$



$$0.4 \text{ (2)}$$

$$0.2 \text{ (1)}$$

$$2 \text{ (4)}$$

$$4 \text{ (3)}$$

۲۸- جرمی به جرم 1 کیلوگرم را با تندی اولیه $4\frac{m}{s}$ در هوا به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. اگر اندازه کار نیروی مقاومت هوا تا حداکثر ارتفاعی که جسم از نقطه پرتاب بالا می‌رود، برابر با 4 ژول باشد، حداکثر ارتفاع جسم نسبت به نقطه پرتاب چند متر است؟ ($g = 10\frac{m}{s^2}$)

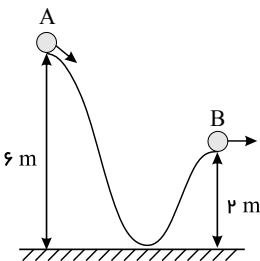
$$2 \text{ (4)}$$

$$0.2 \text{ (3)}$$

$$4 \text{ (2)}$$

$$0.4 \text{ (1)}$$

۲۹- مطابق شکل زیر، گلوله‌ای از نقطه A با تندی 6 m/s عبور کرده و به سمت نقطه B حرکت می‌کند و با تندی 4 m/s از نقطه B می‌گذرد. اگر مبدأ پتانسیل گرانشی را نقطه A در نظر بگیریم، نسبت کار کل نیروهای وارد بر جسم در مسیر حرکت از A تا B به انرژی پتانسیل گرانشی جسم در نقطه B کدام است؟ ($g = 10\text{ N/kg}$)



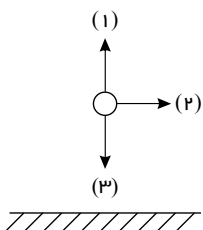
$$-\frac{1}{4} \text{ (2)}$$

$$\frac{1}{4} \text{ (1)}$$

$$-\frac{1}{2} \text{ (4)}$$

$$\frac{1}{2} \text{ (3)}$$

۳۰- سه گلوله مشابه (۱)، (۲) و (۳) از ارتفاع یکسان و با تندی اولیه یکسان در سه جهت نشان داده شده پرتاب می‌شوند. اگر تندی این گلوله‌ها هنگام برخورد به زمین به ترتیب v_1 و v_2 و v_3 باشد، کدام مقایسه درست است؟ (اتلاف انرژی نداریم.)



$$v_1 < v_2 < v_3 \text{ (2)}$$

$$v_1 = v_2 < v_3 \text{ (1)}$$

$$v_1 = v_2 = v_3 \text{ (4)}$$

$$v_1 < v_2 = v_3 \text{ (3)}$$



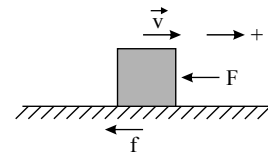
پاسخنامه تشریحی

۱- گزینه ۲ حرکت جسم دارای دو مرحله است. ابتدا حرکت جسم کندشونده است. سپس تغییر جهت داده و حرکت آن تندشونده می شود. شتاب در هر دو مرحله را به دست می آوریم.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - 12}{3} = -4 \text{ m/s}^2$$

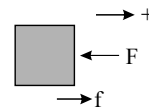
$$a' = \frac{\Delta v'}{\Delta t'} = \frac{-6 - 0}{6 - 3} = -2 \text{ m/s}^2$$

اکنون حرکت جسم در هر دو مرحله را بررسی می کنیم و قانون دوم نیوتون را برای هر مرحله می نویسیم، از آن جا که بزرگی شتاب در مرحله کندشونده بزرگتر از مرحله تندشونده است. بنابراین در ابتدا نیروی \vec{F} و نیروی اصطکاک (\vec{f}) با یکدیگر هم جهت هستند و پس از آن در خلاف جهت هم می شوند.



(الف)

$$-F - f = ma \Rightarrow -F - f = -16 \quad (1)$$



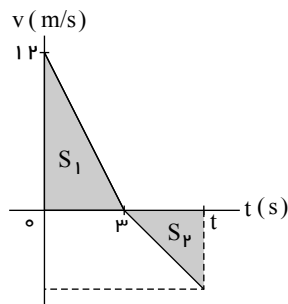
(ب)

$$-F + f = ma' \Rightarrow -F + f = -8 \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} F = 12 \text{ N}, f = 4 \text{ N}$$

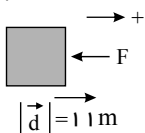
کار نیروی اصطکاک برابر است با:

$$W_f = -f\ell \Rightarrow -100 = -4 \times \ell \Rightarrow \ell = 25 \text{ m}$$



که در آن ℓ مسافت طی شده است.

$$\ell = S_1 + S_2 = \frac{12 \times 3}{2} + S_2 \xrightarrow{\ell=25\text{m}} S_2 = 25 - 18 = 7 \text{ m}$$



جابه جایی در این مدت برابر است با:



$$d = S_1 - S_2 = 18 - 7 = 11m$$

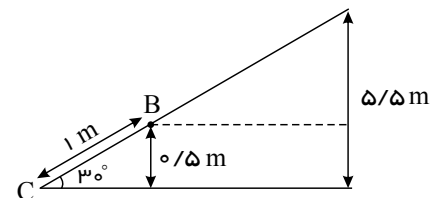
بنابراین جسم $11m$ در جهت مثبت محور حرکت کرده و در تمام این مدت نیروی $F = 12N$ در خلاف جهت محور بر جسم اثر کرده است.

بنابراین کار نیروی F برابر است با:

$$W_F = -F \times d = -12 \times 11 = -132J$$

۲- گزینه ۳

$$W_{\text{فنر}} = -\Delta U_{\text{کشسانی}} = -20J$$



طبق قضیه کار - انرژی جنبشی داریم:

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{mg} + W_{f_k} + W_{\text{فنر}} = K_B - K_A$$

$$\Rightarrow mgh + W_{f_k} + W_{\text{فنر}} = \frac{1}{2}mv_B^2 \Rightarrow 2 \times 10 \times 5 - 16 - 20 = \frac{1}{2} \times 2 \times v_B^2 \Rightarrow v_B = 8m/s$$

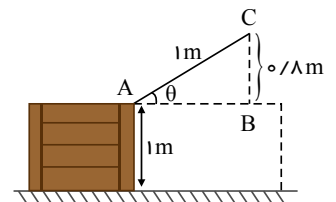
۳- گزینه ۲ با توجه به برابر بودن اندازه نیروی F و اندازه جابه‌جایی در دو حالت، اندازه کار نیروی F تنها به کسینوس زاویه بین نیرو و جابه‌جایی بستگی دارد.

حالت «الف»

$$AB^2 + BC^2 = AC^2$$

$$\Rightarrow AB^2 + (0.8)^2 = 1^2 \Rightarrow AB = 0.6m$$

$$\cos \theta = \frac{AB}{AC} = \frac{0.6}{1} = 0.6$$



حالت «ب»

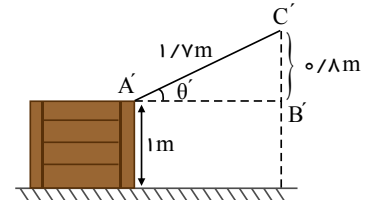
$$A'B'^2 + B'C'^2 = A'C'^2$$

$$\Rightarrow A'B'^2 + (0.8)^2 = (1.7)^2 \Rightarrow A'B' = 1.5m$$

$$\cos \theta' = \frac{A'B'}{A'C'} = \frac{1.5}{1.7} = \frac{15}{17}$$

$$\frac{W_{\text{الف}}}{W_{\text{ب}}} = \frac{F}{F'} \times \frac{d}{d'} \times \frac{\cos \theta}{\cos \theta'}$$

$$\xrightarrow{F=F'} \frac{W_{\text{الف}}}{W_{\text{ب}}} = \frac{0.6}{1.5} = \frac{3}{5} \times \frac{17}{15} = \frac{17}{25}$$



۴- گزینه ۳ با استنباط از متن تست داده‌شده چنین برمی‌آید W_1 و W_2 کار نیروی خالص وارد بر جسم است که تغییرات سرعت



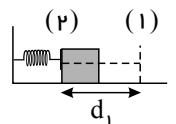
جسم منوط به انجام این کار است.

$$W_t = \Delta k = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) \rightarrow \begin{cases} W_1 = \frac{1}{2}m(v^2 - 0^2) = \frac{1}{2}mv^2 \\ W_2 = \frac{1}{2}m((3v)^2 - v^2) = 4mv^2 \end{cases} \rightarrow \frac{W_2}{W_1} = 8$$

۵- گزینه ۲ حداکثر انرژی ذخیره شده در فنر هنگامی است که تندی جسم برابر با صفر باشد. برای حل مسئله، قضیه کار - انرژی جنبشی را در مراحل مختلف حرکت می‌نویسیم:

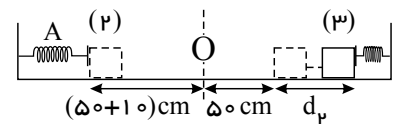
(۱) از لحظه برخورد به فنر A تا توقف جسم:

$$\begin{aligned} W_t &= K_2 - K_1 \Rightarrow W_{fk} + W_e = K_2 - K_1 \\ \Rightarrow -f_k d_1 - \Delta U_e &= 0 - K_1 \\ \Rightarrow -10 \times d_1 - 99 &= -\frac{1}{2} \times 2 \times 10^2 \Rightarrow d_1 = 0.1m \end{aligned}$$



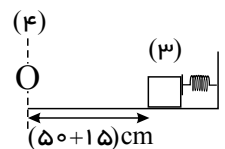
(۲) از حداکثر فشردگی در فنر A تا حداکثر فشردگی در فنر B:

$$\begin{aligned} W_t &= K_3 - K_2 \Rightarrow W_{eA} + W_{en} + W_{fk} = 0 - 0 \\ \Rightarrow -\Delta U_{eA} - \Delta U_{eB} - f_k(0.6 + 0.5 + d_2) &= 0 \\ -(-99) - 186.5 - 10 \times 0.6 - 10 \times 0.5 - 10d_2 &= 0 \\ \Rightarrow 10d_2 = 1.5 \Rightarrow d_2 = 0.15m \end{aligned}$$



(۳) از حداکثر فشردگی در فنر B تا عبور از نقطه O:

$$\begin{aligned} W_t'' &= K_4 - K_3 \Rightarrow W_{eB} + W_{fk} = K_4 - 0 \\ \Rightarrow -\Delta U_{eB} - f_k d &= \frac{1}{2}mv_4^2 \\ \Rightarrow -(-186.5) - 10 \times (0.5 + 0.15) &= \frac{1}{2} \times 2 \times v_4^2 \\ \Rightarrow v_4^2 = 80 \Rightarrow v_4 &= 4\sqrt{5} m/s \end{aligned}$$



۶- گزینه ۴

$$R_a = \frac{mgh}{Pt} \Rightarrow \frac{80}{100} = \frac{252000 \times 10 \times 12}{P \times 3600} \Rightarrow P = 1075kW$$

۷- گزینه ۲ چون نیروی ترمز هردو خودرو یکسان است، لذا با استفاده از قضیه کار - انرژی جنبشی و با توجه به این‌که در این بازه حرکتی فقط نیروی ترمز روی ماشین کار انجام می‌دهد، خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} W_{tA} &= K_{2A} - K_{1A} = \frac{1}{2}mv_{2A}^2 - \frac{1}{2}mv_{1A}^2 \\ \xrightarrow{W_{tA}=W_{fA}=-f_A d_A} -f_A d_A &= \frac{1}{2}m(v)^2 - \frac{1}{2}m(2v)^2 \Rightarrow f_A d_A = \frac{3}{2}mv^2 \quad (1) \end{aligned}$$



$$W_{tB} = K_{2B} - K_{1B} = \frac{1}{2}mv_{2B}^2 - \frac{1}{2}mv_{1B}^2$$

$$\xrightarrow{W_{tB}=W_{fB}=-f_B d_B} -f_B d_B = \frac{1}{2}m(v)^2 - \frac{1}{2}m(3v)^2 \Rightarrow f_B d_B = \frac{4}{2}mv^2 \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} \frac{f_B d_B}{f_A d_A} = \frac{d_B}{d_A} = \frac{\frac{4}{2}mv^2}{\frac{3}{2}mv^2} = \frac{4}{3}$$

۸- گزینه ۴ با استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی نیروی مقاومت هوا (f_D) را به دست می آوریم:

$$Fd - f_D d - Wd = \Delta K \xrightarrow{\Delta K = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2, v_0 = 0} Fd - f_D d - Wd = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\xrightarrow{d=32m, W=mg=20N} 30 \times 32 - f_D \times 32 - 20 \times 32 = \frac{1}{2} \times 2 \times 16^2 \rightarrow f_D = \frac{320 - 16^2}{32} \rightarrow f_D = 2N$$

$m=2kg, v=16m/s, F=30N$

اکنون مسافت طی شده توسط گلوله از لحظه قطع نیروی F تا لحظه تغییر جهت حرکت گلوله را به دست می آوریم. با استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$-f_D \times d' - mg \times d' = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv^2 \xrightarrow{v_1=0} -2 \times d' - 20 \times d' = -16^2 \rightarrow d' = \frac{16^2}{22} = \frac{128}{11}m$$

بنابراین:

$$\rightarrow W_{f_D} = -f_D \times 2(d + d') = -2 \times 2 \times (32 + \frac{128}{11}) = \frac{-1920}{11}J$$

۹- گزینه ۴

۰٫۲۵ بازده A - بازده B

$$\text{بازده} = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{تولیدی}}} = \frac{mgh}{t}$$

با توجه به رابطه بازده برای تلمبه داریم:

$$m = \rho V = 1000 \times 1 = 1000kg$$

بنابراین می توان نوشت:

$$\frac{mgh}{t_A} - \frac{mgh}{t_B} = 0.25 \times 2000$$

$$\Rightarrow \frac{10^3 \times 10 \times 9}{60} - \frac{10^3 \times 10 \times 9}{t_B} = 0.5 \times 10^3$$



$$\Rightarrow 1,5 - \frac{90}{t_B} = 0,5 \Rightarrow \frac{90}{t_B} = 1 \Rightarrow t_B = 90s = 1,5 \text{ min}$$

۱۰- گزینه ۲ در حین سقوط جسم بخشی از انرژی پتانسیل گرانشی آن به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود. پس علامت تغییرات انرژی جنبشی و تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی مخالف یکدیگر می‌باشند. طبق قانون پایستگی انرژی داریم:

$$W_f = E_f - E_i = (K_f + U_f) - (K_i + U_i)$$

$$= (K_f - K_i) + (U_f - U_i) = \Delta K + \Delta U \xrightarrow{\frac{\Delta K}{\Delta U} = -\frac{2}{3}} W_f = -\frac{2}{3}\Delta U + \Delta U = \frac{1}{3}\Delta U \quad (1)$$

از طرفی کار نیروی وزن همواره برابر است با:

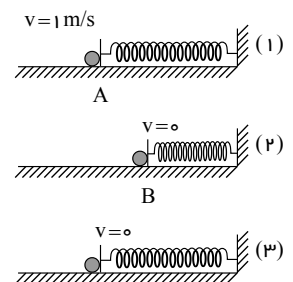
$$W_{mg} = -\Delta U \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1), (2)} \frac{W_f}{W_{mg}} = \frac{\frac{1}{3}\Delta U}{-\Delta U} = -\frac{1}{3}$$

۱۱- گزینه ۳ تغییر انرژی مکانیکی جسم از لحظه برخورد تا لحظه توقف برابر با کار نیروی اصطکاک است.

$$E_f - E_i = W_{f_k}$$

$$\Rightarrow 0 - \frac{1}{2}mv^2 = -f_k \times (\overline{AB})$$



$$-\frac{1}{2} \times 2 \times 1^2 = -10 \times \overline{AB} \rightarrow \overline{AB} = \frac{1}{20}m = 5cm$$

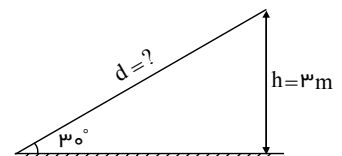
حداکثر فشردگی فنر برابر \overline{AB} است.

جسم در این رفت و برگشت کل انرژی ابتدایی خود را از دست می‌دهد. (انرژی جسم تلف می‌شود).

۱۲- گزینه ۱ برآیند نیروهای وارد بر جسم را از قانون دوم نیوتون محاسبه می‌کنیم:

$$F_{\text{برآیند}} = ma = 2 \times 3 = 6N$$

$$\sin 30^\circ = \frac{h}{d} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{3}{d} \Rightarrow d = 6m$$



جسم ساکن در جهت نیروی برآیند وارد بر آن شروع به حرکت می‌کند، بنابراین زاویه بین نیروی برآیند و جابه‌جایی صفر است:

$$W_t = F_t d \cos \theta = 6 \times 6 \cos 0^\circ = 36J$$

۱۲- گزینه ۲ ابتدا با توجه به تفاوت انرژی مکانیکی گلوله در نقاط A و D کار نیروی اصطکاک را در مسیر BC به دست می‌آوریم. سپس نیروی اصطکاک را محاسبه می‌کنیم.

$$E_D - E_A = W_{f_k} \Rightarrow mgh_D - (mgh_A + \frac{1}{2}mv_A^2) = W_{f_k}$$



$$h_A = 2m, h_D = 3m$$

$$\xrightarrow{g=10 \text{ N/kg}, v_A=6 \text{ m/s}} W_{f_k} = m(10 \times 3 - 10 \times 2 - \frac{1}{2} \times 6^2)$$

$$\Rightarrow W_{f_k} = -8m \xrightarrow{\overline{BC}=d=0.4 \text{ m}} -f_k d = -8m \Rightarrow f_k = 20 \text{ m} \quad (1)$$

$$E_A + W_{f'_k} = 0 \Rightarrow mgh_A + \frac{1}{2}mv_A^2 = f_k \times d' \xrightarrow{(1)} gh_A + \frac{1}{2}v_A^2 = 20 \times d'$$

$$\Rightarrow 10 \times 2 + \frac{1}{2} \times 36 = 20d' \Rightarrow d' = \frac{38}{20} = 1.9 \text{ m} = 190 \text{ cm} \Rightarrow$$

یعنی گلوله چهار بار مسیر افقی را طی می کند و در نهایت در فاصله 30 cm از نقطه B می ایستد. ($4 \times 40 = 160 \text{ cm}$)

۱۴ - گزینه ۳ پس از برخورد جسم با فنر، نیرویی به سمت بالا از طرف فنر به جسم وارد می شود. بنابراین، چون حرکت جسم و نیروی فنر خلاف جهت هم هستند، کار نیروی فنر منفی است. در لحظه ای که جسم با فنر برخورد می کند، تندی آن v و در لحظه ای که فنر به حداکثر فشردگی خود می رسد، تندی آن صفر است. بنابراین تغییر انرژی جنبشی جسم منفی است.

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{\text{فنر}} + W = \Delta K \xrightarrow{W_{\text{فنر}} = -\Delta U} W - \Delta U = \Delta K \xrightarrow{\Delta K < 0} W < \Delta U$$

۱۵ - گزینه ۴ با استفاده از قضیه کار - انرژی جنبشی می توان نوشت:

$$W_t = K_f - K_i \Rightarrow W_{\text{وزن}} + W_{\text{موتور}} = K_f - K_i \Rightarrow -mg(h_f - h_i) + P_{\text{موتور}} \Delta t = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

$$m=3 \text{ ton}=3 \times 10^3 \text{ kg}, g=10 \text{ m/s}^2, h_f=3 \text{ m}, h_i=-9 \text{ m}$$

$$\xrightarrow{P_{\text{موتور}}=750 \text{ W}, \Delta t=10 \text{ min}=10 \times 60=600 \text{ s}, v_i=0} -(3 \times 10^3) \times 10 \times (3 - (-9)) + 750 \times 600$$

$$= \frac{1}{2} \times (3 \times 10^3) \times v_f^2 - 0 \Rightarrow -360000 + 450000 = 1500v_f^2 \Rightarrow 90000 = 1500v_f^2$$

$$\Rightarrow v_f^2 = \frac{90000}{1500} = 60 \Rightarrow v_f = \sqrt{60} \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow v_f = \frac{90000}{1500} = 60 \Rightarrow v_f = \sqrt{60} \text{ m/s}$$

۱۶ - گزینه ۲

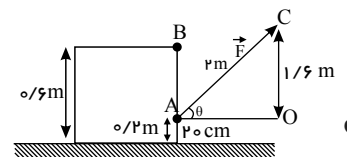
مسأله را در دو حالت بررسی می کنیم.

اگر محل تماس طناب با شانه شخص را نقطه C بنامیم و نقطه همتراز با A را O بنامیم:

$$\overline{AC}^2 = \overline{OA}^2 + \overline{OC}^2$$

$$\Rightarrow 2^2 = \overline{OA}^2 + (1.6)^2 \Rightarrow \overline{OA}^2 = 1.44 \Rightarrow \overline{OA} = 1.2 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \cos \theta = \frac{\overline{OA}}{\overline{AC}} = \frac{1.2}{2} = 0.6$$



حال کار نیروی \vec{F} را در جابه جایی \vec{d} برابر است با:

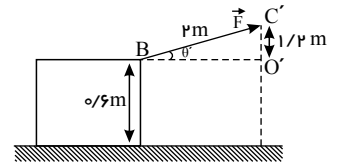


$$W_F = Fd \cos \theta = Fd \times 0.6 = 0.6Fd$$

در حالت دوم که طناب به نقطه B وصل شده است، نیرو را F' و نقطه همتراز B بر روی بدن شخص را نقطه O' در نظر می‌گیریم:

$$BC^2 = O'B^2 + O'C^2 \Rightarrow 2^2 = (1.2)^2 + O'B^2 \Rightarrow O'B^2 = 2.56 \Rightarrow O'B = 1.6m$$

$$\Rightarrow \cos \theta' = \frac{O'B}{BC} = \frac{1.6}{2} = 0.8$$



حال کار نیروی F' را در همان جابه‌جایی \vec{d} حساب می‌کنیم:

$$W_{F'} = F'd \cos \theta' = F'd \times 0.8 = 0.8F'd$$

به گفته تست، کار در هر دو حالت یکسان است. بنابراین:

$$W_F = W_{F'} \Rightarrow 0.6Fd = 0.8F'd \Rightarrow F' = \frac{3}{4}F$$

$$\frac{3}{4}F - F$$

$$\text{درصد تغییرات اندازه نیرو: } \frac{F' - F}{F} \times 100 = \frac{\frac{3}{4}F - F}{F} \times 100 = -\frac{1}{4} \times 100 = -25\%$$

۱۷- گزینه ۱ چون جسم در ابتدا ساکن بوده است، بنابراین در راستای برآیند نیروهای وارد بر آن یعنی \vec{F}_T حرکت می‌کند. در نتیجه

بردار جابه‌جایی \vec{d} و \vec{F}_T هم‌جهت هستند.

با توجه به تعریف کار یعنی $W = (F \cos \theta)d$ داریم:

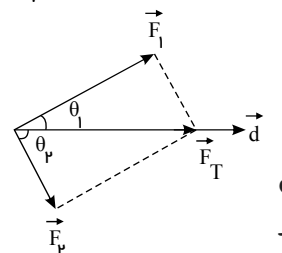
$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{|\vec{F}_1|}{|\vec{F}_2|} \times \frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_2} \times \frac{d_1}{d_2} \xrightarrow{d_1=d_2} \frac{W_1}{W_2} = \frac{F_1}{F_2} \times \frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_2}$$

چون $\theta_1 + \theta_2 = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$ است لذا $\cos \theta_1 = \sin \theta_2$ در نتیجه:

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{|\vec{F}_1|}{|\vec{F}_2|} \times \frac{\sin \theta_2}{\cos \theta_2} \Rightarrow \frac{W_1}{W_2} = \frac{F_1}{F_2} \times \tan \theta_2$$

با توجه به شکل زیر $\tan \theta_2 = \frac{|\vec{F}_1|}{|\vec{F}_2|}$ در نتیجه:

$$\frac{W_1}{W_2} = \left(\frac{|\vec{F}_1|}{|\vec{F}_2|} \right)^2 \Rightarrow 9 = \left(\frac{12}{|\vec{F}_2|} \right)^2 \rightarrow |\vec{F}_2| = 4N$$

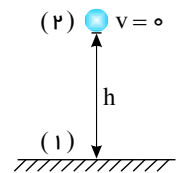


۱۸- گزینه ۲ در مرحله رفت با استفاده از قانون پایستگی انرژی و در نظر گرفتن زمین به‌عنوان مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی داریم:



$$W_f = E_2 - E_1 \Rightarrow E_2 - E_1 = -fh \Rightarrow (U_2 + \cancel{K_2}) - (\cancel{U_1} + K_1)$$

$$= mgh - \frac{1}{2}mv_1^2 = -24h \Rightarrow 40h - \frac{1}{2} \times 4 \times 1600 = -24h \Rightarrow h = 50m$$

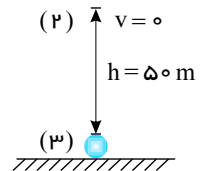


حال در مرحلهٔ برگشت داریم:

$$W'_f = E_3 - E_2 \Rightarrow E_3 - E_2 = -fh \Rightarrow (K_3 + \cancel{U_3}) - (\cancel{K_2} + U_2)$$

$$= \frac{1}{2}mv_3^2 - mgh = -fh \Rightarrow \frac{1}{2} \times 4 \times v_3^2 - 4 \times 10 \times 50 = -24 \times 50$$

$$\Rightarrow 2v_3^2 = 800 \Rightarrow v_3 = 20 \frac{m}{s}$$



۱۹- گزینه ۳ با توجه به رابطهٔ توان، انرژی مصرفی را بر مدت زمان مصرف انرژی تقسیم می‌کنیم:

$$(P_{\text{مصرفی}})_A = \frac{E_A}{t} = \frac{40}{1} = 40 \text{ kJ/h}$$

$$(P_{\text{مصرفی}})_B = \frac{E_B}{t} = \frac{80}{2.5} = 32 \text{ kJ/h}$$

$$\Rightarrow (P_{\text{مصرفی}})_A > (P_{\text{مصرفی}})_B$$

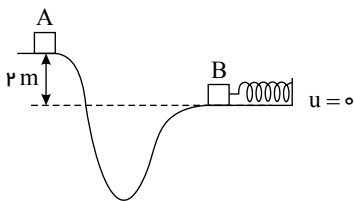
حال طبق رابطهٔ بازده داریم:

$$A \text{ بازده} = \frac{30}{40} = 0.75$$

$$B \text{ بازده} = \frac{56}{80} = 0.7$$

$$\Rightarrow A \text{ بازده} > B \text{ بازده}$$

۲۰- گزینه ۲



روش اول: طبق قانون یابستگی انرژی مکانیکی داریم: $E_B - E_A = W_{fk}$

اگر نقطهٔ B را محل مبدأ پتانسیل فرض کنیم: $h_A = 2m, h_B = 0$

$$\frac{1}{2}mv^2 + U_{\text{فتر}} - (\frac{1}{2}mv^2 + mgh) = -15J$$

$$(16 + U_{\text{فتر}}) - (25 + 40) = -15 \rightarrow U_{\text{فتر}} = 34J$$

روش دوم: به کمک قضیهٔ کار و انرژی داریم:

$$W_{\text{کل}} = \Delta k$$

$$W_{\text{وزن}} + W_{\text{اتلاف}} + W_{\text{فتر}} = \frac{1}{2}m(v_B^2 - v_A^2) \rightarrow +2 \times 10 \times 2 + (-15) + W_{\text{فتر}} = \frac{1}{2} \times 2 \times (4^2 - 5^2)$$



$$W_{\text{فرد}} = -34J$$

و از آنجایی که

$$\Delta U_{\text{فرد}} = -W_{\text{فرد}} = +34J$$

۲۱- گزینه ۴ چون اتلاف انرژی نداریم، با استفاده از اصل پایستگی انرژی مکانیکی، می توان نوشت:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2 \Rightarrow v_1^2 + 2gh_1 = v_2^2 + 2gh_2$$

$$\Rightarrow v_2^2 = v_1^2 + 2g(h_1 - h_2) \Rightarrow v_2 = \sqrt{v_1^2 + 2g(h_1 - h_2)}$$

طبق رابطه فوق، تندی برخورد گلوله به سطح زمین به جرم آن بستگی ندارد. داریم:

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2gh} \Rightarrow v^2 = v_0^2 + 2gh \quad (1)$$

$$v' = \sqrt{v_0^2 + 4gh} \Rightarrow v'^2 = v_0^2 + 4gh \quad (2) \xrightarrow{(1),(2)} v^2 < v'^2 < 2v^2 \Rightarrow 1 < \frac{v'}{v} < \sqrt{2}$$

۲۲- گزینه ۱ ابتدا به کمک رابطه کار، کار هر نیرو را به دست آورده سپس آن ها را جمع می کنیم تا کار برآیند به دست آید و طبق گفته مسئله آن را برابر ۴۸J قرار می دهیم.

$$W_F = Fd \cos \theta \rightarrow \begin{cases} W_{F_1} = F_1 d \cos(60^\circ) \\ = \frac{1}{2}F_1 d = \frac{1}{2}F_1 \times 4 = 2F_1 \\ W_{F_2} = F_2 d \cos(120^\circ) \\ = -F_2 d = -F_2 \times 4 = -4F_2 \end{cases}$$

$$W_T = 2F_1 - 4F_2 \xrightarrow{F_2=10N} 48 = 2F_1 - 4 \times 10 \rightarrow F_1 = 44N$$

۲۳- گزینه ۲ با در نظر گرفتن سطح زمین به عنوان مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی در لحظه آغاز حرکت، انرژی مکانیکی جسم را به دست می آوریم:

$$E_0 = U_0 = mgh$$

$$E_1 = K_1 + U_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{8}{9}mgh \quad \text{در لحظه } t = 1s \text{ داریم:}$$

$$E_0 = E_1 \Rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{8}{9}mgh \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{2}{9}gh} \quad \text{با استفاده از اصل پایستگی انرژی مکانیکی، داریم:}$$

$$E_2 = K_2 + U_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{5}{9}mgh \quad \text{برای لحظه } t = 2s, \text{ نیز داریم:}$$

دوباره از اصل پایستگی انرژی مکانیکی استفاده می کنیم:

$$E_0 = E_2 \Rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{5}{9}mgh \Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{8}{9}gh} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{4} = 2$$

۲۴- گزینه ۴ چون اتلاف انرژی نداریم، لذا انرژی مکانیکی در طول مسیر هر ۳ گلوله ثابت است، لذا داریم: (دقت کنید سطحی که نقطه B روی آن قرار دارد را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی فرض می کنیم و سطح A را، نقطه رها شدن جسم در نظر می گیریم.)

$$E_A = E_B \Rightarrow K_A + U_A = K_B + U_B \xrightarrow{K_A=0, U_B=0} U_A = K_B$$



پس انرژی جنبشی اجسام در نقطه B برابر با انرژی پتانسیل آن‌ها در نقطه A است تو چون ارتفاع اولیه هر ۳ گلوله یکسان است، لذا طبق رابطه $U = mgh$ گلوله‌ای که جرم بیش‌تری دارد انرژی پتانسیل گرانشی بیش‌تر و در نتیجه انرژی جنبشی بیش‌تری در نقطه B دارد:

$$m_p > m_s > m_1 \Rightarrow U_p > U_s > U_1 \Rightarrow K_p > K_s > K_1$$

از طرفی برای مقایسه تندی‌ها داریم:

$$U_A = K_B \Rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{2gh}$$

چون ارتفاع‌ها سه گلوله یکسان است، لذا گلوله‌ها با تندی یکسان به نقطه B می‌رسند.

۲۵- گزینه ۱ چون نقطه B به عنوان مبدأ پتانسیل گرانشی انتخاب شده پس ارتفاع نقطه A از مبدأ برابر با $h_A = 2.5h - h = 1.5h$ و ارتفاع نقطه C معادل $h_C = 1.5h - h = 0.5h$ خواهد بود. بنابراین:

$$\frac{U_A}{U_C} = \frac{mgh_A}{mgh_C} = \frac{h_A}{h_C} = \frac{1.5h}{0.5h} = 3 \Rightarrow U_A = 3U_C$$

از طرفی طبق قضیه کار - انرژی جنبشی می‌توان نوشت:

$$W_t = K_C - K_A$$

$$\Rightarrow K_C - K_A = 80 \xrightarrow{K_A = 0.1U_A, K_C = 0.7U_C} 0.7U_C - 0.1U_A = 80 \Rightarrow 7U_C - U_A = 800$$

$$\xrightarrow{U_A = 3U_C} 7U_C - 3U_C = 800 \Rightarrow U_C = 200J$$

۲۶- گزینه ۲ در حالت اول انرژی مکانیکی پایسته است و با در نظر گرفتن سطح زمین به عنوان مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی، می‌توان نوشت:

$$E_1 = E_p \Rightarrow K_1 = U_p \Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh \xrightarrow{\div m} \frac{1}{2}v_1^2 = gh \Rightarrow \frac{1}{2} \times 36 = 10h \Rightarrow h = 1.8m$$

در حالت دوم، اصطکاک باعث اتلاف انرژی خواهد شد و کار نیروی اصطکاک برابر است با:

$$W_f = E_p - E_1 = mg\left(\frac{2}{3}h\right) - \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$\Rightarrow W_f = 2 \times 10 \times \left(\frac{2}{3} \times 1.8\right) - \frac{1}{2} \times 2 \times 36 = 24 - 36 = -12J$$

۲۷- گزینه ۴ چون ۲۰ درصد از انرژی مکانیکی اولیه گلوله هدر می‌رود پس انرژی مکانیکی گلوله در محلی که شخص B قرار دارد، ۸۰ درصد انرژی مکانیکی اولیه است. بنابراین:

$$E_p = \frac{80}{100}E_1 = \frac{4}{5}E_1 \Rightarrow \left(\frac{1}{2}mv_p^2 + mgh_p\right) = \frac{4}{5}\left(\frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1\right)$$

حداکثر تندی پرتاب برای اصابت نکردن گلوله به شخص B ، زمانی است که گلوله درست در هنگامی که به نوک بینی شخص B رسید،

۴ حال سکون قرار گیرد. بنابراین:

$$v_p = 0 \Rightarrow (mgh_p) = \frac{4}{5}\left(\frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1\right) \xrightarrow{\div m} gh_p = \frac{4}{5}\left(\frac{1}{2}v_1^2 + gh_1\right)$$

$$\Rightarrow 10 \times 1.6 = \frac{4}{5}\left(\frac{1}{2}v_1^2 + 10 \times 1.8\right) \Rightarrow \frac{1}{2}v_1^2 + 18 = 20 \Rightarrow v_1^2 = 4 \Rightarrow v_1 = 2 m/s$$



$$W = \Delta K = \frac{1}{2}(v_2^2 - v_1^2) \text{ کل}$$

$$W = W_1 + W_2 + \dots$$

$$\rightarrow W_{\text{وزن}} + W_{\text{مقاومت هوا}} = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

$$W_{\text{وزن در بالارفتن}} = -mgh$$

$$\rightarrow -1 \times 10h + (-4) = \frac{1}{2} \times 1(0^2 - 4^2) \Rightarrow h = 0.4(m)$$

$$W_{\text{مقاومت هوا}} = -4J$$

توجه این تست به کمک قانون پایشگر انرژی مکانیکی هم قابل حل است:

$$E_2 - E_1 = W_f \rightarrow (mgh) - \left(\frac{1}{2}mv^2\right) = -4 \rightarrow h = 0.4m$$

۲۹- گزینه ۱ چون مبدأ پتانسیل گرانشی نقطه A در نظر گرفته شده و نقطه B پایین تر از آن قرار دارد، بنابراین:

$$U_B = mgh_B = m \times 10 \times (-4) = -40m(J)$$

از طرفی طبق قضیه کار - انرژی جنبشی می توان نوشت:

$$W_t = K_B - K_A = \frac{1}{2}m(v_B^2 - v_A^2) \Rightarrow W_t = \frac{1}{2}m(16 - 36) = -10m(J)$$

$$\Rightarrow \frac{W_t}{U_B} = \frac{-10m}{-40m} = \frac{1}{4}$$

۳۰- گزینه ۴ انرژی مکانیکی یک جسم در صورت نبود اتلاف انرژی، در نقاط مختلف مسیر مقدار یکسانی دارد.

از آنجایی که تفاوت انرژی پتانسیل گرانشی سه گلوله از ابتدا تا انتهای مسیر با هم برابر است و تندی اولیه و جرم گلوله ها نیز با هم برابر است، بنابراین انرژی جنبشی نهایی هر سه گلوله با هم برابر و در نتیجه تندی آن ها با هم برابر است.

پاسخنامه کلیدی

۱ - ۲	۶ - ۴	۱۱ - ۳	۱۶ - ۲	۲۱ - ۴	۲۶ - ۲
۲ - ۳	۷ - ۲	۱۲ - ۱	۱۷ - ۱	۲۲ - ۱	۲۷ - ۴
۳ - ۲	۸ - ۴	۱۳ - ۲	۱۸ - ۲	۲۳ - ۲	۲۸ - ۱
۴ - ۳	۹ - ۴	۱۴ - ۳	۱۹ - ۳	۲۴ - ۴	۲۹ - ۱
۵ - ۲	۱۰ - ۲	۱۵ - ۴	۲۰ - ۲	۲۵ - ۱	۳۰ - ۴