نام و نام خانوادگی:

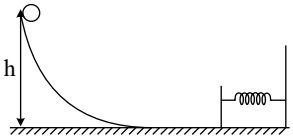
نام آزمون: آزمون ۳ دهم

علیرضا ایدل خانی

۱ - جسمی را با تندی $۱۰\frac{m}{s}$ در شرایط خلا در راستای قائم به سمت بالا پرتاب می‌کنیم. در چه ارتفاعی برحسب متر از سطح زمین، سرعت جسم نصف می‌شود؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$ و از مقاومت هوا صرف نظر شود.)

① ۲٫۵ ② ۳٫۷۵ ③ ۵ ④ ۶٫۵

۲ - گلوله‌ای به جرم ۲۰۰ گرم را مطابق شکل زیر از ارتفاع از سطح زمین رها می‌کنیم و پس از طی کردن مسیری به فنری افقی برخورد کرده و آن را فشرده می‌کند. کار نیروی اصطکاک در طول مسیر $-۷٫۲J$ است. در نقطه‌ای که تندی گلوله به $۸\frac{m}{s}$ می‌رسد، انرژی پتانسیل کشسانی برابر انرژی جنبشی گلوله می‌شود. h چند متر است؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$)



① ۵ ② ۷٫۵ ③ ۱۰ ④ ۱۸

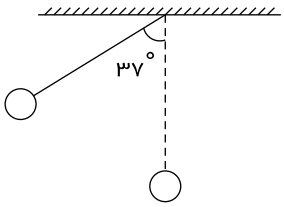
۳ - هواپیمایی به جرم ۶۰ تن با تندی $۸۰\frac{m}{s}$ از باند فرودگاه بلند می‌شود و در مدت یک دقیقه تندی آن دو برابر می‌شود و به ارتفاع ۶۰۰ متری از سطح زمین می‌رسد. در این یک دقیقه، کار نیروی وزن روی هواپیما چند ژول است و انرژی مکانیکی هواپیما چند ژول افزایش می‌یابد؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$)

① $۹٫۳۶ \times ۱۰^۸$ و $۳٫۶ \times ۱۰^۸$ ② $۲٫۱۶ \times ۱۰^۸$ و $-۳٫۶ \times ۱۰^۸$ ③ $۲٫۱۶ \times ۱۰^۸$ و $۳٫۶ \times ۱۰^۸$ ④ $۹٫۳۶ \times ۱۰^۸$ و $-۳٫۶ \times ۱۰^۸$

۴ - گلوله‌ای را با تندی اولیه v در امتداد قائم به سمت بالا پرتاب می‌کنیم. هنگامی که ۴۰ درصد انرژی گلوله صرف غلبه بر مقاومت هوا می‌شود گلوله تا ارتفاع ۳ متری بالا می‌رود. v چند متر بر ثانیه است؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$)

① ۱۰ ② ۱۵ ③ ۲۵ ④ ۳۰

۵ - مطابق شکل، آونگی که طول نخ آن ۲ متر است را به اندازه ۳۷ درجه از وضعیت قائم منحرف کرده و با تندی $۲\sqrt{۲}\frac{m}{s}$ پرتاب می‌کنیم. اگر نیروهای اتلافی ناچیز باشد، زاویه انحراف آونگ در طرف مقابل چند درجه باشد تا آونگ بیشینه انرژی پتانسیل گرانشی را داشته باشد؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$)



① ۴۵
② ۵۳
③ ۶۰
④ ۳۰

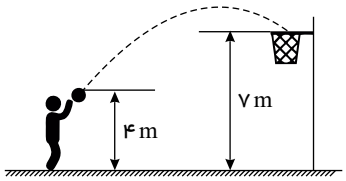
۶ - گلوله‌ای بدون سرعت اولیه از ارتفاع h رها می‌شود و پس از طی مسافت ۵ متر، انرژی جنبشی آن با $\frac{۳}{۵}$ انرژی پتانسیل گرانشی آن برابر می‌شود. اگر جرم جسم $۳۰۰g$ باشد، تندی جسم در ارتفاع $\frac{h}{۲}$ چند متر بر ثانیه است؟

① $\frac{۱۰\sqrt{۲}}{۳}$ ② $\frac{۱۰}{۳}$ ③ $\frac{۲۰}{۳}$ ④ $\frac{۲۰\sqrt{۲}}{۳}$

۷ - یک ماشین بالابر، برای بالا بردن وزنه‌ای به جرم $۵۰kg$ تا ارتفاع معینی از سطح زمین $۲۰۰۰J$ انرژی مصرف می‌کند. اگر این وزنه از ارتفاع فوق بدون سرعت اولیه در شرایط خلأ رها شود، با تندی $۸\frac{m}{s}$ به زمین می‌رسد. بازده این ماشین چند درصد است؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$)

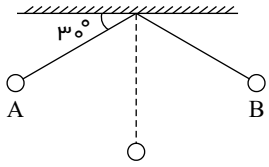
① ۵۵ ② ۶۰ ③ ۷۵ ④ ۸۰

۸ - مطابق شکل، ورزشکاری توپ بسکتبال را با تندی $۸\frac{m}{s}$ به سمت سبد پرتاب می‌کند. با صرف نظر از مقاومت هوا، توپ با چه تندی به دهانه سبد می‌رسد؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$)



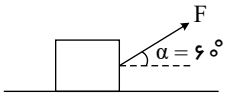
(۱) ۲
(۲) ۴
(۳) ۸
(۴) ۱۲

۹ - گلوله‌ای به جرم $۲kg$ و به طول ۲ متر مطابق شکل زیر با تندی $۴\frac{m}{s}$ از نقطه A پرتاب می‌شود و مسیر A تا B را طی می‌کند. اگر در نقطه B تندی گلوله $\frac{\sqrt{۵}}{۳}$ تندی بیشینه باشد، اندازهٔ کار نیروی وزن در مسیر A تا B چند ژول است؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$ و از کلیه نیروهای اتلافی صرف‌نظر کنید.)



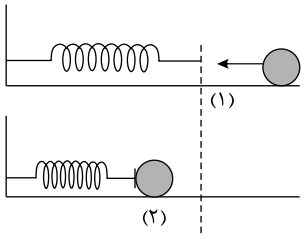
(۱) ۲
(۲) ۵
(۳) ۸
(۴) ۴

۱۰ - مطابق شکل زیر، نیروی F جعبه نشان داده شده را به اندازه d بر روی سطح افقی جابه‌جا می‌کند و کار نیروی F بر روی جعبه برابر W است. اگر زاویه α را به ۴۵ درجه تغییر دهیم و در همان مقدار نیرو، همان جابه‌جایی را بر روی سطح افقی انجام دهد، کار نیرو چند درصد و چگونه تغییر می کند؟ ($\sqrt{۲} \simeq ۱٫۴$)



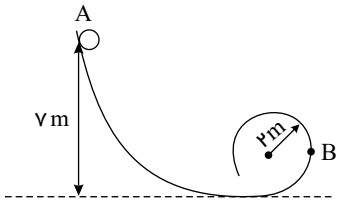
(۱) ۲۰ درصد کاهش می‌یابد.
(۲) ۲۰ درصد افزایش می‌یابد.
(۳) ۴۰ درصد افزایش می‌یابد.
(۴) ۴۰ درصد کاهش می‌یابد.

۱۱ - مطابق شکل زیر توپی به جرم $۰٫۴kg$ و با تندی $۶\frac{m}{s}$ در نقطه‌ی (۱) به فنر برخورد می‌کند. اگر در نقطه (۲) فنر به حداکثر فشردگی خودش برسد، کارنیروی فنر را در برگشت از (۲) به (۱) کدام است؟



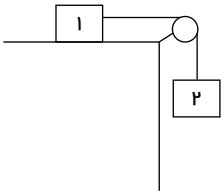
(۱) ۶٫۱
(۲) ۱٫۶
(۳) ۲٫۷
(۴) ۷٫۲

۱۲ - مطابق شکل زیر، گلوله‌ای از نقطه A رها می‌شود و پس از طی کردن مسیری قائم داخل مسیری دایره‌ای شکل می‌شود و به نقطهٔ B می‌رسد. تندی گلوله در نقطهٔ B چند متر بر ثانیه است؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$ و اصطکاک در تمامی سطوح ناچیز است.)



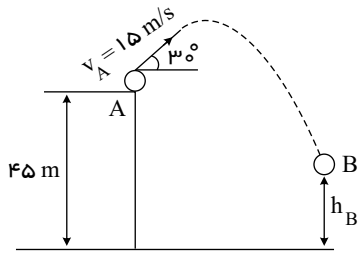
(۱) ۵
(۲) ۱۰
(۳) ۱۲
(۴) ۱۸

۱۳ - در شکل زیر، جرم نخ و قرقره ناچیز است و مجموعه از حال سکون شروع به حرکت می‌کند. پس از ۱٫۲ متر جابه‌جایی، انرژی جنبشی وزنه ۲، به ۳۲ ژول می‌رسد. جرم وزنه $M_۱$ چند کیلوگرم است؟ ($M_۲ = ۴kg$ و $g = ۱۰\frac{N}{kg}$)



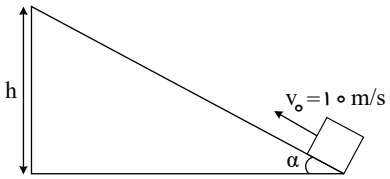
(۱) ۰٫۵
(۲) ۱٫۵
(۳) ۲
(۴) ۴٫۵

۱۴ - مطابق شکل، توپی به جرم $1kg$ را از نقطهٔ A، از ارتفاع ۴۵ متری سطح زمین با تندی اولیه $15\frac{m}{s}$ تحت زاویه 30° نسبت به افق پرتاب می‌کنیم. اگر تندی توپ در نقطهٔ B، $25\frac{m}{s}$ باشد، کار نیروی وزن در مسیر A تا B چند ژول است؟ ($g = 10\frac{N}{kg}$ و از کلیه نیروهای اتلافی صرف‌نظر کنید.)



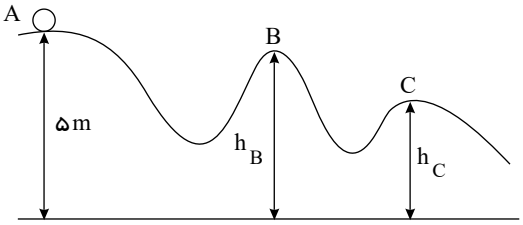
① ۱۵۰
② ۲۰۰
③ ۳۵۰
④ ۴۰۰

۱۵ - مطابق شکل زیر، جسمی به جرم m را با تندی اولیه $10\frac{m}{s}$ از پایین سطح شیبداری به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. جسم تا انتهای سطح شیبدار بالا می‌رود، سپس برمی‌گردد و با تندی $2\frac{m}{s}$ از نقطهٔ پرتاب عبور می‌کند. h چند متر است؟



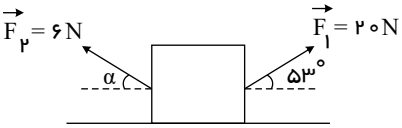
① ۱٫۳
② ۲٫۶
③ ۵٫۴
④ ۹٫۸

۱۶ - مطابق شکل زیر جسمی به جرم ۱۲ کیلوگرم را در نقطه A از حالت سکون رها می‌کنیم و جسم در مسیری بدون اصطکاک سر می‌خورد. اگر تندی جسم در نقاط B و C به ترتیب $6\frac{m}{s}$ و $2\sqrt{15}\frac{m}{s}$ باشد، کار نیروی وزن جسم از نقطه A تا B چند برابر کار نیروی وزن جسم از نقطه A تا C است؟ ($g = 10\frac{N}{kg}$)



① ۰٫۶
② ۱٫۵
③ ۳
④ ۶

۱۷ - در شکل مقابل، به جسمی که روی سطح افقی قرار دارد، دو نیروی $F_1 = 20N$ و $F_2 = 6N$ وارد می‌شود و جسم روی سطح افقی بدون اصطکاکی به سمت راست جابه‌جا می‌شود. در یک جابه‌جایی معین کار نیروی F_2 به کار نیروی F_1 برابر $-\frac{1}{4}$ می‌باشد. α چند درجه است؟ ($\sin 53 = 0/8$)



① ۳۰
② ۳۷
③ ۴۵
④ ۶۰

۱۸ - چه تعداد از موارد زیر نادرست است؟

الف) کار کمیتی برداری است و یکای آن در SI ژول است.

ب) کار نیروی عمودی سطح همواره برابر صفر است.

پ) نیروی اصطکاک همواره روی جسم، کار منفی انجام می‌دهد.

ت) کار برآیند نیروهای وارد بر جسم در یک جابه‌جایی معین، با تغییرات انرژی جنبشی جسم برابر است.

① ۱
② ۲
③ ۳
④ ۴

۱۹ - اگر تندی جسمی در یک مسیر ثابت بماند، کدام موارد الزاماً درست است؟

الف) کار نیروی خالص وارد بر جسم صفر است.

ب) انرژی مکانیکی جسم ثابت می‌ماند.

پ) نیروی خالص وارد بر جسم صفر است.

① الف
② پ
③ الف و ب
④ ب و پ

۲۰- اگر شهاب سنگی به جرم $۲٫۱ \times ۱۰^{۴} kg$ با تندی $۸ \frac{km}{s}$ به زمین برخورد کند، انرژی جنبشی آن در لحظهٔ برخورد، معادل انرژی حاصل از انفجار چند تُن TNT است؟ (انرژی حاصل از انفجار هر تن TNT برابر $۴٫۲ \times ۱۰^{۹} J$ است.)

① ۱۶ ② ۳۲ ③ ۱۶۰ ④ ۳۲۰

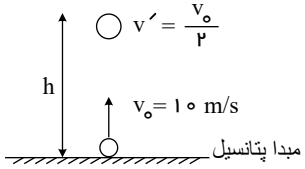
پاسخنامه تشریحی

۱ - گزینه ۲ طبق رابطه قانون پایستگی انرژی داریم:

$$E_1 = E_2 \to U_1 + K_1 = U_2 + K_2 \xrightarrow{U_1=0} K_1 = U_2 + K_2 \to \frac{1}{2}mv_0^2 = mgh + \frac{1}{2}mv'^2 \xrightarrow{\text{طرفین تقسیم بر } m}$$

$$\frac{1}{2}v_0^2 = gh + \frac{1}{2}v'^2 \xrightarrow{v'=\frac{v_0}{2}} \frac{1}{2}\times v_0^2 = \frac{1}{2}\times(\frac{v_0}{2})^2 + 10h \to \frac{1}{2}\times 10^2 = \frac{1}{2}\times(\frac{10}{2})^2 + 10h \to 50 = 12{,}5 + 10h$$

$$\to h = 3{,}75$$



۲ - گزینه ۳ طبق قانون پایستگی انرژی نقطه (۱) را نقطهٔ رها شدن و نقطه (۲) را نقطه‌ای که تندی گلوله $8\frac{m}{s}$ است (نقطه‌ای که انرژی پتانسیل کشسانی با انرژی جنبشی برابر است) فرض می‌کنیم پس:

$$E_2 - E_1 = W_f \Rightarrow (U_{2e} + K_2) - (U_1) = W_f \xrightarrow{U_{2e}=K_2} 2K_2 - U_1 = W_f \Rightarrow 2\times\frac{1}{2}\times m\times v^2 - mgh = W_f \Rightarrow 0{,}2\times(8)^2 - 0{,}2\times 10\times h$$

$$= -7{,}2 \Rightarrow h = 10m$$

۳ - گزینه ۴ گام اول: می‌دانیم کار نیروی وزن:

$$W_{\text{وزن}} = -mg\Delta h = -(60\times 10^3)(10)(600) = -36\times 10^7 J \Rightarrow W_{\text{وزن}} = -3{,}6\times 10^8 J$$

گام دوم:

$$E = U + K \Rightarrow \Delta E = \Delta U + \Delta K = mg\Delta h + \frac{1}{2}m(160^2 - 80^2) \Rightarrow \Delta E = 3{,}6\times 10^8 + \frac{1}{2}\times(60\times 10^3)\times\underbrace{(25600 - 6400)}_{19200}$$

$$\Rightarrow \Delta E = 3{,}6\times 10^8 + \underbrace{576\times 10^6}_{5{,}76\times 10^8} = 9{,}36\times 10^8 J \Rightarrow \Delta E = 9{,}36\times 10^8 J$$

۴ - گزینه ۱ چون ۴۰ درصد انرژی مکانیکی گلوله در نقطه پرتاب، تلف می‌شود پس:

$$E_2 - E_1 = W_f \xrightarrow{W_f = -0{,}4E_1} E_2 - E_1 = -0{,}4E_1 \to E_2 = 0{,}6E_1$$

نقطه (۱) نقطهٔ پرتاب است که گلوله دارای انرژی جنبشی است و نقطه (۲) همان نقطه اوج گلوله است که دارای انرژی پتانسیل گرانشی است پس:

$$mgh = 0{,}6\times\frac{1}{2}mv^2 \xrightarrow[m]{\text{طرفین تقسیم بر}} gh = 0{,}6\times\frac{1}{2}\times v^2 \to 10\times 3 = 0{,}6\times\frac{1}{2}\times v^2 \to v^2 = 100 \to v = 10\frac{m}{s}$$

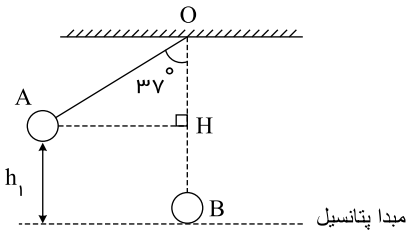
۵ - گزینه ۲ ابتدا تندی آونگ را در نقطه B به دست می‌آوریم:

$$\cos 37 = \frac{OH}{OA} \to OH = 0{,}8\times 2 = 1{,}6$$

$$HB = h_1 = OB - OH \to 2 - 1{,}6 = 0{,}4$$

$$E_1 = E_2 \to U_1 + K_1 = U_2 + K_2 \xrightarrow{U_2=0} K_1 + U_1 = K_2 \;\frac{1}{2}\cancel{m}v_1^2 + \cancel{m}gh_1 = \frac{1}{2}\cancel{m}v_2^2$$

$$\to \frac{1}{2}\times(2\sqrt{2})^2 + 10\times 0{,}4 = \frac{1}{2}\times v_2^2 \to v_2 = 4\frac{m}{s}$$



حال زاویه θ را در طرف مقابل به دست می‌آوریم:

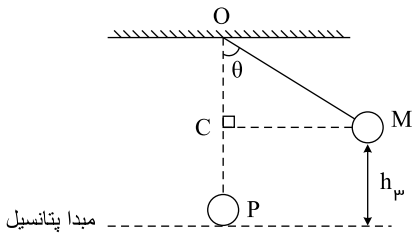
$$\cos\theta = \frac{OC}{OM} \xrightarrow{OM=L} OC = L\cos\theta$$

$$CP = OP - OC = L - L\cos\theta = L(1 - \cos\theta)$$

$$E_2 = E_3 \to U_2 + K_2 = U_3 + K_3 \xrightarrow[K_3=0]{U_2=0} K_2 = U_3 \;\frac{1}{2}\cancel{m}v_2^2 + \cancel{m}gh_3$$

$$\to \frac{1}{2}\times 4^2 = 10\times 2\times(1 - \cos\theta) \to 20\cos\theta = 12 \to \cos\theta = 0{,}6$$

$$\theta = 53$$



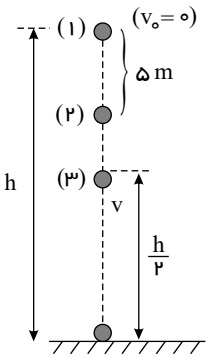
۶ - گزینه ۳

$$E_۱ = v_۱ + \cancel{K_۱}^{۰} = v_۱ = mgh \Rightarrow E_۱ = mgh$$

$$\rightarrow K_۲ = \frac{۳}{۵}v_۲ \Rightarrow E_۲ = v_۲ + K_۲ = v_۲ + \frac{۳}{۵}v_۲ = \frac{۸}{۵}v_۲ \Rightarrow E_۲ = \frac{۸}{۵}mg(h-۵) = \frac{۸}{۵}mgh - ۸ \Rightarrow E_۲ = ۱٫۶mgh - ۸$$

$$E_۲ = E_۱ \Rightarrow ۱٫۶mgh - ۸ = mgh \Rightarrow ۰٫۶mgh = ۸ \Rightarrow mgh = \frac{۴۰}{۳} \rightarrow \frac{۳}{۱۰}gh = \frac{۴۰}{۳} \rightarrow gh = \frac{۴۰۰}{۹}$$

$$v^۲ = gh \rightarrow v = \sqrt{gh} = \sqrt{\frac{۴۰۰}{۹}} = \frac{۲۰}{۳} E_۳ = E_۱ \Rightarrow mg\frac{h}{۲} + \frac{۱}{۲}mv^۲ = mgh \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv^۲ = \frac{mgh}{۲}$$



۷ - گزینه ۴ گام اول: چون شرایط خلأ است، انرژی مکانیکی جسم هنگام رسیدن به سطح زمین با انرژی مکانیکی وزنه در ارتفاع h از سطح زمین (که توسط بالابر به این ارتفاع رسانده شده) برابر است، پس:

$$\text{انرژی مکانیکی وزنه } E = mgh = \frac{۱}{۲}m \underbrace{V^۲}_{\text{تندی جسم هنگام برخورد به زمین}} = \frac{۱}{۲} \times ۵۰ \times ۸^۲ = ۱۶۰۰J$$

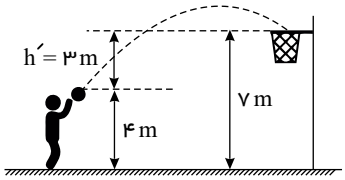
گام دوم: این بالابر $۲۰۰۰J$ انرژی مصرف کرده و در عوض به جسم $۱۶۰۰J$ انرژی تزریق کرده و احتمالا مابقی آن تلف شده!

$$\text{بازده} = \frac{\text{انرژی خروجی}}{\text{انرژی ورودی}} \times ۱۰۰ = \frac{۱۶۰۰J}{۲۰۰۰J} \times ۱۰۰ = ۸۰\%$$

۸ - گزینه ۱ محل اولیه پرتاب توپ (هدف ورزشکار) را مبدا پتانسیل گرانشی در نظر می‌گیریم. طبق قانون پایستگی انرژی داریم:

$$E_۱ = E_۲ \rightarrow U_۱ + K_۱ = U_۲ + K_۲ \xrightarrow{U_۱ = ۰} K_۱ = U_۲ + K_۲ \rightarrow \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ = mgh' + \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ \xrightarrow{\text{تقسیم بر } m}$$

$$\frac{۱}{۲}v_۱^۲ = gh' + \frac{۱}{۲}v_۲^۲ \rightarrow \frac{۱}{۲} \times ۸^۲ = ۱۰ \times ۳ + \frac{۱}{۲} \times v_۲^۲ \rightarrow v_۲^۲ = ۴ \rightarrow v_۲ = ۲\frac{m}{s}$$



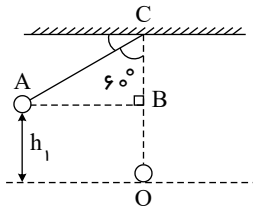
۹ - گزینه ۴ طبق قانون پایستگی انرژی ابتدا در نقطه O تندی گلوله را به دست می‌آوریم:

$$\cos ۶۰ = \frac{BC}{AC} \Rightarrow \frac{۱}{۲} = \frac{BC}{۲} \Rightarrow BC = ۱m$$

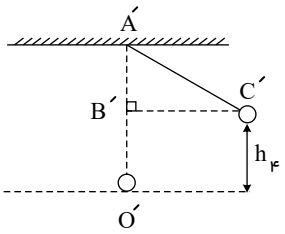
$$h_۱ = OC - BC = ۲ - ۱ = ۱m$$

$$E_۱ = E_۲ \Rightarrow U_۱ + K_۱ = U_۲ + K_۲ \xrightarrow{U_۲ = ۰} \rightarrow mgh_۱ + \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ \rightarrow ۱۰ \times ۱ + \frac{۱}{۲} \times ۴^۲ = \frac{۱}{۲}v_۲^۲ \Rightarrow v_۲^۲ = ۳۶$$

$$\Rightarrow v_۲ = ۶\frac{m}{s}$$



$$E_۳ = E_۴ \Rightarrow U_۳ + K_۳ = U_۴ + K_۴ \xrightarrow{U_۳ = ۰} K_۳ = U_۴ + K_۴ \rightarrow \frac{۱}{۲}mv_۳^۲ = mgh_۴ + \frac{۱}{۲}mv_۴^۲ \xrightarrow{v_۴ = ۶ \times \frac{\sqrt{۵}}{۳} = ۲\sqrt{۵}} \rightarrow \frac{۱}{۲} \times ۶^۲ = ۱۰ \times h_۲ + \frac{۱}{۲}(۲\sqrt{۵})^۲ \; h_۲ = ۰٫۸m$$



پس:

$$|W_{mg_{AB}}| = |-mg\Delta h| = |-۲ \times ۱۰ \times (۰٫۸ - ۱)| = ۴J$$

۱۰ - گزینه ۳ در حالت اول

$$W = Fd\cos\alpha \Rightarrow W = F \times d \times \cos ۶۰ = \frac{Fd}{۲}$$

در حالت دوم ($\alpha = ۴۵$)

$$W' = Fd\cos\alpha \Rightarrow W' = F \times d \times \cos ۴۵ = \frac{\sqrt{۲}}{۲}Fd$$

$$\text{درصد تغییرات}: \frac{W' - W}{W} \times ۱۰۰ = \frac{\frac{\sqrt{۲}}{۲}Fd - \frac{Fd}{۲}}{\frac{Fd}{۲}} \times ۱۰۰ = \frac{\frac{۱}{۲}Fd(\sqrt{۲} - ۱)}{\frac{۱}{۲}Fd} \times ۱۰۰ = (\sqrt{۲} - ۱) \times ۱۰۰ = (۱٫۴ - ۱) \times ۱۰۰ = ۰٫۴ \times ۱۰۰ = ۴۰\%$$

پس ۴۰% افزایش می‌یابد.

۱۱ - گزینه ۴

$$K_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۰٫۴ \times ۳۶ = ۷٫۲J$$

چون اصطکاک نداریم انرژی مکانیکی پایسته است:

$$E_۱ = E_۲ \rightarrow U_{e,۲} + K_۲ = U_{e,۱} + K_۱ \xrightarrow[U_{e,۱}=۰]{K_۲=۰} U_{e,۲_{max}} = ۷٫۲J$$

هنگامی‌که توپ از نقطه (۲) تا نقطه‌ی (۱) برمی‌گردد، انرژی پتانسیل کشسانی کاهش یافته و در نقطه‌ی (۱) به صفر می‌رسد.

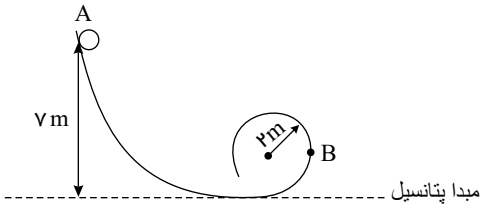
$$W = -\Delta U_e = -(U_{e,۱} - U_{e,۲}) = U_{e,۲} = \boxed{۷٫۲J}$$

۱۲ - گزینه ۲

$$E_A = E_B \rightarrow U_A + K_A = U_B + K_B \xrightarrow{K_A=۰} U_A = K_B + U_B \rightarrow mgh_A = \frac{۱}{۲}mv_B^۲ + mgh_B$$

$$\xrightarrow{\text{تقسیم بر } m} gh_A = \frac{۱}{۲}v_B^۲ + gh_B \rightarrow ۱۰ \times ۷ = \frac{۱}{۲} \times v_B^۲ + ۱۰ \times ۲ \rightarrow \frac{۱}{۲}v_B^۲ = ۵۰$$

$$\rightarrow v_B^۲ = ۱۰۰ \rightarrow v_B = ۱۰\frac{m}{s}$$



۱۳ - گزینه ۳ چون سیستم از حال سکون به حرکت درآمده است، پس $K_۱ = ۰$ و از آن جایی که اصطکاک وجود ندارد، اندازه تغییر انرژی جنبشی سیستم ($M_۱$ و $M_۲$) برابر اندازه تغییر انرژی پتانسیل است. جرم $M_۲$ جابه‌جایی افقی دارد و در راستای قائم جابه‌جایی ندارد، پس:

$$|\Delta U_{\text{کل}}| = |\Delta U_{M_۱} + \Delta U_{M_۲}| = |M_۱ g\Delta h + ۰| = |۴ \times ۱۰ \times ۱٫۲| = ۴۸J$$

این مقدار انرژی پتانسیل به انرژی جنبشی دو وزنه تبدیل می‌شود، پس:

$$|\Delta U_{\text{کل}}| = |\Delta K_{M_۱} + \Delta K_{M_۲}| = ۳۲ + K_{M_۱} = ۴۸ \rightarrow K_{M_۱} = ۱۶J$$

تندی حرکت دو وزنه برابر است، پس:

$$K_{M_۲} = ۳۲J \rightarrow \frac{۱}{۲}M_۲v^۲ = ۳۲ \rightarrow \frac{۱}{۲} \times ۴ \times v^۲ = ۳۲ \rightarrow v = ۴\frac{m}{s}$$

پس:

$$K_{M_۱} = ۱۶J \rightarrow \frac{۱}{۲}M_۲v^۲ = ۱۶ \rightarrow \frac{۱}{۲} \times M_۱ \times ۴^۲ = ۱۶ \rightarrow M_۲ = ۲kg$$

۱۴ - گزینه ۲ طبق قانون پایستگی انرژی داریم:

$$E_A = E_B \Rightarrow U_A + K_A = U_B + K_B \rightarrow \frac{۱}{۲}mv_A^۲ + mgh_A = \frac{۱}{۲}mv_B^۲ + mgh_B \xrightarrow[m]{\text{طرفین تقسیم بر}} \frac{۱}{۲}v_A^۲ + gh_A = gh_B + \frac{۱}{۲}v_B^۲$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲} \times ۱۵^۲ + ۱۰ \times ۴۵ = \frac{۱}{۲} \times ۲۵^۲ + ۱۰ \times h_B \Rightarrow h_B = ۲۵m$$

حال کار نیروی وزن را به دست می‌آوریم:

$$W_{mg_{A,B}} = -(\Delta U_{mg_{A,B}}) = -mg\Delta h = -۱ \times ۱۰(۲۵ - ۴۵) = -۲۰۰J$$

۱۵ - گزینه ۲ در مسیر رفت کار کل برابر است با:

$$W_T = \Delta K \Rightarrow W_{mg} + W_T = \Delta K \Rightarrow W_{mg} + W_T = \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ - \frac{۱}{۲}mv_۰^۲ \xrightarrow[W_{mg}=-mgh]{v_۱=۰} -mgh + W_F = -\frac{۱}{۲}mv_۰^۲ \Rightarrow W_f = mgh - \frac{۱}{۲}mv_۰^۲ \quad (I)$$

حال مسیر رفت و برگشت را در نظر می‌گیریم. فقط نیروی اصطکاک بر روی جسم کار انجام می‌دهد و تندی جسم از $v_۰ = ۱۰\frac{m}{s}$ به $v_۲ = ۲\frac{m}{s}$ کاهش می‌یابد. با توجه به اینکه کار نیروی اصطکاک در مسیر رفت و برگشت، دو برابر کار نیروی اصطکاک در مسیر رفت است، پس:

$$W_T = \Delta K \Rightarrow ۲W_f = \frac{۱}{۲}m(v_۲^۲ - v_۰^۲) \Rightarrow W_f = \frac{۱}{۴}m(v_۲^۲ - v_۰^۲) \quad (II)$$

طبق رابطه (I) و (II) داریم:

$$mgh - \frac{۱}{۲}mv_۰^۲ = \frac{۱}{۴}m(v_۲^۲ - v_۰^۲) \Rightarrow ۴gh = v_۲^۲ - v_۰^۲ \Rightarrow ۴ \times ۱۰ \times h = ۲^۲ + ۱۰^۲ \Rightarrow h = ۲٫۶m$$

۱۶ - گزینه ۱ قانون پایستگی انرژی را می‌نویسیم تا h_B و h_C به دست آید.

$$E_A = E_B \rightarrow U_A + K_A = U_B + K_B$$

$$\xrightarrow{K_A=0} U_A = U_B + K_B \;\not{m}\, gh_A = \not{m}\, gh_B + \frac{1}{2}v_B^2 \rightarrow 10 \times 5 = 10 \times h_B + \frac{1}{2} \times (6)^2 \rightarrow 32 = 10h_B \rightarrow h_B = 3{,}2m$$

$$E_A = E_C \rightarrow U_A + K_A = U_C + K_C \xrightarrow{K_A=0} U_A = U_C + K_C \;\not{m}\, gh_A = \not{m}\, gh_C + \frac{1}{2}v_C^2 \rightarrow 10 \times 5 = 10 \times h_C + \frac{1}{2} \times (2\sqrt{15})^2 \rightarrow h_C = 2m$$

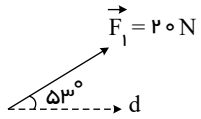
حال کار نیروی وزن را به دست می‌آوریم:

$$W_{mg_{AB}} = -\Delta U_{AB} = -mg(h_B - h_A) = -12 \times 10 \times (3{,}2 - 5) = 216$$
$$W_{mg_{AC}} = -\Delta U_{AC} = -mg(h_C - h_A) = -12 \times 10 \times (2 - 5) = 360$$

$$\frac{W_{mg_{AB}}}{W_{mg_{AC}}} = \frac{216}{360} = 0{,}6$$

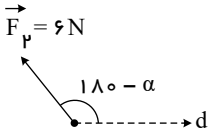
۱۷ - گزینه ۴ کار نیروی F_1 را به دست می‌آوریم:

$$W_1 = F_1 d\cos\alpha = 20 \times d \times 0{,}6 = 12d$$



حال کار نیروی F_2 را به دست می‌آوریم:

$$W_2 = F_2 d\cos 180 - \alpha \rightarrow W_2 = -6d\cos\alpha$$



می‌دانیم نسبت کار نیروی F_2 به کار نیروی F_1 برابر $-\frac{1}{4}$ است پس:

$$\frac{W_2}{W_1} = -\frac{1}{4} \Rightarrow \frac{-6d\cos\alpha}{12d} = -\frac{1}{4} \Rightarrow -\frac{1}{2}\cos\alpha = -\frac{1}{4} \Rightarrow \cos\alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$

۱۸ - گزینه ۳ الف) کار کمیتی است نرده‌ای و یکای آن در SI ژول است. (نادرست)

ب) وقتی جسم روی یک سطح افقی جابه‌جا می‌شود کار نیروی عمودی سطح برابر صفر است اما همواره این‌طور نیست. مثلاً اگر جسم در داخل یک آسانسور متحرک باشد، نیروی عمودی سطح کار انجام می‌دهد. (نادرست)

پ) کار نیروی اصطکاک معمولاً منفی است. اما این قاعده کلی نیست. مثلاً در اتومبیلی که از حال سکون شروع به حرکت می‌کند، اصطکاک بین چرخ و جاده، نیروی محرکه روبه جلو تولید می‌کند و کار آن مثبت است. (نادرست)

ت) با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی کار برآیند نیروهای وارد بر جسم در یک جابه‌جایی معین برابر تغییرات انرژی جنبشی آن است. (درست)

پس گزینه ۳ پاسخ تست است.

۱۹ - گزینه ۱ با توجه به قضیهٔ کار و انرژی جنبشی با ثابت ماندن تندی جسم، انرژی جنبشی نیز ثابت مانده، سپس تغییر انرژی جنبشی همینطور کار نیروی خالص وارد بر آن صفر است.

گزینهٔ ب صحیح نیست چون ممکن است در اثر یک نیروی ناپایدار مانند اصطکاک و ... جسم با تندی ثابت حرکت کند (یا روی سطح شیبدار حرکت کند و ...) که در این صورت انرژی مکانیکی آن ثابت نمی‌ماند.

گزینهٔ پ صحیح نیست چون ممکن است جسم روی مسیر خمیده حرکت کند که در اینصورت حرکت به دلیل تغییر جهت سرعت و در نتیجه به دلیل تغییر سرعت، یک حرکت شتابدار است.

۲۰ - گزینه ۳

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \times 2{,}1 \times 10^4 \times (8000)^2 \rightarrow K = 32 \times 2{,}1 \times 10^{10} J$$

حال با یک تناسب ساده داریم:

$$\frac{1TonTNT \;\big|\; 4{,}2 \times 10^9 J}{x = ? \;\big|\; 32 \times 2{,}1 \times 10^{10} J} \rightarrow x = \frac{3{,}2 \times 2{,}1 \times 10^{18}}{4{,}2 \times 10^9} \rightarrow x = 160$$

پاسخنامه کلیدی

۱ - ۲	۴ - ۱	۷ - ۴	۱۰ - ۳	۱۳ - ۳	۱۶ - ۱	۱۹ - ۱
۲ - ۳	۵ - ۲	۸ - ۱	۱۱ - ۴	۱۴ - ۲	۱۷ - ۴	۲۰ - ۳
۳ - ۴	۶ - ۳	۹ - ۴	۱۲ - ۲	۱۵ - ۲	۱۸ - ۳	