۱ متحرکی با تندی v در حرکت است. اگر تندی متحرک به اندازهٔ $۳m/s$ کاهش یابد، انرژی جنبشی متحرک $\frac{۷}{۱۶}$ مقدار اولیه‌اش تغییر می‌کند، v چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۸ ۲) ۱۲ ۳) ۱۶ ۴) ۳۰۰

پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴ چون تندی جسم کاهش یافته است، لذا انرژی جنبشی آن نیز کاهش می‌یابد.

$$\Delta K = -\frac{۷}{۱۶}K_۱ \Rightarrow K_۲ - K_۱ = -\frac{۷}{۱۶}K_۱ \Rightarrow K_۲ = K_۱ - \frac{۷}{۱۶}K_۱$$

$$\Rightarrow K_۲ = \frac{۹}{۱۶}K_۱ \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ = \frac{۹}{۱۶} \times (\frac{۱}{۲}mv_۱^۲) \Rightarrow v_۲^۲ = \frac{۹}{۱۶}v_۱^۲ \Rightarrow v_۲ = \frac{۳}{۴}v_۱$$

$$\xrightarrow{v_۲ = v_۱ - ۳(m/s)} v_۱ - ۳ = \frac{۳}{۴}v_۱ \Rightarrow ۴v_۱ - ۱۲ = ۳v_۱ \Rightarrow v_۱ = ۱۲m/s$$

۲ انرژی جنبشی خودرویی به جرم یک تن که با تندی $۷۲\frac{km}{h}$ در حال حرکت است، چند کیلوژول است؟

۱) ۲۵۹۲ ۲) ۲۰۰ ۳) ۱۲۹۶ ۴) ۱۰۰

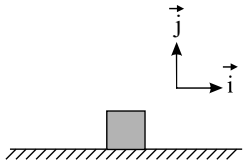
پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴ ابتدا تندی جسم را برحسب متر بر ثانیه به‌دست می‌آوریم:

$$v = ۷۲\frac{\cancel{km}}{\cancel{h}} \times \frac{۱۰۰۰m}{۱\cancel{km}} \times \frac{۱\cancel{h}}{۳۶۰۰s} = \frac{۷۲ \times ۱۰۰۰}{۳۶۰۰}\frac{m}{s} = ۲۰\frac{m}{s}$$

حال طبق رابطهٔ انرژی جنبشی داریم:

$$K = \frac{۱}{۲}mv^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۱۰۰۰ \times (۲۰)^۲ = ۲۰۰ \times ۱۰^۳J = ۲۰۰kJ$$

۳ مطابق شکل زیر، نیروی ثابت $\vec{F}=(۲b)\vec{i}+(۳b-۲)\vec{j}$ در SI به جسم ساکنی به جرم $۵kg$ که روی یک سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارد، وارد می‌شود و جسم در راستای افق با شتاب ثابت $۲/۴\frac{m}{s^۲}$ شروع به حرکت می‌کند. کار نیروی $\vec{F}$ پس از ۲۰ متر جابه‌جایی افقی جسم، چند ژول است؟



۱) ۷۲۰
۲) ۴۰۰
۳) ۳۶۰
۴) ۲۴۰

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ در جابه‌جایی افقی جسم، فقط مؤلفهٔ افقی نیرو کار انجام می‌دهد. بنابراین:

$$F_x=ma_x \Rightarrow ۲b=۵\times ۲/۴ \Rightarrow b=۶ \Rightarrow F_x=۲b=۲\times ۶ \Rightarrow F_x=۱۲N$$

$$W=F_x d=۱۲\times ۲۰ \Rightarrow W=۲۴۰J$$

۴ جسمی به جرم $۸kg$ با تندی ثابت $۱۰\frac{m}{s}$ بر روی مسیری مستقیم، افقی و بدون اصطکاک حرکت می‌کند. چه نیرویی برحسب نیوتون باید در راستای حرکت به جسم وارد شود تا پس از طی مسافت ۸ متر، انرژی جنبشی آن ۱۲۰۰ ژول افزایش یابد؟

۱) ۱۰۰
۲) ۲۰۰
۳) ۱۵۰
۴) ۳۰۰

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ بنابر قضیه‌ی کار – انرژی جنبشی و باتوجه به اینکه فقط نیروی مجهول F در راستای جابه‌جایی به جسم وارد می‌شود (سطح بدون اصطکاک است) داریم:

$$W_t=\Delta K \Rightarrow W_F=\Delta K \Rightarrow (F\,cos\theta)\,d=۱۲۰۰J \Rightarrow F\,cos\theta\times(۸m)=۱۲۰۰J$$

$$\Rightarrow F\,cos\theta=\frac{۱۲۰۰}{۸}=۱۵۰N$$

چون نیرو هم‌راستا با جابه‌جایی جسم است، پس θ می‌تواند ۰° یا ۱۸۰° باشد و باتوجه به این که انرژی جنبشی افزایش یافته است می‌توان نتیجه گرفت نیرو هم جهت با جابه‌جایی است و $\theta=۰^\circ$ قابل قبول است، پس:

$$F\,cos۰^\circ=۱۵۰N \Rightarrow F=۱۵۰N$$

۵ جسمی به جرم ۴۰۰ گرم که با تندی $۲۰\frac{m}{s}$ روی سطحی بدون اصطکاک در حرکت است، تحت‌تأثیر نیروی $\vec{F}$، تندی آن به $۳۰\frac{m}{s}$ می‌رسد. کار نیروی $\vec{F}$ وارد بر جسم چند ژول است؟

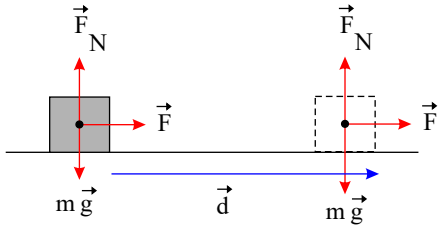
۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۴۰۰

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ طبق قضیه کار – انرژی جنبشی، کار نیروی $\vec{F}$ برابر است با:

$$W_t = K_۲ - K_۱ \Rightarrow W_F = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ - \frac{۱}{۲}mv_۱^۲$$

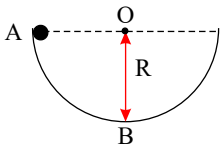
$$\Rightarrow W_F = \frac{۱}{۲} \times ۰/۴ \times ۳۰^۲ - \frac{۱}{۲} \times ۰/۴ \times ۲۰^۲$$

$$\Rightarrow W_F = ۰/۲ \times ۹۰۰ - ۰/۲ \times ۴۰۰ = ۱۸۰ - ۸۰ = ۱۰۰J$$



*نکته: نیروهای وزن و عمودی سطح بر راستای جابه‌جایی عمود هستند، بنابراین کار انجام شده توسط این دو نیرو برابر صفر است.

۶ گلوله‌ای مطابق شکل، از نقطه‌ی A و از حال سکون، درون نیمکره‌ای به شعاع R رها شده و بعد از چند رفت و برگشت در نقطه‌ی B متوقف می‌شود. کار نیروی وزن در کل این حرکت چند برابر کار نیروی اصطکاک است؟

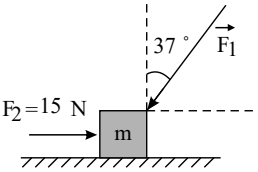


۱) mgR ۲) $-mgR$ ۳) -۱ ۴) ۱

پاسخ: ۴ **۳** ۲ ۱ با استفاده از قضیه‌ی کار – انرژی جنبشی بین دو نقطه‌ی A و B و باتوجه به این‌که تنها نیروهای مؤثر بر گلوله، نیروی وزن آن و اصطکاک هستند، داریم:

$$W_T = \Delta K \Rightarrow W_g + W_f = K_B - K_A \xrightarrow[K_A=۰]{K_B=۰} W_g + W_f = ۰ \Rightarrow W_g = -W_f \Rightarrow \frac{W_g}{W_f} = -۱$$

۷ در شکل زیر جسمی به جرم m روی سطح افقی بدون اصطکاک تحت تأثیر دو نیروی $\vec{F}_۱$ و $\vec{F}_۲$ از حال سکون شروع به حرکت می‌کند. اگر کار برایند نیروهای وارد بر جسم پس از ۲۰ متر جابه‌جایی روی سطح افقی برابر با ۳۶۰ ژول باشد، اندازهٔ $\vec{F}_۱$ چند نیوتون است؟ $(\cos ۳۷^\circ = ۰/۸)$



۱) ۵۵ ۲) ۵ ۳) $\frac{۱۶۵}{۴}$ ۴) $\frac{۱۵}{۴}$

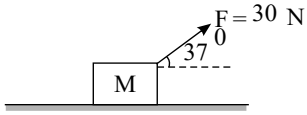
پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** توجه: چون $۳۶۰J > F_۲ \times d$ هست، پس حتماً جسم به سمت چپ حرکت کرده است.

$$W_t = W_{F_۱} + W_{F_۲} \Rightarrow ۳۶۰ = F_۱ \times d \times \cos ۱۸۰^\circ$$

$$\xrightarrow{F_۲=۱۵N \ , \ \cos ۵۳^\circ = ۰/۶ \ , \ d=۲۰m} ۳۶۰ = F_۱ \times ۲۰ \times ۰/۶ - ۳۰۰ \Rightarrow ۶۶۰ = ۱۲F_۱ \Rightarrow F_۱ = \frac{۶۶۰}{۱۲} = ۵۵N$$

۸ مطابق شکل زیر، جسمی تحت تأثیر نیروی ثابت $\vec{F}$، به اندازهٔ ۵ متر در راستای افقی جابه‌جا می‌شود. کار این نیرو در این جابه‌جایی چند ژول است؟

$(\cos ۳۷^\circ = ۰/۸)$

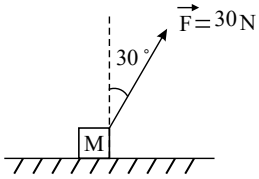


۱) ۱۵۰ ۲) ۱۲۰ ۳) ۹۰ ۴) ۶۰

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ کار نیروی ثابت از رابطهٔ $W = Fdcos\theta$ به‌دست می‌آید، داریم:

$$W = Fd\cos\theta \xrightarrow[d=۵m]{F=۳۰N,\theta=۳۷^\circ} W = ۳۰ \times ۵ \times \cos ۳۷^\circ \Rightarrow W = ۳۰ \times ۵ \times ۰/۸ = ۱۲۰J$$

۹ مطابق شکل زیر، تحت تأثیر نیروی ثابت $\overrightarrow{F}$، به اندازهٔ ۵ متر در راستای افقی جابه‌جا می‌شود. کار این نیرو در این جابه‌جایی چند ژول است؟

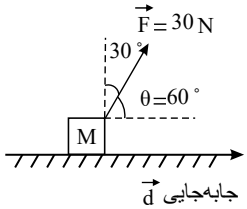


۱) $۷۵\sqrt{۳}$ ۲) ۷۵
۳) ۱۵۰ ۴) $۱۵۰\sqrt{۳}$

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ با استفاده از تعریف کار یک نیرو طی یک جابه‌جایی معین، داریم:

$$W = Fd\cos\theta \xrightarrow[d=۵m \ , \ \theta=۶۰^\circ]{F=۳۰N} W = ۳۰ \times ۵ \times \cos(۶۰^\circ)$$

$$\Rightarrow W = ۱۵۰ \times \frac{۱}{۲} = ۷۵J$$



۱۰ اتومبیلی به جرم $۱۰۰۰kg$ با تندی ثابت $۵۰\frac{m}{s}$ در مسیری مستقیم در حال حرکت است. اگر در اثر ترمز تندی آن به $۱۰\frac{m}{s}$ برسد، اندازه کار نیروی ترمز چند کیلوژول است؟

۱) ۱۲۰۰ ۲) ۱۲۵۰ ۳) ۲۴۰۰ ۴) ۲۵۰۰

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** بنابر قضیه‌ی کار – انرژی جنبشی داریم:

$$W_f = K_2 - K_1 \Rightarrow W_f = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2} \times 1000 \times 10^2 - \frac{1}{2} \times 1000 \times 50^2$$

$$\Rightarrow W_f = 50000 - 1250000 = -1200000J = -1200kJ \Rightarrow |W_f| = 1200kJ$$

۱۱) گلوله‌ی تفنگی به جرم ۱۰ گرم با تندی $20\frac{m}{s}$ به طور مورب و با زاویه‌ی 30° نسبت به سطح افق به تنه‌ی درختی به قطر $10cm$ شلیک می‌شود. اگر گلوله از طرف دیگر درخت و با تندی $10\frac{m}{s}$ خارج شود. اندازه‌ی برایند نیروهای وارد بر گلوله از طرف درخت چند نیوتون است؟ (از نیروی وزن وارد بر گلوله صرف نظر کنید.)

۱) ۱٫۵ ۲) $22{,}5\sqrt{3}$ ۳) ۷٫۵ ۴) $7{,}5\sqrt{3}$

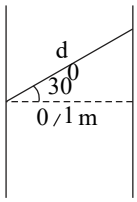
پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ با استفاده از قضیه‌ی کار – انرژی جنبشی داریم:

$$W_t = K_2 - K_1$$

$$\Rightarrow W_t = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) = \frac{1}{2} \times 10 \times 10^{-3} \times (10^2 - 20^2) = -1{,}5J$$

مسافت طی شده در تنه‌ی درخت مطابق شکل زیر برابر است با:

$$\cos 30^\circ = \frac{0{,}1m}{d} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{0{,}1}{d} \Rightarrow d = \frac{0{,}2\sqrt{3}}{3}m$$



بنابراین برآیند نیروهای وارد بر گلوله از طرف درخت برابر است با:

$$W_t = (F_t \cos 180^\circ)d \Rightarrow -1{,}5 = (F_t \cos 180^\circ) \times \frac{0{,}2\sqrt{3}}{3}$$

$$\Rightarrow -1{,}5 = F_t \times (-1) \times \frac{0{,}2\sqrt{3}}{3} \Rightarrow F_t = \frac{15}{2}\sqrt{3} = 7{,}5\sqrt{3}N$$

نکته: برایند نیروهای وارد بر گلوله از طرف درخت خلاف جهت حرکت گلوله در درخت است، پس $\alpha = 180^\circ$ در نظر گرفته می‌شود.

۱۲) نیرویی به بزرگی $10N$ به جسمی به جرم m وارد می‌شود. کار این نیرو برحسب ژول در جابه‌جایی افقی جسم به اندازهٔ ۳ متر، کدام یک از گزینه‌های زیر می‌تواند باشد؟

۱) ۱۵ ۲) ۳۲ ۳) ۳۶ ۴) بستگی به مقدار m دارد.

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱**

$W_F = Fd\cos\theta = ۱۰ \times ۳ \times \cos\theta = ۳۰\cos\theta$

باتوجه به زاویهٔ نیرو و جابه‌جایی (θ) که می‌تواند بین صفر تا ۱۸۰ درجه تغییر کند، مقدار $\cos\theta$ بین $+۱$ تا -۱ می‌تواند تغییر کند و در نتیجه کار نیروی F می‌تواند بین $+۳۰\ J$ تا $-۳۰J$ باشد و در هر صورت کار نیروی F نمی‌تواند بیش‌تر از $+۳۰J$ و کم‌تر از $-۳۰J$ باشد.

پس پاسخ گزینهٔ ۱ است.

توجه: جرم یک جسم در مقدار کار انجام شده روی آن توسط یک نیروی ثابت و مشخص اثر ندارد.

۱۳ جسمی تحت اثر نیروی $\vec{F} = ۶\vec{i} + ۸\vec{j}$ (در SI) در حال حرکت است و به اندازهٔ $۵m$ در جهت محور xها جابه‌جا می‌شود. کار نیروی $\vec{F}$ در این جابه‌جایی چند ژول است؟

۱) صفر ۲) ۳۰ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ نیروی $\vec{F}$ شامل دو نیروی افقی و قائم می‌باشد و از آنجا که کار مولفهٔ نیروی عمود بر جابه‌جایی افقی جسم صفر است، بنابراین تنها نیروی افقی وارد بر جسم، کار انجام می‌دهد.

$$\left.\begin{array}{l} W_{F_x} = F_x d\cos ۰ = ۶ \times ۵ = ۳۰J \\ W_{F_y} = F_y d\cos ۹۰^\circ = ۰ \end{array}\right\} \Rightarrow W_F = W_{F_x} + W_{F_y} = ۳۰J$$

۱۴ گلوله‌ای به جرم $۵۰۰g$ با تندی اولیهٔ $۲۰\frac{m}{s}$ تحت زاویهٔ $\alpha = ۶۰^\circ$ نسبت به افق به طرف بالا پرتاب می‌شود. اگر در بالاترین نقطهٔ مسیر، تندی گلوله $۱۰\frac{m}{s}$ باشد، کار برایند نیروها از لحظهٔ پرتاب تا بالاترین نقطهٔ مسیر چند ژول است؟

۱) ۷۵ ۲) -۷۵ ۳) ۱۵۰ ۴) -۱۵۰

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ طبق قضیهٔ کار - انرژی جنبشی، کار برایند از رابطهٔ $W_t = \Delta K$ به‌دست می‌آید. داریم:

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_t = \frac{۱}{۲}m(v_۲^۲ - v_۱^۲) = \frac{۱}{۲} \times (۰/۵) \times (۱۰^۲ - ۲۰^۲) = -۷۵J$$

۱۵ اگر از جرم جسمی ۵۰ درصد کم کرده و به تندی آن ۲۰ درصد اضافه کنیم، انرژی جنبشی آن چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ۲۸ درصد افزایش می‌یابد. ۲) ۲۸ درصد کاهش می‌یابد. ۳) ۴۰ درصد افزایش می‌یابد. ۴) ۴۰ درصد کاهش می‌یابد.

پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴

$m_۲ = m_۱ - ۰/۵m_۱ = ۰/۵\, m_۱$

$v_۲ = v_۱ + ۰/۲v_۱ = ۱/۲v_۱$

$K = \frac{۱}{۲}mv^۲ \Rightarrow \frac{K_۲}{K_۱} = (\frac{m_۲}{m_۱}) \times (\frac{v_۲}{v_۱})^۲ = (\frac{۰/۵m_۱}{m_۱}) \times (\frac{۱/۲v_۱}{v_۱})^۲ = ۰/۷۲ \Rightarrow K_۲ = ۰/۷۲K_۱$

درصد تغییرات انرژی جنبشی $= \frac{K_۲ - K_۱}{K_۱} \times ۱۰۰ = \frac{۰/۷۲K_۱ - K_۱}{K_۱} \times ۱۰۰ = -۲۸\%$

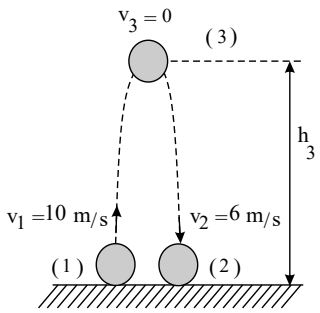
پس انرژی جنبشی ۲۸ درصد کاهش می‌یابد.

۱۶ جسمی به جرم ۲ کیلوگرم را با تندی ۱۰ متر بر ثانیه در راستای قائم از سطح زمین به‌طرف بالا پرتاب می‌کنیم. اگر جسم با تندی ۶ متر بر ثانیه به نقطهٔ پرتاب بازگردد، حداکثر ارتفاع جسم از سطح زمین چند متر بوده است؟ ($g = ۱۰ \frac{N}{kg}$ و کار نیروی مقاومت هوا در هنگام صعود و سقوط جسم برابر بوده است.)

۱) ۱/۶ ۲) ۱/۸ ۳) ۳/۴ ۴) ۵

پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴

با در نظرگرفتن سطح زمین به عنوان مرجع انرژی پتانسیل گرانشی و استفاده از قانون پایستگی انرژی داریم:



$W_{\text{مقاوم(صعود)}} = W_{\text{مقاوم(سقوط)}} = \frac{۱}{۲}W_{\text{مقاوم}} \Rightarrow W_{\text{مقاوم}} = E_۲ - E_۱ = (K_۲ + U_۲) - (K_۱ + U_۱)$

$= (\frac{۱}{۲}mv_۲^۲ + mgh_۲) - (\frac{۱}{۲}mv_۱^۲ + mgh_۱) \xrightarrow{h_۱=۰ \ , \ h_۲=۰} W_{\text{مقاوم}} = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ - \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ = \frac{۱}{۲}m(v_۲^۲ - v_۱^۲)$

$= \frac{۱}{۲} \times ۲ \times (۶^۲ - ۱۰^۲) = -۶۴J \Rightarrow W_{\text{مقاوم(صعود)}} = W_{\text{مقاوم(صعود)}} = -۳۲J$

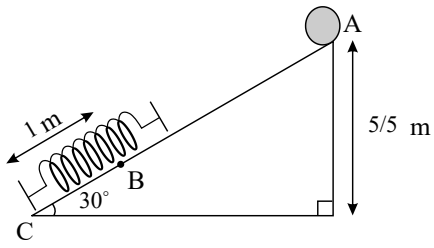
اگر حرکت جسم را فقط در هنگام صعود در نظر بگیریم:

$$W_{\text{مقاوم(صعود)}} = E_۳ - E_۱ = (K_۳ + U_۳) - (K_۱ + U_۱)$$

$$(\frac{۱}{۲}mv_۳^۲ + mgh_۳) - (\frac{۱}{۲}mv_۱^۲ + mgh_۱) \xrightarrow{v_۳=۰\ ,\ h_۱=۰} W_{\text{مقاوم(صعود)}} = mgh_۳ - \frac{۱}{۲}mv_۱^۲$$

$$\Rightarrow -۳۲ = ۲ \times ۱۰ \times h_۳ - \frac{۱}{۲} \times ۲ \times ۱۰^۲ \Rightarrow -۳۲ = ۲۰h_۳ - ۱۰۰ \Rightarrow h_۳ = ۳/۴m$$

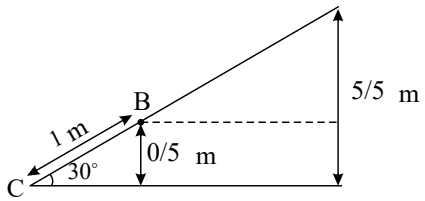
۱۷ جسمی به جرم $۲kg$ را مطابق شکل زیر، از نقطهٔ A بالای سطح شیب‌داری رها می‌کنیم. اگر در حرکت جسم از نقطهٔ A تا نقطهٔ B کار نیروی اصطکاک روی جسم برابر با $-۱۶J$ و انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در سامانهٔ جسم-فنر در نقطهٔ B برابر با $۲۰J$ باشد، تندی جسم در نقطهٔ B چند متر بر ثانیه است؟ (جرم فنر ناچیز و $g = ۱۰N/kg$ است.)



۱) صفر
۲) ۴
۳) ۸
۴) ۱۲

پاسخ: ۱ ۲ **۳** ۴

$$W_{\text{فنر}} = -\Delta U_{\text{کشسانی}} = -۲۰J$$

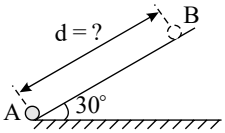


طبق قضیهٔ کار - انرژی جنبشی داریم:

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

$$\Rightarrow mgh + W_{f_k} + W_{\text{فنر}} = \frac{۱}{۲}mv_B^۲ \Rightarrow ۲ \times ۱۰ \times ۵ - ۱۶ - ۲۰ = \frac{۱}{۲} \times ۲ \times v_B^۲ \Rightarrow v_B = ۸m/s$$

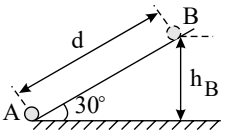
۱۸ مطابق شکل، جسمی از نقطهٔ A در پایین سطح شیب‌دار با تندی $۳m/s$ در امتداد سطح شیب‌دار پرتاب شده و حداکثر تا نقطهٔ B روی سطح بالا رفته و پس از آن با تندی $\sqrt{۳}m/s$ به نقطهٔ A باز می‌گردد. فاصلهٔ بین نقاط A و B روی سطح شیب‌دار (d) چند متر است؟ ($g = ۱۰N/kg$ و کار نیروی مقاومت در هنگام بالا رفتن گلوله و پایین آمدن آن روی سطح شیب‌دار باهم برابر است.)



۱) ۰٫۳ ۲) ۰٫۶ ۳) ۱٫۲ ۴) ۱٫۸

پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴

در هنگام بالا رفتن و یا پایین آمدن گلوله، نیروی وزن و نیروهای مقاوم (اصطکاک و مقاومت هوا) بر روی گلوله کار انجام می‌دهند. با در نظر گرفتن سطح زمین به‌عنوان مرجع انرژی پتانسیل گرانشی، اگر از قضیهٔ کار – انرژی جنبشی هنگام بالا رفتن لوله و پایین آمدن آن روی سطح شیبدار استفاده کنیم، داریم:



بالا رفتن: $W_{\text{وزن}} + W_{\text{مقاوم ۱}} = K_B - K_{۱A} \Rightarrow -\Delta U + W_{\text{مقاوم ۱}} = \frac{۱}{۲}mv_B^۲ - \frac{۱}{۲}mv_{۱A}^۲$

$\xrightarrow{v_B=۰} -mgh_B + W_{\text{مقاوم ۱}} = -\frac{۱}{۲}mv_{۱A}^۲ = -\frac{۱}{۲}m \times ۳^۲ = -\frac{۹}{۲}m \quad (۱)$

پایین آمدن: $W_{\text{وزن}} + W_{\text{مقاوم ۲}} = K_{۲A} - K_B \Rightarrow -\Delta U + W_{\text{مقاوم ۲}} = \frac{۱}{۲}mv_{۲A}^۲ - \frac{۱}{۲}mv_B^۲$

$\xrightarrow{v_B=۰} -mg(۰ - h_B) + W_{\text{مقاوم ۲}} = \frac{۱}{۲}mv_{۲A}^۲ = \frac{۱}{۲}m \times (\sqrt{۳})^۲ = \frac{۳}{۲}m \quad (۲)$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} \begin{cases} -mgh_B + W_{\text{مقاوم ۱}} = -\frac{۹}{۲}m \\ mgh_B + W_{\text{مقاوم ۲}} = \frac{۳}{۲}m \\ W_{\text{مقاوم ۱}} = W_{\text{مقاوم ۲}} = W_{\text{مقاوم}} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} -mgh_B + W_{\text{مقاوم}} = -\frac{۹}{۲}m \\ mgh_B + W_{\text{مقاوم}} = \frac{۳}{۲}m \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} mgh_B = ۳m \\ W_{\text{مقاوم}} = -\frac{۳}{۲}m \end{cases}$$

بنابراین:

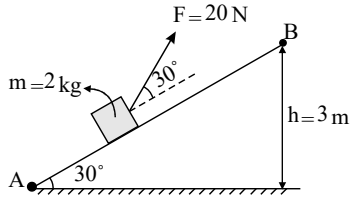
$mgh_B = ۳m \xrightarrow{\text{حذف } m \text{ از طرفین}} gh_B = ۳ \Rightarrow ۱۰h_B = ۳ \Rightarrow h_B = ۰٫۳m$

از طرفی:

کار انرژی

$$\sin ۳۰^\circ = \frac{h_B}{d} \Rightarrow \frac{۱}{۲} = \frac{۰/۳}{d} \Rightarrow d = ۰/۶m$$

۱۹ مطابق شکل زیر، جسمی به جرم $۲kg$ تحت تأثیر نیروی F به بزرگی $۲۰N$ با شتاب $۳m/s^۲$ و از حال سکون از نقطهٔ A شروع به حرکت می‌کند. کار برایند نیروهای وارد بر جسم در مدتی که جسم از نقطهٔ A تا نقطهٔ B جابه‌جا می شود، چند ژول است؟

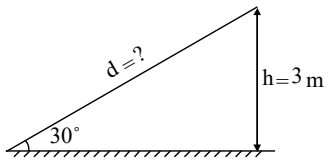


۱) ۳۶
۲) ۱۸
۳) ۶۰
۴) ۱۲۰

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** برایند نیروهای وارد بر جسم را از قانون دوم نیوتون محاسبه می‌کنیم:

$$F_{\text{برایند}} = ma = ۲ \times ۳ = ۶N$$

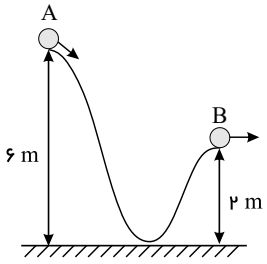
$$\sin ۳۰^\circ = \frac{h}{d} \Rightarrow \frac{۱}{۲} = \frac{۳}{d} \Rightarrow d = ۶m$$



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

$$W_t = F_t d \cos\theta = ۶ \times ۶ \cos ۰^\circ = ۳۶J$$

۲۰ مطابق شکل زیر، گلوله‌ای از نقطهٔ A با تندی $۶\,m/s$ عبور کرده و به‌سمت نقطهٔ B حرکت می‌کند و با تندی $۴\,m/s$ از نقطهٔ B می‌گذرد. اگر مبدأ پتانسیل گرانشی را نقطهٔ A درنظر بگیریم، نسبت کار کل نیروهای وارد بر جسم در مسیر حرکت از A تا B به انرژی پتانسیل گرانشی جسم در نقطهٔ B کدام است؟ ($g = ۱۰\,N/kg$)



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

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** چون مبدأ پتانسیل گرانشی نقطهٔ A درنظر گرفته شده و نقطهٔ B پایین‌تر از آن قرار دارد، بنابراین:

$$U_B = mgh_B = m \times ۱۰ \times (-۴) = -۴۰m(J)$$

از طرفی طبق قضیهٔ کار – انرژی جنبشی می‌توان نوشت:

کار انرژی

$$W_t = K_B - K_A = \frac{۱}{۲}m(v_B^۲ - v_A^۲) \Rightarrow W_t = \frac{۱}{۲}m(۱۶ - ۳۶) = -۱۰m(J)$$

$$\Rightarrow \frac{W_t}{U_B} = \frac{-۱۰m}{-۴۰m} = \frac{۱}{۴}$$