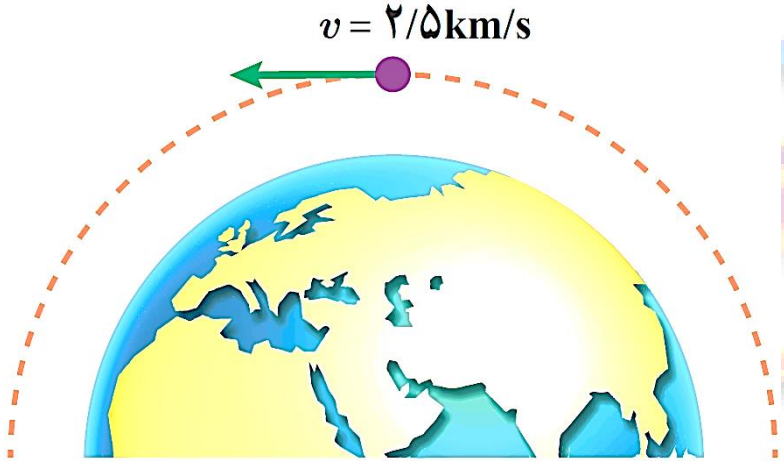
حل تمارین فصـــل سوم
فیزیک دهم

کار، انرژی و توان

تمرین ۳-۱

تمرین ۳-۱: ماهواره‌ای به جرم $۲۲۰\,kg$، با تندی ثابت $۲/۵\,km/s$ دور زمین می‌چرخد. انرژی جنبشی ماهواره را برحسب ژول و مگاژول حساب کنید.



جواب:

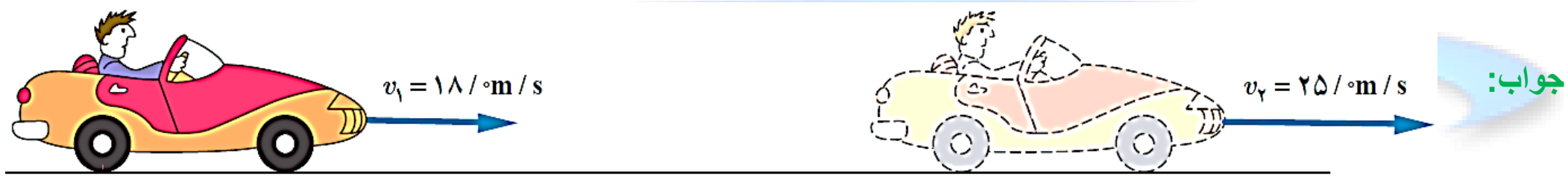
$$K = \frac{۱}{۲}mv^{۲} = \frac{۱}{۲} \times (۲۲۰\,kg) \times (۲/۵ \times ۱۰^{۳}\,\frac{m}{s})^{۲} = ۶/۸۷ \times ۱۰^{۸}\,J$$

$$K = ۶/۸۷ \times ۱۰^{۸}\,J \times \frac{۱\,MJ}{۱۰^{۶}\,J} = ۶/۸۷ \times ۱۰^{۲}\,MJ$$

www.hamyarphysic.ir hamyarphysic @hamyarphysic مدرس: مهندس محمد پوررضا

تمرین ۳-۲

تمرین ۳-۲: جرم خودرویی به همراه راننده‌اش $۸۴۰\,kg$ است. تندی خودرو در دو نقطه از مسیرش روی شکل زیر داده شده است. تغییرات انرژی جنبشی خودرو را بین این دو نقطه حساب کنید.



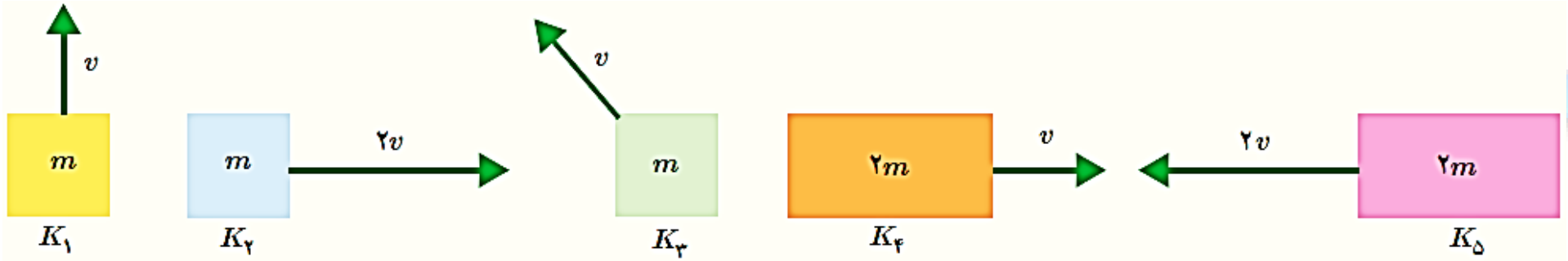
جواب:

$$\Delta K = K_۲ - K_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ - \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ = (\frac{۱}{۲}\times(۸/۴۰\times۱۰^۲ kg)\times(۲۵\frac{m}{s})^۲) - (\frac{۱}{۲}\times(۸/۴۰\times۱۰^۲ kg)\times(۱۸\frac{m}{s})^۲)$$

$$\Rightarrow \Delta K = ۱/۲۶\times۱۰^۵ J$$

پرسش ۳-۱

پرسش ۳-۱: انرژی جنبشی هر یک از اجسام زیر را با هم مقایسه کنید و مقدار آن را به ترتیب از کمترین تا بیشترین بنویسید.



جواب:

$$K_۱ = \frac{۱}{۲}mv^۲ \qquad K_۲ = \frac{۱}{۲}m\times(۲v)^۲ = ۲mv^۲$$

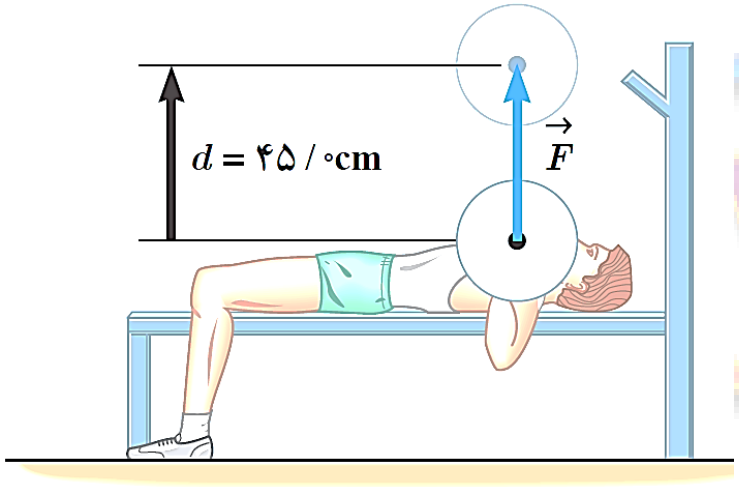
$$K_۵ = \frac{۱}{۲}\times(۲m)\times(۲v)^۲ = ۴mv^۲$$

$$K_۳ = \frac{۱}{۲}mv^۲ \qquad K_۴ = \frac{۱}{۲}(۲m)\times v^۲ = mv^۲$$

$$K_۵ > K_۲ > K_۴ > K_۱ = K_۳$$

تمرین ۳-۳

تمرین ۳-۳: ورزشکاری وزنه‌ای به جرم ۶۵ kg را بطور یکنواخت ۴۵ cm بالای سر خود می‌برد. کاری را که این ورزشکار روی وزنه انجام داده است محاسبه کنید.



جواب:

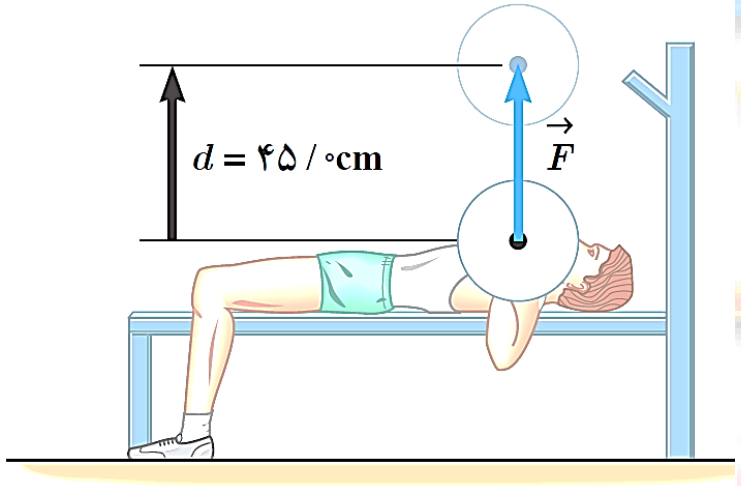
وزنه بطور یکنواخت یعنی با تندی ثابت بالا برده می‌شود. بنابراین شتاب حرکت صفر است:

$$F_t = ma = ۰ \Rightarrow F_g + F_s = ۰ \Rightarrow |F_s| = |-F_g| \Rightarrow F_s = (۶۵\,\text{kg}) \times (۱۰\,\frac{\text{m}}{\text{s}^۲}) = ۶۵۰\,\text{N}$$

$$W = F_s d = (۶۵۰\,\text{N}) \times (۰/۴۵\,\text{m}) = ۲۹۲\,\text{J}$$

تمرین ۳-۴

تمرین ۳-۴: تمرین ۲ـ۳ را دوباره ببینید. کار انجام شده توسط ورزشکار را روی وزنه برای حالتی حساب کنید که ورزشکار با وارد کردن همان نیروی $\vec{F}$ ، وزنه را به آرامی پایین می‌آورد. توضیح دهید که در این دو حالت، چه تفاوتی بین مقادیر به دست آمده برای کار انجام شده توسط ورزشکار وجود دارد.



جواب:

در این حالت زاویه بین بردار نیرو و بردار جابه‌جایی برابر ۱۸۰ درجه است:

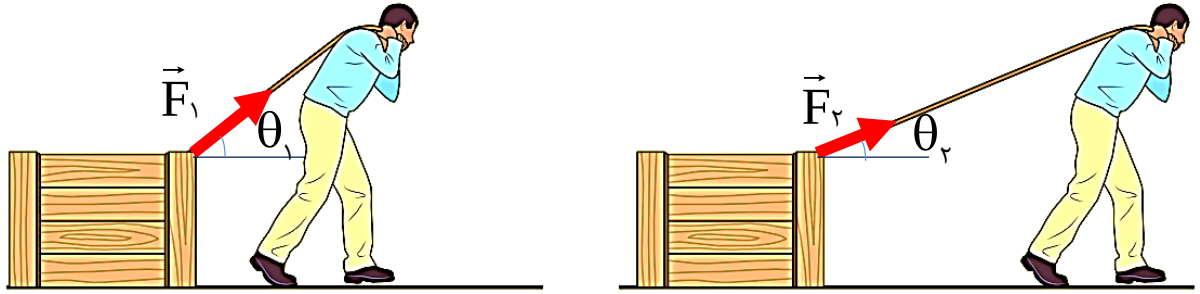
$$W = F\,d\cos\theta = (۶۵۰\,N)\times(۰/۴۵\,m)\times\cos(۱۸۰^{o}) = -۲۹۲J$$

حامی فیزیک
www.hamyarphysic.com

پرسش ۳-۲

پرسش ۳-۲: شخصی جسمی را یک بار با طنابی بلند و بار دیگر با طنابی کوتاه روی سطحی هموار می‌کشد. اگر جابه‌جایی و کاری که این شخص در هر دو بار روی جعبه انجام می‌دهد یکسان باشد، توضیح دهید در کدام حالت، شخص نیروی بزرگتری وارد کرده است. اصطکاک را در هر دو حالت، ناچیز فرض کنید.

جواب:



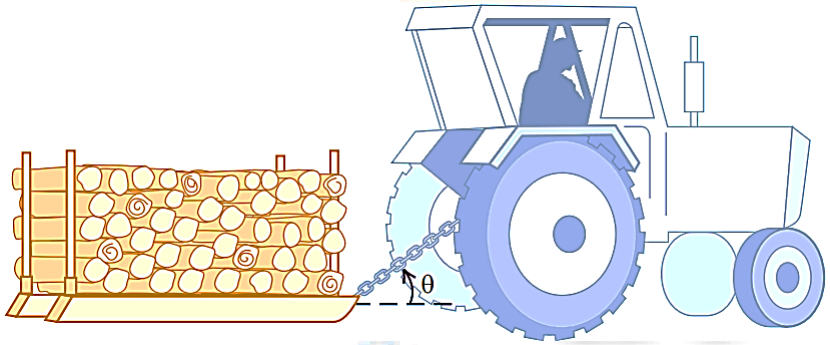
$$W_1 = W_2 \Rightarrow F_1 d\cos\theta_1 = F_2 d\cos\theta_2 \Rightarrow F_1\cos\theta_1 = F_2\cos\theta_2 \Rightarrow \frac{\cos\theta_1}{\cos\theta_2} = \frac{F_2}{F_1}$$

$$\theta_1 > \theta_2 \Rightarrow \cos\theta_1 < \cos\theta_2 \Rightarrow \frac{\cos\theta_1}{\cos\theta_2} < 1 \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} < 1 \Rightarrow F_2 < F_1$$

نکته: هرچه طول طناب مورد نظر برای انجام مقداری کار مشخص در یک جابه‌جایی مشخص کوچک‌تر باشد برای انجام آن مقدار کار مشخص به نیروی بزرگ‌تری نیاز داریم.

تمرین ۳-۵

تمرین ۳-۵: کشاورزی توسط تراکتور، سورتمه‌ای پر از هیزم را در راستای یک زمین هموار به اندازه $۲۰۰\ m$ جابه‌جا می‌کند. وزن کل سورتمه و بار آن $mg = ۱۵۰۰۰\ N$ است. تراکتور نیروی ثابت $F_۱ = ۵۵۰۰ N$ را در زاویه $\theta = ۴۵^o$ بالای افق به سورتمه وارد می‌کند. نیروی اصطکاک جنبشی $f_k = ۳۵۰۰ N$ است که برخلاف جهت حرکت به سورتمه وارد می‌شود. کار کل انجام شده روی سورتمه را محاسبه کنید.



جواب:

$$F_t = F_۱ \cos(۴۵^o) - f_k = ۵۵۰۰ \times \cos(۴۵^o) - ۳۵۰۰ = ۳۸۵۰ - ۳۵۰۰ = ۳۵۰\ N$$

$$W_t = F_t\, d \cos\theta = (۳۵۰\ N) \times (۲۰۰\ m) \times \cos(۰^\circ) = ۷۰۰۰\ J$$

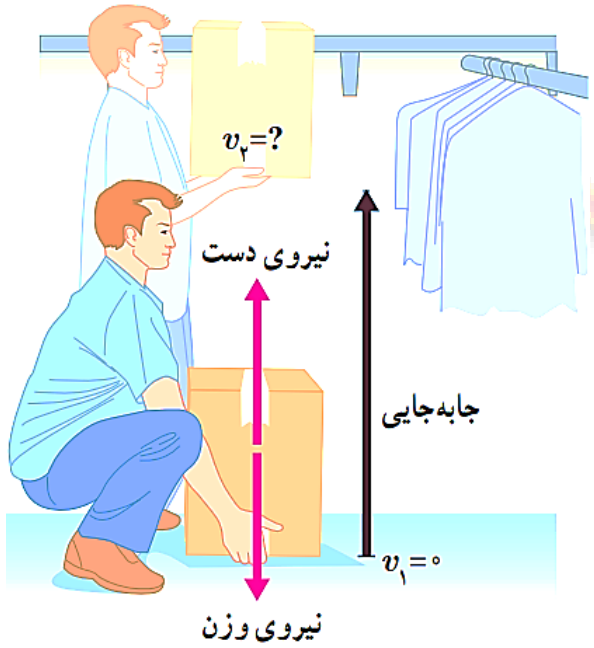
تمرین ۳-۶

تمرین ۳-۶: شکل روبه‌رو شخصی را نشان می‌دهد که با وارد کردن نیروی ثابت $۱۵۰\,N$، جعبه‌ای به جرم $۱۰\,kg$ از حال سکون در امتداد قائم جابه‌جا می‌کند.

الف) کار انجام شده توسط شخص و کار انجام‌شده توسط نیروی وزن را روی جعبه در ارتفاع $۱/۵۰\,m$ به‌طور جداگانه حساب کنید.

ب) کار کل انجام شده روی جعبه تا ارتفاع $۱/۵۰\,m$ چقدر است؟

پ) با استفاده از قضیه کار-انرژی جنبشی، تندی نهایی جعبه را در ارتفاع $۱/۵۰\,m$ حساب کنید.



جواب:

$$W_g = mgd\cos(۱۸۰^\circ) \Rightarrow W_g = (۱۰\,kg)\times(۱۰\frac{N}{kg})\times(۱/۵۰\,m)\times(-۱) = -۱۵۰\,J$$

$$W_F = Fd\cos(۰^\circ) \Rightarrow W_g = (۱۵۰\,N)\times(۱/۵۰\,m)\times(۱) = ۲۲۵\,J$$

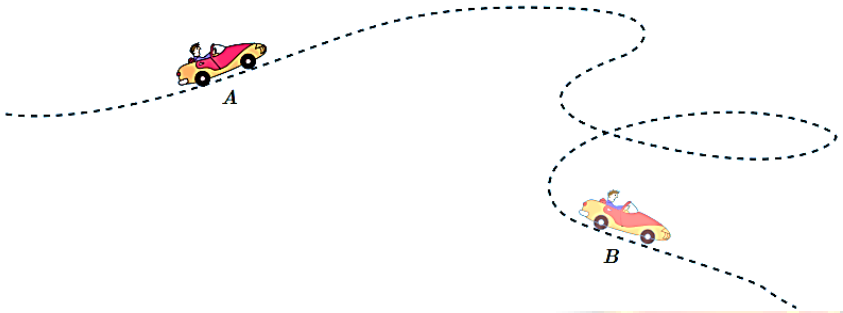
$$W_t = W_g + W_F = -۱۵۰\,J + ۲۲۵\,J = ۷۵\,J$$

$$W_t = K_۲ - K_۱ \Rightarrow ۷۵J = K_۲ - ۰ \Rightarrow K_۲ = ۷۵J$$

$$K_۲ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ \Rightarrow ۷۵J = \frac{۱}{۲}\times(۱۰\,kg)\times v_۲^۲ \Rightarrow v_۲^۲ \simeq ۱۵ \Rightarrow v_۲ \simeq ۳/۹\frac{m}{s}$$

تمرین ۳-۷

تمرین ۳-۷: جرم یک خودروی الکتریکی به همراه راننده‌اش $۸۴۰\,kg$ است. وقتی این خودرو از موقعیت **A** به موقعیت **B** می‌رود، کار کل انجام‌شده روی خودرو $۷۳۵۰۰\,J$ است. اگر تندی خودرو در موقعیت **A** برابر $۵۴٫۰\,km/h$ باشد، تندی آن در موقعیت **B** چند متر بر ثانیه است؟



جواب:

$$v_۱ = ۵۴٫۰\frac{km}{h}\times\frac{۱}{۳٫۶} = ۱۵\frac{m}{s}$$

$$K_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ = \frac{۱}{۲}\times(۸٫۴۰\times۱۰^۲\,kg)\times(۱۵٫۰\,m/s)^۲ = ۹۴۵۰۰\,J \quad = ۹٫۴۵\times۱۰^۴\,J$$

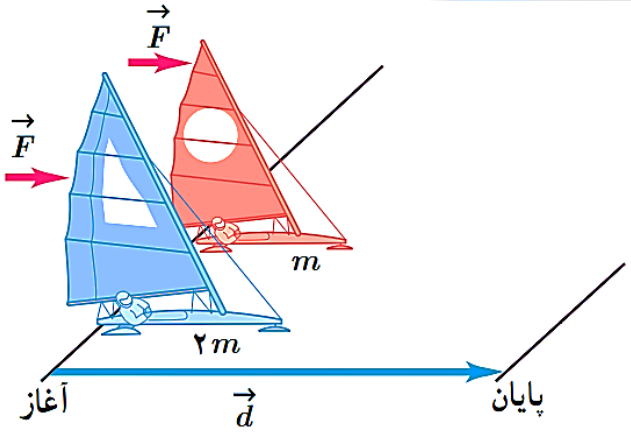
$$W_t = ۷٫۳۵\times۱۰^۴\,J$$

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_t = K_۲ - K_۱ \Rightarrow ۷٫۳۵\times۱۰^۴\,J = K_۲ - ۹٫۴۵\times۱۰^۴\,J \Rightarrow K_۲ = ۷٫۳۵\times۱۰^۴\,J + ۹٫۴۵\times۱۰^۴\,J = ۱۶٫۸\times۱۰^۴\,J$$

$$K_۲ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ \Rightarrow ۱۶٫۸\times۱۰^۴\,J = \frac{۱}{۲}\times(۸٫۴۰\times۱۰^۲\,kg)\times v_۲^۲ \Rightarrow v_۲^۲ = ۴۰۰ \Rightarrow v_۲ = ۲۰\frac{m}{s}$$

تمرین ۳-۸

تمرین ۳-۸: دو قایق بادبانی مخصوص حرکت روی سطوح یخزده، دارای جرم‌های m و ۲m، روی دریاچه افقی و بدون اصطکاکی قرار دارند و نیروی ثابت و یکسان با وزیدن باد به هر دو وارد می‌شود. هر دو قایق از حال سکون شروع به حرکت می‌کنند و از خط پایان به فاصله d می‌گذرند. انرژی جنبشی و تندی قایق‌ها را درست پس از عبور از خط پایان، با هم مقایسه کنید.



جواب:

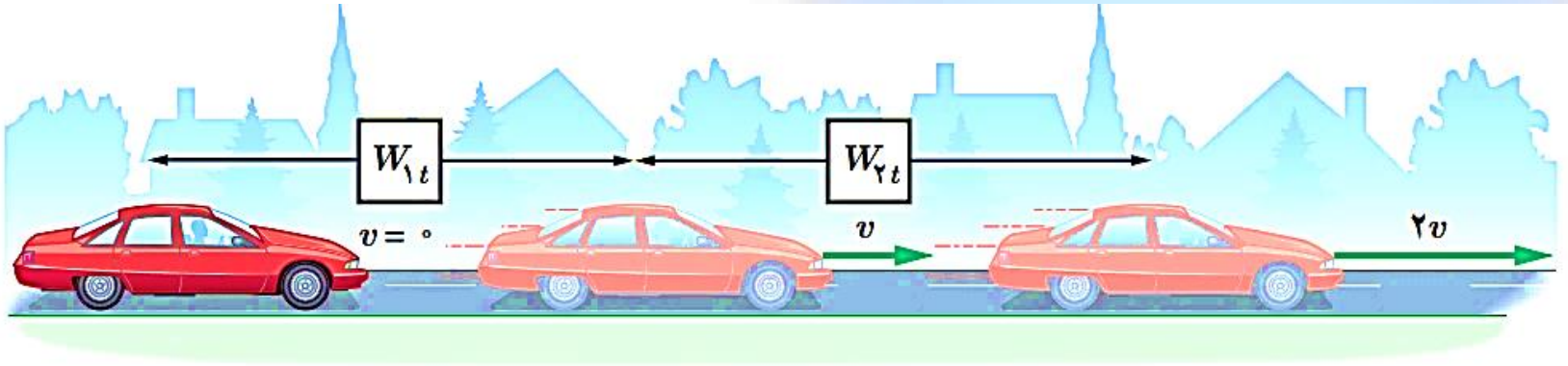
به هر دو قایق نیروی ثابت F از طرف باد وارد می‌شود و با توجه به یکسان بودن جابه‌جایی آن‌ها، کار انجام شده روی هردو قایق یکسان است و با توجه به قضیه کار-انرژی جنبشی، انرژی جنبشی نهایی هر دو قایق نیز یکسان است.

$$W_{t_۱} = W_{t_۲} \Rightarrow K_۲ = K'_۲ \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ = \frac{۱}{۲}(۲m)v_۲'^۲ \Rightarrow v_۲^۲ = ۲v_۲'^۲ \Rightarrow v_۲ = \sqrt{۲}v'_۲$$

تمرین ۳-۹

تمرین ۳-۹: برای آنکه تندی خودرویی از حال سکون به v برسد، باید کار کل W_{1t} روی آن انجام شود. همچنین برای آنکه تندی خودرو از v به $۲v$ برسد، باید کار کل W_{2t} روی آن انجام شود. نسبت W_{1t} / W_{2t} چقدر است؟

جواب:



$$W_{t_۱} = K_۲ - K_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ - \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ = \frac{۱}{۲}mv^۲$$

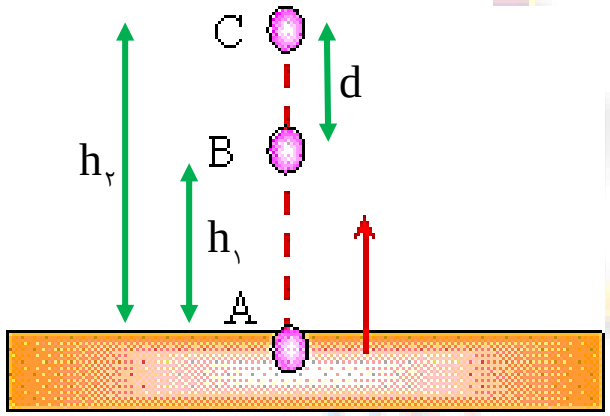
$$W_{t_۲} = K_۲ - K_۱ = \frac{۱}{۲}m(۲v)^۲ - \frac{۱}{۲}mv^۲ = \frac{۳}{۲}mv^۲$$

$$\Rightarrow \frac{W_{t_۱}}{W_{t_۲}} = \frac{\frac{۱}{۲}mv^۲}{\frac{۳}{۲}mv^۲} = \frac{\frac{۱}{۲}mv^۲}{۳\times(\frac{۱}{۲}mv^۲)} = \frac{۱}{۳}$$

تمرین ۳-۱۰

تمرین ۳-۱۰: برای جسمی به جرم m که رو به بالا حرکت می‌کند و از سطح زمین دور می‌شود نشان دهید کار نیروی وزن، همچنان از رابطه $W = -\Delta U$ به دست می‌آید. فرض کنید که جسم به اندازه کافی نزدیک به سطح زمین بماند به گونه‌ای که وزن آن ثابت باشد.

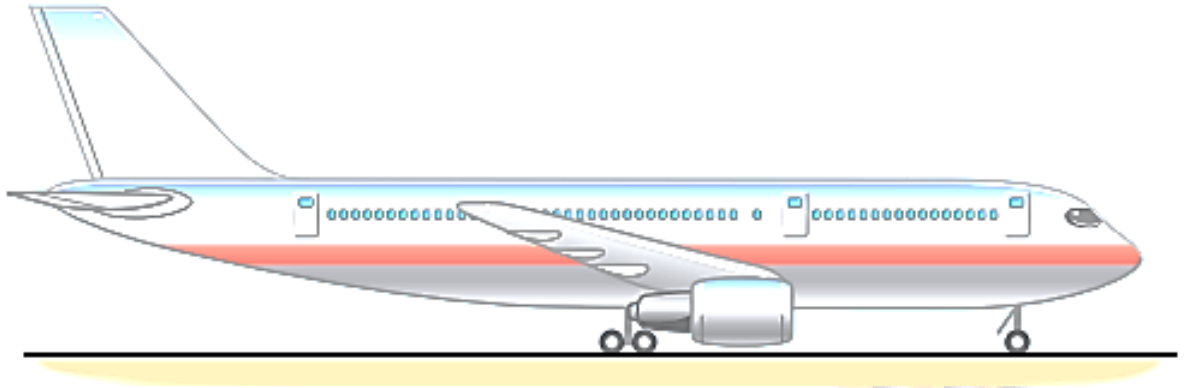
جواب:



$$\left.\begin{aligned} W_{mg} &= mgd\cos(۱۸۰^{o}) = -mgd \\ \Delta U &= U_۲ - U_۱ = mgh_۲ - mgh_۱ = mg(h_۲ - h_۱) = mgd \end{aligned}\right\} \Rightarrow W_{mg} = -\Delta U$$

تمرین ۳-۱۱

تمرین ۳-۱۱: انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل گرانشی یک هواپیمای مسافربری به جرم $۷/۵۰\times۱۰^{۴}\,kg$ که با تندی $۸۶۴\,km/h$ در ارتفاع $۹/۶۰\times۱۰^{۳}\,m$ حرکت می‌کند چقدر است؟ مقدار این انرژی‌ها را با هم مقایسه کنید.



جواب:

$$v_{۱}=۸۶۴\frac{km}{h}\times\frac{۱}{۳/۶}=۲۴۰\frac{m}{s}$$

$$K=\frac{۱}{۲}mv^{۲}\Rightarrow K=\frac{۱}{۲}\times(۷/۵۰\times۱۰^{۴}kg)\times(۲۴۰\frac{m}{s})^{۲}=۲/۱۶\times۱۰^{۹}J$$

$$U=mgh=(۷/۵۰\times۱۰^{۴}kg)\times(۱۰\frac{N}{kg})\times(۹/۶۰\times۱۰^{۳}m)=۷/۲\times۱۰^{۹}J$$

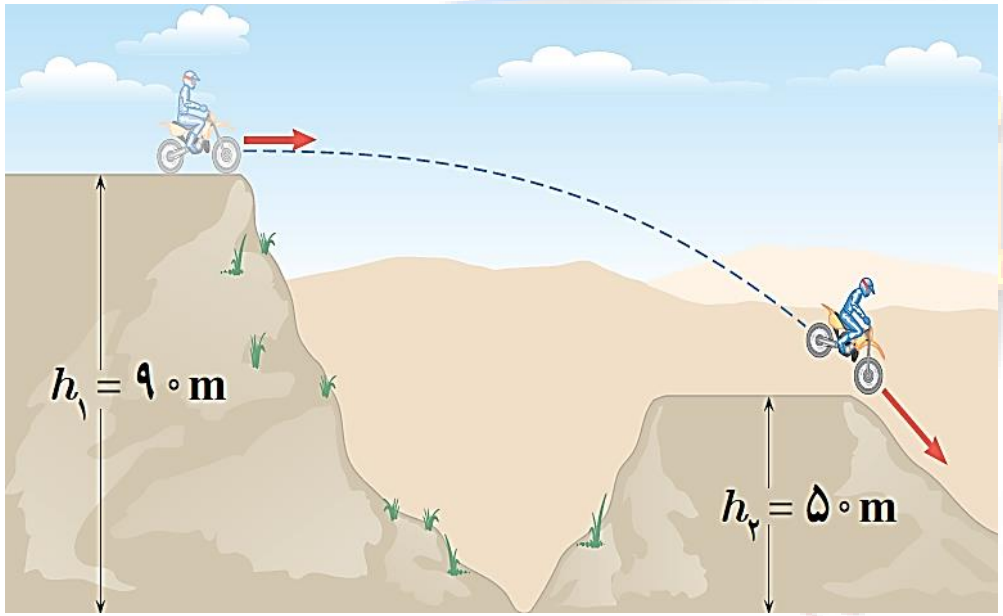
انرژی پتانسیل گرانشی از انرژی جنبشی بیشتر است.

تمرین ۳-۱۲

تمرین ۳-۱۲: جرم موتور سواری با موتورش ۱۵۰kg است. این موتورسوار، پرشی مطابق شکل روبه‌رو انجام می‌دهد.

الف) انرژی پتانسیل گرانشی موتور سوار را روی هر یک از تپه‌ها حساب کنید.

ب) کار نیروی وزن موتورسوار را در این جابه‌جایی به دست آورید.



جواب:

الف)

$$U_1 = mgh_1 = (150\,kg)\times(10\,\frac{N}{kg})\times(90\,m) = 13.5\times10^4\,J$$

$$U_2 = mgh_2 = (150\,kg)\times(10\,\frac{N}{kg})\times(50\,m) = 7.5\times10^4\,J$$

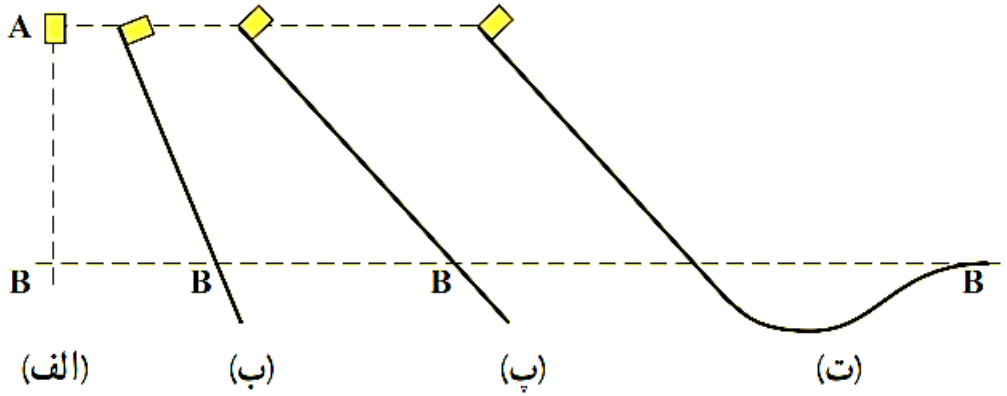
ب)

$$W_g = -\Delta U = -(U_2 - U_1) = -(7.5\times10^4\,J - 13.5\times10^4\,J) = 6\times10^4\,J$$

پرسش ۳-۳

پرسش ۳-۳: شکل روبه‌رو، چهار وضعیت متفاوت را برای حرکت جسمی نشان می‌دهد. در وضعیت الف، جسم از حال سکون سقوط می‌کند و در سه وضعیت دیگر جسم از حال سکون روی مسیری بدون اصطکاک و رو به پایین حرکت می‌کند. تندی جسم را در نقطه B برای هر چهار وضعیت با هم مقایسه کنید.

جواب:



$$E_A = E_B \Rightarrow K_A + U_A = K_B + U_B \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_A^۲ + mgh_A = \frac{۱}{۲}mv_B^۲ + mgh_B$$

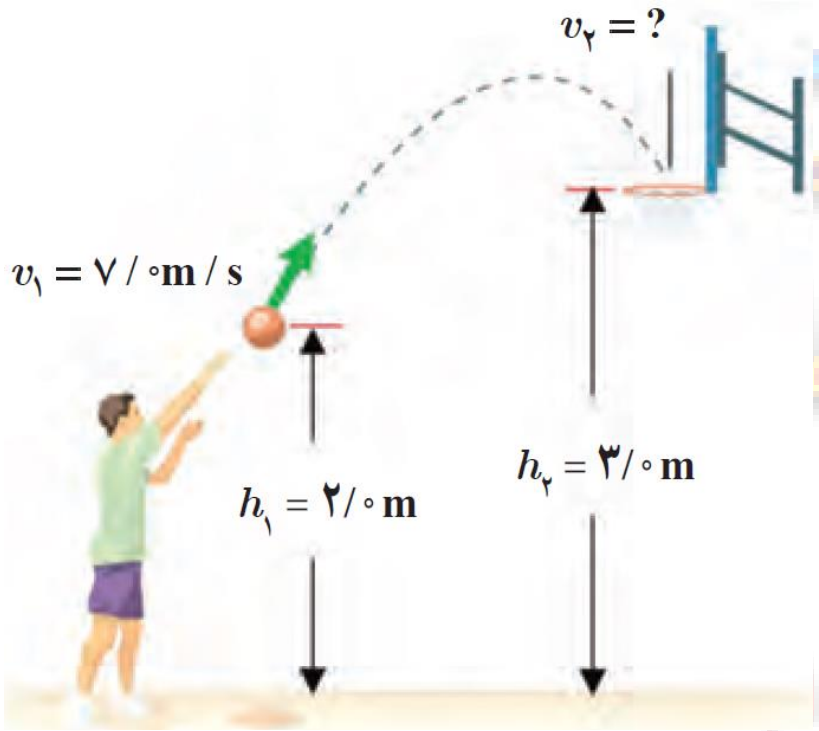
$$\Rightarrow \frac{۱}{۲}v_A^۲ + gh_A = \frac{۱}{۲}v_B^۲ + gh_B \Rightarrow gh_A = \frac{۱}{۲}v_B^۲ + gh_B$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲}v_B^۲ = gh_A - gh_B \Rightarrow v_B^۲ = ۲g(h_A - h_B) \Rightarrow v_B = \sqrt{۲g(h_A - h_B)}$$

تندی در نقطه B برای هر چهار حالت از رابطه بالا به دست می‌آید و مستقل از مسیر حرکت است.

تمرین ۳-۱۳

تمرین ۳-۱۳: در مثال ۳-۱۳، مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی را در ارتفاع h_1 بگیرید و بر این اساس تندی توپ را هنگام رسیدن به دهانه سبد حساب کنید.



جواب:

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

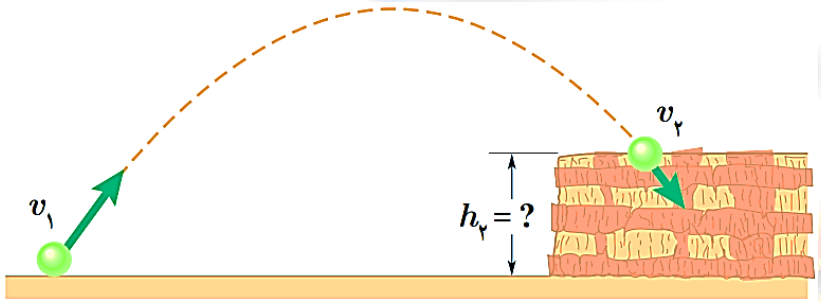
$$\Rightarrow \frac{1}{2}v_1^2 = \frac{1}{2}v_2^2 + gh_2 \Rightarrow \frac{1}{2}(7\,m/s)^2 = \frac{1}{2}v_2^2 + (10\,N/kg \times 1\,m)$$

$$\Rightarrow 24/5 = \frac{1}{2}v_2^2 + 10 \Rightarrow \frac{1}{2}v_2^2 = 14/5 \Rightarrow v_2^2 = 29 \Rightarrow v_2 \simeq 5/4\,m/s$$

تمرین ۳-۱۴

تمرین ۳-۱۴: توپی مطابق شکل از سطح زمین با تندی $v_1 = ۴۰\,m/s$ به طرف صخره‌های پرتاپ می‌شود. اگر توپ با تندی $v_2 = ۲۵\,m/s$ به بالای صخره برخورد کند، ارتفاع h_2 را به دست آورید. مقاومت هوا را هنگام حرکت توپ نادیده بگیرید.

جواب:



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

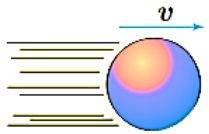
$$\Rightarrow \frac{1}{2}v_1^2 + gh_1 = \frac{1}{2}v_2^2 + gh_2 \Rightarrow \frac{1}{2}(۴۰\,m/s)^2 = \frac{1}{2}(۲۵\,m/s)^2 + (۱۰\,N/kg)\times h_2$$

$$\Rightarrow ۸۰۰ = ۳۱۲/۵ + ۱۰h_2 \Rightarrow ۱۰h_2 = ۴۸۷/۵ \Rightarrow h_2 = ۴۸/۷۵\,m$$

www.hamyarphysic.ir hamyarphysic @hamyarphysic مدرس: مهندس محمد پوررضا

پرسش ۳-۴

پرسش ۳-۴: شخصی توپ در حال حرکتی را با دست خود می‌گیرد. پس از توقف توپ، انرژی جنبشی آن کجا رفته است؟



جواب:

انرژی جنبشی به انرژی درونی دست، توپ و محیط تبدیل شده و باعث گرم شدن آن‌ها شده است.

www.hamyarphysic.ir

تمرین ۳-۱۵

تمرین ۲-۱۵: توپی به جرم $0/45\,kg$ با تندی $v_1 = 8/0\,m/s$ از نقطه A می‌گذرد نیروی مقاومت هوا و نیروی اصطکاک در سطح تماس توپ با زمین، ۲۰ درصد انرژی جنبشی توپ را تا رسیدن به نقطه B تلف می‌کنند. تندی توپ را در این نقطه به دست آورید.

جواب:

$$K_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 \Rightarrow K_1 = \frac{1}{2}\times(0/45\,kg)\times(8\frac{m}{s})^2 \simeq 14/4J$$

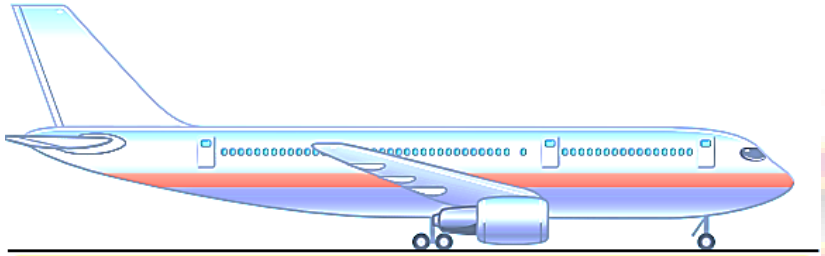
$$\Rightarrow W_f = \frac{20}{100}K_1 = \frac{20}{100}\times 14/4J = 2/88J \simeq 2/9J$$

$$E_2 - E_1 = W_f \Rightarrow (K_2 + U_2) - (K_1 + U_1) = W_f \Rightarrow K_2 - 14/4J = -2/9J \Rightarrow K_2 = 11/5J$$

$$K_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 \Rightarrow 11/5J = \frac{1}{2}\times(0/45\,kg)\times v_2^2 \Rightarrow v_2^2 \simeq 48 \Rightarrow v_2 \simeq 7\,m/s$$

تمرین ۳-۱۶

تمرین ۳-۱۶: هر یک از دو موتور جت یک هواپیمای مسافربری بوئینگ ۷۶۷ ،پیشرانه‌ای (نیروی جلوبر هواپیما) برابر $۲٫۰\times۱۰^{۵}\,N$ ایجاد می‌کند. اگر هواپیما در هر دقیقه $۱۵\,km$ در امتداد این نیرو حرکت کند، توان متوسط هر یک از موتورهای هواپیما چند اسب بخار است؟



جواب:

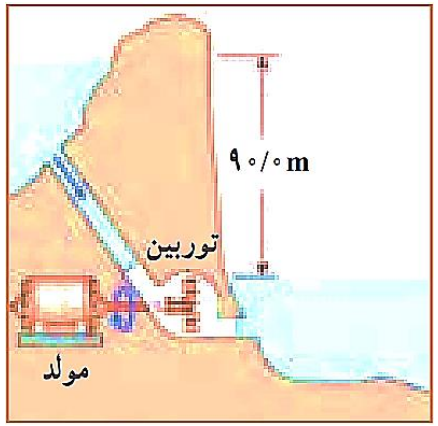
$$W = Fd = (۲٫۰\times۱۰^{۵}\,N)\times(۱۵\times۱۰^{۳}\,m) = ۳\times۱۰^{۹}\,J$$

$$\bar{P} = \frac{W}{\Delta t} = \frac{۳\times۱۰^{۹}\,J}{۶۰\,s} = ۵\times۱۰^{۷}\,W$$

$$\bar{P} = ۵\times۱۰^{۷}\,W\times\frac{۱\,hp}{۷۵۰\,W} = ۶٫۶۶\times۱۰^{۴}\,hp$$

تمرین ۳-۱۷

تمرین ۳-۱۷: آب ذخیره شده در پشت سد یک نیروگاه برق آبی، از ارتفاع ۹۰/۰ متری روی پره‌های توربینی می‌ریزد و آن را می‌چرخاند. با چرخش توربین، مولد می‌چرخد و انرژی الکتریکی تولید می‌شود. اگر ۸۵ درصد کار نیروی گرانش به انرژی الکتریکی تبدیل شود، درهر ثانیه چند متر مکعب آب باید روی توربین بریزد تا توان الکتریکی خروجی مولد نیروگاه به $۲۰۰\,MW$ برسد؟ جرم هر متر مکعب آب را $۱۰۰۰\,kg/m^۳$ در نظر بگیرید.



جواب:

$$\text{بازده} = \frac{\text{توان خروجی}}{\text{توان ورودی}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۸۵ = \frac{۲۰۰\,MW}{\text{توان ورودی}} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{توان ورودی} \simeq ۲۳۵\,MW$$

$$\bar{P} = \frac{W_g}{\Delta t} \Rightarrow ۲۳۵\,MW = \frac{-\Delta U}{۱s} \Rightarrow -\Delta U_g = ۲۳۵\,MJ$$

$$\Rightarrow -mg(\Delta h) = ۲۳۵\,MJ \Rightarrow -mg(h_۲ - h_۱) = ۲۳۵ \times ۱۰^۶\,J \Rightarrow -m \times (۱۰N/kg) \times (۰ - ۹۰m) = ۲۳۵ \times ۱۰^۶\,J$$

$$\Rightarrow m = \frac{۲۳۵ \times ۱۰^۶}{۹۰۰} \simeq ۲/۶۱ \times ۱۰^۵\,kg$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow (۱/۰۰ \times ۱۰^۳\,\frac{kg}{m^۳}) = \frac{(۲/۶۱ \times ۱۰^۵\,kg)}{V} \Rightarrow V = ۲/۶۱ \times ۱۰^۲\,m^۳ = ۲۶۱\,m^۳$$

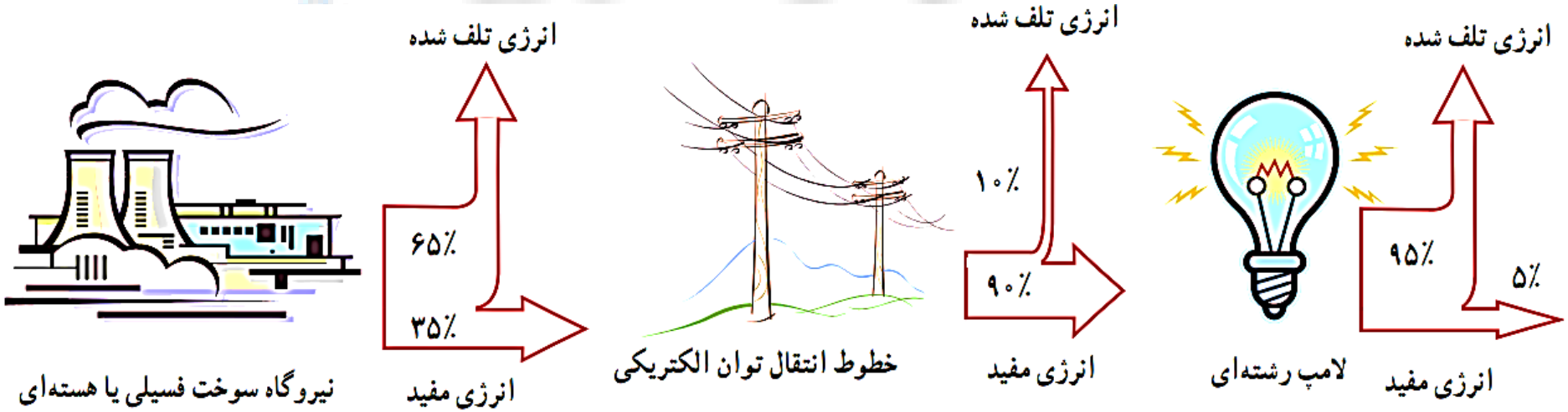
فعالیت ۳-۱

فعالیت ۳-۱: شکل زیر طرح‌واره‌ای از درصد انرژی مفید و انرژی تلف‌شده در یک نیروگاه سوخت فسیلی یا هسته‌ای را از آغاز تا مصرف در یک لامپ رشته‌ای نشان می‌دهد.

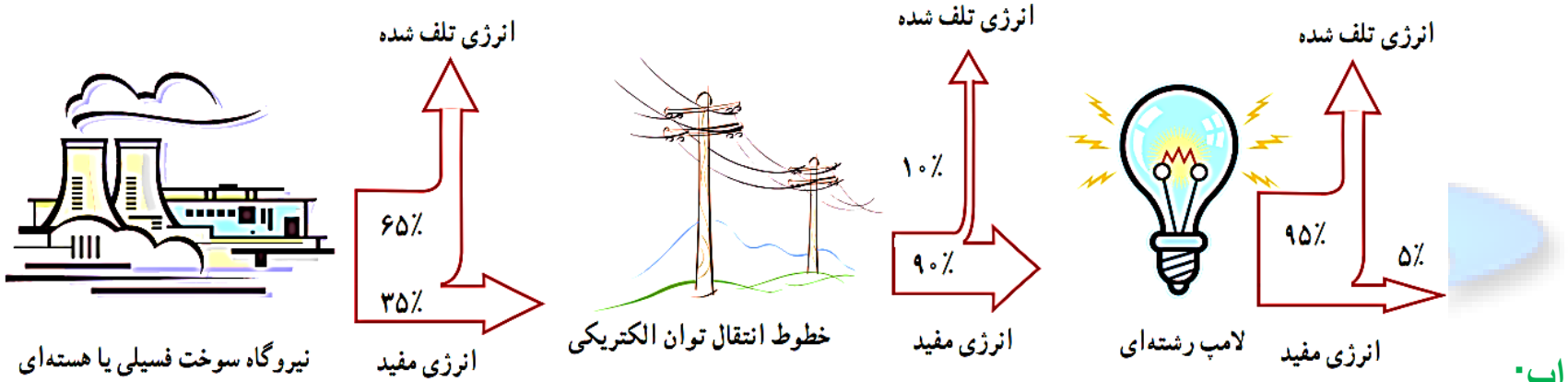
الف) یک نیروگاه سوخت فسیلی را در نظر بگیرید که با مصرف گازوئیل، انرژی الکتریکی تولید می‌کند. با سوختن هر لیتر گازوئیل حدود ۳۵ مگاژول انرژی گرمایی تولید می‌شود. برای اینکه یک لامپ رشته‌ای ۱۰۰ واتی در طول یک ماه به مدت ۱۸۰ساعت روشن بماند (به طور میانگین هر شبانه روز ۶ ساعت)، چقدر گازوئیل باید در نیروگاه مصرف شود؟

جواب:

پاسخ در اسلاید بعدی



فعالیت ۳-۱



جواب:

ابتدا بازده کل را با ضرب بازده‌ها در دو مرحله اول محاسبه می‌کنیم:

$$\text{بازده کل} = \frac{۳۵}{۱۰۰} \times \frac{۹۰}{۱۰۰} = \frac{۳۱۵۰}{۱۰^۴} = ۳۱/۵\%$$

حالا توان ورودی را بدست می‌آوریم:

$$\text{بازده} = \frac{\text{توان خروجی}}{\text{توان ورودی}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۳۱/۵ = \frac{۱۰۰\,W}{\text{توان ورودی}} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{توان ورودی} \simeq ۳۱۷\,W$$

$$\bar{P} = \frac{U}{\Delta t} \Rightarrow ۳۱۷\,W = \frac{U}{۱۸۰ \times ۳۶۰۰\,s} \Rightarrow U \simeq ۲/۰۵۴ \times ۱۰^۸\,J = ۲/۰۵۴ \times ۱۰^۲\,MJ$$

$$\Rightarrow ۲/۰۵۴ \times ۱۰^۲\,MJ \times \frac{۱\,lit}{۳۵\,MJ} \simeq ۵/۸\,lit$$

فعالیت ۳ـ۱

فعالیت ۳ـ۱: شکل زیر طرح‌واره‌ای از درصد انرژی مفید و انرژی تلف‌شده در یک نیروگاه سوخت فسیلی یا هسته‌ای را از آغاز تا مصرف در یک لامپ رشته‌ای نشان می‌دهد.

ب) با توجه به نتیجه قسمت الف، درک خود از هشدار معروف «لامپ اضافی خاموش» را بیان کنید.

پ) اگر در سراسر ایران، هر خانه در طول یک ماه، معادل انرژی الکتریکی مصرف شده در قسمت الف، صرفه‌جویی کند، مقدار گازوئیل صرفه جویی شده را محاسبه کنید.

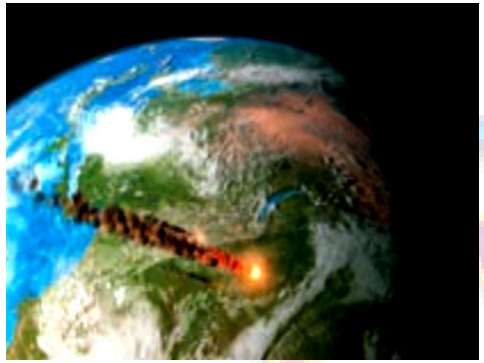
جواب:

ب) با توجه مقدار گازوئیل مصرف شده برای هر لامپ در هر ماه به این نتیجه می‌رسیم که برای روشن نگه داشتن ۱۷ لامپ ۱۰۰ واتی در مدت یک ماه باید حدود ۱۰۰ لیتر گازوئیل مصرف شود.

پ) فرض کنیم تعداد ۲۰ میلیون خانه در کشور وجود داشته باشد:

$$۵/۸\,\text{lit} \times (۲ \times ۱۰^{۷}) = ۱/۱۶ \times ۱۰^{۷}\,\text{lit}$$

مسائل فصل



۱- تقریباً بیشتر شهاب‌سنگ‌هایی که وارد جوّ زمین می‌شوند به دلیل اصطکاک زیاد با ذرات تشکیل‌دهندهٔ جوّ، به دمای بالایی می‌رسند و می‌سوزند. شکل روبه‌رو شهاب‌سنگی به جرم $۱٫۴\times۱۰^{۵}\,kg$ را نشان می‌دهد که با تندی $۴٫۰\,km/s$ وارد جوّ زمین شده است. انرژی جنبشی این شهاب‌سنگ را به دست آورید. این انرژی را با انرژی جنبشی یک هواپیمای مسافربری به جرم $۷٫۲\times۱۰^{۴}\,kg$ که با تندی $۲۵۰\,m/s$ در حرکت است مقایسه کنید.

جواب:

$$K_۱=\frac{۱}{۲}m_۱v_۱^۲=\frac{۱}{۲}\times(۱٫۴\times۱۰^{۵}kg)\times(۴٫۰\times۱۰^{۳}\,m/s)^۲=\frac{۱}{۲}\times(۱٫۴\times۱۰^{۵}kg)\times(۴٫۰)^۲\times(۱۰^{۳}\,m/s)^۲=۱۱٫۲\times۱۰^{۱۱}J$$

$$K_۲=\frac{۱}{۲}m_۲v_۲^۲=\frac{۱}{۲}\times(۷٫۲\times۱۰^{۴}kg)\times(۲۵۰\,m/s)^۲=۲٫۲۵\times۱۰^{۹}J=۰٫۰۲۲۵\times۱۰^{۱۱}J$$

$$\frac{K_۱}{K_۲}=\frac{۱۱٫۲\times۱۰^{۱۱}J}{۰٫۰۲۲۵\times۱۰^{۱۱}J}\simeq۴۹۷$$

مسائل فصل

۲- حدود ۵۰۰۰۰ سال پیش شهاب سنگی در نزدیک آریزونای آمریکا به زمین برخورد کرده و چاله‌ای بزرگ از خود به جای گذاشته است. با اندازه‌گیری‌های جدید (۲۰۰۵ میلادی) برآورد شده است که جرم این شهاب سنگ حدود $۱٫۴۰\times۱۰^{۸}\,kg$ بوده و با تندی $۱۲\,km/s$ به زمین برخورد کرده است. انرژی جنبشی این شهاب سنگ هنگام برخورد به زمین چقدر بوده است؟

جواب:

$$K=\frac{۱}{۲}mv^{۲}=\frac{۱}{۲}\times(۱٫۴۰\times۱۰^{۸}kg)\times(۱۲\times۱۰^{۳}\,m/s)^{۲}=\frac{۱}{۲}\times(۱٫۴۰\times۱۰^{۸}kg)\times(۱۲)^{۲}\times(۱۰^{۳}\,m/s)^{۲}=۱۰۰٫۸\times۱۰^{۱۴}J$$

$$\Rightarrow K=۱٫۰۰۸\times۱۰^{۱۶}J$$

مسائل فصل

۳- در شکل‌های (الف) و (ب) جرم ارابه‌ها یکسان است. برای اینکه تندی ارابه‌ها از صفر به مقدار معین v برسد، کار انجام شده در هر دو حالت را باهم مقایسه کنید.

(ب) (الف)

جواب:

(الف)

$$W_{t_1} = K_2 - K_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv^2$$

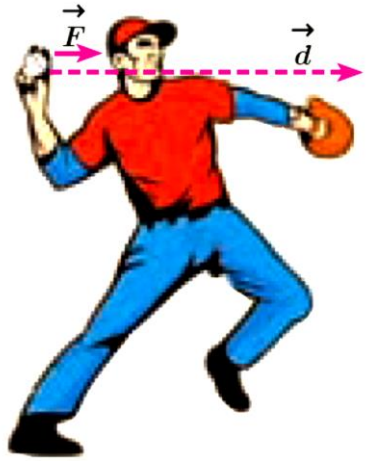
(ب)

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

$$\Rightarrow W_{t_2} = 2W_{t_1}$$

مسائل فصل

۴- ورزشکاری سعی می‌کند توپ بیسبالی به جرم $۱۵۰\,g$ را با بیشترین تندی ممکن پرتاب کند. به این منظور، ورزشکار نیرویی به بزرگی $F = ۷۵/۰\,N$ تا لحظهٔ پرتاب توپ و در امتداد جابه‌جایی $(d = ۱/۵\,m)$ بر آن وارد می‌کند. تندی توپ هنگام جدا شدن از دست ورزشکار چقدر است؟



جواب:

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

$$\Rightarrow Fd\cos ۰^\circ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ \Rightarrow (۷۵/۰\,N)\times(۱/۵\,m) = \frac{۱}{۲}\times(۰/۱۵\,kg)\times v_۲^۲$$

$$\Rightarrow v_۲^۲ = ۱۵۰۰ \Rightarrow v_۲ = \sqrt{۱۵۰۰} \simeq ۳۸/۷\,\frac{m}{s}$$

مسائل فصل

۵- آیا کار کل انجام شده بر یک جسم در یک جابه‌جایی می‌تواند منفی باشد؟ توضیح دهید.

جواب:

بله. اگر نیروهای مقاوم وارد بر یک جسم بیشتر از نیروهای محرک باشد، کار کل انجام شده روی جسم منفی می‌شود. در این حالت جسم پس از طی مسافتی متوقف می‌شود، یعنی تندی پایانی صفر $v_2 = 0$ و کمتر از تندی اولیه است. بنابراین:

$$W_t = K_2 - K_1 < 0$$

مسائل فصل

۶- برای آنکه نیروی خالصی، بتواند تندی جسم را از صفر به v برساند باید مقدار کار W را روی آن انجام دهد.

اگر قرار باشد تندی این جسم از صفر به ۳v برسد کاری که روی جسم باید انجام شود چند برابر W است؟

جواب:

$$W_{t_1} = K_2 - K_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv^2$$

$$W_{t_2} = K_2 - K_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}m(3v)^2 = \frac{9}{2}mv^2 = 9\times(\frac{1}{2}mv^2)$$

$$\Rightarrow W_{t_2} = 9W_{t_1}$$

مسائل فصل

۷- اگر مطابق شکل روبه‌رو سطلی را در دست نگه دارید، آیا نیروی دست شما هنگامی که با تندی ثابت در مسیر افقی قدم می‌زنید روی سطل کاری انجام می‌دهد؟ اگر تندی حرکت شما در طول مسیر کم و زیاد شود چطور؟ پاسخ خود را در هر مورد توضیح دهید.

جواب:

چون زاویه‌ی بین بردار جابجایی با بردارهای نیروی دست و نیروی وزن برابر با ۹۰ درجه است، کار انجام شده روی سطل برابر صفر خواهد بود:

$$W_F = Fd\cos ۹۰^\circ = ۰$$

$$W_{mg} = mgd\cos ۹۰^\circ = ۰$$

$$W_{t_۱} = K_۲ - K_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ - \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ = \frac{۱}{۲}mv^۲$$

دقت داشته باشید که اگر تندی حرکت تغییر کند، با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی، کار روی سطل انجام می‌شوند.

مسائل فصل

۸ـ شخصی گلوله‌ای برفی به جرم $۱۵۰\,g$ را از روی زمین بر می‌دارد و تا ارتفاع $۱۸۰\,cm$ بالا می‌برد و سپس آن را با تندی $۱۲\,m/s$ پرتاب می‌کند. کار انجام‌شده توسط شخص روی گلولهٔ برف چقدر است؟

جواب:

شخص در دو مرحله روی گلوله کار انجام می‌دهد:

$$m = ۱۵۰\,g = ۰/۱۵\,kg \qquad h = ۱۸۰\,cm = ۱/۸۰\,m$$

$$W_g = -\Delta U = -mg\Delta h = -mg(h_۲ - h_۱) = -mg\,h_۲ = -(۰/۱۵\,kg)\times(۱۰\frac{N}{kg})\times(۱/۸۰\,m) \simeq -۲/۷\,J$$

$$W_{t_۱} = K_۲ - K_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ - \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ = \frac{۱}{۲}mv^۲ = \frac{۱}{۲}(۰/۱۵\,kg)\times(۱۲\frac{m}{s})^۲ \simeq ۱۰/۸\,J$$

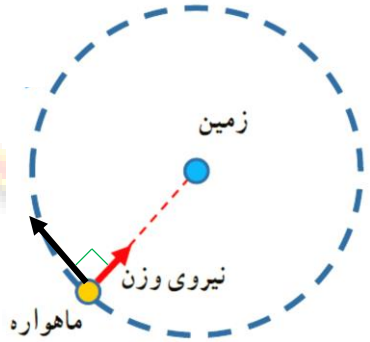
$$W_t = W_{t_۱} + W_g = (۱۰/۸\,J) + (-۲/۷\,J) = ۸/۱\,J$$

مسائل فصل

۹ـ ماهواره‌ها در مدارهای معین و با تندی ثابتی دور زمین می‌چرخند. حرکت یک ماهواره به دور زمین (شکل الف) را می‌توان مطابق شکل (ب) مدل‌سازی کرد. همان‌طور که دیده می‌شود نیروی خالصی (نیروی وزن) همواره بر ماهواره وارد می‌شود. چگونه امکان دارد با وجود وارد شدن این نیرو به ماهواره، انرژی جنبشی آن ثابت بماند؟

جواب:

(الف)



(ب)

چون مسیر حرکت بر نیروی وزن عمود است، کار خالص انجام شده صفر خواهد بود. بنابراین با توجه به رابطه‌ی $W_t = \Delta K$، انرژی جنبشی ثابت خواهد ماند.

$$W_t = \Delta K = ۰ \Rightarrow K_۲ - K_۱ = ۰ \Rightarrow K_۲ = K_۱$$

مسائل فصل

۱۰- آیا انرژی جنبشی یک جسم می‌تواند منفی باشد؟ انرژی پتانسیل گرانشی یک سامانه چطور؟ توضیح دهید.

جواب:

خیر، با توجه به رابطه‌ی $K = \frac{1}{2}mv^2$، انرژی جنبشی نمی‌تواند منفی باشد.

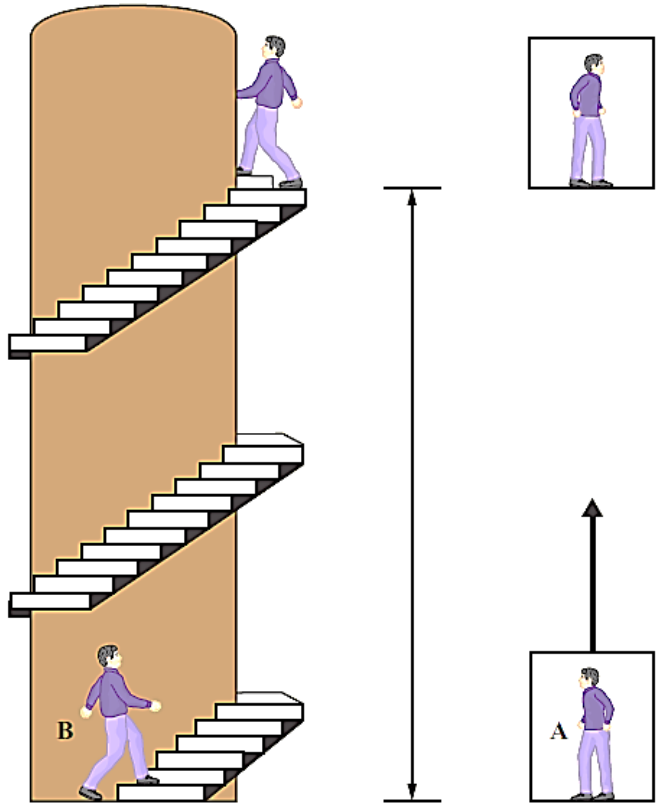
بله، با توجه به رابطه‌ی $U = mgh$، اگر سطح پتانسیل را در جایی بالای جسم درنظر بگیریم، h منفی شده و انرژی پتانسیل می‌تواند منفی باشد.

مسائل فصل

۱۱- دو شخص هم جرم A و B به طبقهٔ سوم ساختمانی می‌روند. شخص A با آسانسور و شخص B به آرامی از پله‌های ساختمان بالا می‌روند. گزاره‌های درست را با ذکر دلیل مشخص کنید.

الف) در طبقه سوم، انرژی پتانسیل گرانشی (نسبت به زمین) شخص A از شخص B کمتر است، زیرا آرام‌تر بالا رفته است.

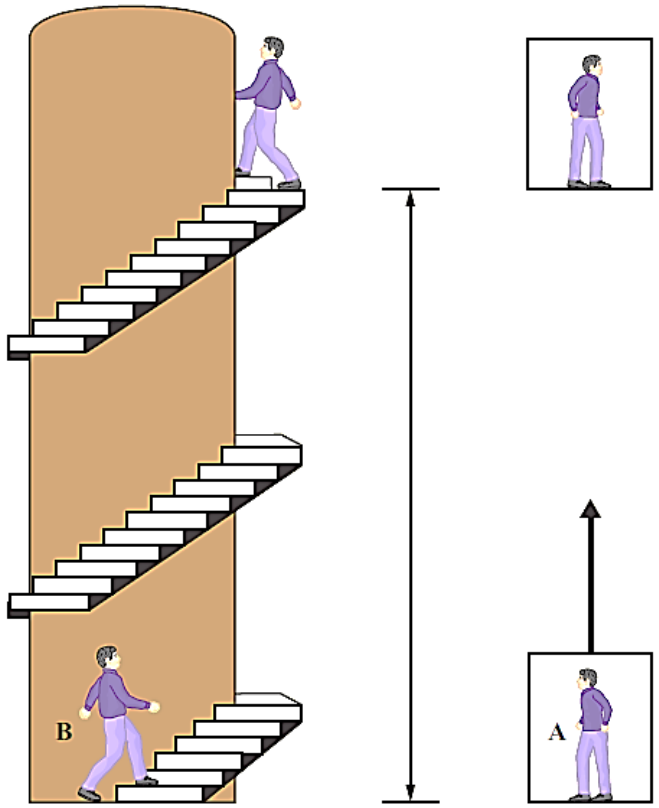
ب) انرژی پتانسیل گرانشی (نسبت به زمین) شخص A کمتر از شخص B است، زیرا برای رسیدن به طبقهٔ سوم ساختمان مسافت کمتری پیموده است.



جواب:

الف) و ب) نادرست، زیرا انرژی پتانسیل گرانشی $(U = mgh)$ فقط به ارتفاع و جرم بستگی دارد که با توجه برابر بودن ارتفاع و جرم این دو نفر، انرژی پتانسیل گرانشی آن‌ها برابر خواهد بود.

مسائل فصل



۱۱- پ) کار نیروی وزن برای هر دو شخص در طول مسیر یکسان است.

ت) انرژی پتانسیل گرانشی هر دو شخص در طبقهٔ سوم ساختمان یکسان است.

جواب:

پ) درست، زیرا کار نیروی وزن $(W_g = -mg\Delta h)$ فقط به تغییر ارتفاع و جرم بستگی دارد که با توجه برابر بودن تغییر ارتفاع و جرم این دو نفر، انرژی پتانسیل گرانشی آن‌ها برابر خواهد بود.

ت) درست

مسائل فصل

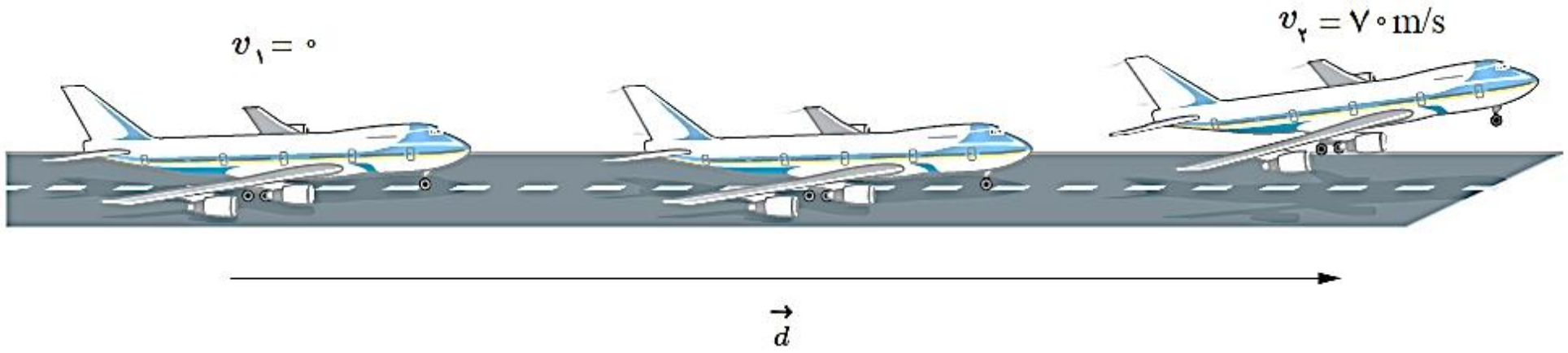
۱۲ـ شکل زیر هواپیمایی به جرم $۷/۲۰\times۱۰^{۴}\,kg$ را نشان می‌دهد که از حال سکون شروع به حرکت می‌کند و پس از $۲/۰۵\times۱۰^{۳}\,m$ جابه‌جایی در امتداد باند هواپیما، به تندی برخاستن $v_۲=۷۰\,m/s$ می‌رسد.

الف) کار کل نیروهای وارد بر هواپیما را در این جابه‌جایی حساب کنید.

جواب:

الف)

$$W_t=K_۲-K_۱=\frac{۱}{۲}mv_۲^۲-\frac{۱}{۲}mv_۱^۲=\frac{۱}{۲}mv_۲^۲=\frac{۱}{۲}(۷/۲۰\times۱۰^{۴}\,kg)\times(۷۰\frac{m}{s})^۲\simeq ۱/۷۶\times۱۰^{۸}\,J$$



مسائل فصل

ب) یک دقیقه پس از برخاستن، هواپیما تا ارتفاع ۵۶۰m از سطح زمین اوج می‌گیرد و تندی آن به ۱۴۰ m / s می‌رسد. در این مدت، کار نیروی وزن چقدر است؟

پ) به جز نیروی وزن، چه نیروهای دیگری بر هواپیما اثر می‌کند؟ کار کدام یک از این نیروها مثبت و کار کدام یک از آن‌ها منفی است؟

جواب:

ب)

$$W_g = -\Delta U = -mg\Delta h \Rightarrow W_g = -mg(h_C - h_A) = -(۷٫۲۰\times۱۰^{۴}\,kg)\times(۱۰\frac{N}{kg})\times(۵۶۰m - ۰) \simeq -۴٫۰۳\times۱۰^{۸}\,J$$

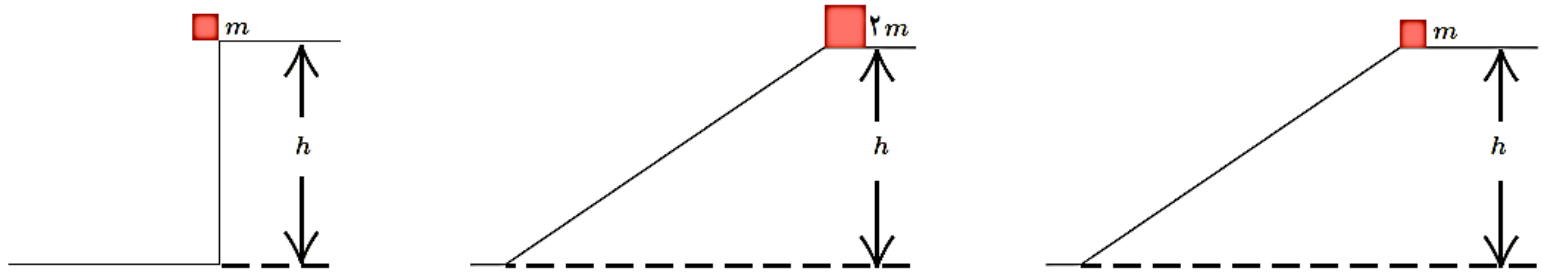
پ) به جز نیروی وزن، نیروی مقاومت هوا، نیروی شناوری و نیروی پیشران موتور هم بر هواپیما وارد می‌شود. نیروی مقاومت هوا، منفی و کار نیروهای شناوری و نیروی پیشران موتور مثبت است.

مسائل فصل

۱۳ـ در سه شکل زیر اجسامی از حالت سکون و ارتفاع h نسبت به سطح افق رها می‌شوند و نیروی اصطکاک و مقاومت هوا بر آن‌ها وارد نمی‌شود. در کدام حالت، جسم:

الف) بیشترین تندی را هنگام رسیدن به سطح افقی دارد؟

ب) تا هنگام رسیدن به پایین مسیر، بیشترین مقدار کار نیروی وزن روی آن انجام شده است؟



جواب:

الف)

$$E_۱ = E_۲ \Rightarrow K_۱ + U_۱ = K_۲ + U_۲ \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ + mgh_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ + mgh_۲$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲}v_۱^۲ + gh_۱ = \frac{۱}{۲}v_۲^۲ + gh_۲ \Rightarrow gh_۱ = \frac{۱}{۲}v_۲^۲ \Rightarrow v_۲ = \sqrt{۲gh_۱}$$

بنابراین تندی هر سه گلوله در لحظه برخورد به زمین یکسان است.

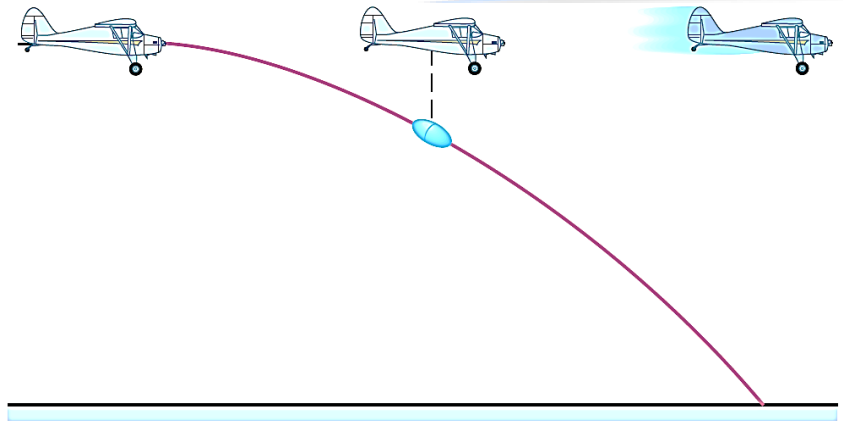
ب)

$$W_g = -\Delta U = -mg\Delta h \Rightarrow W_g = -mg(h_۲ - h_۱) = mgh_۱$$

$$\Rightarrow ۱)\quad W_{g_۱} = mgh_۱$$
$$\Rightarrow ۲)\quad W_{g_۲} = ۲mgh_۱$$
$$\Rightarrow ۳)\quad W_{g_۳} = mgh_۱$$

مسائل فصل

۱۴- در شکل روبه‌رو هواپیمایی که در ارتفاع $۳۰۰\,m$ از سطح زمین و با تندی $۵۰\,m/s$ پرواز می‌کند، بسته‌ای را برای کمک به آسیب‌دیدگان زلزله رها می‌کند. تندی بسته هنگام برخورد به زمین چقدر است؟ (از تأثیر مقاومت هوا روی حرکت بسته چشم پوشی کنید.)



جواب:

$$E_۱ = E_۲ \Rightarrow K_۱ + U_۱ = K_۲ + U_۲$$

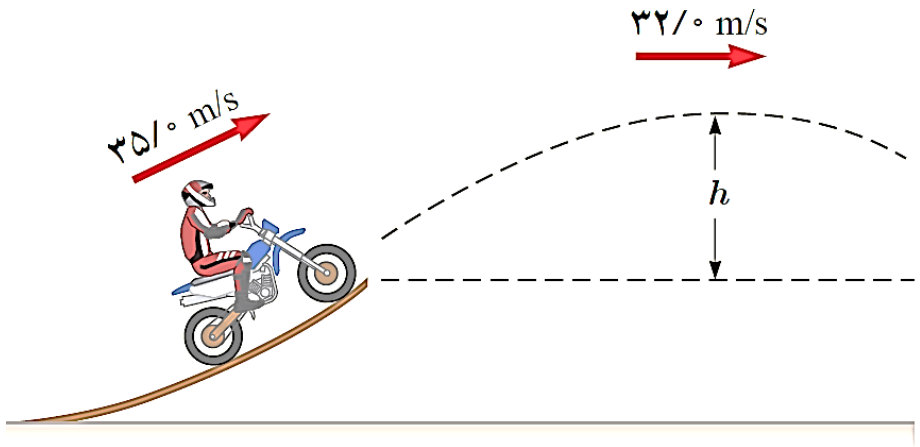
$$\Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ + mgh_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ + mgh_۲$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲}v_۱^۲ + gh_۱ = \frac{۱}{۲}v_۲^۲ + gh_۲ \Rightarrow \frac{۱}{۲}v_۱^۲ + gh_۱ = \frac{۱}{۲}v_۲^۲$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲}(۵۰\,m/s)^۲ + (۱۰\,N/kg \times ۳۰۰\,m) = \frac{۱}{۲}v_۲^۲ \Rightarrow \frac{۱}{۲}(۲۵۰۰) + (۳۰۰۰) = \frac{۱}{۲}v_۲^۲ \Rightarrow v_۲ = ۹۲/۱\frac{m}{s}$$

مسائل فصل

۱۵- موتورسواری از انتهای سکویی مطابق شکل روبه‌رو، پرشی را با تندی $۳۵\,m/s$ انجام می‌دهد. اگر تندی موتورسوار در بالاترین نقطهٔ مسیرش به $۳۲\,m/s$ برسد، ارتفاع h را پیدا کنید. اصطکاک و مقاومت هوا را در طول مسیر حرکت موتورسوار نادیده بگیرید.



جواب:

$$E_۱ = E_۲ \Rightarrow K_۱ + U_۱ = K_۲ + U_۲$$

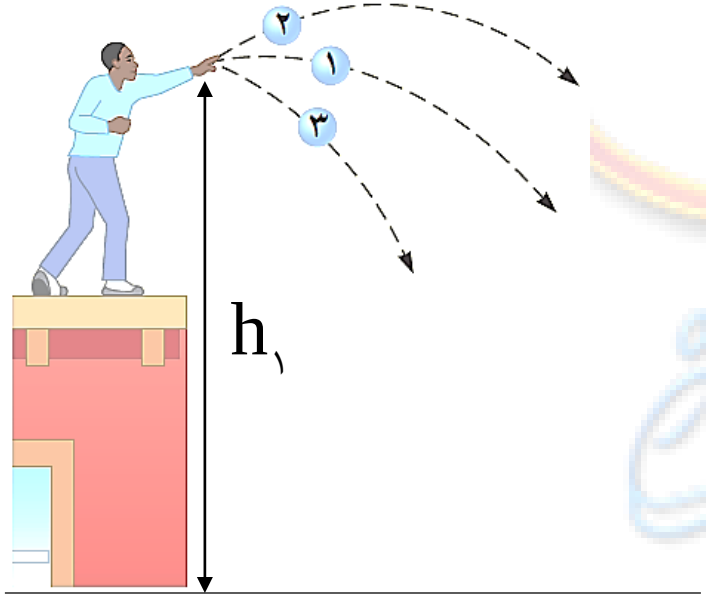
$$\Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ + mgh_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ + mgh_۲$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲}v_۱^۲ + gh_۱ = \frac{۱}{۲}v_۲^۲ + gh_۲ \Rightarrow \frac{۱}{۲}v_۱^۲ = \frac{۱}{۲}v_۲^۲ + gh_۲$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲}(۳۵\frac{m}{s})^۲ = \frac{۱}{۲}(۳۲\frac{m}{s})^۲ + (۱۰\frac{N}{kg}) \times h_۲ \Rightarrow ۶۱۲/۵ = ۵۱۲ + ۱۰ \times h_۲ \Rightarrow ۱۰۰/۵ = ۱۰ \times h_۲ \Rightarrow h_۲ = ۱۰/۰۵m$$

مسائل فصل

۱۶- سه توپ مشابه، از بالای ساختمانی با تندی یکسانی پرتاب می‌شوند. توپ (۱) در امتداد افق، توپ (۲) با زاویه‌ای بالاتر از امتداد افق و توپ (۳) با زاویه‌ای پایین‌تر از امتداد افق پرتاب می‌شود. با نادیده گرفتن مقاومت هوا، انرژی جنبشی توپ‌ها را هنگام برخورد با سطح زمین، با یکدیگر مقایسه کنید.



جواب:

$$E_۱ = E_۲ \Rightarrow K_۱ + U_۱ = K_۲ + U_۲ \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ + mgh_۱ = K_۲ + mgh_۲$$

$$K_۲ = \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ + mgh_۱$$

بنابراین با توجه به یکسان بودن تندی اولیه و ارتفاع پرتاب سه توپ مشابه، انرژی جنبشی پایانی آن‌ها در لحظه برخورد با زمین برابر خواهد بود.

مسائل فصل

۱۷ـ گلوله‌ای به جرم $۵۰\,g$ از دهانهٔ تفنگی با تندی $۱٫۵\,km/s$ و ارتفاع $۱٫۶\,m$ از سطح زمین شلیک می‌شود.

اگر گلوله با تندی $۰٫۴۵\,km/s$ به زمین برخورد کند،

الف) در مدت حرکت گلوله کار نیروی مقاومت هوا چقدر است؟

ب) مقدار به دست آمده در قسمت (الف) را با کار نیروی وزن مقایسه کنید.

جواب:

الف)

$$m = ۵۰\,g = ۵۰\times۱۰^{-۳}\,kg = ۵\times۱۰^{-۲}\,kg$$

$$E_۲ - E_۱ = W_f \Rightarrow (K_۲ + U_۲) - (K_۱ + U_۱) = W_f \Rightarrow (\frac{۱}{۲}mv_۲^۲ + mgh_۲) - (\frac{۱}{۲}mv_۱^۲ + mgh_۱) = W_f$$

$$\Rightarrow \left[\frac{۱}{۲}(۵\times۱۰^{-۲}\,kg)(۰٫۴۵\times۱۰^{۳}\,\frac{m}{s})^۲\right] - \left[\frac{۱}{۲}(۵\times۱۰^{-۲}\,kg)(۱٫۵\times۱۰^{۳}\,\frac{m}{s})^۲ + (۵\times۱۰^{-۲}\,kg)(۱۰\,\frac{N}{kg})(۱٫۶\,m)\right] = W_f \quad W_f \simeq -۵٫۱۲\times۱۰^{۴}\,J$$

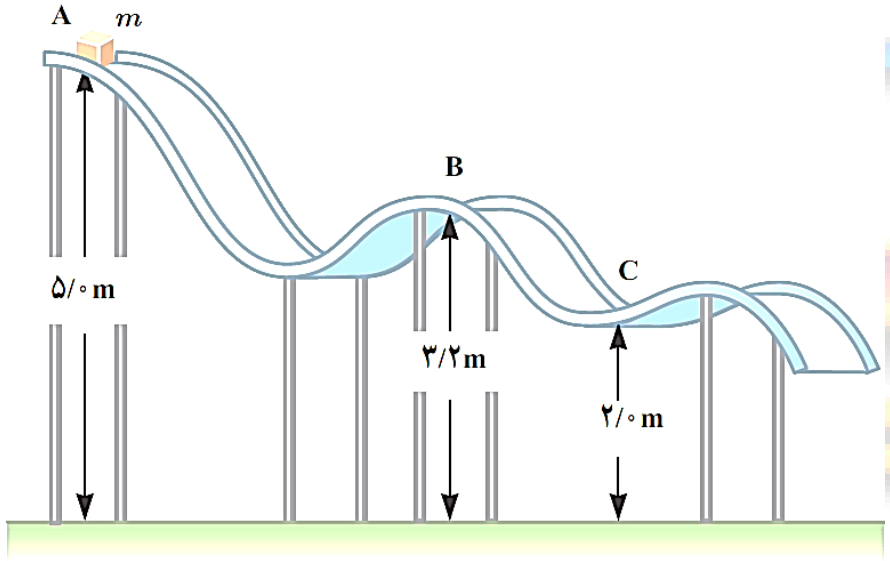
ب)

$$W_g = -\Delta U = -mg\Delta h \Rightarrow W_g = -mg(h_۲ - h_۱) = -(۵\times۱۰^{-۲}\,kg)\times(۱۰\,\frac{N}{kg})\times(۰ - ۱٫۶\,m) \simeq ۰٫۸J$$

اندازه کار نیروی مقاومت هوا بسیار بیشتر از کار نیروی وزن است.

مسائل فصل

۱۸- جسمی به جرم $m = ۱۲\,kg$ در نقطهٔ A از حالت سکون رها می‌شود و در مسیری بدون اصطکاک سُر می‌خورد.



تعیین کنید:

الف) تندی جسم را در نقطهٔ B

ب) کار نیروی گرانشی را در حرکت جسم از نقطهٔ A تا نقطهٔ C.

جواب:

الف)

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

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_A^۲ + mgh_A = \frac{۱}{۲}mv_B^۲ + mgh_B$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲}v_A^۲ + gh_A = \frac{۱}{۲}v_B^۲ + gh_B \Rightarrow gh_A = \frac{۱}{۲}v_B^۲ + gh_B \Rightarrow (۱۰\frac{N}{kg})\times(۵m) = \frac{۱}{۲}v_B^۲ + (۱۰\frac{N}{kg})\times(۳/۲m)$$

$$\Rightarrow ۵۰ = \frac{۱}{۲}v_B^۲ + ۳۲ \Rightarrow v_B^۲ = ۳۶ \Rightarrow v_B = ۶\frac{m}{s}$$

ب)

$$W_g = -\Delta U = -mg\Delta h \Rightarrow W_g = -mg(h_C - h_A) = -(۱۲\,kg)\times(۱۰\frac{N}{kg})\times(۲m - ۵m) = ۳/\times ۱۰^۲ J$$

مسائل فصل

۱۹ـ شکل روبه‌رو گلوله‌ای را نشان می‌دهد که از سقف کلاسی آویزان شده و دانش‌آموزی آن را از وضعیت تعادل خارج کرده و در برابر نوک بینی خود گرفته است.

الف) وقتی دانش‌آموز گلوله را رها می‌کند هنگام برگشت به او برخورد نمی‌کند. چرا؟

ب) اگر دانش‌آموز هنگام رها کردن گلوله، آن را هُل دهد، هنگام برگشت آن، چه اتفاقی می‌افتد؟

جواب:

الف) در ابتدا گلوله در حال سکون است، یعنی انرژی جنبشی آن صفر بوده و تمام انرژی مکانیکی آن مربوط به انرژی پتانسیل گرانشی آن است. حال اگر مقاومت هوا را در نظر بگیریم، بخشی از انرژی اولیه آن صرف غلبه بر مقاومت هوا شده و در نتیجه گلوله به ارتفاعی پایین‌تر از ارتفاع اولیه خواهد رسید و اگر مقاومت هوارا در نظر نگیریم، گلوله دقیقا به همان ارتفاع اولیه، یعنی جلوی نوک بینی دانش‌آموز متوقف می‌شود.

ب) در این حالت چون گلوله تندی اولیه داشته است، انرژی مکانیکی آن بیشتر از حالت قبل می‌شود و در برگشت به ارتفاعی بیشتر از ارتفاع اولیه خواهد رسید و به بینی دانش‌آموز برخورد خواهد کرد.

مسائل فصل

۲۰- بالابری با تندی ثابت، باری به جرم $۶۵۰\,kg$ را در مدت ۳ دقیقه تا ارتفاع $۷۵\,m$ بالا می‌برد. اگر جرم بالابر $۳۲۰\,kg$ باشد، توان متوسط موتور آن چند وات و چند اسب بخار است؟

جواب:

تندی ثابت $v_۱ = v_۲ \Rightarrow K_۱ = K_۲ \Rightarrow \Delta K = K_۲ - K_۱ = ۰$

$$m = ۶۵۰\,kg + ۳۲۰\,kg = ۹۷۰\,kg$$

$$\Rightarrow W_t = \Delta K = ۰ \Rightarrow W_g + W_b = ۰ \Rightarrow W_b = -W_g = -(-mg\Delta h) = mg\Delta h$$

$$= (۹۷۰\,kg) \times (۱۰\,\frac{N}{kg}) \times (۷۵\,m) = ۷/۲۷ \times ۱۰^۵\,J$$

$$\bar{P} = \frac{W_b}{\Delta t} = \frac{۷/۲۷ \times ۱۰^۵\,J}{۳ \times ۶۰\,s} \simeq ۴۰۴۱\,W \times \frac{۱\,hp}{۷۵۰\,W} \simeq ۵/۳۸\,hp$$

مسائل فصل

۲۰ـ شخصی به جرم $۷۲\,kg$ ، در مدت زمان $۹۰s$ از تعداد ۵۰ پله بالا می‌رود. توان متوسط مفید او چند وات است؟ ارتفاع هر پله را $۳۰\,cm$ فرض کنید.

جواب:

$$\Delta h = ۵۰ \times (۳۰\,cm) = ۱۵۰۰\,cm \times \frac{۱۰^{-۲}\,m}{۱\,cm} = ۱۵\,m$$

$$W_t = \Delta K = ۰ \Rightarrow W_g + W_p = ۰ \Rightarrow W_p = -W_g = -(-mg\Delta h) = mg\Delta h$$

$$\Rightarrow W_p = (۷۲\,kg) \times (۱۰\frac{N}{kg}) \times (۱۵\,m) \simeq ۱۰۸۰۰\,J = ۱/۰۸ \times ۱۰^{۴}\,J$$

$$\bar{P} = \frac{W_p}{\Delta t} = \frac{۱/۰۸ \times ۱۰^{۴}\,J}{۹۰\,s} \simeq ۱۲۰\,W$$

مسائل فصل

۲۲ـ سالانه نزدیک به ۱۲۵ میلیارد لیتر مواد و فراورده‌های نفتی از طریق حدود $۱۴۰۰۰\,km$ خطوط لوله در نقاط مختلف کشور توزیع می‌شود. این خطوط در طول مسیر خود از مراکز انتقال متعددی می‌گذرند تا توان لازم را برای ادامهٔ راه به دست آورند. شکل زیر یکی از این مراکز را نشان می‌دهد که در ارتفاع $۲۰۵۰\,m$ از سطح دریای آزاد قرار دارد. در این مرکز، درهر ثانیه ۱ مترمکعب مواد نفتی از طریق لوله‌ای با قطر ۳۲ اینچ $(۸۱٫۲\,cm)$ توسط دو دستگاه پمپ تا ارتفاع $۲۷۰۰\,m$ از سطح دریای آزاد فرستاده می‌شود. اگر بازده هر یک از پمپ‌های این مرکز ۲۸ درصد باشد، توان هر یک از آن‌ها بر حسب مگاوات و اسب بخار (hp) چقدر است؟ (چگالی مواد نفتی را $۸۶۰\,kg/m^۳$ بگیرید.)

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V \Rightarrow m = (۸٫۶۰\times۱۰^۲\,\frac{kg}{m^۳})\times(۱\,m^۳) = ۸٫۶۰\times۱۰^۲\,kg$$

$$W_t = \Delta K = ۰ \Rightarrow W_g + W_p = ۰ \Rightarrow W_p = -W_g = -(-mg\Delta h) = mg\Delta h$$

$$\Rightarrow W_p = (۸٫۶۰\times۱۰^۲\,kg)\times(۱۰\,\frac{N}{kg})\times(۲٫۷۰\times۱۰^۳\,m - ۲٫۰۵\times۱۰^۳\,m) \simeq ۵٫۵۹\times۱۰^۶\,J$$

مسائل فصل

ادامه سوال ۲۲ـ

$$\bar{P} = \frac{W_p}{\Delta t} = \frac{۵/۵۹ \times ۱۰^{۶}\ J}{۱\ s} = ۵/۵۹ \times ۱۰^{۶}\ W$$

$$\text{بازده} = \frac{\text{توان خروجی}}{\text{توان ورودی}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۲۸ = \frac{۵/۵۹ \times ۱۰^{۶}\ W}{\text{توان ورودی}} \times ۱۰۰$$

$$\text{توان ورودی} \simeq ۱۹/۹ \times ۱۰^{۶}\ W \times \frac{۱\ hp}{۷۵۰\ W} \simeq ۱/۳۳ \times ۱۰^{۴}\ hp$$