بخش آموزش رسانه تفریحی سنتر
www.tafrihicenter.ir/edu
کلیک کنید
نمونه سوال
گام به گام
امتحان نهایی
جزوه
دانلود آزمون های آزمایشی
متوسطه اول : هفتم ... هشتم ... نهم
متوسطه دوم : دهم ... یازدهم ... دوازدهم
www.tafrihicenter.ir

۳ کار، انرژی و توان

تمرین ۲ـ۱ صفحه ۳۰

$m = ۲۲۴\ \text{kg}$

$v = ۲/۸۴\ \text{km/s} = (۲/۸۴\ \text{km/s})(\frac{۱۰۰۰\text{m}}{۱\ \text{km}}) = ۲/۸۴ \times ۱۰^{۳}\ \text{m/s}$

$K = \frac{۱}{۲} mv^{۲} = \frac{۱}{۲}\ (۲۲۴\text{kg})(۲/۸۴ \times ۱۰^{۳}\text{m/s})^{۲} = ۹۰۳ \times ۱۰^{۶}\text{J} = ۹۰۳\text{MJ}$

تمرین ۲ـ۲ صفحه ۳۰

$m = ۸/۴۰ \times ۱۰^{۲}\text{kg}$

$v_{۱} = ۱۸/۰\ \text{m/s}$

$v_{۲} = ۲۵/۰\ \text{m/s}$

$K_{۱} = \frac{۱}{۲} mv_{۱}^{۲} = -\ (۸/۴۰ \times ۱۰^{۲}\ \text{kg})(۱۸/۰\ \text{m/s})^{۲} = ۱۳۶ \times ۱۰^{۳}\ \text{J} = ۱۳۶\ \text{kJ}$

$K_{۲} = \frac{۱}{۲} mv_{۲}^{۲} = \frac{۱}{۲}\ (۸/۴۰ \times ۱۰^{۲}\ \text{kg})(۲۵/۰\ \text{m/s})^{۲} = ۲۶۲ \times ۱۰^{۳}\ \text{J} = ۲۶۲\ \text{kJ}$

$\Delta K = K_{۲} - K_{۱} = ۲۶۲\text{kJ} - ۱۳۶\text{kJ} = ۱۲۶\text{kJ}$

پرسش ۲ـ۱ صفحه ۳۱

انرژی جنبشی کمیتی نرده‌ای است و فقط به تندی و جرم جسم بستگی دارد.

برای حل این پرسش ابتدا انرژی جنبشی اجسام را محاسبه کرده و برحسب $K_{۱}$ می‌نویسیم.

$K_{۱} = \frac{۱}{۲} mv^{۲}$

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

$K_{۳} = \frac{۱}{۲} mv^{۲} = K_{۱}$

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

$K_{۵} = \frac{۱}{۲} (۲m)(۲v)^{۲} = \frac{۱}{۲} \times ۲m \times (۴v^{۲}) = ۸(\frac{۱}{۲} mv^{۲}) = ۸K_{۱}$

بنابراین می‌توان نوشت:

$(K_{۱} = K_{۳}) < K_{۴} < K_{۲} < K_{۵}$

تمرین ۲ـ۳ صفحه ۳۳

$m = ۶۸/۰\ \text{kg}$

$d = ۴۵/۰\text{cm} = (۴۵/۰\text{cm}) \times (\frac{۱\text{m}}{۱۰۰\text{cm}}) = ۴۵/۰ \times ۱۰^{-۲}\text{m}$

$g = ۹/۸۱\text{N/kg}$

چون حرکت وزنه یکنواخت است بنابراین نیروی F با نیروی وزن برابر است و داریم:

$F = mg$

$F = ۶۸/۰\ \text{kg} \times ۹/۸۱\text{N/kg} = ۶۶۸\text{N}$

$W = Fd = ۶۶۸\ \text{N} \times ۴۵/۰ \times ۱۰^{-۲}\text{m} = ۳۰۱\text{J}$

تمرین ۲ـ۴ صفحه ۳۳

$F = ۶۶/۰\text{N}$

$d = ۱۸/۴\text{m}$

$W = Fd = ۶۶/۰\text{N} \times ۱۸/۴\text{m} = ۱/۲۱ \times ۱۰^{۳}\text{J}$

تمرین ۲ـ۵ صفحه ۳۵

چون گفته شده به آرامی پایین می‌آورد یعنی:

$F = mg$

$F = ۶۶۸\text{N}$

$d = ۴۵/۰\text{m} = (۴۵/۰\text{cm}) \times (\frac{۱\text{m}}{۱۰۰\text{cm}}) = ۴۵/۰ \times ۱۰^{-۲}\text{m}$

$\cos\theta = \cos ۱۸۰^\circ = -۱$

$W = (F\cos\theta)d = [۶۶۸\text{N} \times (-۱)](۴۵/۰ \times ۱۰^{-۲}\ \text{m}) = -۳۰۱\text{J}$

در حالت اول مقدار کار به‌دست آمده مثبت است امّا در حالت دوم منفی است.

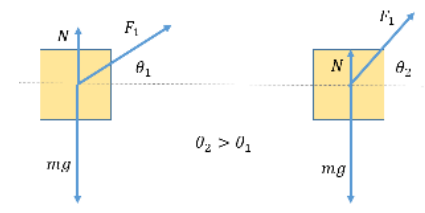
پرسش ۲ـ۲ صفحه ۳۵

در هر دو حالت نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم.

$W_۲ = (F_۱\cos\theta_۱)\ d$ $\qquad$ $W_۲ = (F_۲\cos\theta_۲)\ d$

$W_۱ = W_۲ \Rightarrow F_۱\cos\theta_۱ \not{d} = F_۲\cos\theta_۲ \not{d}$

$F_۱\cos\theta_۱ = F_۲\cos\theta_۲$ چون $\cos\theta_۲ < \cos\theta_۱ \Rightarrow F_۲ > F_۱$



تمرین ۲ـ۶ صفحه ۳۶

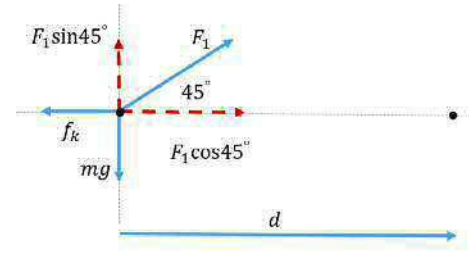
$d = ۲۳۵\text{m}$

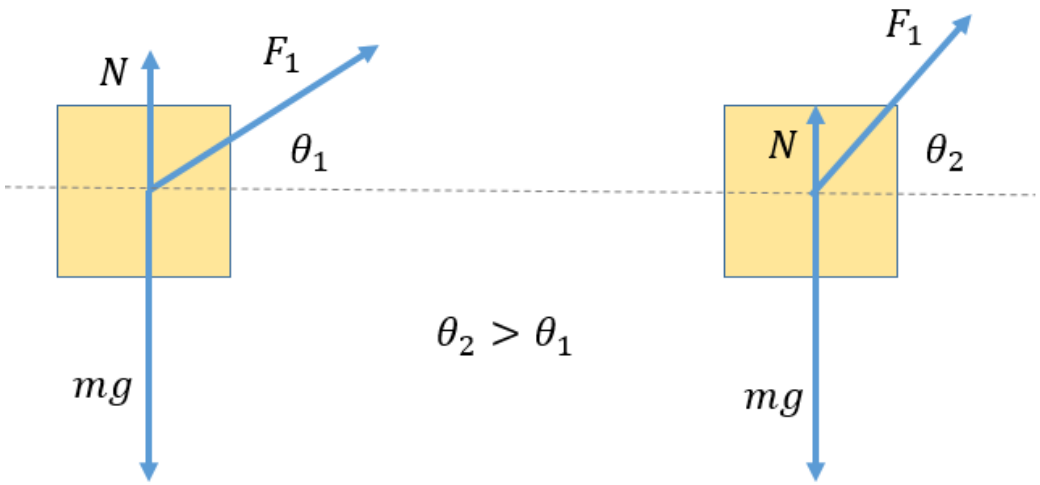
$mg = ۱/۴۷ \times ۱۰^{۴}\text{N}$

$F_۱ = ۵/۰۰ \times ۱۰^{۳}\text{N}$

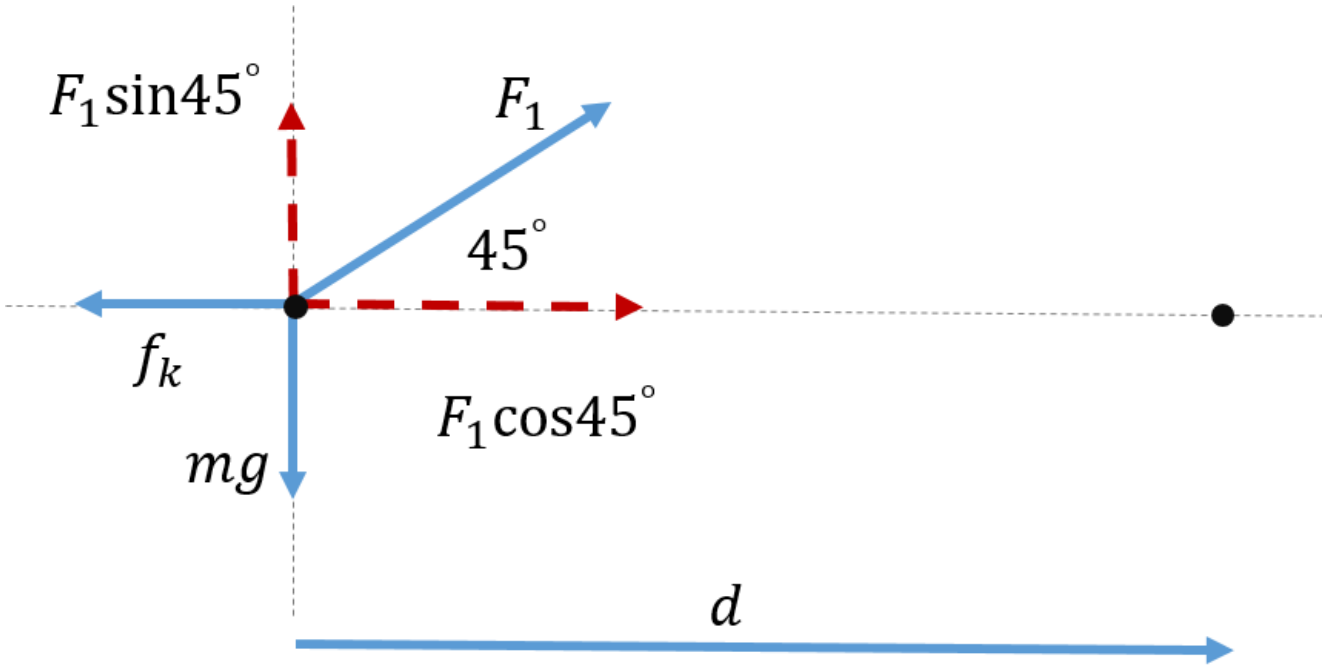
$\theta = ۴۵^\circ$

$f_k = ۳/۵۰ \times ۱۰^{۳}\text{N}$





شکل زیر مربوط به تمرین ۲-۶- صفحه ۳۶ است



روش اول:

$$W_۱ = (F_۱\cos\theta)d = (۵/۰۰\times۱۰^۳\,\mathrm{N}\times\frac{\sqrt{۲}}{۲})(۲۳۵\mathrm{m}) = ۸۳۱\times۱۰^۳\,\mathrm{J}$$

$$W_{f_k} = (f_k\cos\theta)d = [۳/۵۰\times۱۰^۳\times(-۱)](۲۳۵\mathrm{m}) = -۸۲۲\times۱۰^۳\,\mathrm{J}$$

چون نیروی وزن عمودی سطح بر جابه‌جایی عمود هستند کار آنها صفر است بنابراین

$$W_t = W_۱W_{f_k} = (۳/۵۰\times۱۰^۳\mathrm{N}\times\frac{\sqrt{۲}}{۲}\times۲۳۵\mathrm{m}) + [۳/۵۰\times۱۰^۳\times(-۱)\times۲۳۵\mathrm{m}] = -۸/۳۵\times۱۰^۳\,\mathrm{J}$$

روش دوم:

ابتدا نیروها و مؤلفه‌های نیروهایی را که در امتداد جابه‌جایی برجسم وارد می‌شوند شناسایی می‌کنیم. اندازه نیروی خالص در امتداد جابه‌جایی برابر است با:

$$F = F_۱\cos۴۵^\circ - f_k = ۵/۰۰\times۱۰^۳\,\mathrm{N}\times\frac{\sqrt{۲}}{۲} - ۳/۵۰\times۱۰^۳\,\mathrm{N} = ۳۵/۵\mathrm{N}$$

$$W_t = Fd = (۳۵/۵۳۳\mathrm{N})(۲۳۵\mathrm{m}) = ۸/۳۵\times۱۰^۳\,\mathrm{J}$$

تمرین ۲ـ۷ صفحه ۳۹

قضیه کار ـ انرژی جنبشی را برای هر دو قایق می‌نویسیم

قایق اول (سبک) $W_{t_۱} = K_۲ - K_۱ = K_۲$

قایق دوم (سنگین) $W_{t_۲} = K'_۲ - K'_۱ = K'_۲$

چون $W_{t_۱} = W_{t_۲}$ بنابراین انرژی جنبشی هر دو قایق درست پس از عبور از خط پایان با هم برابر است امّا تندی آنها یکی نیست

$$K_۲ = \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ = \frac{۱}{۲}(۲m)v_۲^۲ \Rightarrow v_۱^۲ = ۲v_۲^۲ \Rightarrow v_۱ = \sqrt{۲}\,v_۲$$

تمرین ۲ـ۸ صفحه ۴۰

$m = ۸/۴۰\times۱۰^۲\mathrm{kg}$, $W_t = ۷/۳۵\times۱۰^۴\,\mathrm{J}$, $v_\mathrm{A} = ۵۴/۰\ \mathrm{km/h}$, $v_\mathrm{B} = ?$

حل: ابتدا تندی در موقعیت A را برحسب m/s می‌نویسیم

$$v_\mathrm{A} = (۵۴/۰\,\mathrm{km/h})(\frac{۱}{۳۶۰۰}\frac{\mathrm{h}}{\mathrm{s}})(\frac{۱۰۰۰\mathrm{m}}{۱\,\mathrm{km}}) = ۱۵/۰\,\mathrm{m/s}$$

$$W_t = K_\mathrm{B} - K_\mathrm{A}$$

$$۷/۳۵\times۱۰^۴\,\mathrm{J} = \frac{۱}{۲}(۸/۴۰\times۱۰^۲\,\mathrm{kg})v_B^۲ - \frac{۱}{۲}(۸/۴۰\times۱۰^۲\mathrm{kg})(۱۵/۰\mathrm{m/s})^۲$$

$$\Rightarrow v_B^۲ = ۴۰۰ \Rightarrow v_\mathrm{B} = ۲۰\,\mathrm{m/s}$$

تمرین ۲ـ۹ صفحه ۴۰

$F = ۵۲/۷\mathrm{N}$, $m = ۴/۱۰\,\mathrm{kg}$

حل الف:

$d = ۱/۴۰\,\mathrm{m}$

$W_F = Fd\cos ۰^\circ = ۵۲/۷\mathrm{N} \times ۱/۴۰\,\mathrm{m} = +۷۳/۸\mathrm{J}$

$W_{mg} = mgd\cos ۱۸۰^\circ = ۴/۱۰\,\mathrm{kg} \times ۹/۸۱\,\mathrm{N/kg} \times ۱/۴۰\,\mathrm{m} \times (-۱) = -۵۶/۳\mathrm{J}$

ب:

$W_t = W_{\text{نیروی دست}} + W_{\text{نیروی وزن}} = ۷۳/۸\mathrm{J} - ۵۶/۳\mathrm{J} = ۱۷/۵\mathrm{J}$

پ:

جسم از حال سکون شروع به حرکت کرده است. $W_t = K_۲ - K_۱$

$$۷۱/۵\ \mathrm{J} = \frac{۱}{۲} m v_۲^۲ \Rightarrow \frac{۱۷/۵\mathrm{J} \times ۲}{۴/۱۰\mathrm{kg}} = v_۲^۲ \Rightarrow v_۲^۲ = ۸/۵۳$$

$v_۲ = ۲/۹۲\,\mathrm{m/s}$

پرسش ۲ـ۳ صفحه ۴۰

$$W_{۱t} = K_۲ - K_۱ = \frac{۱}{۲} mv^۲ - ۰ = \frac{۱}{۲} mv^۲$$

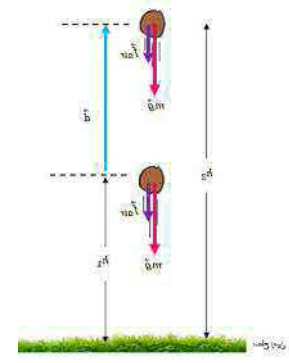
$$W_{۲t} = K_۲ - K_۱ = \frac{۱}{۲} m(۲v)^۲ - \frac{۱}{۲} mv^۲ = \frac{۳}{۲} mv^۲$$

$$\Rightarrow W_{۱t}/W_{۲t} = \frac{\frac{۱}{۲} mv^۲}{\frac{۳}{۲} mv^۲} = \frac{۱}{۳}$$

تمرین ۲ـ۱۰ صفحه ۴۲

جسمی را در نظر می‌گیریم که به طرف بالا پرتاب شده است نیروی وزن و نیروی مقاومت هوا در یک جهت هستند.

$W_{\text{وزن}} = (mg\cos\theta)d = (mg\cos ۱۸۰^\circ)d = -mg = -mgd(h_۲ - h_۱)$



بنابراین داریم:

$W_{\text{وزن}} = -(mgh_۲ - mgh_۱) = -(U_۲ - U_۱) = -\Delta U$

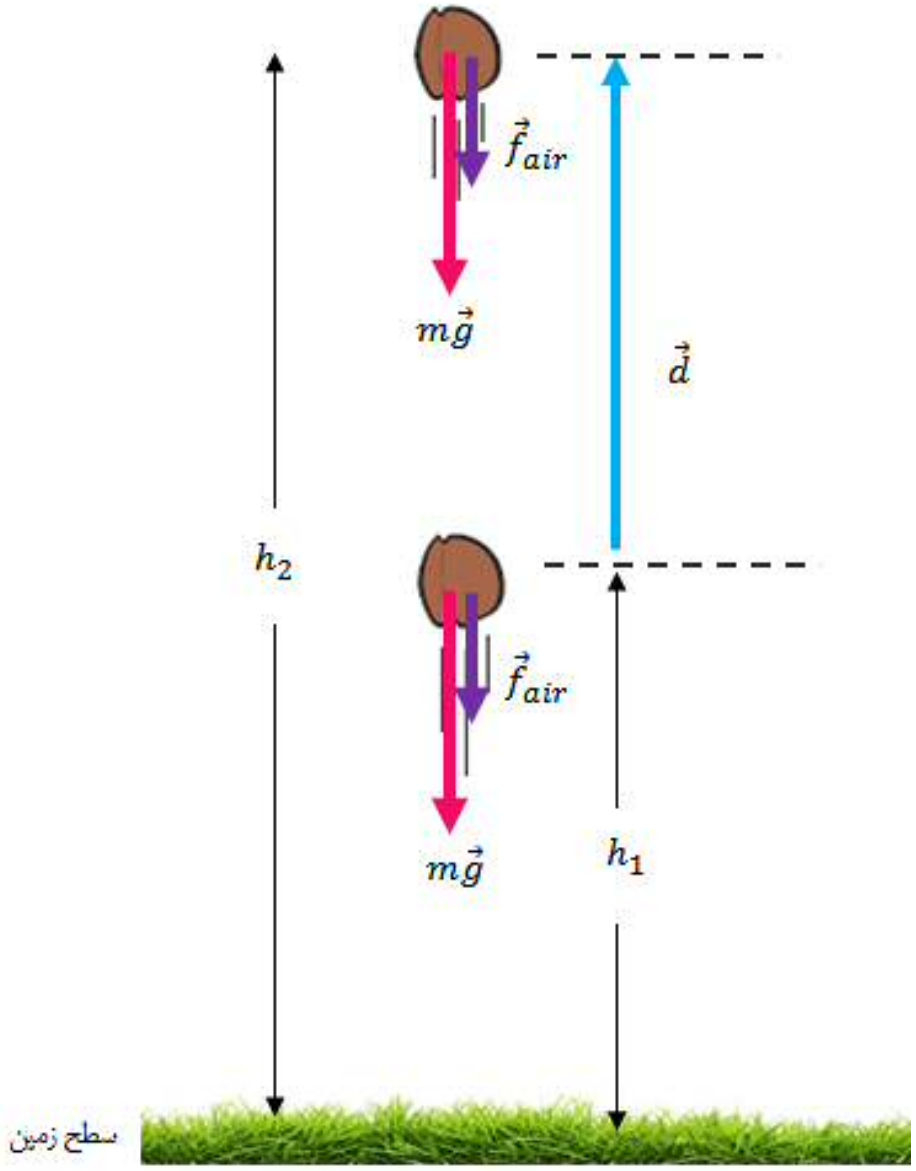
تمرین ۲ـ۱۱ صفحه ۴۴

$m = ۷/۵۰ \times ۱۰^۴\,\mathrm{kg}$

$v = ۸۶۴\ \mathrm{km/h} = (۸۶۴\,\mathrm{km/h})\left(\frac{۱۰۰۰\,\mathrm{m}}{۱\,\mathrm{km}}\right)\left(\frac{۱}{۳۶۰۰}\frac{\mathrm{h}}{\mathrm{s}}\right) = ۲/۴۰ \times ۱۰^۲\,\mathrm{m/s}$

$h = ۹/۶۰ \times ۱۰^۳\,\mathrm{m}$

شکل زیر مربوط به تمرین ۲-۱۰ صفحه ۴۲ است



$$K = \frac{۱}{۲} mv^۲ \Rightarrow K = \frac{۱}{۲} \times ۷/۵۰ \times ۱۰^۴ \text{ kg} \times (۲۴۰ \text{ m/s})^۲ = ۲/۱۶ \times ۱۰^۹ \text{ J}$$

$$U = mgh = ۷/۵۰ \times ۱۰^۴\text{kg} \times ۹/۸۱\text{N/kg} \times ۹/۶۰ \times ۱۰^۳\text{m} = ۷۰۶ \times ۱۰^۷\text{J} = ۷/۰۶ \times ۱۰^۹$$

$$\frac{U}{K} = \frac{۷/۰۶ \times ۱۰^۹\text{J}}{۲/۱۶ \times ۱۰^۹\text{J}} \simeq ۳ \Rightarrow U \approx ۳K$$

تمرین ۲ـ۱۲ صفحه ۴۴

$$m = ۱۴۷\text{kg} \text{ , } h_۱ = ۸۷/۰\text{m} \text{ , } h_۲ = ۴۳/۰\text{m}$$

$$U_۱ = mgh_۱ = ۱۴۷\text{kg} \times ۹/۸۱\text{N/kg} \times ۸۷/۰\text{m} = ۱/۲۵ \times ۱۰^۵\text{J}$$

$$U_۲ = mgh_۲ = ۱۴۷\text{kg} \times ۹/۸۱\text{N/kg} \times ۴۳/۰\text{m} = ۶/۲۰ \times ۱۰^۴\text{J}$$

ب)

$$W_{\text{وزن}} = -\Delta U = -(U_۲ - U_۱) = U_۱ - U_۲ = ۱/۲۵ \times ۱۰^۵\text{J} - ۶/۲۰ \times ۱۰^۴\text{J}$$

$$\Rightarrow W_{\text{وزن}} = +۶/۳ \times ۱۰^۴\text{J}$$

چون علامت آن مثبت است یعنی نیروی وزن کار انجام داده است.

فعالیت ۲ـ۱ صفحه ۴۶

مشاهده می‌شود که قسمت انتهای آزاد فنر تا زمانی که فنر به طور کامل جمع نشده است سقوط نخواهد کرد. یعنی ابتدا فنر جمع می‌شود و انرژی پتانسیل کشسانی آن باعث می‌شود فنر به حالت تعادل (حالتی که کشیده نشده است) در آید. و سپس فنر سقوط خواهد کرد و انرژی پتانسیل گرانشی آن آزاد خواهد شد. البته توجه داشته باشید در قسمت اول حرکت فنر هم با وجود اینکه انتهای آن ثابت است اما مرکز جرم فنر در حال سقوط است.

پرسش ۲ـ۴ صفحه ۴۷

چون ارتفاع جسم در هر چهار حالت نسبت به نقطه B با هم برابر است بنابراین نسبت به این نقطه انرژی پتانسیل گرانشی یکسانی دارد. چون اصطکاک نداریم بنابراین کل این انرژی پتانسیل گرانشی زمانی که جسم به نقاط B می‌رسد. بدون توجه به شکل مسیر به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود و بنابراین سرعت در تمام حالت‌ها برابر است.

تمرین ۲ـ۱۴ صفحه ۴۸

توجه: مثال (۲ـ۱۲) به جای مثال (۲ـ۱۳) اصلاح شود.

در این حالت $h_۱ = ۰$ است و $h_۲ = ۱/۱\text{m}$ بنابراین داریم:

$$K_۱ + U_۱ = K_۲ + U_۲$$

$$\frac{۱}{۲} \cancel{m} (۷/۲\text{m/s})^۲ = \frac{۱}{۲} \cancel{m} v_۲^۲ + \cancel{m} \times ۹/۸۱\text{N/kg} \times ۱/۱\text{m} \Rightarrow v_۲ = ۵/۵\text{m/s}$$

تمرین ۲ـ۱۴ صفحه ۴۹

$$K_۱ + U_۱ = K_۲ + U_۲$$

$$v_۱ = ۴۲/۰\text{m/s}$$

$$v_۲ = ۲۴۰\text{m/s}$$

$$\frac{۱}{۲} \cancel{m} v_۱^۲ + \cancel{m} g h_۱ = \frac{۱}{۲} \cancel{m} v_۲^۲ + \cancel{m} g h_۲$$

$$\frac{۱}{۲}(۴۲/۰\,\text{m/s})^۲ + ۰ = \frac{۱}{۲}(۲۴/۰\,\text{m/s})^۲ + ۹/۸۱\ \text{N/kg} \times h_۲ \Rightarrow h_۲ = ۶۰/۵\text{m}$$

پرسش ۲ـ۴ صفحه ۴۹

انرژی جنبشی توپ در اثر برخورد با مولکول‌های هوا و سرانجام برخورد با دست، باعث بالا رفتن انرژی درونی محیط اطراف و دست می‌شود.

تمرین ۲ـ۱۵ صفحه ۵۱

می‌توان گفت که ۱۸درصد انرژی جنبشی اولیه توپ به انرژی جنبشی آن در نقطه B تبدیل می‌شود.

$m = ۰/۴۵\text{kg}\ ,\ v_۱ = ۸/۰\,\text{m/s}$

$$\frac{۸۰}{۱۰۰}K_A = K_B \Rightarrow \frac{۸۰}{۱۰۰} \times \frac{۱}{۲}m \times (۸/۰\,\text{m/s})^۲ = \frac{۱}{۲}mv_B^۲$$

$$\Rightarrow v_B = ۷/۱\ \text{m/s}$$

تمرین ۲ـ۱۶ صفحه ۵۲

$$P = \frac{W_{\text{موتور}}}{\Delta t} = \frac{Fd\cos\theta}{\Delta t} = \frac{۱/۹۷\times۱۰^۵\text{N}\times۱۵/۶\times۱۰^۳\text{m}}{۶۰\text{s}}$$

$$= ۵۱/۲ \times ۱۰۶\text{W} = ۵۱/۲\text{MW}$$

$$P = ۵۱/۲ \times ۱۰^۶\text{W} \times \left(\frac{۱\ \text{hp}}{۷۴۶\ \text{W}}\right) = ۶/۸۶ \times ۱۰^۴\text{hp}$$

تمرین ۲ـ۱۷ صفحه ۵۴

$h = ۹۰/۰\ \text{m}$

$P = ۲۰۰\text{MW} = ۲۰۰ \times ۱۰^۶\text{W}$

$$P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{mgh}{۱\text{s}} \Rightarrow ۲۰۰ \times ۱۰^۶ = \frac{۰/۸۵\times m\times۹/۸۱\times۹۰/۰}{۱\text{s}}$$

$$\Rightarrow m = ۲/۶۶ \times ۱۰^۵\text{kg}$$

حجم آبی که باید در هر ثانیه روی توربین ریخته شود برابر است با:

$$\text{حجم آب}\ V = \frac{۲/۶۶\times۱۰^۵}{۱/۰۰\times۱۰^۳} = ۲/۶۶ \times ۱۰۲\ \text{m}^۳$$

فعالیت ۲ـ۲

الف) مقدار انرژی لازم برای یک لامپ رشته‌ای ۱۰۰ واتی

$$W = Pt = ۱۰۰\text{W} \times (۱۸۰\text{h}) \times \left(۳۶۰۰\ \frac{\text{s}}{۱\ \text{h}}\right) = ۶/۴۸ \times ۱۰^۷\text{J}$$

انرژی مفیدی که با سوختن یک لیتر گازوئیل تأمین می‌شود برابر است با:

$$\frac{۳۵}{۱۰۰} \times ۳۴/۲ \times ۱۰^۶\ \text{J/L}$$

به این ترتیب حجم گازوئیل موردنیاز برابر است با:

$$V = \frac{۶/۴۸\times۱۰^{۷}\,\mathrm{J}}{۰/۳۵\times۳۴/۲\times۱۰^{۶}\,\mathrm{J/L}} = ۵/۴۱\,\mathrm{L}$$

مقدار ۵/۴۱ لیتر گازوئیل باید مصرف شود.

ب) هرچه انرژی الکتریکی کمتر مصرف شود سوخت کمتری مصرف شده و آلودگی کمتری هم به‌وجود خواهد آمد.

پ) فرض کنیم جمعیت ایرن ۸۰ میلیون نفر باشد و هرخانواده ۴ نفر باشد بنابراین ۲۰ میلیون خانواده داریم یعنی ۲×۱۰^{۷} که می‌توانیم مرتبهٔ بزرگی آن را به صورت $۱۰^{۷}$ بگیریم.

مرتبهٔ بزرگی مقدار گازوئیل مصرفی را هم $۱۰^{۱}$ درنظر می‌گیریم. بنابراین مقدار گازوئیل صرفه‌جویی شده برابر خواهد بود با:

$$۱۰^{۱}\times۱۰^{۷} = ۱۰^{۸}\,\mathrm{L}$$

یعنی مرتبهٔ بزرگی گازوئیل صرفه‌جویی شده در هر ماه از مرتبه $۱۰^{۸}\,\mathrm{L}$ است!

فعالیت ۲ـ۳ صفحه ۵۵

برای این کار به کمک زمان‌سنج تلفن همراه، مدت زمان را اندازه گرفته و ارتفاع هر پله (y) را در تعداد آنها (n) ضرب می‌کنیم. بنابراین می‌توان نوشت ($h = ny$):

$$P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{mgh}{\Delta t}$$

تمرین ۱ صفحه ۵۶

$$m_{\text{شهاب سنگ}} = ۱/۳۵\times۱۰^{۵}\,\mathrm{kg}\ ,\ v_{\text{شهاب سنگ}} = ۴/۱۲\,\mathrm{km/s} = ۴/۱۲\times۱۰^{۳}\,\mathrm{m/s}$$

$$K_{\text{شهاب سنگ}} = \frac{۱}{۲}mv^{۲} = \frac{۱}{۲}(۱/۳۵\times۱۰^{۵}\,\mathrm{kg})(۴/۱۲\times۱۰^{۳}\,\mathrm{m/s})^{۲} = ۱۱/۵\times۱۰^{۱۱}\,\mathrm{J}$$

$$m_{\text{هواپیما}} = ۷/۲۵\times۱۰^{۴}\,\mathrm{kg}$$

$$v_{\text{هواپیما}} = ۹۳۶\,\mathrm{km/h} = (۹۳۶\,\mathrm{km/s})\times\left(\frac{۱۰^{۳}\,\mathrm{m}}{۱\,\mathrm{km}}\right)\times\left(\frac{۱}{۳۶۰۰}\frac{\mathrm{h}}{\mathrm{s}}\right) = ۲/۶۰\times۱۰^{۲}\,\mathrm{m/s}$$

$$K_{\text{هواپیما}} = \frac{۱}{۲}mv^{۲} = \frac{۱}{۲}\times۷/۲۵\times۱۰^{۴}\,\mathrm{kg}\times(۲/۶۰\times۱۰^{۲}\,\mathrm{m/s})^{۲} = ۲۴/۵\times۱۰^{۸}\,\mathrm{J}$$

$$\frac{K_{\text{شهاب سنگ}}}{K_{\text{هواپیما}}} = \frac{۱۱/۵\times۱۰^{۱۱}\,\mathrm{J}}{۲۴/۵\times۱۰^{۸}\,\mathrm{J}} = \frac{۱۱۵۰۰\times۱۰^{۸}\,\mathrm{J}}{۲۴/۵\times۱۰^{۸}\,\mathrm{J}} \approx ۴۶۹$$

$$K_{\text{شهاب سنگ}} \simeq ۴۷۰\,K_{\text{هواپیما}}$$

تمرین ۲ صفحه ۵۶

$$m = ۱/۴۰\times۱۰^{۸}\,\mathrm{kg}$$

$$v = ۱۲/۰\,\mathrm{km/s} = (۱۲/۰\,\mathrm{km/s})\left(۱۰^{۳}\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{km}}\right) = ۱۲/۰\times۱۰^{۳}\,\mathrm{m/s}$$

$$K = \frac{۱}{۲}mv^{۲} = \frac{۱}{۲}\times۱/۴۰\times۱۰^{۸}\,\mathrm{kg}\times(۱۲/۰\times۱۰^{۳}\,\mathrm{m/s})^{۲} = ۱۰۱\times۱۰^{۱۴}\,\mathrm{J}$$

اگر بخواهیم مقایسه‌ای با انرژی آزاد شده توسط هر تن TNT داشته باشیم، داریم:

$$\frac{۱۰۱\times۱۰^{۱۴}\,\mathrm{J}}{۴/۱۸\times۱۰^{۹}\,\mathrm{J}} = \frac{۱۰۱}{۴/۱۸}\times۱۰^{۵} \simeq ۲/۴\times۱۰^{۶}$$

یعنی تقریباً انرژی آن معادل دو نیم میلیون تن TNT بوده است.

تمرین ۳ صفحه ۵۶

$W_t = \Delta K$

$W_t = K_۲ - K_۱$

حالت الف $W_t = \frac{۱}{۲} mv^۲$

حالت ب $W_t' = \frac{۱}{۲} (۲m)v^۲$

$$\frac{W_t'}{W_t} = \frac{\frac{۱}{۲}(۲)\cancel{mv^۲}}{\frac{۱}{۲}\cancel{mv^۲}} = ۲$$

کار انجام شده در حالت (ب) باید دو برابر حالت (الف) باشد.

تمرین ۴ صفحه ۵۶

$m = ۱۴۵\text{g} = (۱۴۵\text{g})(۱۰۰۰\text{kg/g}) = ۱۴۵ \times ۱۰^{-۳}\text{kg}$

$F = ۷۵/۰\text{N}$, $d = ۱/۴۵\text{m}$, $W_t = \Delta K$

از کار مقاومت هوا صرف نظر می‌کنیم

$Fd\cos\theta = K_۲ - K_۱$

$$۷۵/۰\text{N} \times ۱/۴۵\text{m} = \frac{۱}{۲} \times ۱۴۵ \times ۱۰\text{-}۳\text{kg} \times \text{v}۲ \Rightarrow v = \sqrt{۱/۵۰ \times ۱۰^۳} \Rightarrow v = ۳۸/۷\text{m/s}$$

تمرین ۵ صفحه ۵۶

بله. با توجه به رابطه کار ـ انرژی جنبشی داریم

$W_t = K_۲ - K_۱$

اگر W_t منفی باشد به این معنی است که $K_۱ > K_۲$ یعنی تندی جسم کاهش پیدا کرده است و این اتفاق زمانی برقرار است که یک خودرو ترمز می‌گیرد.

تمرین ۶ صفحه ۵۶

در حالت اول $W_۱ = K_۲ - K_۱ = \frac{۱}{۲} mv^۲$

در حالت دوم $W_۲ = \Delta K$

$W_۲ = K_۲ - K_۱$

$W_۲ = \frac{۱}{۲} m(۳v)^۲ = ۹(\frac{۱}{۲} mv^۲) = ۹\, W_۱$

در نتیجه باید ۹ برابر کار انجام شود.

تمرین ۷ صفحه ۵۷

خیر. زیرا نیروی دست ما بر جابه‌جایی عمود است.

در حالتی‌که تندی تغییر کند چون زاویه نیروی دست ما با راستای جابه‌جایی عمود نمی‌ماند بنابراین کار انجام خواهد شد. توجه کنید که از منظر انرژی، وقتی روی جسمی کار انجام می‌شود یا انرژی جنبشی، یا انرژی پتانسیل و یا هر دوی آنها می‌تواند تغییر کند.

تمرین ۸ صفحه ۵۷

$$m = ۱۵۸\text{g} = (۱۵۸\text{g})(\frac{\text{kg}}{۱۰۰۰\text{g}}) = ۱۵۸ \times ۱۰^{-۳}\text{kg}$$
$$h = ۱۸۵\text{m} \ , \ v = ۱۲/۴\text{m/s}$$

در مرحله اول این کار برابر منهای کار نیروی وزن است و در حالت دوم برابر تغییرات انرژی جنبشی جسم.

مرحله اول $= mgh = ۱۵۸ \times ۱۰^{-۳}\text{kg} \times ۹/۸۱\ \text{N/kg} \times ۱۸۵\text{m} = ۲۸۷\text{J}$

مرحله دوم $W = \Delta K = K_۲ - K_۱$

$$= \frac{۱}{۲} mv^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۱۵۸ \times ۱۰^{-۳}\text{kg} \times (۱۲/۴\text{m/s})^۲ = ۱۲/۱\text{J}$$

کار کل برابر مجموع این دو مقدار است.

$$W_{\text{کل}} = ۲۸۷\text{J} + ۱۲/۱\text{J} = ۲۹۹\text{J}$$

تمرین ۹ صفحه ۵۷

چون این نیرو بر مسیر حرکت ماهواره هموراه عمود است بنابراین کاری روی ماهواره انجام نمی‌دهد. بنابراین انرژی جنبشی ماهواره ثابت می‌ماند.

تمرین ۱۰ صفحه ۵۷

انرژی جنبشی جسم هموراه مقداری مثبت است. پرسش کتاب در خصوص انرژی پتانسیل، معطوف به انرژی پتانسیل گرانشی است که با جزئیات بیشتری بررسی شده است. امّا انرژی پتانسیل گرانشی یک سامانه به مبدأ که در نظر می‌گیریم بستگی دارد و می‌تواند مثبت، منفی و یا صفر باشد. توجه کنید همان طور که در کتاب نیز توضیح داده شده است کمیتی که در فیزیک اهمیت دارد ΔU است نه U.

تمرین ۱۱ صفحه ۵۷

الف) نادرست ـ انرژی پتانسیل گرانشی (نسبت به زمین) برای دو شخص هم جرم فقط، به ارتفاع از مبدأ درنظر گرفته شده بستگی دارد.

ب) نادرست ـ

پ) درست ـ زیرا این کار با تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی آنها یکسان است.

ت) درست

تمرین ۱۲ صفحه ۵۸

الف) تندی هر سه یکسان است زیرا از ارتفاع‌های یکسان رها شده‌اند و تندی در پایین سطح شیب‌دار بدون اصطکاک تنها به ارتفاع بستگی دارد ($v = \sqrt{2gh}$).

ب) کار نیروی وزن با تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی برابر است و این کار برای جسم وسطی بیشتر است زیرا جرم بیشتری دارد.

تمرین ۱۳ صفحه ۵۸

$h = ۲۲۵\text{m}$

$$v = ۱۹۸\text{km/h} = (۱۹۸\text{km/h})(۱۰^{۳}\frac{\text{m}}{\text{km}})\,(۳۶۰۰\frac{\text{h}}{\text{s}}) = ۵۵/۰\,\text{m/s}$$

$$K_۱ + U_۱ = K_۲ + U_۲$$

سطح زمین را مبدأ پتانسیل گرانشی می‌گیریم بنابراین $U_۲ = ۰$

$$\frac{۱}{۲}\cancel{m}\,(۵۵/۰\,\text{m/s})^{۲} + \cancel{m} \times ۹/۸۱\,\text{N/kg} \times ۲۲۵\text{m} = \frac{۱}{۲}\cancel{m}v_{۲}^{۲} \Rightarrow v_{۲} = ۸۶/۲\,\text{m/s}$$

تمرین ۱۴ صفحه ۵۸

$v_۱ = ۳۵/۰\,\text{m/s}$, $v_۲ = ۳۲/۰\,\text{m/s}$, $h = ?$

مکان جدا شدن از سکو را مبدأ پتانسیل درنظر می‌گیریم بنابراین داریم:

$$K_۱ + U_۱ = K_۲ + U_۲$$

$$= \frac{۱}{۲}\cancel{m}\,(۳۵/۰\,\text{m/s})^{۲} = \frac{۱}{۲}\cancel{m}\,(۳۲/۰\,\text{m/s})^{۲} = \cancel{m} \times ۹/۸۱\,\text{N/kg} \times h \Rightarrow h = ۱۰/۲\text{m}$$

تمرین ۱۵

چون اصطکاک نداریم طبق اصل پایستگی انرژی مکانیکی، چون ارتفاع و تندی همه آنها در ابتدا یکسان است بنابراین تندی آنها در لحظه برخورد با زمین هم یکسان خواهد بود و در نتیجه چون جرم یکسان دارند انرژی جنبشی یکسانی نیز خواهند داشت.

تمرین ۱۶

$m = ۴۵/۰\,\text{g}$

$$v_۱ = ۱/۲۲\,\text{km/s} = (۱/۲۲\,\text{km/s})(۱۰^{۳}\frac{\text{m}}{\text{km}}) = ۱/۲۲ \times ۱۰^{۳}\,\text{m/s}$$

$h = ۱/۶۲\text{m}$

$$v_۲ = ۰/۴۲۵\,\text{km/s} = ۰/۴۲۵ \times ۱۰^{۳}\,\text{m/s}$$

الف)

$$W_f = E_۲ - E_۱$$

$$W_f = (K_۲ + U_۲) - (U_۱ + K_۱)$$

$$= [\frac{۱}{۲} \times ۴۵/۰ \times ۱۰^{-۳}\text{kg} \times (۰/۴۲۵ \times ۱۰^{۳}\text{m/s})^{۲}] + ۰ - [\frac{۱}{۲} \times ۴۵/۰ \times ۱۰^{-۳}\text{kg} \times (۱/۲۲ \times ۱۰^{۳}\,\text{m/s})^{۲}$$

$+ ۴۵/۰ \times ۱۰^{-۳}\text{kg} \times ۹/۸۱\text{N/kg} \times ۱/۶۲\text{m}]$

$W_f = -۲۹/۴ \times ۱۰^{۳}\text{J}$

ب) کار نیروی وزن برابر $۷۱۵ \times ۱۰^{-۳}\text{J}$ است که در مقابل کار نیروی اصطکاک قابل چشم‌پوشی است.

تمرین ۱۷ صفحه ۵۹

$m = ۱۲/۵\text{kg}$, $h_A = ۵/۰۰\text{m}$, $h_B = ۳/۲۰\text{m}$, $v_B = ?$

الف)

$E_A = E_B$

$U_A + K_A = U_B + K_B$

$\cancel{m}gh_A = \cancel{m}gh_B + \frac{۱}{۲}\cancel{m}v_B^{۲}$

$۹/۸۱\text{N/kg} \times ۵/۰۰\text{m} = ۹/۸۱\text{N/kg} \times ۳/۲۰\text{m} + \frac{۱}{۲}v_B^{۲} \Rightarrow v_B = ۵/۹۴\text{m/s}$

ب) کار نیروی وزن برابر است، با منفی تغییرات انرژی پتانسیل گرانش جسم

$W_{mg} = -mg\Delta h = -mg(h_C - h_A)$

$= -۱۲/۵\text{kg} \times ۹/۸۱\text{N/kg} \times (۲/۰۰\text{m} - ۵/۰۰\text{m}) = +۳۶۷\text{J}$

تمرین ۱۸ صفحه ۵۹

الف) انرژی گلوله قبل از رها کردن برابر است با انرژی پتانسیل گرانشی آن (توجه شود که گلوله باید رها شود و هیچ‌گونه انرژی جنبشی نباید به گلوله داده شود) بنابراین در برگشت مقداری از انرژی آن به‌دلیل مقاومت هوا تلف خواهد شد و مطمئن خواهیم بود که تا ارتفاعی کمی پایین‌تر از محل رها شدن خواهد آمد.

ب) در این حالت احتمال برخورد با صورت دانش‌آموز وجود دارد.

تمرین ۱۹ صفحه ۵۹

$m_۱ = ۶/۸۰ \times ۱۰^{۲}\text{kg}$, $t = ۱۸۶\text{s}$, $h = ۷۸/۴\text{m}$, $m_۲ = ۳/۲۰ \times ۱۰^{۲}\text{kg}$

$m = m_۱ + m_۲ = ۱/۰۰ \times ۱۰^{۳}\text{kg}$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{۱/۰۰\times۱۰^{۳} \times ۹/۸۱ \times ۷۸/۴}{۱۸۶}$$

$P = ۸/۳۵ \times ۱۰^{۳}\text{W}$

$$P = (۸/۳۵ \times ۱۰^{۳}\text{W})(\frac{۷۴۶}{۱}\ \frac{\text{hp}}{\text{W}}) = ۶/۲۳ \times ۱۰^{۳}\text{hp}$$

تمرین ۲۰ صفحه ۵۹

$m = ۷۸/۵\text{kg}$, $t = ۸۴/۰\text{s}$, $n = ۵۰$ پله , $y = ۲۸/۵\text{cm}$

$h = ny = ۵۰ \times ۲۸/۵ = ۱/۴۲ \times ۱۰^{۳}\text{cm} = ۱۴/۲\text{m}$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{۷۸/۵\times۹/۸۱\times۱۴/۲}{۸۴/۰} = ۱/۳ \times ۱۰^{۲}\text{W}$$

تمرین ۲۱ صفحه ۵۹

$v_۱ = ۰$, $m = ۷۲/۰ \times ۱۰^{۴}\text{kg}$, $d = ۲/۰۵ \times ۱۰^{۳}\text{m}$

$v_۲ = ۲۵۴\text{km/h} = (۲۵۴\text{h/mk})(۱۰^{۳}\frac{\text{m}}{\text{km}})(\frac{\quad}{۳۶۰۰}) = ۷۰/۵\text{m/s}$

الف)

$W_t = \Delta K$

$W_t = \frac{۱}{۲} m(v_۲^{۲} - v_۱^{۲}) = \frac{۱}{۲} \times ۷/۲۰ \times ۱۰^{۴}\text{kg}\ (۷۰/۵^{۲} - ۰^{۲}) = ۱/۷۹ \times ۱۰^{۴}\text{J}$

$h = ۵۶۵\text{m}$, $v_۲ = ۳۲۸\text{km/h} = ۹۱/۱\text{m/s}$

ب)

$W_{mg} = -\Delta U = -mg(h_۲ - h_۱) = -۷۲/۰ \times ۱۰^{۴}\text{kg} \times ۹/۸۱\text{N/kg} \times ۵۶۵\text{m} = -۳/۹۹ \times ۱۰^{۹}\text{J}$

پ) سه نیروی دیگر بر هواپیما اثر می‌کند. ۱ـ نیروی جلو بر هواپیما (پیشرانه thrust) ۲ـ نیروی بالابر (lift) ۳ـ نیروی مقاومت هوا (drag) که کار نیروی مقاومت هوا منفی و سایر نیروها زمانی که هواپیما در حال جلو رفتن و اوج گرفتن است مثبت است.

ت) کار کل تا زمان اوج گیری

$W_t = \Delta K$

$= \frac{۱}{۲} m v_۲^{۲} = \frac{۱}{۲} \times ۷۲/۰ \times ۱۰^{۴}\text{kg} \times (۷۰/۵\text{m/s})^{۲} = ۱/۷۹ \times ۱۰^{۹}\text{J}$

ث)

$P = \frac{W_t - W_{mg}}{t}$

$P = \frac{۲/۲۰ \times ۱۰^{۹}\text{J}}{۶۰\text{s}} = ۳/۶ \times ۱۰^{۷}\text{W}$

تمرین ۲۲ صفحه ۶۰

$h_۱ = ۲/۰۵ \times ۱۰^{۳}\text{m}$, $h_۲ = ۲/۷۰ \times ۱۰^{۳}\text{m}$, $\Delta h = ۶/۵۰ \times ۱۰^{۲}\text{m}$

برای ۲ پمپ $\Delta U = mg\Delta h = (۸/۶۰ \times ۱۰^{۲}\text{kg}) \times (۹/۸۱\text{N/kg}) \times (۶/۵۰ \times ۱۰^{۲}\text{m})$

$= ۵/۴۸ \times ۱۰^{۶}\text{J}$

برای یک پمپ $\frac{\Delta U}{۲} = \frac{۵/۴۸ \times ۱۰^{۶}}{۲} = ۲/۷۴ \times ۱۰^{۶}\text{J}$

توان هر پمپ $= (۰/۲۸)\ P \Longrightarrow P = \frac{\frac{۲/۷۴ \times ۱۰^{۶}\text{J}}{۰/۲۸}}{۱\text{s}} = ۹/۷۸ \times ۱۰^{۶}\text{W} = ۹/۷۸\text{MW}$

$= (۹/۷۶ \times ۱۰^{۶}\text{W}) \times (\frac{\text{hp}}{۷۴۶\text{W}}) = ۱/۳۱ \times ۱۰^{۴}\text{hp}$

(توجه: لطفاً در کتاب فیزیک ۱ رشتهٔ تجربی، در این مسئله سه دستگاه پمپ به دو دستگاه پمپ و همچنین بازده از ۱۷/۵ درصد به ۲۸ درصد تغییر کند.)