گام به گام
فصل ۳
فیزیک دهم

آکادمی فیزیک قرغانی

فصل ۳
کار، انرژی و توان

رشتهٔ علوم تجربی

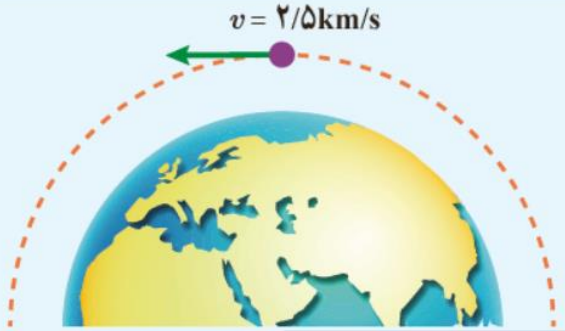
آکادمی فیزیک قرغانی

بخش اول : پرسش ها، فعالیت ها و تمرین ها

حل ویدئویی سوالات را در کانال یوتیوب مشاهده کنید.

YouTube @GhareghaniPhysics

تمرین ۳ـ۱



ماهواره‌ای به جرم ۲۲۰kg، با تندی ثابت ۲/۵km/s دور زمین می‌چرخد.
انرژی جنبشی ماهواره را برحسب ژول و مگاژول حساب کنید.

آکادمی فیزیک قرغانی
Ghareghani Physics Academy

$$m = ۲۲۰kg$$

$$v = ۲/۵km/s = ۲/۵ \times ۱۰^{۳} m/s$$

$$K = \frac{۱}{۲}mv^{۲} = \frac{۱}{۲} \times ۲۲۰ \times (۲/۵ \times ۱۰^{۳})^{۲} = ۶/۸۷۵ \times ۱۰^{۸} J = ۶۸۷/۵MJ$$

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

تمرین ۳ ـ ۲

جرم خودرویی به همراه راننده‌اش $۸۴۰\,kg$ است (شکل زیر). تندی خودرو در دو نقطه از مسیرش روی شکل زیر داده شده است. تغییرات انرژی جنبشی خودرو ($\Delta K = K_۲ - K_۱$) را بین این دو نقطه حساب کنید.

آکادمی فیزیک قرغانی
Gharegheni Physics Academy

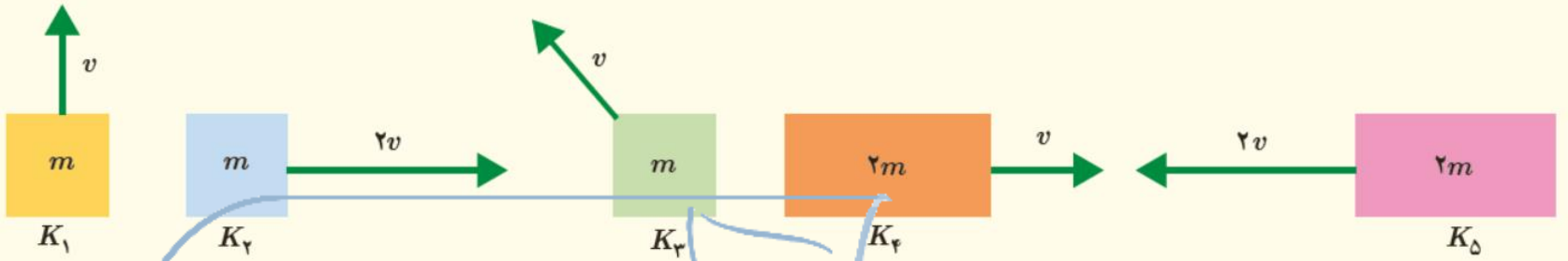
$$\Delta K = k_۲ - k_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ - \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ = \frac{۱}{۲}m(v_۲^۲ - v_۱^۲)$$

$$\Delta K = \frac{۱}{۲} \times (۸/۴۰ \times ۱۰^۲) \times ((۲۵)^۲ - (۱۸)^۲) = ۱/۲۶۴۲ \times ۱۰^۵ J$$

Gharegheni Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

پرسش ۳ـ۱

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



$$K_۱ = \frac{۱}{۲}mv^۲$$

$$K_۲ = \frac{۱}{۲}m(۲v)^۲ = \frac{۴mv^۲}{۲} = ۲mv^۲$$

$$K_۳ = \frac{۱}{۲}mv^۲$$

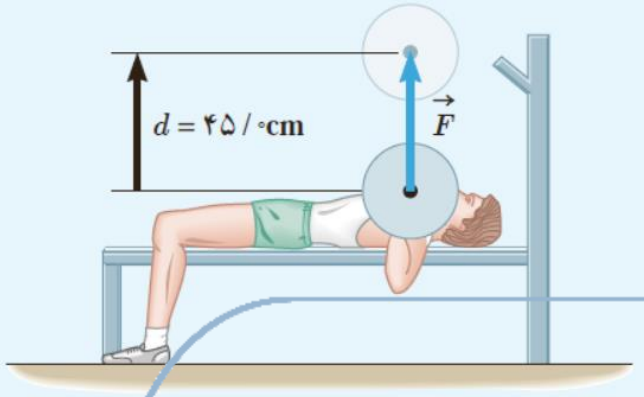
$$K_۴ = \frac{۱}{۲}(۲m)v^۲ = \frac{۲mv^۲}{۲} = mv^۲$$

$$K_۵ = \frac{۱}{۲}(۲m)(۲v)^۲ = \frac{۸mv^۲}{۲} = ۴mv^۲$$

$$K_۱ = K_۳ < K_۴ < K_۲ < K_۵$$

آکادمی فیزیک قرغانی
Gharaghani Physics Academy

تمرین ۳ ـ ۳



ورزشکاری وزنه‌ای به جرم ۶۵kg را به طور یکنواخت، ۴۵cm بالای سر خود می‌برد (شکل روبه رو). کاری که این ورزشکار روی وزنه انجام داده است را محاسبه کنید. اندازهٔ شتاب گرانش زمین را $g = ۹/۸N/kg$ بگیرید.

آکادمی فیزیک قرغانی
Gharegheni Physics Academy

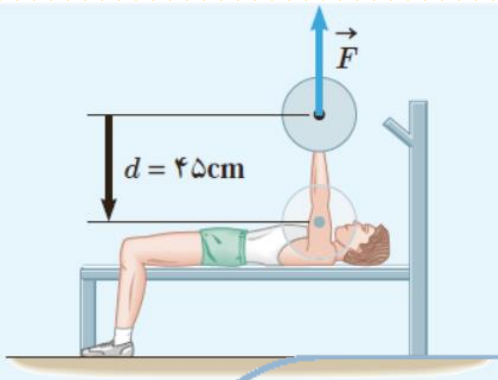
کار انجام‌شده توسط ورزشکار از فرمول $W = Fd$ به دست می‌آید و ازآنجایی‌که وزنه با سرعت ثابت بالا می‌رود $F = mg$ است.

$$d = ۴۵cm = ۰/۴۵m$$

$$W = (mg)(d) = (۶۵ \times ۹/۸۱) \times (۰/۴۵) = ۲۸۶/۹۴۲۵J$$

Gharegheni Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

تمرین ۳ ـ ۴



تمرین ۳ـ۳ 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 (شکل روبه رو). توضیح دهید که در این دو حالت، چه تفاوتی بین کار انجام شده توسط ورزشکار وجود دارد.

آکادمی فیزیک قرغانی
Gharegheni Physics Academy

کار از فرمول $W = Fd\cos\theta$ به دست می‌آید که در آن θ زاویهٔ بین نیرو و جهت حرکت جسم است.

در این مثال نیرو به بالا وارد می‌شود و وزنه به‌طرف پایین حرکت می‌کند یعنی $\theta = ۱۸۰$.

$$F = mg$$

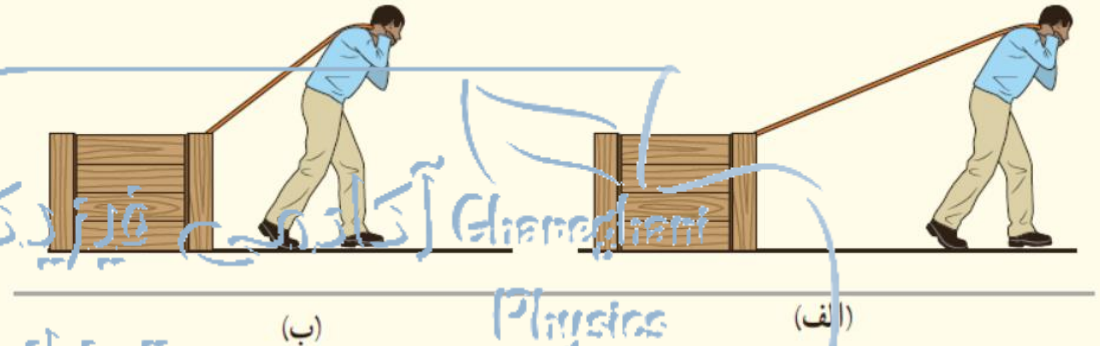
$$W = Fd\cos\theta = (۶۵ \times ۹/۸۱) \times (۰/۴۵) \times (cos۱۸۰) = -۲۸۶/۹۴۲۵J$$

مشاهده می‌شود که در این حالت کار انجام‌شده توسط شخص منفی است.

Gharegheni Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

پرسش ۳ـ ۲

شخصی جسمی را یک بار با طنابی بلند (شکل الف) و بار دیگر با طنابی کوتاه‌تر (شکل ب) روی سطحی هموار می‌کشد. اگر جابه جایی 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.



آکادمی فیزیک قرغانی
Ghareghani Physics Academy

در حالت (ب) شخص نیروی بیشتری وارد می‌کند؛ زیرا هرقدر طول طناب کوتاه‌تر باشد،

زاویهٔ θ بزرگ‌تر و درنتیجه $\cos\theta$ کوچک‌تر است؛ بنابراین برای جبران این کاهش، نیروی

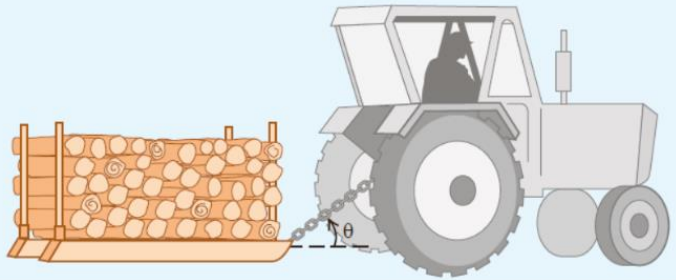
واردشدهٔ F باید افزایش یابد:

$$W = (F \cos \theta)\, d \Rightarrow F \text{ باید افزایش یابد}$$

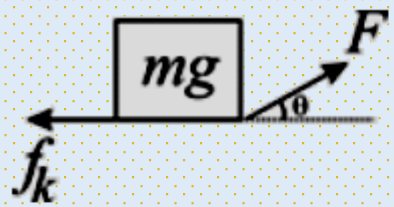
W: ثابت — $\cos\theta$: کاهش — d: ثابت

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

تمرین ۳ ـ ۵



کشاورزی توسط تراکتور، سورتمه‌ای پر از قطعه‌های چوبی برش داده شده برای کارخانه را روی سطح افقی و در مسیر مستقیم به اندازهٔ $۲۰۰\,m$ جابه‌جا می‌کند (شکل زیر). وزن کل سورتمه و بار آن $۱۵۰۰۰\,N$ است. تراکتور نیروی ثابت $F = ۵۵۰۰\,N$ را در زاویهٔ $\theta = ۴۵^\circ$ 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.



ابتدا کار تمام نیروها را بدست می آوریم سپس با هم جمع کرده کار کل را بدست می آوریم.

نیروهای وارد بر سورتمه عبارت اند از :

نیروی تراکتور ، نیروی وزن ، نیروی عمودی سطح(که از طرف سطح وارد می شود) ، نیروی اصطکاک(خلاف جهت حرکت)

کار نیروی وزن و کار نیروی عمودی سطح صفر است زیرا جهت حرکت به سمت راست است اما جهت این نیروها به سمت بالا و پایین است یعنی زاویه نیرو و جابه جایی ۹۰ درجه است و می دانیم هرگاه زاویه نیرو و جابه جایی ۹۰ درجه باشد کار آن نیرو صفر می شود.

$$W_۱ = F_۱ d \cos\theta = (۵/۵ \times ۱۰^۳) \times (۲۰۰) \times \cos ۴۵ = ۷۷۰ \times ۱۰^۳ J$$

$$W_{f_k} = f_k d \cos ۱۸۰ = (۳/۵ \times ۱۰^۳) \times (۲۰۰) \times (-۱) = -۷۰۰ \times ۱۰^۳ J$$

$$W_t = W_۱ + W_{f_k} = ۷۷۰ \times ۱۰^۳ - ۷۰۰ \times ۱۰^۳ = ۷۰ \times ۱۰^۳ J$$

Chareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

تمرین ۳ ــ ۶

شکل روبه‌رو شخصی را نشان می‌دهد که با وارد کردن نیروی ثابت ۱۵۰N، جعبه ای به جرم ۱۰kg را از حال سکون در امتداد قائم جابه جا می‌کند.

الف) کار انجام شده توسط شخص و کار انجام شده توسط نیروی وزن را روی جعبه تا ارتفاع ۱/۵m به‌طور جداگانه حساب کنید.

ب) کار کل انجام شده روی جعبه تا ارتفاع ۱/۵m چقدر است؟

پ) با استفاده از قضیهٔ کار ــ انرژی جنبشی، تندی نهایی جعبه را در ارتفاع ۱/۵m حساب کنید.

الف)

کار شخص :

$$W_f = Fd = ۱۵۰ \times ۱/۵ = ۲۲۵J$$

کار وزن :

$$W_{mg} = -mgd = ۱۰ \times ۱۰ \times ۱/۵ = -۱۵۰J$$

ب) کار کل برابر جمع جبری کارهای انجام‌شده بر روی جسم است.

$$W_t = W_f + W_{mg} = ۲۲۵ - ۱۵۰ = ۷۵J$$

پ) کار کل برابر تغییرات انرژی جنبشی جسم است.

$$W_t = \Delta K = \frac{۱}{۲}mv^۲ - ۰$$

$$۷۵ = \frac{۱}{۲} \times ۱۰ \times v^۲ \Rightarrow v^۲ = ۱۵ \Rightarrow v = \sqrt{۱۵}m/s$$

آکادمی فیزیک قرغانی
Gharaghani Physics Academy

تمرین ۳ ـ ۷

جرم یک خودروی الکتریکی به همراه راننده‌اش $۸۴۰\,kg$ است. وقتی این خودرو از موقعیت A به موقعیت B می‌رود، کار کُل انجام شده 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؟

آکادمی فیزیک قرغانی
Ghareghani Physics Academy

$$W = ۷/۳۵ \times ۱۰^۴ J$$

$$m = ۸/۴۰ \times ۱۰^۲ kJ$$

$$v_A = ۵۴ km/h = ۱۵ m/s$$

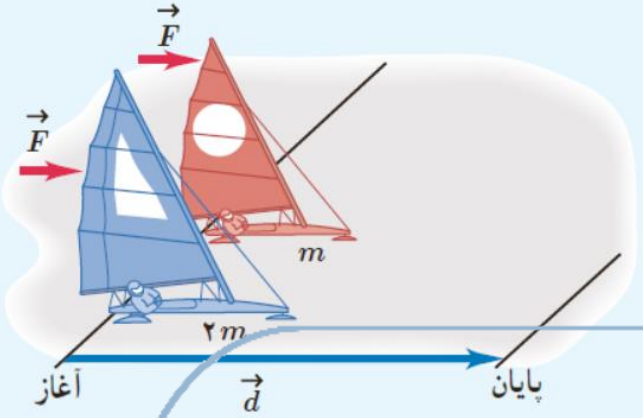
$$W = \Delta K = \frac{۱}{۲} m v_B^۲ - \frac{۱}{۲} m v_A^۲ = \frac{۱}{۲} m (v_B^۲ - v_A^۲)$$

$$۷/۳۵ \times ۱۰^۴ = \frac{۱}{۲} ۸/۴۰ \times ۱۰^۲ \times (v_B^۲ - (۱۵)^۲)$$

$$۱۷۵ = v_B^۲ - ۲۲۵ \Rightarrow v_B^۲ = ۴۰۰ \Rightarrow v_B = ۲۰ m/s$$

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

تمرین ۳ ـ ۸



دو قایق بادبانی مخصوص حرکت روی سطوح یخ‌زده[۱]، دارای جرم‌های m و $۲m$، روی دریاچهٔ افقی و بدون اصطکاکی قرار دارند و نیروی ثابت و یکسان $\vec{F}$ با وزیدن باد به هر دو وارد می‌شود (شکل روبه‌رو). هردو قایق از حال سکون شروع به حرکت می‌کنند و پس از جابه‌جایی $\vec{d}$، از خط پایان می‌گذرند. انرژی جنبشی و تندی قایق‌ها را درست پس از عبور از خط پایان، با هم مقایسه کنید.

ازآنجایی‌که نیروی ثابت $\vec{F}$ به هر دو قایق وارد می‌شود و هر دو فاصله‌ای را می‌پیمایند،

طبق رابطهٔ $W = Fd$ کار انجام‌شده روی هر دو یکسان است و می‌توانیم با استفاده از قضیه کار- انرژی تندی نهایی آن‌ها را حساب کنیم.

$$W = K_۲ - K_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ - \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ - ۰$$

$$W_m = W_{۲m} \Rightarrow K_{۲(m)} - K_{۱(m)} = K_{۲(۲m)} - K_{۱(۲m)}$$

$$\Rightarrow K_{۲(m)} - ۰ = K_{۲(۲m)} - ۰ \Rightarrow \frac{۱}{۲}(m)v_m^۲ = \frac{۱}{۲}(۲m)v_{(۲m)}^۲$$

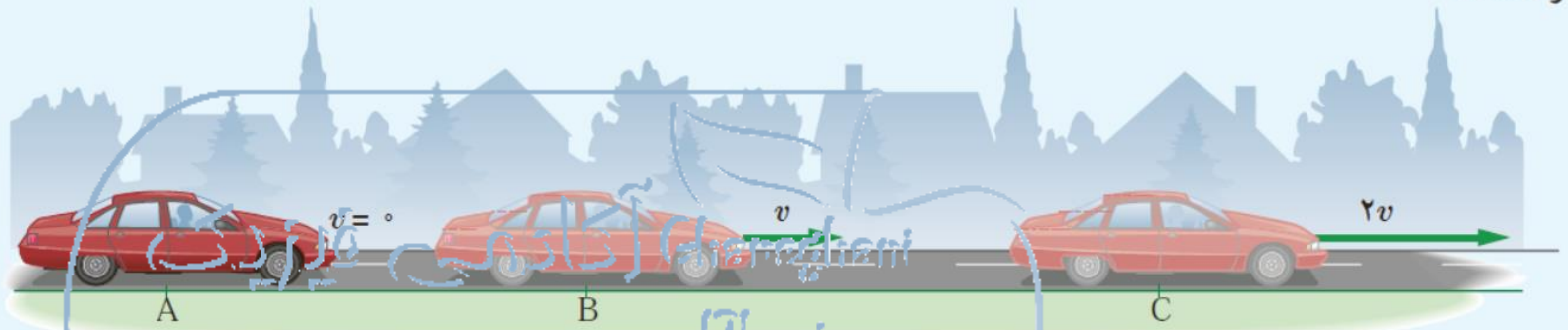
$$\frac{۱}{۲}v_m^۲ = v_{(۲m)}^۲ \Rightarrow v_m = \sqrt{۲}v_{(۲m)}$$

جسمی که جرم کمتری دارد با سرعت بیشتری از خط پایان می‌گذرد.

آکادمی فیزیک قرغانی

تمرین ۳ـ۹

برای آنکه تندی خودرویی از حال سکون در نقطهٔ A به v در نقطهٔ B برسد، باید کار کل W_{1t} روی آن انجام شود. همچنین برای آنکه تندی خودرو از v در نقطهٔ B به $2v$ در نقطهٔ C برسد، باید کار کل W_{2t} روی آن انجام شود (شکل زیر). نسبت W_{1t}/W_{2t} چقدر است؟



$$\frac{W_{1t}}{W_{2t}} = \frac{K_2 - K_1}{K'_2 - K'_1} = \frac{\frac{1}{2}mv^2 - 0}{\frac{1}{2}m(2v)^2 - \frac{1}{2}mv^2}$$

$$= \frac{\frac{1}{8}mv^2}{\frac{1}{8}m(4v^2 - v^2)} = \frac{v^3}{3v^3} = \frac{1}{3} \Rightarrow \frac{W_{1t}}{W_{2t}} = \frac{1}{3}$$

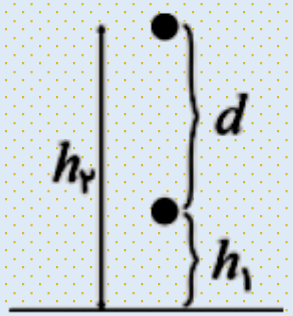
آکادمی فیزیک قرغانی

تمرین ۳ ــ 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 رابطهٔ ۳ــ۶ به دست می‌آید. فرض کنید که جسم به اندازهٔ کافی نزدیک به سطح زمین بماند به گونه‌ای که وزن آن ثابت باشد.

$$W_{\text{وزن}} = mgd\cos 180^\circ = mgd(-1) = -mgd$$

$$= -mg(h_2 - h_1) = -(mgh_2 - mgh_1) = -(U_2 - U_1) = -\Delta U \Rightarrow W_{\text{وزن}} = -\Delta U$$



آکادمی فیزیک قرغانی
Gharaghani Physics Academy

تمرین ۳ ـ ۱۱

انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل گرانشی (نسبت به زمین) یک هواپیمای مسافربری به جرم $۷/۵۰ \times ۱۰^{۴}kg$ که با تندی $۸۶۴km/h$ در ارتفاع $۹/۶۰ \times ۱۰^{۳}m$ حرکت می‌کند چقدر است؟ مقدار این انرژی‌ها را با هم مقایسه کنید.

$$v = ۸۶۴\frac{km}{h} = ۲۴۰\frac{m}{s}$$

انرژی جنبشی : $K = \frac{۱}{۲}mv^{۲} = \frac{۱}{۲} \times (۷/۵ \times ۱۰^{۴}) \times (۲۴۰)^{۲} = ۲/۱۶ \times ۱۰^{۹}J$

انرژی پتانسیل : $U = mgh = (۷/۵ \times ۱۰^{۴}) \times ۱۰ \times (۹/۶ \times ۱۰^{۳}) = ۷/۲ \times ۱۰^{۹}J$

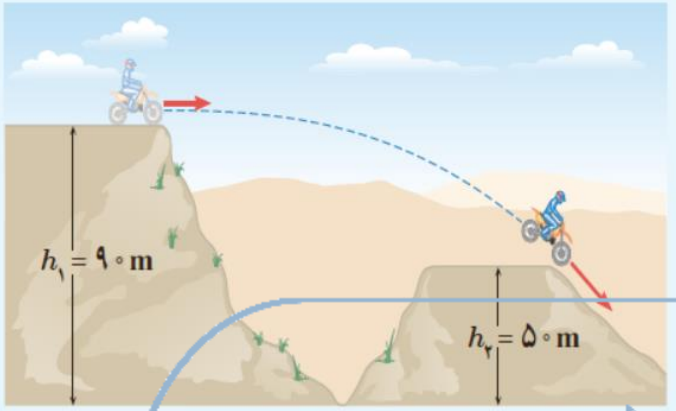
$$\frac{U}{K} = \frac{۷/۲ \times ۱۰^{۹}}{۲/۱۶ \times ۱۰^{۹}} = ۳/۳۳$$

در این مثال انرژی پتانسیل بیش از سه برابر از انرژی جنبشی هواپیما بزرگ‌تر است.

البته انرژی پتانسیل گرانشی به‌تنهایی کمیت قابل اعتنایی نیست بلکه این تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی است که اهمیت دارد.

آکادمی فیزیک قرغانی
Gharegheni Physics Academy

تمرین ۳ ـ ۱۲



جرم موتور سواری با موتورش $۱۵۰\,kg$ است. این موتورسوار، پرشی مطابق شکل روبه‌رو انجام می‌دهد.

الف) انرژی پتانسیل گرانشی موتور سوار را روی هر یک از تپه‌ها حساب کنید ($g = ۹/۸ m/s^۲$).

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

آکادمی فیزیک قرغانی Ghareghani Physics Academy

الف)

$$h_۱ = ۹۰/۰ m$$
$$U_۱ = mgh_۱ = ۱۵۰ \times ۹/۸۱ \times ۹۰ = ۱/۳۲۳ \times ۱۰^۵ J$$

$$h_۲ = ۵۰/۰ m$$
$$U_۲ = mgh_۲ = ۱۵۰ \times ۹/۸۱ \times ۵۰ = ۰/۷۳۵۷۵ \times ۱۰^۵ J$$

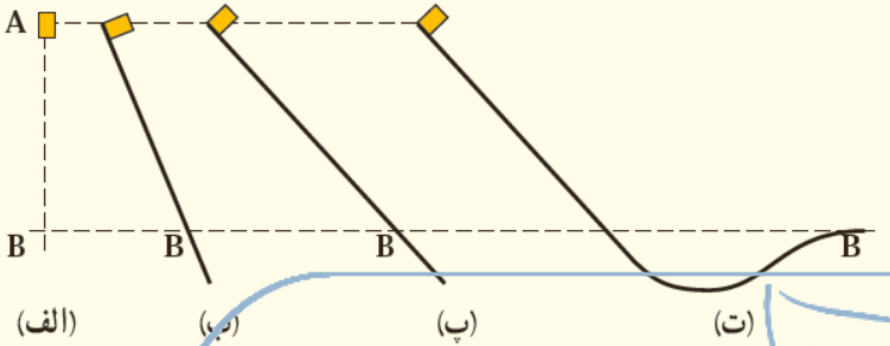
ب)

$$W = -\Delta U = -(U_۲ - U_۱) = ۵/۸۷۲۵ \times ۱۰^۴ J$$

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

پرسش ۳ـ 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 نقطهٔ B برای هر چهار وضعیت با هم مقایسه کنید.



در همه حالتها اصطکاک نداریم، ارتفاع جسم ثابت است و جسم از حال سکون رها شده است.

بنابراین باتوجه‌به پایستگی انرژی مکانیکی، انرژی جنبشی جسم در نقطهٔ B در همهٔ حالت‌ها یکسان است.

پس تندی جسم در نقطهٔ B در هر چهار وضعیت باهم برابر است.

آکادمی فیزیک قرغانی

تمرین ۳ ـ ۱۳

در مثال ۳ـ۱۱، مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی را در ارتفاع h_1 بگیرید و بر این اساس تندی توپ را هنگام رسیدن به دهانهٔ سبد حساب کنید.

چون مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی را در ارتفاع h_1 در نظر گرفته‌ایم انرژی پتانسیل گرانشی در آنجا برابر صفر است و وقتی توپ به دهانه سبد می‌رسد انرژی پتانسیل گرانشی آن $mg(h_2 - h_1)$ است. با استفاده از اصل پایستگی انرژی داریم:

$$K_1 + U_1 = K_2 + U_2$$

$$\frac{1}{2}m v_1^2 + 0 = \frac{1}{2}m v_2^2 + mg(h_2 - h_1)$$

$$\frac{1}{2} \times (7/2)^2 + 0 = \frac{1}{2}v_2^2 + 9/81 \times (3 - 1/9)$$

$$\Rightarrow v_2^2 = 30/25 \Rightarrow v_2 = 5/5 m/s$$

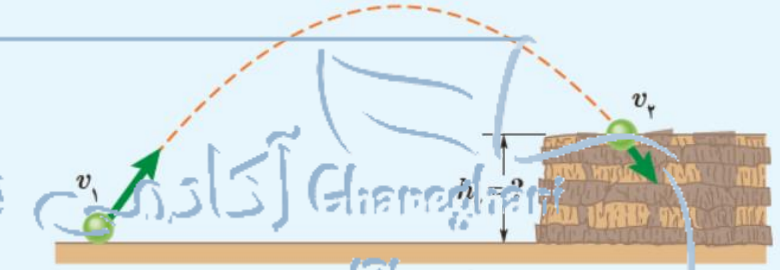
تندی توپ ارتباطی با محل مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی ندارد و تنها اختلاف انرژی پتانسیل گرانشی اهمیت دارد.

آکادمی فیزیک قرغانی
Gharaghani Physics Academy

تمرین ۳ ـ ۱۴

توپی مطابق شکل از سطح زمین با تندی $v_1 = 40\,m/s$ به طرف صخره‌ای پرتاب می‌شود.

اگر توپ با تندی $v_2 = 25m/s$ به بالای صخره برخورد کند، ارتفاع h_2 را به دست آورید. مقاومت هوا را هنگام حرکت توپ نادیده بگیرید.



آکادمی فیزیک قرغانی
Ghareghani Physics Academy

اصل پایستگی انرژی: $K_1 + U_1 = K_2 + U_2$

سطح زمین را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی در نظر می‌گیریم.

$$\frac{1}{2}\cancel{m}v_1^2 + 0 = \frac{1}{2}\cancel{m}v_2^2 + \cancel{m}gh_2$$

$$\frac{1}{2} \times (42)^2 = \frac{1}{2}(24)^2 + 9/81h_2$$

$$\Rightarrow h_2 = 60/55m$$

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

پرسش ۳ـ ۴

شخصی توپ در حال حرکتی را با دست خود می‌گیرد (شکل روبه‌رو). پس از توقف توپ، انرژی جنبشی آن کجا رفته است؟

انرژی جنبشی آن به انرژی درونی توپ، دست و محیط تبدیل شده و سبب گرم‌تر شدن آنها می‌شود.

آکادمی فیزیک قرغانی
Gharaghani Physics Academy

تمرین ۳ ـ ۱۶

هر یک از دو موتور جت یک هواپیمای مسافربری، پیشرانه‌ای (نیروی جلوبر هواپیما) برابر $۲/۰ \times ۱۰^۵ N$ ایجاد می‌کند. اگر هواپیما در هر دقیقه ۱۵km در امتداد این نیرو حرکت کند، توان متوسط هر یک از موتورهای هواپیما چند اسب بخار است؟

$$F = ۲ \times ۱۰^۵ N$$

$$t = ۱ \min = ۶۰ s$$

$$d = ۱۵ km = ۱۵۰۰۰ m$$

$$\bar{P} = \frac{W}{t} = \frac{Fd}{t} = \frac{۲ \times ۱۰^۵ \times ۱۵۰۰۰}{۶۰}$$

$$= ۵ \times ۱۰^۷ W = ۶۷۰۵۱۱۰۵ \times ۱۰^۴ hp$$

آکادمی فیزیک قرغانی
Gharegheni Physics Academy

تمرین ۳ ــ ۱۵

توپی به جرم ۰/۴۵kg با تندی $v_1 = 8/0\,m/s$ از نقطهٔ A می‌گذرد (شکل روبه‌رو). نیروی مقاومت هوا و نیروی اصطکاک در سطح تماس توپ با زمین، ۲۰ درصد انرژی جنبشی اولیهٔ توپ را تا رسیدن به نقطهٔ B تلف می‌کنند. تندی توپ را در این نقطه به دست آورید.

$$E_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 + 0$$

$$E_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 + 0$$

$$E_1 = E_2 + \frac{20}{100}E_1$$

$$\frac{80}{100}E_1 = E_2$$

$$\frac{80}{100} \times \left(\frac{1}{2}\cancel{m}v_1^2\right) = \frac{1}{2}\cancel{m}v_2^2$$

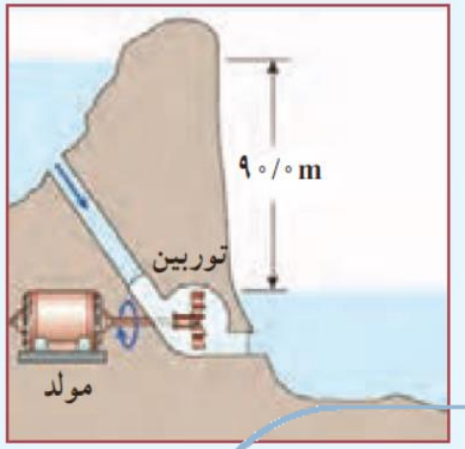
$$\frac{80}{100} \times \frac{1}{2} \times 64 = \frac{1}{2}v_2^2$$

$$\Rightarrow v_2^2 = 51/2 \Rightarrow v_2 = 7/15m/s$$

آکادمی فیزیک قرغانی
Gharaghani Physics Academy

تمرین ۳ ـ ۱۷

آب ذخیره شده در پشت سد یک نیروگاه برق آبی، از مسیری مطابق شکل روی پره های توربینی می‌ریزد و آن را می‌چرخاند. با چرخش توربین، مولد می‌چرخد و انرژی الکتریکی تولید می‌شود (شکل روبه رو). 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 ۲۰۰MW برسد؟ جرم هر متر مکعب آب را ۱۰۰۰kg در نظر بگیرید.



$$P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{۰/۸۵\Delta U}{۱} = ۰/۸۵ \times mgh = ۲۰۰ \times ۱۰^{۶}$$

$$m = \frac{۲۰۰ \times ۱۰^{۶}}{۰/۸۵ \times ۱۰ \times ۹۰} = ۰/۲۶۱ \times ۱۰^{۶}\ kg$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{۰/۲۶۱ \times ۱۰^{۶}}{۱۰۰۰} = ۲۶۱ m^{۳}$$

آکادمی فیزیک قرغانی
Gharaghani Physics Academy
Gharaghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

آکادمی فیزیک قرغانی

بخش دوم : تمرینات دوره ای

حل ویدئویی سوالات را در کانال یوتیوب مشاهده کنید.

YouTube @GhareghaniPhysics

Ghareghani Physics Academy

۱ تقریباً بیشتر شهاب‌سنگ‌هایی که وارد جوّ زمین می‌شوند به دلیل اصطکاک زیاد با ذرات تشکیل دهندهٔ جوّ، به دمای بالایی می‌رسند و می‌سوزند. شکل زیر شهاب‌سنگی به جرم $۱/۴ \times ۱۰^{۵}\text{kg}$ را نشان می‌دهد که با تندی $۴/۰\text{km/s}$ وارد جوّ زمین شده است. انرژی جنبشی این شهاب‌سنگ را به دست آورید. این انرژی را با انرژی جنبشی یک هواپیمای مسافربری به جرم $۷/۲ \times ۱۰^{۴}\text{kg}$ که با تندی ۲۵۰m/s در حرکت است مقایسه کنید.

شهاب‌سنگ :
$$\begin{cases} m = ۱/۴ \times ۱۰^{۵} kg \ , \ v = ۴ km/s = ۴ \times ۱۰^{۳} m/d \\ K = \frac{۱}{۲} m v^{۲} = \frac{۱}{۲} \times ۱/۴ \times ۱۰^{۵} \times (۴ \times ۱۰^{۳})^{۲} = ۱/۱۲ \times ۱۰^{۱۲} J \end{cases}$$

هواپیما :
$$\begin{cases} m = ۷/۲ \times ۱۰^{۴} kg \ , \ v = ۲۵۰ m/s \\ K = \frac{۱}{۲} m v^{۲} = \frac{۱}{۲} \times ۷/۲ \times ۱۰^{۴} \times (۲۵۰)^{۲} = ۲/۲۵ \times ۱۰^{۹} J \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{K_{\text{شهاب‌سنگ}}}{K_{\text{هواپیما}}} = \frac{۱/۱۲ \times ۱۰^{۱۲}}{۲/۲۵ \times ۱۰^{۹}} \simeq ۴۹۷$$

انرژی جنبشی شهاب‌سنگ حدود ۴۹۷ برابر انرژی جنبشی هواپیما است.

آکادمی فیزیک قرغانی
Gharaghani Physics Academy

۲ حدود ۵۰۰۰۰ سال پیش شهاب سنگی در نزدیک آریزونای آمریکا به زمین برخورد کرده و چاله‌ای بزرگ از خود به جای گذاشته است (شکل زیر). با اندازه‌گیری‌های جدید (۲۰۰۵ میلادی) برآورد شده است که جرم این شهاب‌سنگ حدود $۱/۴۰ \times ۱۰^{۸}kg$ بوده و با تندی $۱۲/۰km/s$ به زمین برخورد کرده است.

انرژی جنبشی این شهاب سنگ هنگام برخورد به زمین چقدر بوده است؟

(خوب است بدانید انرژی آزاد شده توسط هر تُن TNT تقریباً برابر $۴/۲ \times ۱۰^{۹}J$ است.)

$$m = ۱/۴ \times ۱۰^{۸}\,kg \;,\; v = ۱۲\,km/s = ۱۲۰۰۰\,m/s = ۱/۲ \times ۱۰^{۴}\,m/s$$

$$K_{\text{شهاب‌سنگ}} = \frac{۱}{۲}mv^{۲} = \frac{۱}{۲} \times (۱/۴ \times ۱۰^{۸}) \times (۱/۲ \times ۱۰^{۴})^{۲} = ۱/۰۰۸ \times ۱۰^{۱۶}\,J$$

$$\frac{K_{\text{شهاب‌سنگ}}}{K_{\text{یک تن } TNT}} = \frac{۱/۰۰۸ \times ۱۰^{۱۶}}{۴/۲ \times ۱۰^{۹}} = ۲/۴ \times ۱۰^{۶}$$

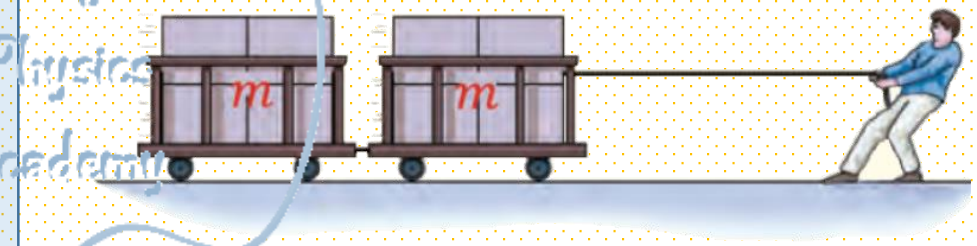
در مقایسه با انرژی آزادشده توسط هر تن TNT،

انرژی شهاب‌سنگ تقریباً معادل انرژی دو و نیم میلیون تن TNT است.

آکادمی فیزیک قرغانی
Gharaghani Physics Academy

۲ 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.

(الف)



(ب)

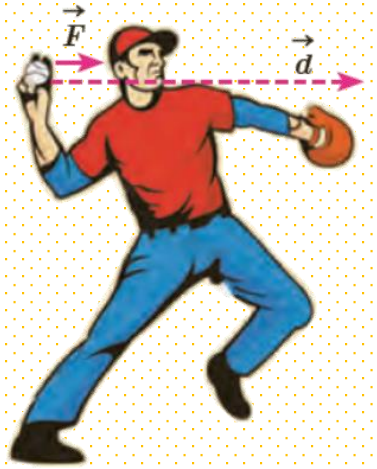
$$W = \Delta K = K_2 - K_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 - 0$$

$$\Rightarrow \left.\begin{aligned} W_{\text{الف}} &= \frac{1}{2}mv^2 \\ W_{\text{ب}} &= \frac{1}{2}(2m)v^2 = mv^2 \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{W_{\text{ب}}}{W_{\text{الف}}} = \frac{mv^2}{\frac{1}{2}mv^2} = 2$$

کار انجام‌شده در حالت (ب) دو برابر کار انجام‌شده در حالت (الف) است.

آکادمی فیزیک قرغانی
Gharaghani Physics Academy

۴ ورزشکاری سعی می کند توپ بیسبالی به جرم ۱۵۰g 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 ($d = ۱/۵m$) بر آن وارد می کند (شکل زیر). با چشم‌پوشی از مقاومت هوا، تندی توپ هنگام جدا شدن از دست ورزشکار چقدر است؟



$$\left.\begin{aligned} W &= \Delta K = \frac{۱}{۲}mv^۲ - ۰ \\ W &= Fd \end{aligned}\right\}$$

$$\Rightarrow Fd = \frac{۱}{۲}mv^۲ \Rightarrow ۷۵ \times ۱/۵ = \frac{۱}{۲} \times ۰/۱۵v^۲ \Rightarrow v = ۳۸/۷۲\,m/s$$

آکادمی فیزیک قرغانی
Ghareghani Physics Academy

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

بله. کار کل انجام‌شده بر روی یک جسم برابر تغییرات انرژی جنبشی آن جسم است،

پس اگر سرعت جسمی کاهش یابد تغییرات انرژی جنبشی آن منفی و درنتیجه

کار کل انجام‌شده روی آن منفی است.

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؟

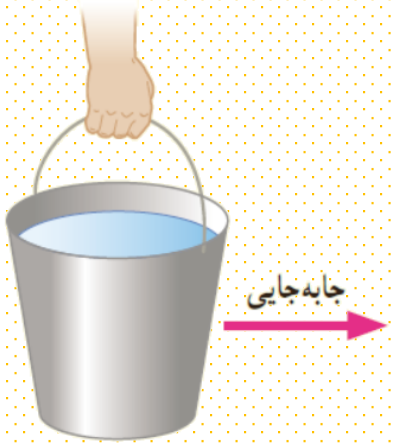
$$W = \Delta K = K_۲ - K_۱$$

$$\Rightarrow \begin{cases} W = \frac{۱}{۲}mv^۲ - ۰ \\ W' = \frac{۱}{۲}m(۳v)^۲ - ۰ \end{cases} \Rightarrow \frac{W'}{W} = \frac{\frac{۱}{۲}m(۳v)^۲}{\frac{۱}{۲}mv^۲} = ۹ \Rightarrow W' = ۹W$$

بنابراین باید ۹ برابر بیشتر کار انجام شود.

آکادمی فیزیک قرغانی
Gharaghani Physics Academy

۷ اگر مطابق شکل زیر 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. از مقاومت هوا در مقابل حرکت سطل، چشم‌پوشی کنید.



در حالت اول وقتی سطل را با سرعت ثابت حرکت می‌دهیم، روی سطل کاری انجام نمی‌دهیم، زیرا ما برای غلبه بر نیروی وزن سطل، فقط نیرویی روبه‌بالا ("عمودی") بر سطل وارد می‌کنیم درحالی که جهت حرکت در راستای "افقی" است؛ درنتیجه طبق رابطهٔ $W = Fd\cos\theta$ بر روی سطل کاری انجام نمی‌شود. امّا اگر تندی حرکت ما کم یا زیاد شود، درنتیجه تندی حرکت سطل هم که در دست ما است کم یا زیاد می‌شود و این یعنی حرکت سطل دارای شتاب است لذا به معنی آن است که نیرویی در راستای حرکتش به سطل وارد می‌شود، پس در این حالت ما بر روی سطل کار انجام می‌دهیم.

Chareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

۸ شخصی گلوله‌ای برفی به جرم ۱۵۰g را از روی زمین برمی‌دارد و تا ارتفاع ۱۸۰cm از سطح زمین بالا می‌برد و سپس در همان ارتفاع آن را با تندی ۱۲m/s پرتاب می‌کند. کار انجام شده توسط شخص روی گلولهٔ برف چقدر است؟

شخص در دو مرحله کار انجام داده است. مرحله اول بالا آوردن گلوله و مرحله دوم پرتاب گلوله.

فرض می‌کنیم شخص با سرعت ثابت گلوله برف را بالا بیاورد.

زیرا در این صورت است که می‌توانیم کار انجام‌شده توسط وی را برابر نیروی وزن (mg)

درنظر بگیریم در غیر این صورت نیروی او مورد نیاز است.

$$m = ۱۵۰g = ۰/۱۵kg \qquad h = ۱۸۰cm = ۱/۸m$$

$$v_{\text{سرعت گلولهٔ برف در لحظهٔ پرتاب}} = v_۰ = ۱۲m/s$$

$$v_{\text{سرعت گلولهٔ برف در لحظهٔ متوقف شدن}} = v = ۰$$

$$W_۱ = Fd\cos\theta \xrightarrow{F=mg\ ,\ d=h\ \text{ارتفاع}\ ,\ \theta=۰} W_۱ = mgh$$

$$= ۰/۱۵ \times ۹/۸۱ \times ۱/۸ = ۲/۶۴۸۷J$$

$$W_۲ = \frac{۱}{۲}mv^۲ - \frac{۱}{۲}mv_۰^۲ = ۰ - \frac{۱}{۲} \times ۰/۱۵ \times (۱۲)^۲$$

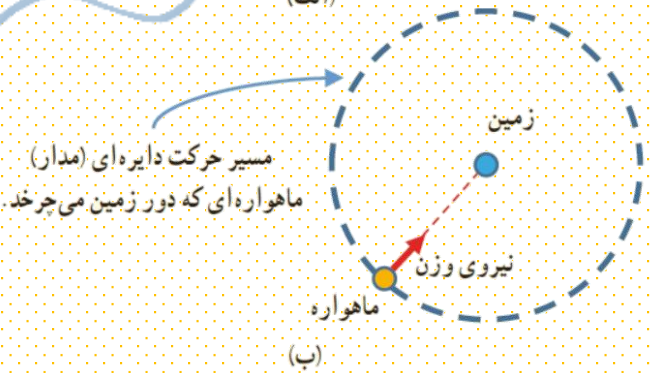
$$= -۱۰/۸J \Rightarrow |W_۲| = ۱۰/۸J$$

$$W_t = W_۱ + W_۲ = ۲/۶۴۸۷ + ۱۰/۸ = ۱۳/۴۴۸۷J$$

آکادمی فیزیک قرغانی
Gharaghani Physics Academy

۹ 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؟

(الف)



(ب)

نیروی وزن ماهواره عمود بر جهت حرکت آن است به همین دلیل روی آن کاری انجام نمی‌دهد و نمی‌تواند انرژی جنبشی ماهواره را تغییر دهد.

آکادمی فیزیک قرغانی
Ghareghani Physics Academy

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

انرژی جنبشی یک جسم نمی‌تواند منفی باشد چرا که حاصل‌ضرب چند عدد مثبت و غیرمنفی است ($K = \frac{۱}{۲}mv^۲$) (انرژی جنبشی جسم صفر هم می‌تواند باشد در صورتی که سرعت آن صفر باشد). اما انرژی پتانسیل گرانشی یک جسم می‌تواند مثبت، منفی و یا صفر باشد و این به انتخاب مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی بستگی دارد. کمیتی که در فیزیک اهمیت دارد تغییرات انرژی پتانسیل است و نه انرژی پتانسیل.

آکادمی فیزیک قرغانی
Qarghani Physics Academy

۱۱ دو شخص هم جرم A و B به طبقهٔ سوم ساختمانی می‌روند. شخص A با آسان‌بَر (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) در طبقه سوم، انرژی پتانسیل گرانشی (نسبت به زمین) شخص A کمتر از شخص B است، زیرا برای رسیدن به طبقهٔ سوم ساختمان مسافت کمتری پیموده است.

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.

نادرست است. انرژی پتانسیل گرانشی از رابطهٔ mgh محاسبه می‌شود و به شیوه بالارفتن بستگی ندارد.

نادرست است. در محاسبه انرژی پتانسیل گرانشی تنها فاصله عمودی طی‌شده مهم است که در این مثال برای هر دو یکی است.

درست است. کار نیروی وزن از رابطهٔ زیر بدست می‌آید:

$$W = Fd\cos\theta \Rightarrow W_{\text{وزن}} = -mgh$$

و ازآنجاکه هر دو نفر هم‌جرم (طبق صورت سؤال) بوده و جابجایی عمودی (h) یکسانی را طی کرده‌اند پس کار نیروی وزن برای هر دو شخص یکسان است.

درست است. چون هردو در یک ارتفاع قرار دارند، انرژی پتانسیل گرانشی آنها نسبت به هر مبدأ پتانسیل، یکسان است.

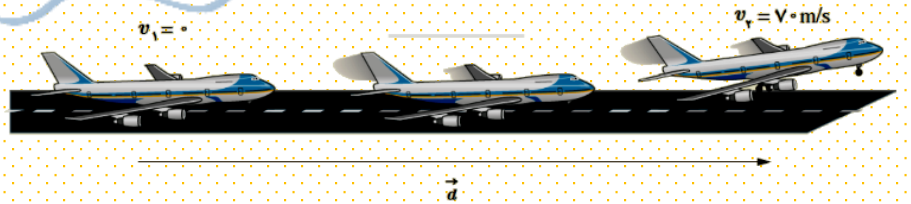
آکادمی فیزیک قرغانی
Gharaghani Physics Academy

۱۲ شکل زیر هواپیمایی به جرم $۷/۲ \times ۱۰^۴ kg$ را نشان می‌دهد که از حال سکون شروع به حرکت می‌کند و پس از $۲۰۵۰ m$ 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.

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

پ) به جز نیروی وزن، چه نیروهای دیگری بر هواپیما اثر می‌کند (با این نیروها در علوم سال ششم آشنا شدید)؟ کار کدام یک از این نیروها مثبت و کار کدام یک از آنها منفی است؟



$v_۲ = ۷۰ m/s$

$$W_t = \Delta K = K_۲ - K_۱ = \frac{۱}{۲} m v_۲^۲ - ۰$$

$$\Rightarrow W_t = \frac{۱}{۲} \times (۷/۲ \times ۱۰^۴) \times (۷۰)^۲ = ۱/۷۶۴ \times ۱۰^۸ J$$

$$W_{mg} = -mgd = -(۷/۲ \times ۱۰^۴) \times ۹/۸۱ \times ۵۶۰$$

$$= -۳/۹۵۵۳۹۲ \times ۱۰^۸ J$$

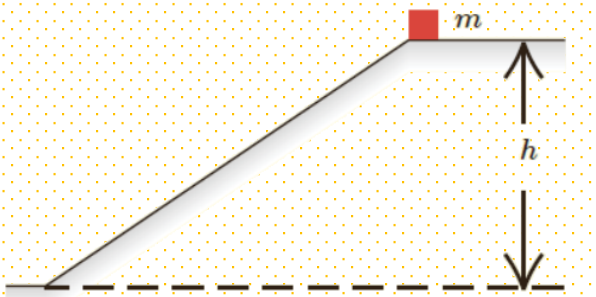
سه نیروی دیگر به آن وارد می‌شود. نیروی پیشران، نیروی بالابر و مقاومت هوا. کار نیروی مقاومت هوا همواره منفی است و دو نیروی دیگر وقتی هواپیما درحال حرکت و اوج گرفتن است مثبت است.

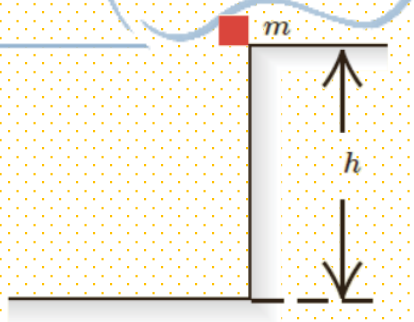
آکادمی فیزیک قرغانی
Gharaghani Physics Academy

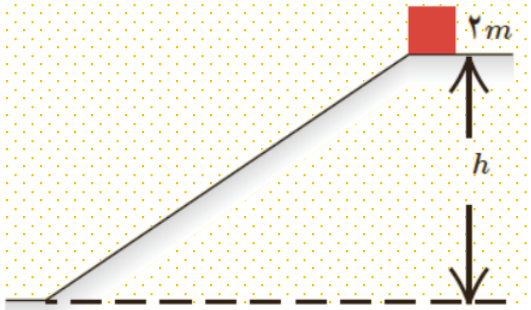
۱۲ در سه شکل زیر اجسامی از حالت سکون و ارتفاع h نسبت به سطح افق رها می‌شوند و نیروی اصطکاک و مقاومت هوا بر آنها وارد نمی‌شود. در کدام حالت، جسم :

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؟







با استفاده از اصل پایستگی انرژی مکانیکی برای هرسه حالت داریم:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow \cancel{K_1^{\circ}} + U_1 = K_2 + \cancel{U_2^{\circ}}$$

$$\Rightarrow 0 + mgh = \frac{1}{2}mv^2 + 0 \Rightarrow v = \sqrt{2gh}$$

مشاهده می‌شود که تندی نهایی جسم وابسته به جرم آن نیست

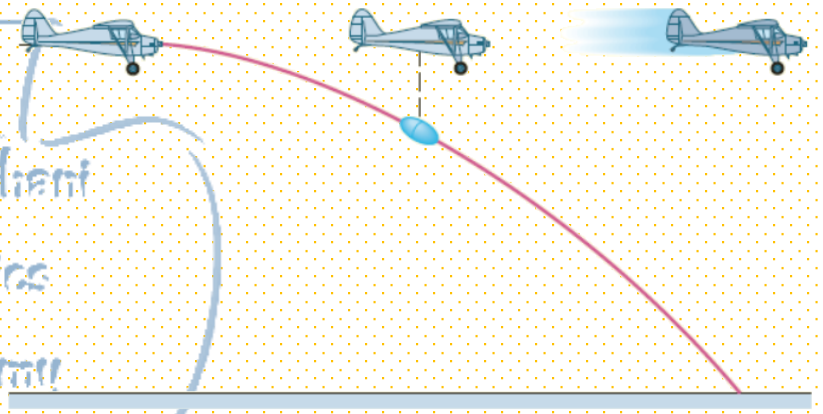
درنتیجه تندی نهایی هرسه جسم باهم برابر است.

کار نیروی وزن از رابطهٔ $W_{\text{وزن}} = -mgh$ بدست می‌آید، ازآنجایی‌که هر سه جسم از ارتفاع یکسان (h) به پایین سقوط می‌کنند، جسمی که بیشترین جرم را داشته باشد بیشترین کار نیروی وزن روی آن انجام می‌شود،

در این مثال جسم با جرم $2m$ بیشترین کار نیروی وزن روی جسم انجام می‌شود.

آکادمی فیزیک قرغانی
Gharaghani Physics Academy

۱۴ در شکل زیر هواپیمایی که در ارتفاع ۳۰۰m از سطح زمین و با تندی ۵۰m/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 چشم‌پوشی کنید.



اصل پایستگی انرژی مکانیکی:

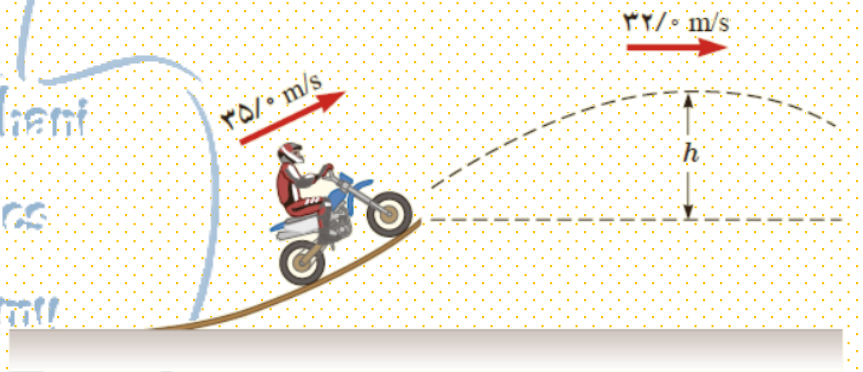
$$h_۱ = ۳۰۰m \quad , \quad v_۱ = ۵۰\,m/s$$

$$E_۱ = E_۲ \Rightarrow K_۱ + U_۱ = K_۲ + U_۲ \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ + mgh_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ + ۰$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲} \times (۵۰)^۲ + ۹/۸ \times ۳۰۰ = \frac{۱}{۲}v_۲^۲ \Rightarrow v_۲ = ۹۱/۵m/s$$

آکادمی فیزیک قرغانی
Gharaghani Physics Academy

۱۵ موتورسواری از انتهای سکویی مطابق شکل زیر، پرشی را با تندی ۳۵/۰ m/s انجام می‌دهد. اگر تندی موتورسوار در بالاترین نقطهٔ مسیرش به ۳۲/۰ m/s برسد، ارتفاع h را پیدا کنید. اصطکاک و مقاومت هوا را در طول مسیر حرکت موتورسوار نادیده بگیرید.



اصل پایستگی انرژی مکانیکی:

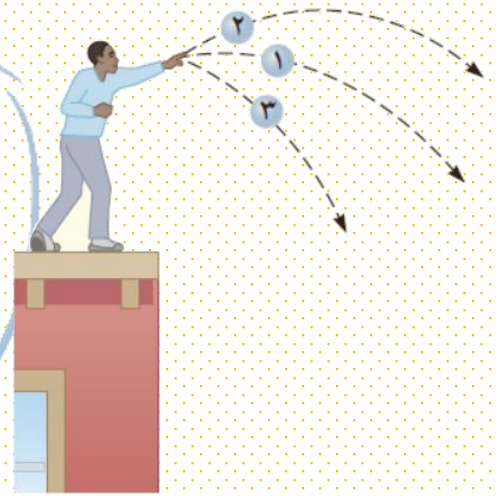
$$E_1 = E_2 \Rightarrow K_1 + \cancel{U_1} = K_2 + U_2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}\cancel{m}v_1^2 = \frac{1}{2}\cancel{m}v_2^2 + \cancel{m}gh$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \times (35)^2 = \frac{1}{2} \times (32)^2 + 9/81h \Rightarrow h = 10/2\,m$$

آکادمی فیزیک قرغانی
Ghareghani Physics Academy

۱۶ سه توپ مشابه، از بالای ساختمانی با تندی یکسانی پرتاب می‌شوند (شکل زیر). 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.



$$E_1 = E_2 \Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}\cancel{m}v_1^2 + \cancel{m}gh = \frac{1}{2}\cancel{m}v_2^2 + 0 \Rightarrow v_2 = \sqrt{v_1 + 2gh}$$

باتوجه‌به رابطهٔ بالا، تندی نهایی توپ تنها به سرعت اولیه و ارتفاع اولیه از سطح زمین بستگی دارد.

درنتیجه در این مثال که جرم و سرعت اولیهٔ توپ‌ها باهم یکسان است، انرژی جنبشی نهایی آن‌ها برابر است.

آکادمی فیزیک قرغانی
Gharaghani Physics Academy

۱۷ گلوله‌ای به جرم ۵۰g از دهانهٔ تفنگی با تندی ۱/۵km/s و ارتفاع ۱/۶m از سطح زمین شلیک می‌شود. اگر گلوله با تندی ۰/۴۵km/s به زمین برخورد کند،

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

ب) مقدار به‌دست آمده در قسمت (الف) را با کار نیروی وزن مقایسه کنید. از این مقایسه چه نتیجه‌ای می گیرید؟

$$m = ۵۰\,g = ۰/۰۵\,kg$$

$$v_۱ = ۱/۵\,km/s = ۱۵۰۰\,m/s$$

$$v_۲ = ۰/۴۵\,km/s = ۴۵۰\,m/s$$

$$E_۱ = K_۱ + U_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ + mgh_۱$$

$$= (\frac{۱}{۲} \times ۰/۰۵ \times (۱۵۰۰)^۲) + (۰/۰۵ \times ۹/۸ \times ۱/۶) = ۵۶۲۵۰/۷۸۴\,J$$

$$E_۲ = K_۲U_۲ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ + ۰$$

$$= \frac{۱}{۲} \times ۰/۰۵ \times (۴۵۰)^۲ = ۵۰۶۲/۵\,J$$

$$W_f = E_۲ - E_۱ = -۵۱۱۸۸/۲۸۴J = ۵۱/۱۸۸۲۸۴ \times ۱۰^۳\,J$$

$$W_{\text{وزن}} = -mgh = ۰/۰۵ \times ۹/۸ \times ۱/۶ = ۷/۸۴ \times ۱۰^{-۱}\,J$$

اندازهٔ کار نیروی وزن بسیار کوچکتر از کار نیروی اصطکاک است و

می‌توان از آن چشم پوشی کرد.

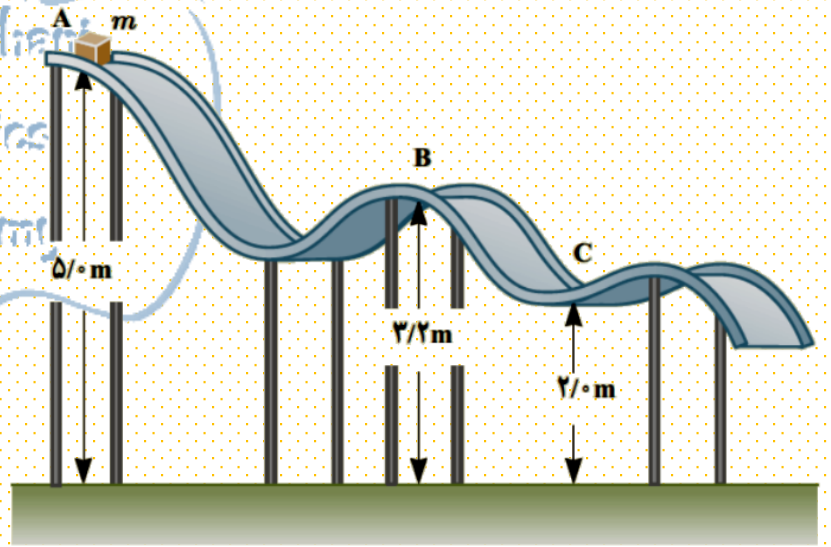
آکادمی فیزیک قرغانی
Gharaghani Physics Academy

۱۸ جسمی به جرم $m = ۱۲kg$ در نقطهٔ A از حالت سکون رها می‌شود و در مسیری بدون اصطکاک سُر می‌خورد (شکل زیر).

تعیین کنید :

الف) تندی جسم را در نقطهٔ B

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



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

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

$$\Rightarrow ۰ + (۹/۸۱ \times ۵) = \frac{۱}{۲}v_B^۲ + (۹/۸۱ \times ۳/۲) \Rightarrow v_B = ۵/۹۴\, m/s$$

کار نیروی گرانشی از رابطه $W = -mgh$ بدست می‌آید.

$$h = d_۲ - d_۱ = ۲ - ۵ = -۳\, m$$

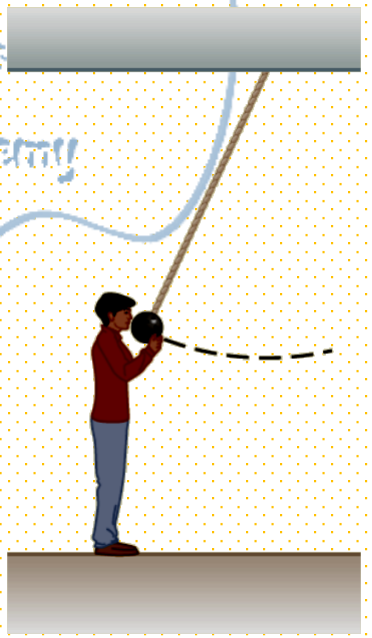
$$W = -۱۲ \times ۹/۸۱ \times (-۳) = ۳۵۳/۱۶\, J$$

آکادمی فیزیک قرغانی
Gharaghani Physics Academy

۱۹ شکل زیر 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؟ (این تجربهٔ ساده ولی هیجان‌انگیز را درصورت امکان در کلاستان انجام دهید.)

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



وقتی گلوله را بدون سرعت اولیه رها می‌کنیم، گلوله یک رفت و برگشت انجام داده و نهایتاً به همان ارتفاع باز می‌گردد و اگر مقاومت هوا را درنظر بگیریم به دلیل کاهش انرژی تا ارتفاع کمتری بالا خواهد آمد و با دانش‌آموز برخورد نمی‌کند.

وقتی توپ هل داده شود در این حالت علاوه بر انرژی پتانسیل گرانشی خود، انرژی جنبشی نیز خواهد داشت و وقتی به انتهای مسیر برسد و متوقف می‌شود و طبق قانون پایستگی انرژی مکانیکی، تمام انرژی اولیهٔ گلوله به انرژی پتانسیل گرانشی تبدیل می‌شود و لذا گلوله در ارتفاع بالاتری نسبت به ارتفاع اولیه اش متوقف می شود $(h_2 > h_1)$:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \quad \Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = 0 + mgh_2$$

$$\Rightarrow h_2 = \frac{1}{2}v_1^2 + gh_1 \Rightarrow h_2 > h_1$$

و در ادامه موقع برگشت گلوله در این اتفاع جدید (h_2) متوقف می‌شود، لذا چنانچه دانش‌آموز در همان مکان باشد گلوله با او برخورد خواهد کرد.

آکادمی فیزیک قرغانی

۲۰ بالابری با تندی ثابت، باری به جرم ۶۵۰kg را در مدت ۳/۰دقیقه تا ارتفاع ۷۵m بالا می‌برد. اگر جرم بالابر ۳۲۰kg باشد، توان متوسط مفید موتور آن چند وات و چند اسب بخار است؟

$$M = m_۱ + m_۲ = ۶۵۰ + ۳۲۰ = ۹۷۰\,kg$$

$$\bar{P} = \frac{W}{t} = \frac{mgd}{t} = \frac{۹۷۰ \times ۹/۸۱ \times ۷۵}{۱۸۰} = ۳/۹۶۴ \times ۱۰^{۳}\,W$$

$$\bar{P} = ۳/۹۶۴ \times ۱۰^{۳} W \times \frac{۷۴۶\,hp}{۱W} = ۲/۹۵۷ \times ۱۰^{۶}\,hp$$

آکادمی فیزیک قرغانی
Ghareghani Physics Academy

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

$$d = ۵۰ \times ۳۰ = ۱۵۰۰\,cm = ۱۵\,m$$

$$\bar{P} = \frac{W}{t} = \frac{mgd}{t} = \frac{۷۲ \times ۹/۸۱ \times ۱۵}{۹۰} = ۱۱۷/۷۲\,W$$

آکادمی فیزیک قرغانی
Ghareghani Physics Academy

۲۲ سالانه نزدیک به ۱۲۵ میلیارد لیتر مواد و فراورده‌های نفتی از طریق حدود ۱۴۰۰۰km 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 به‌دست آورند. شکل زیر یکی از این مراکز را نشان می‌دهد که در ارتفاع ۲۰۵۰m از سطح دریای آزاد قرار دارد. در این مرکز، در هر ثانیه ۱/۰۰m³ مواد نفتی از طریق لوله‌ای با قطر ۳۲/۰ اینچ (۸۱/۲cm) توسط دو دستگاه پمپ (تلمبه) تا ارتفاع ۲۷۰۰m از سطح دریای آزاد فرستاده می‌شود. اگر بازده هر یک از پمپ‌های این مرکز حدود ۲۸ درصد باشد[۱] توان ورودی هر یک از آن‌ها برحسب مگاوات (MW) و اسب بخار (hp) چقدر است؟ (چگالی مواد نفتی را $۸۶۰kg/m^3$ بگیرید.)

$h_1 = ۲/۰۵ \times ۱۰^3 m$

$h_2 = ۲/۷ \times ۱۰^3 m$

$\Delta h = ۶/۵۰ \times ۱۰^2 m$

کار دو پمپ $W = \Delta U = mg\Delta h$

$= (۸/۶ \times ۱۰^2) \times (۹/۸۱) \times (۶/۵ \times ۱۰^2) = ۵/۴۸ \times ۱۰^6 J$

کار یک پمپ $W = \frac{\Delta U}{۲} = \frac{۵/۴۸ \times ۱۰^6}{۲} = ۲/۷۴ \times ۱۰^6$

توان مفید $= \frac{۲۸}{۱۰۰} \times \frac{۲/۷۴ \times ۱۰^6}{۱} = ۹/۷۸ \times ۱۰^6 W$

$= ۹/۷۸ MW = ۱/۳۱ \times ۱۰^4 hp$

آکادمی فیزیک قرغانی
Gharaghani Physics Academy

آکادمی فیزیک قرغانی

شیوه ای متفاوت در آموزش

حل ویدئویی سوالات را در کانال یوتیوب مشاهده کنید.

YouTube @GhareghaniPhysics

Ghareghani Physics Academy