انرژی جنبشی : انرژی جسم که صرفاً به علت حرکت آن است . (انرژی حرکتی)

فرمول انرژی جنبشی :

$$K = \frac{1}{2} m v^2$$

K	انرژی جنبشی	v	تندی
m	جرم		
J	$kg\frac{m^2}{s^2}$	$(\frac{m}{s})$	(kg)

انرژی جنبشی با جرم و با مجذور سرعت جسم رابطه مستقیم دارد.

انرژی جنبشی کمیتی نرده‌ای (عددی) و همواره مثبت است و جهت ندارد (بردار نیست)

اگر سرعت جسمی ۲ برابر شود انرژی جنبشی چند برابر می‌شود؟

$$K \propto v^2 \Rightarrow K' = 4K$$

انرژی جنبشی ماشینی با تندی $72 \frac{km}{h}$ و جرم ۲ تن چند کیلوژول می‌باشد؟

$$K = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2}(2000)(20)^2$$

$$v = 72 \frac{km}{h} \times \frac{10}{36} = 20 \frac{m}{s}$$

$$m = 2 \times 1000 = 2000\,kg$$

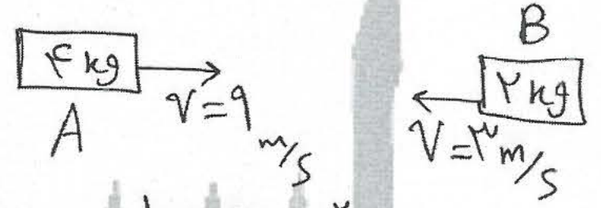
$$K = 1000 \times 400 = 400000\,J = 400\,kJ$$

برای فرار از گرانش زمین حداقل تندی $11/2 \frac{km}{s}$ می‌باشد. برای فرار یک توپ ۵۰۰ گرمی چند مگاژول انرژی لازم است؟

$$m = 500\,g = 500\,g \times \frac{1\,kg}{1000\,g} = 0/5\,kg$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

در شکل انرژی جنبشی A چند برابر B می‌باشد؟



$$\frac{K_A}{K_B} = \frac{\frac{1}{2}\times 4 \times 9^2}{\frac{1}{2}\times 2 \times 3^2} = 2\times 9 = 18$$

(جهت مهم نیست)

جرم جسم A نصف B و تندی آن ۳ برابر B است انرژی جنبشی B چند برابر A می‌باشد؟

$$\frac{K_B}{K_A} = \frac{\frac{1}{2} m_B V_B^2}{\frac{1}{2} m_A V_A^2} = \frac{\frac{1}{2}\times (m)\times (V)^2}{\frac{1}{2}\times (\frac{1}{2}m)\times (3V)^2}$$

$$\frac{K_B}{K_A} = \frac{1}{\frac{9}{2}} = \frac{2}{9}$$

$$V = 11{,}2\ \frac{km}{s} = 11{,}2\ km \times \frac{1000\ m}{1\ km\ s}$$

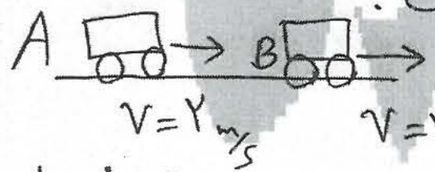
$$V = 11200\ m/s$$

$$K = \frac{1}{2} m V^2 = \frac{1}{2}(0{,}5)(11200)^2$$

$$K = 31600000\ J = 3{,}16\times 10^6\ J = 3{,}16\ MJ$$

$$1\ J = 1\ J \times \frac{MJ}{10^6\ J} = 10^{-6}\ MJ$$

جرم ماشین زیر ۴kg است. انرژی جنبشی A چند درصد B است؟



$$K = \frac{1}{2}\times 4 \times 2^2 = 8\ J \qquad K = \frac{1}{2}\times 4 \times 4^2 = 32\ J$$

① $\frac{8}{x} = \frac{32}{100}$ کل $\rightarrow x = 25\%$

② $\text{مورد} = \frac{8}{32}\times 100 = 25\%$

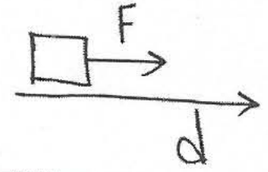
دانلود از اپلیکیشن پادرس

کار : حاصلضرب اندازه نیرو در اندازه جابه‌جائی جسم در جهت نیرو

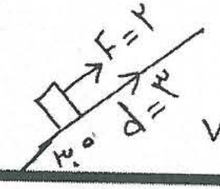
$$W = F\,d$$
(ژ) (نیوتن) (متر)

جسمی به جرم ۳۰kg را در راستای افق با نیروی افقی ۴N به اندازهٔ ۲m جلو می‌بریم. مقدار کار چند ژول است؟

$$W = F\,d = 4 \times 2 = 8 \text{ ژ}$$



در شکل نیروی F چقدر کار انجام داده است؟ $W = 2 \times 3 = 6$ ژ



اگر از تندی یک جسم $4\,m/s$ کم شود انرژی جنبش آن ٪۷۵ کم می‌شود تندی اولیه آن چند m/s بوده است؟ (k)

$m_1 = m_2 =$ ثابت (یک جسم)

$$K_2 = \frac{25}{100} K_1$$

$$\frac{1}{2} m (v_2)^2 = \frac{25}{100} \left(\frac{1}{2} m (v_1)^2 \right)$$

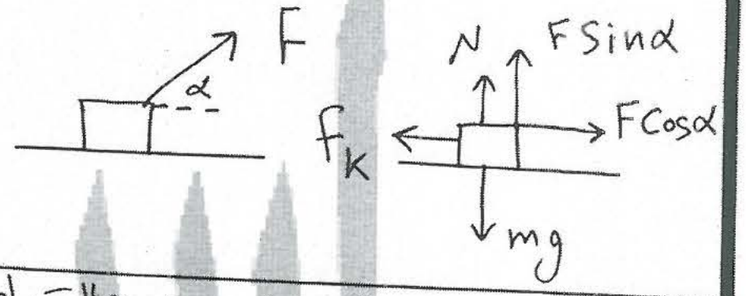
$$(v_1 - 4)^2 = \frac{25}{100} (v_1)^2$$

جذر: $v_1 - 4 = \frac{5}{10} v_1$

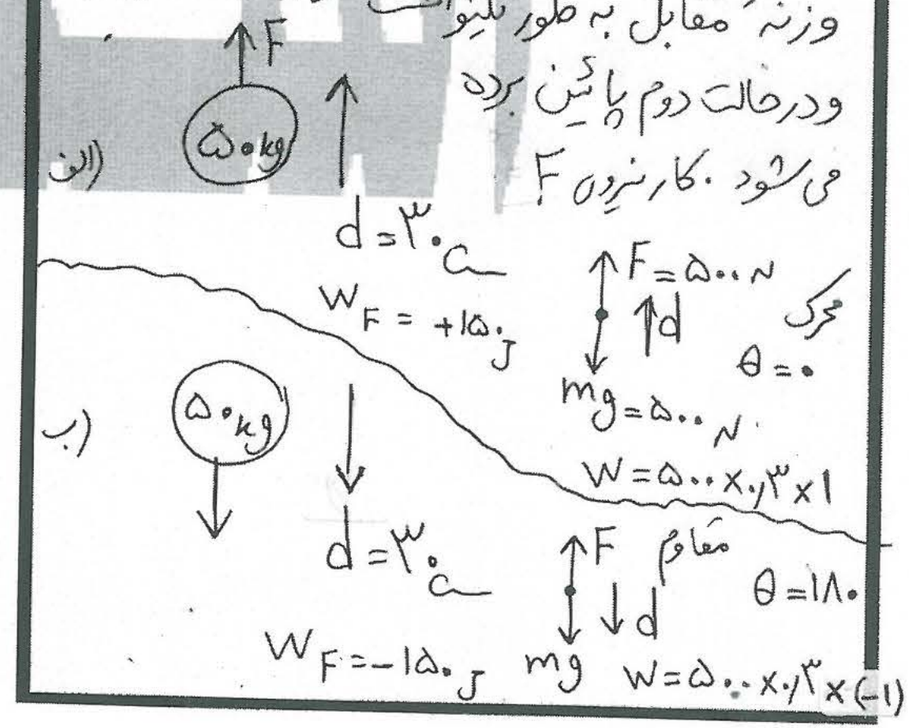
$$v_1 - \frac{5}{10} v_1 = 4 \rightarrow v_1 = 8 \ m/s$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

در شکل مقابل چه نیروهائی بر جسم اثری کنند؟



وزنهٔ مقابل به طور یکنواخت در حالت اول بالا و در حالت دوم پائین برده می‌شود. کار نیروی F



محرک

$W = ۵۰۰ \times ۰/۳ \times ۱$

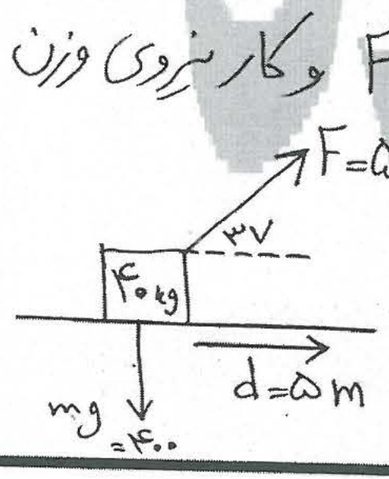
$W = ۵۰۰ \times ۰/۳ \times (-۱)$

کار : $W = F\,d\cos\theta$

$(J) = (N)(m)$ ← (بدون یکا)

زاویه	۰	۳۰	۳۷	۴۵	۵۳	۶۰	۹۰
$\cos\theta$	۱	$\frac{\sqrt{۳}}{۲}$	۰/۸	$\frac{\sqrt{۲}}{۲}$	۰/۶	$\frac{۱}{۲}$	۰
$\sin\theta$	۰	$\frac{۱}{۲}$	۰/۶	$\frac{\sqrt{۲}}{۲}$	۰/۸	$\frac{\sqrt{۳}}{۲}$	۱

در شکل کار نیروی F و کار نیروی وزن را به دست آورید.



کار = (نیرو)(جابجائی) $\cos\theta$

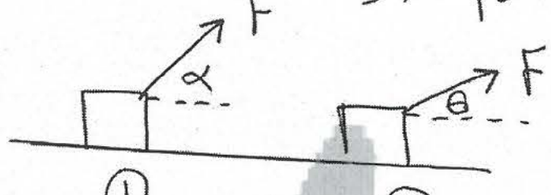
$W_F = ۵۰ \times ۵ \times ۰/۸$

$= ۲۰۰ J$

$W_{mg} = ۴۰۰ \times ۵ \times ۰ = ۰ J$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

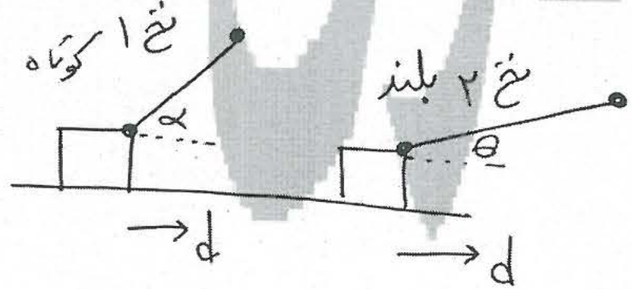
در شکل F ثابت و $\alpha > \theta$ است در شرایط یکسان کدام کار بیشتری انجام می‌دهد؟



$\alpha > \theta \rightarrow \cos\alpha < \cos\theta$

$W = Fd\cos\beta$ $\quad W_1 < W_2$

در شکل کارهامساوی است نیروی کدام حالت بیشتر است؟



$W_1 = W_2$

$F_1 d\cos\alpha = F_2 d\cos\theta$

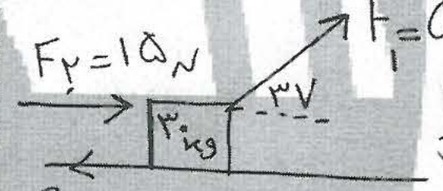
$\alpha > \theta$

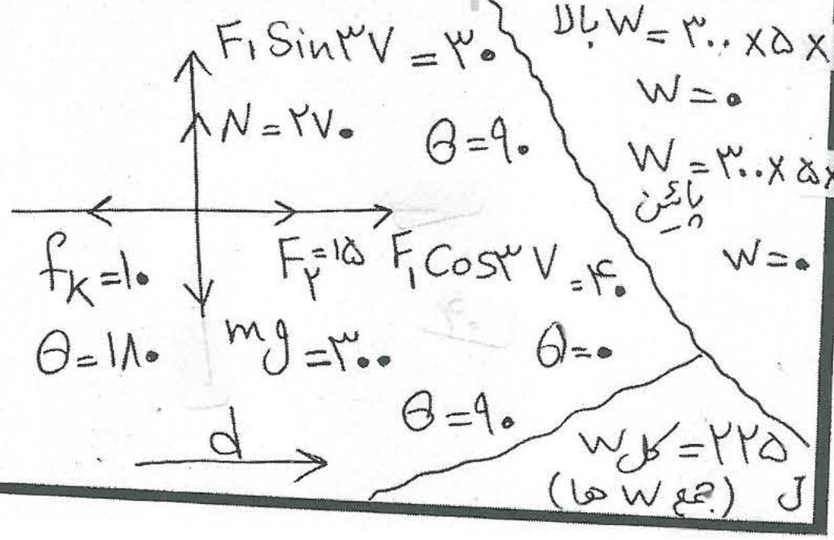
$\cos\alpha < \cos\theta$

$F_1 < F_2$

وقتی برجسم چند نیرو وارد می‌شود برای محاسبه کار کل W می‌توان $W_3 + W_2 + W_1$ را به دست آورد.

جسم زیر روی افق ۵m جابجا شده کار کل را به دست آورید.





چپ $W = 10 \times 5 \times (-1) = -50$

راست $W = (40+15)(5)$ (۱)

$W = 275\ J$

بالا $W = 300 \times 5 \times 0$

$W = 0$

پایین $W = 300 \times 5 \times 0$

$W = 0$

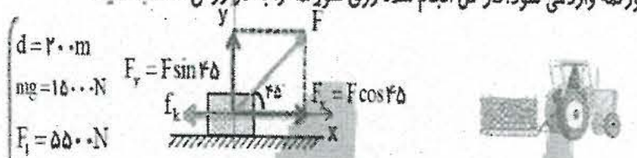
$W_{کل} = 225\ J$ (جمع W ها)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

(انصاری تبار)

تمرین ۲-۵

کشاورزی توسط تراکتور،سورتمه ای پر ازهیزم را در راستای یک زمین هموار به اندازهٔ ۲۰۰m جابه جا می کند.وزن کل سورتمه وبار آن mg=۱۵۰۰۰N است. تراکتور نیروی ثابت F_1=۵۵۰۰N را درزاویهٔ θ=۴۵° بالای افق به سورتمه وارد می کند. نیروی اصطکاک جنبشی f_k=۳۵۰۰N است که برخلاف جهت حرکت به سورتمه واردمی شود.کار کل انجام شده روی سورتمه را به دو روش محاسبه کنید.



پاسخ:

$d = 200\,m$
$mg = 15000\,N$
$F_1 = 5500\,N$
$\theta = 45°$

چون نیروی عمودی تکیه گاه و نیروی وزن بر جابه جایی عمود هستند کارآنها صفراست

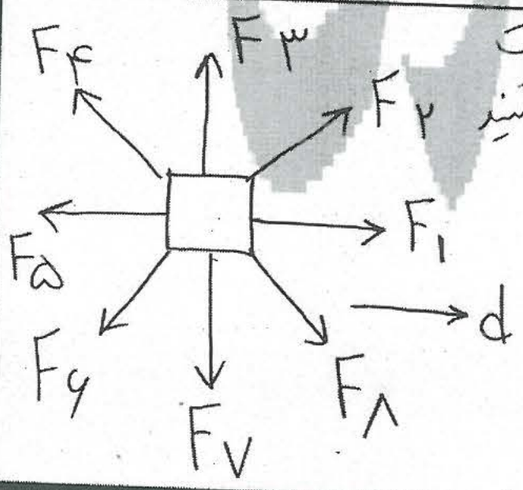
$W_F = ? \Rightarrow W_F = F \times d \times \cos 45 \Rightarrow W_F = 5500 \times 200 \times \frac{\sqrt{2}}{2} \approx 7/8 \times 10^6 J$

$f_k = 3500N \Rightarrow W_{f_k} = f_k . d . \cos 180° \Rightarrow W_{f_k} = 3500 \times 200 \times (-1) = -7 \times 10^5 J$

$W_T = ? \Rightarrow W_T = W_F + W_{f_k} + W_{mg} + W_N \Rightarrow W_T = 7/8 \times 10^6 - (7 \times 10^5) \approx 8 \times 10^5 J$

$W_T = ? \Rightarrow F_T = F\cos 45 - f_k \Rightarrow F_T = 5500 \times \frac{\sqrt{2}}{2} - 3500 \approx 289N \Rightarrow$

$W_T = F_T d \cos 0 \Rightarrow W_T = 289 \times 200 \approx 8 \times 10^5 J$



در الگوی زیر علامت کار هر نیرو را تعیین کنید

W_1 (+max)

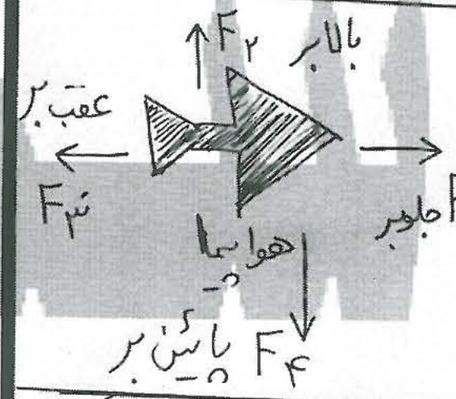
W_2 و W_8 (+)

W_3 و W_5 = ۰

W_4 و W_6 = (−)

W_5 = (−max)

W_t	$K_2 \square K_1$	ΔK	ΔV	جسم انرژی ...
+	>	+	+	می گیرد
−	<	−	−	می دهد
۰	=	۰	۰	مبادله صفراست



درحرکت هواپیما جدول زیر را کامل کنید.

نوع وچگونگی حرکت	W_1	W_2	W_3	W_4	W_t
افقی تند شونده	+	۰	−	۰	+
افقی کندشونده	+	۰	−	۰	−
افقی یکنواخت	+	۰	−	۰	۰
اوج گیری تند ↗	+	+	−	−	+
شیرجه تند ↘	+	−	+	−	+
قائم کند ↑	۰	+	۰	−	−
قائم تند ↑	۰	+	۰	−	+
نشستن کند ↗	+	+	−	−	−

دانلود از اپلیکیشن پادرس

قضیه کار ـ انرژی :

$$W_t = K_2 - K_1$$

کار انجام شده روی جسم با تغییر انرژی جنبش آن برابر است.

این قضیه در هر نوع مسیر (افقی و خمیده) درست است

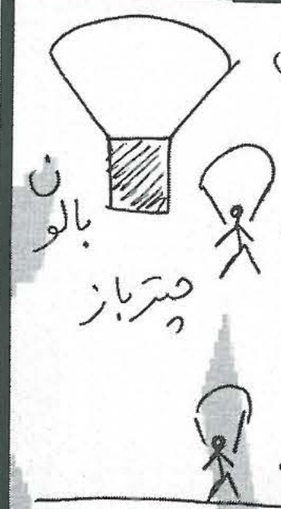
در شکل کار کل را بدست آورید.

$$W_t = K_2 - K_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$W_t = \frac{1}{2}\left(\frac{4}{10}\right)(25 - 225)$$

$$W_t = -40\ J$$ (توپ انرژی داده است)

چتربازی به جرم کل $90\ kg$ از بالون ($h = 200\ m$) جدا شد : (W_t و W_{mg} و $W_{هوا}$)



$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

$$K_1 = \frac{1}{2} \times 90 \times 4$$

$$K_1 = 180\ J$$

$$K_2 = \frac{1}{2} \times 90 \times 9$$

$$K_2 = 405\ J$$

$$\Delta K = +225$$ (زیاد)

$$W_t = \Delta K$$

$$W_t = -139,5$$

$\theta = 0$ ، $\cos 0 = 1$

$h \downarrow \bullet \downarrow mg$

$$W_{وزن} = 90 \times 10 \times 200$$

$$W_{وزن} = +180000\ J$$

$$W_t = W_{هوا} + W_{وزن}$$

$$W_{هوا} = 225 - 180000 = -179775\ J$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

۲kg $v_2 = ?$ در شکل نیروی ثابت F جسم را l_m بالا می‌برد

l_m ↑F

۲kg $v_1 = 0$ و $W_t = 1\,J$ می‌باشد:

الف) $v_2 = ?$ ب) $F = ?$

$W_t = K_2 - K_1 = 1$

$K_2 - 0 = 1 \rightarrow K_2 = 1\,J$

$K_2 = \frac{1}{2} m v_2^2 \rightarrow 1 = \frac{1}{2}(2) v_2^2$

$v_2^2 = 1 \rightarrow v_2 = 1\ m/s$

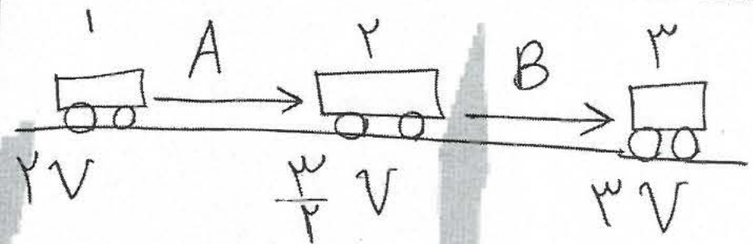
$W_t = W_F + W_{mg} \rightarrow W_F = 21\,J$

$W_{mg} = -mgh = -2 \times 10 \times 1 = -20$

d↑ ↓mg. $\theta = 180°$

$W_F = F d \cos\theta$ $d \uparrow\uparrow F$, $\theta = 0°$

$21 = F(1)(1) \rightarrow F = 21\ N$



$\frac{W_{tB}}{W_{tA}} = \frac{K_3 - K_2}{K_2 - K_1} = \frac{V_3^2 - V_2^2}{V_2^2 - V_1^2}$

$\frac{K'_{tB}}{K_{tA}} = \frac{9 - \frac{9}{4}}{\frac{9}{4} - 4} = \frac{\frac{27}{4}}{\frac{-V}{4}} = -\frac{27}{V}$

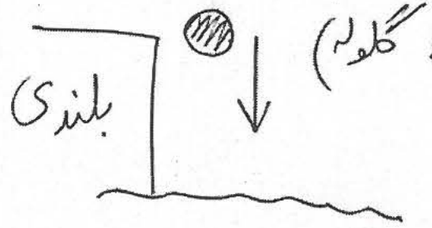
انرژی پتانسیل: انرژی ذخیره شده در جسم

$U_{کل} = U_{الکتریکی} + U_{کشسانی} + U_{\text{انرژی پتانسیل گرانش}}$

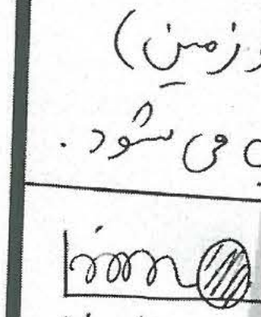
انرژی پتانسیل ویژگی یک سامانه (دستگاه) است نه ویژگی یک جسم منفرد

دانلود از اپلیکیشن پادرس

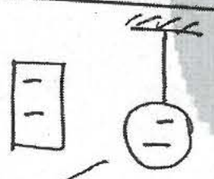
(شیرجه زدن) یا (سقوط گلوله)



انرژی پتانسیل سامانه (شخص و زمین) به انرژی جنبشی شخص تبدیل می شود.

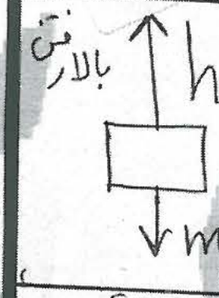


انرژی پتانسیل سامانه (جسم و فنر) به انرژی جنبشی جسم تبدیل می شود.

انرژی پتانسیل سامانه (بادکنک و میله) تغییر می کند	اگر میله نزدیک شود بادکنک جذب می گردد	اگر میله نزدیک شود بادکنک دفع می گردد
		

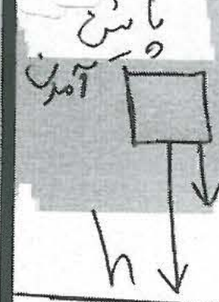
$W = F\, d \cos\theta$

کار نیروی وزن



$W_{\text{وزن}} = (mg)(h)\cos 180^\circ$

$W_{\text{وزن}} = -mgh$



$W_{\text{وزن}} = (mg)(h)\cos 0^\circ$

$W_{\text{وزن}} = +mgh$

انرژی پتانسیل گرانشی سامانه زمین و جسم برای جسم به جرم m در ارتفاع h از سطح زمین به صورت $U = mgh$ است.

$J_{\text{ژول}} = (kg)\left(\frac{m}{s^2}\right)(m)$

$J = kg\frac{m^2}{s^2}$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

کار نیروی وزن

$W_{وزن} = -mg\Delta h$ ← بالا می رود

$\theta = 180$

$W_{وزن} = +mg\Delta h$ ← پایین می رود

$\theta = 0$

انرژی پتانسیل گرانشی

$\Delta U = +mg\Delta h$ (افزایش) ← بالا می رود

$\Delta U = -mg\Delta h$ (کاهش) ← پایین می رود

همواره درست: $W_{وزن} = -\Delta U$

یعنی کار نیروی وزن در هر نوع مسیری (خط راست و خمیده) همواره با منفی تغییر انرژی پتانسیل گرانشی برابر است و به مسیر بستگی ندارد. (پایستار)

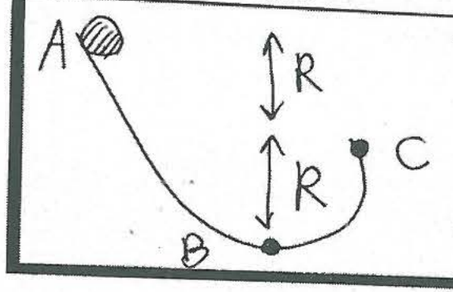
در رابطه $U = mgh$ که مربوط به سامانه انرژی پتانسیل گرانشی (جسم و زمین) است.

$m \rightarrow$ نماینده جسم

$g \rightarrow$ نماینده زمین

$h \rightarrow$ رابطی بین جسم و زمین

مبدأ انرژی پتانسیل ($U = 0$) می تواند هر نقطه ای فرض شود با تغییر آن U_1 و U_2 تغییر می کند ولی ΔU تغییر نمی کند.



$W_{وزن AB} = +mg(2R)$

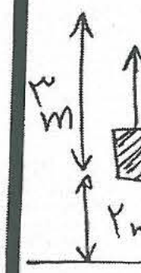
$W_{وزن AC} = +mg(1R)$

$\Delta U_{AC} = -mg(1R)$

$\Delta U_{BC} = +mg(1R)$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

جعبه‌ای به جرم ۴kg را از ارتفاع ۳m با نیروی ثابت F از حال سکون به حرکت درآورده و تا ارتفاع ۵m بالای بام ومجدداً ساکن می‌نمائیم W_F چند است؟



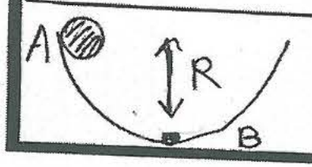
$W_{وزن} = -mg\Delta h = -۴\times۱۰\times۳ = -۱۲۰\,J$

$W_t = \Delta K = K_۲ - K_۱ = ۰$ (ساکن، ساکن)

$W_t = W_{وزن} + W_F$

$۰ = (-۱۲۰) + W_F$

$W_F = +۱۲۰$

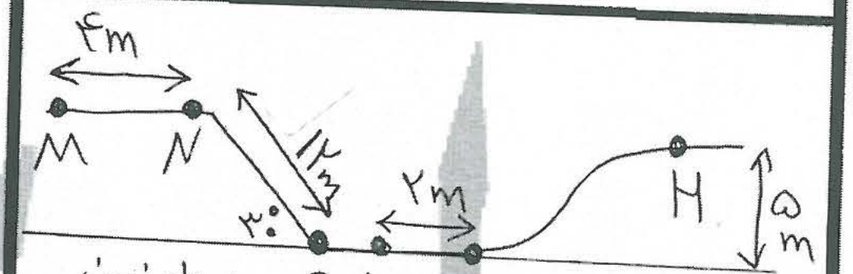


وقتی گلوله رها می‌شود در نهایت در B می‌ایستد

$W_{وزن} = +mgR$

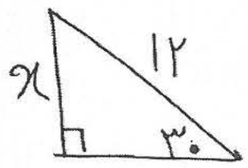
$\Delta U = -mgR$

$W_f = -mgR \quad W_t = ۰$



جسمی به جرم ۵kg از M به H می‌رسد کار نیروی وزن هر نقطه تا نقطه بعدی آن را حساب نمائید.

$W_{MN} = mg\Delta h = ۰$ (عدم تغییر ارتفاع)



$\sin ۳۰ = \frac{\text{مقابل}}{\text{وتر}} \rightarrow ۰/۵ = \frac{x}{۱۲}$

$x = ۶m$

$W_{NS} = +mg\Delta h = +۵\times۱۰\times۶ = +۳۰۰\,J$

$W_{SD} = W_{DE} = mg\Delta h = ۰\,J$

$W_{EH} = -mg\Delta h = -۵\times۱۰\times۵$

$W_{EH} = -۲۵۰\,J$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

انرژی فنر ← انرژی پتانسیل کشسانی
(به وزنه متصل) سامانه جسم - فنر

انرژی نوار لاستیکی ← انرژی پتانسیل کشسانی
(بادستمان می‌کشیم) سامانه دست و فنر

فنری که می‌توان فشرده و کشیده نمود

فنری که نمی‌توان فشرده نمود

A: $F_{\text{دست}} = F_{\text{فنر}} = 0$ (نه کشیده نه فشرده) فنر عادی (متعادل)

B: $F_{\text{دست}} \rightarrow$ فنر فشرده $\rightarrow F_{\text{فنر}}$

C: فنر کشیده $F_{\text{دست}} \rightarrow$ $F_{\text{فنر}} \leftarrow$

$F_{\text{فنر}} \xleftarrow{180} d$

$d \xleftarrow{180} F_{\text{فنر}}$

$U = 0$ مبدا پتانسیل

A: $\Delta U = 0$ و $W_{\text{فنر}} = 0$ $(d = 0)$

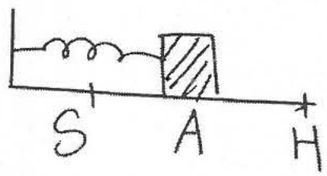
B: $\Delta U = +$ و $W_{\text{فنر}} = -$ $(\cos 180^\circ)$

C: $\Delta U = +$ و $W_{\text{فنر}} = -$ $(\cos 180^\circ)$

در سامانه فنر-جسم: $\Delta U = -W_{\text{فنر}}$

نکته: جسم می‌تواند دست انسان باشد

در شکل مقابل هیچ نیروی مقاومی وجود ندارد و با دست جسم را تا H عقب می‌کشیم و رها می‌کنیم چه پیش می‌آید؟



دانلود از اپلیکیشن پادرس

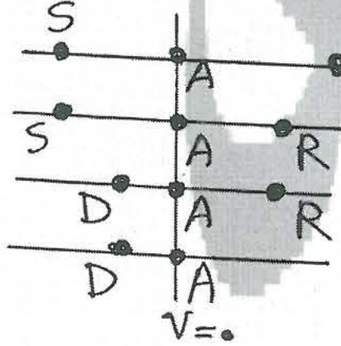
ساکن $V=0$ — V_{max} — ساکن $V=0$

S — A — H (همواره SA=AH)

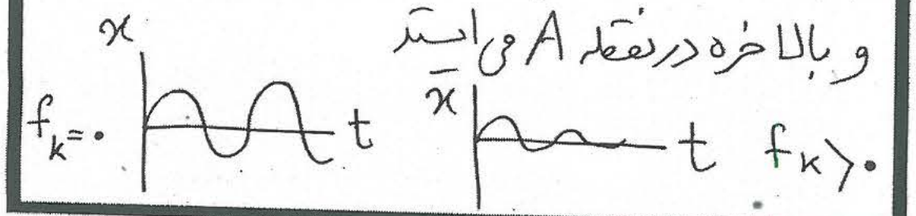
U_{max} — $K=0$ — U_{max}

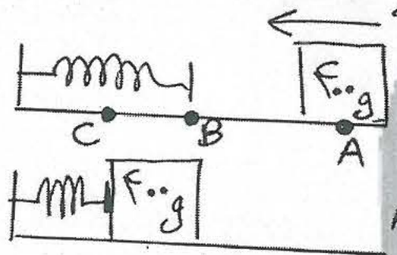
جسم بدون تغییر در کل انرژی خود بین S و H به طور مرتب آمد و شدی کند و هرگز نمی ایستد

در مثال قبل اگر نیروی اصطکاک وجود داشت چه پیش می آمد؟



از انرژی کل جسم دائماً کاسته می شود و هر دفعه جابه جائی کمتری رخ می دهد و بالاخره در نقطه A می ایستد





الف) انرژی جنبشی در A

$K_A = \frac{1}{2}mV^2 = \frac{1}{2} \times 0.4 \times 36 = 7.2$ ژول

ب) اگر تا B به اندازه ۲.۲ ژول انرژی از دست دهد سرعتش چند خواهد شد؟

$K_B = \frac{1}{2}mV^2 \rightarrow 5 = \frac{1}{2}(0.4)V^2$

$V^2 = \frac{10}{0.4} = 25 \rightarrow V = 5 \ m/s$

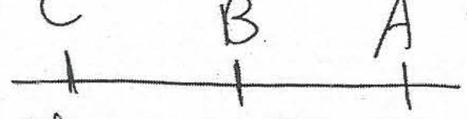
ج) اگر بیشترین انرژی پتانسیل کشسانی این سامانه در نقطه C رخ دهد و برابر ۴ ژول باشد کار نیروی فنر از B تا C چقدر است؟

$W_{\text{فنر}} = -\Delta U_{\text{کشسانی}} = -(U_C - U_B)$

$W_{\text{فنر}} = -(4-0) = -4$ ژول

دانلود از اپلیکیشن پادرس

د) کار نیروی اصطکاک AB و BC را بدست آورید.



$V=0$ $V=5$ $V=6$

$K=0$ $K=5$ $K=V_{1/2}$

$U=4$ $U=0$ $U=0$

روش کار-انرژی: $W_t = W_{\text{فنر}} + W_{\text{اصطکاکی}}$

$W_t = \Delta K = K_2 - K_1$

AB: $W_t = 5 - V_{1/2} = -2_{1/2}$ ژ

$-2_{1/2} = 0 + W_{\text{اصطکاکی}}$

$W_{\text{فنر}} = -\Delta U \nearrow$

$W_{\text{اصطکاکی}} = -2_{1/2}$

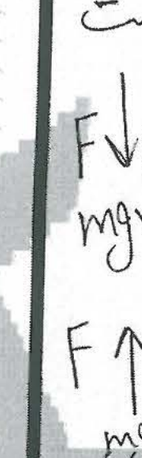
BC: $W_t = K_C - K_B = 0 - 5 = -5$

$-5 = -4 + W_f \rightarrow W_f = -1$ J

$W_{\text{فنر}} = -\Delta U \rightarrow$

فعالیت ۲-۱

اگر فنر بلند و نازک و نرمی را رها کنیم چه می‌شود؟ در ابتدا حلقه‌ها کمی کشیده هستند همین که دست خود را رها می‌کنیم حلقه‌ها می‌خواهند به هم نزدیک شوند بنابراین حلقه‌های بالائی هم به دلیل وزن و هم به دلیل نیروی فنر با سرعت زیاد به پائین می‌روند ولی حلقه‌های پائین با توجه به اینکه F و mg در مقابله هم چه وضعی دارند ↑ شاید ↓ و شاید ساکن بایستند.



دانلود از اپلیکیشن پادرس

انرژی مکانیکی : $E = U + K$

$(J) = (J) + (J)$

مکانیکی $=$ (پتانسیل) $+$ (جنبشی)

اصل پایستگی انرژی مکانیکی :

$E_{۲} - E_{۱} = W_f$

انرژی مکانیکی در پایان مسیر − انرژی مکانیکی در ابتدای مسیر = کار نیروی مقاوم

(با حضور نیروهای اتلافی انرژی مکانیکی جسم یا سامانه پایسته نیست)

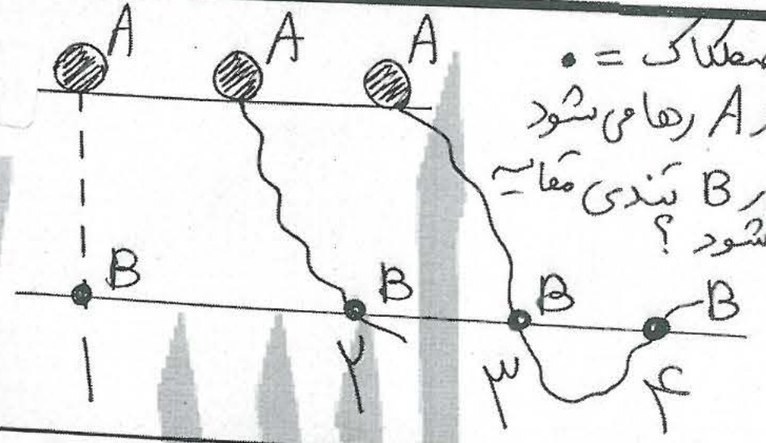
$W_f = ۰$ ← هیچ اصطکاکی نباشد (صیقلی - خلأ)

$W_f =$ منفی ← اصطکاک وجود دارد

اصطکاک = ۰

از A رها می‌شود

در B پتانسی مقایسه شود ؟



$f_k = ۰ \rightarrow W_f = ۰ \rightarrow E_{\text{آخر}} = E_{\text{اول}}$

$V_A = ۰ \rightarrow K_A = ۰$ ← گلوله رها شد

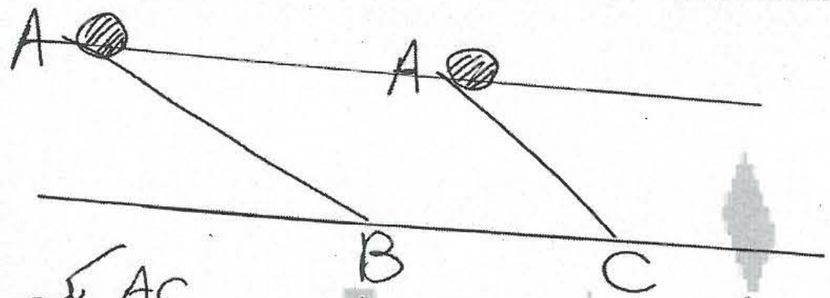
در نقطه A فقط انرژی پتانسیل گرانشی دارد

چون B در همه جا یک ارتفاع دارد پس $U = mgh$ در همه برابر است.

$E = U + K \rightarrow$ برای همه مساوی K / برای همه مساوی V

برای همه مساوی

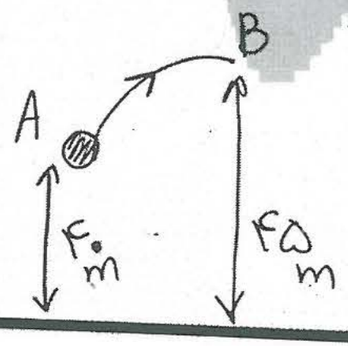
دانلود از اپلیکیشن پادرس



در شکل جنس مسیر AB و مسیر AC یکی است و گلوله ها از A رها می شوند در کدام نقطه تندی بیشتر است؟

چون اصطکاک داریم پس در مسیر طولانی تر کار نیروی اصطکاک بیشتر می شود و انرژی بیشتری هدر می رود پس تندی در B از C کمتر است

در شکل مقابل شرایط خلأ است تندی در A چند باشد تا در B تندی آن $۲۰ \frac{m}{s}$ گردد؟



$B\begin{cases} h=۴۵ \\ V=۲۰ \end{cases}$ $f_k=۰$

$A\begin{cases} h=۴۰ \\ V=? \end{cases}$

$E_A=E_B$

$K_A+U_A=K_B+U_B$

$\frac{۱}{۲}mV_A^۲+mgh_A=\frac{۱}{۲}mV_B^۲+mgh_B$

$\frac{۱}{۲}(V_A)^۲+۱۰(۴۰)=\frac{۱}{۲}(۲۰)^۲+۱۰(۴۵)$

$\frac{۱}{۲}V_A^۲=۲۰۰+۴۵۰-۴۰۰$

$\frac{۱}{۲}V_A^۲=۲۵۰$

$V_A^۲=۵۰۰$

$V_A=\sqrt{۵۰۰}=۱۰\sqrt{۵}\ m/s$

روش کوتاه

$V^۲-V_۰^۲=-۲g\Delta y$

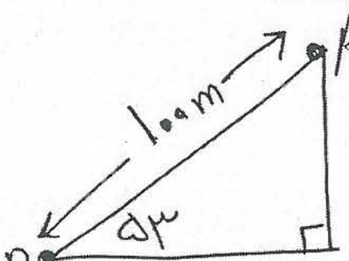
$۲۰^۲-V_A^۲=-۲۰(۵)$

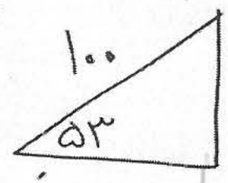
$V_A^۲=۵۰۰$

$V_A=۱۰\sqrt{۵}$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

در شکل سطح صیقلی است و گلوله‌ای از A رها می‌شود در B چه تندی دارد؟





$\sin 53 = \frac{\text{مقابل}}{\text{وتر}}$

$\frac{۸}{۱۰} = \frac{h}{۱۰۰} \rightarrow h = ۸۰ \, m$

$A\{h=۸۰, V=۰ \quad B\{h=۰, V=?$

صیقلی $\rightarrow f_k = ۰ \rightarrow E_A = E_B$

$U_A = K_B$

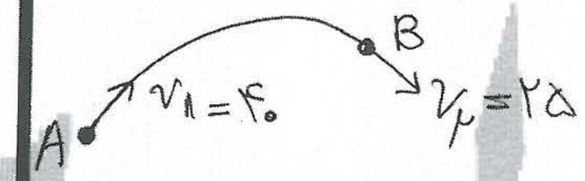
$mgh_A = \frac{۱}{۲} m V_B^۲$

$۱۰(۸۰) = \frac{۱}{۲} V_B^۲$

$V_B^۲ = ۱۶۰۰ \rightarrow V_B = ۴۰$

تمرین ۲-۳

اگر خلأ باشد $\Delta h_{AB} = ?$



$A\{h=۰, V=۴۰ \quad B\{h=?, V=۲۵$

$E_A = E_B \rightarrow \frac{۱}{۲} m V_A^۲ = \frac{۱}{۲} m V_B^۲ + mgh_B$

$\frac{۱}{۲}(۴۰)^۲ = \frac{۱}{۲}(۲۵)^۲ + ۱۰ h_B$

$۱۶۰۰ - ۶۲۵ = ۲۰ h_B \rightarrow h_B = ۴۸/۷۵ \, m$

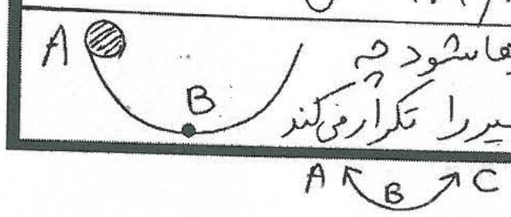
روش کوتاه

$V_B^۲ - V_A^۲ = -۲ g \Delta y$

$۲۵^۲ - ۴۰^۲ = -۲۰ \Delta y$

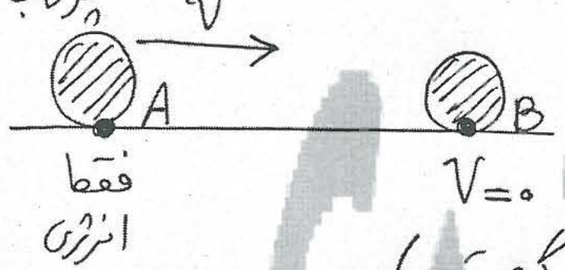
$\Delta y = ۴۸/۷۵ \, m$

اگر $f_k = ۰$ و از A رها شود چه خواهد شد؟ همواره مسیر را تکرار می‌کند



دانلود از اپلیکیشن پادرس

در شکل وقتی گلوله پرتاب می‌شود، پس از طی مسافتی می‌ایستد. چه تبدیل‌های انرژی رخ می‌دهد؟



فقط انرژی جنبشی

می‌ایستد $v=0$

(گلوله و زمین گرم‌تر شده‌اند)

در طول مسیر نیروی f_k در خلاف جهت حرکت به گلوله وارد می‌شود و انرژی جنبشی گلوله به انرژی درونی گلوله و زمین تبدیل می‌شود

$$E_B - E_A = W_f$$

$$(\text{صفر}) - (\text{انرژی جنبشی } A) = (\text{کار نیروی اصطکاک})$$

یعنی کار نیروی اصطکاک به انرژی درونی جسم و زمین تبدیل شده و آنها را گرم‌تر کرده است و چون در عمل نمی‌توان از این گرما (انرژی) استفاده کرد می‌گویند انرژی تلف شده است: (W_f ← تلف می‌شود)

پرسش ۲-۴

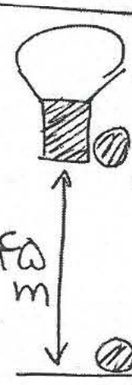
تبادل انرژی را با دست می‌گیریم بررسی کنید.

در ابتدا انرژی جنبشی دارد در مسیر با هوا برخورد می‌کند و در نهایت با دست آن را می‌گیریم و می‌ایستد پس انرژی جنبشی آن به درونی هوا و توپ و دست تبدیل شده است.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

قانون پایستگی انرژی: در یک سامانه منزوی مجموع کل انرژی‌ها پایسته می‌ماند. انرژی را نمی‌توان خلق یا نابود کرد ولی می‌توان از یک شکل به شکل دیگر تبدیل کرد. این بیان براساس آزمایش به دست آمده است و تاکنون نقض نشده است.

سامانه منزوی: از محیط اطراف خود انرژی نمی‌گیرد و به آن انرژی نمی‌دهد.



جرم وزنه ۴kg است، کار نیروی مقاوم را بدست آورید.

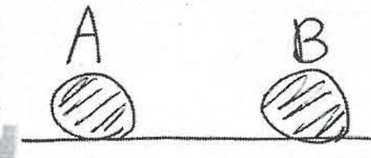
$E_2 - E_1 = W_f$

$W_f = \frac{1}{2}(4)(20)^2 - \left(\frac{1}{2}(4)(10)^2 + 4(10)(45)\right)$

$W_f = 800 - 2000 - 1800$

$W_f = -1200\ J$

در شکل مقابل از A تا B می‌شود ۹۶٪ انرژی تلف $v_2=?$



$E_B = \frac{4}{100} E_A$

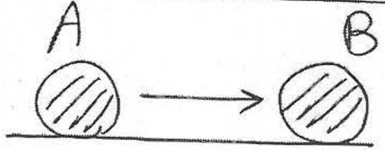
انرژی پتانسیل ⟵ $\frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{4}{100}\left(\frac{1}{2}mv_A^2\right)$

دخالت ندارد

$v_B^2 = \frac{4}{100}(5)^2$

جذر: $v_B = \frac{2\times 5}{10} = 1\ \frac{m}{s}$

در شکل اگر $\frac{3}{5}$ انرژی جسم از A تا B هدر رود $\frac{v_B}{v_A}=?$

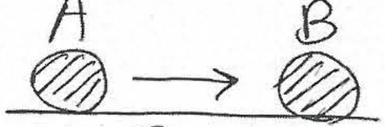


$\frac{K_B}{K_A} = \frac{\frac{2}{5}K_A}{K_A} = \frac{2}{5}$

$\frac{v_B}{v_A} = \sqrt{\frac{2}{5}}$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

گلوله $20\ kg$ است



و در مسیر AB $V_2=?$ ۶۰ انرژی تلف می‌شود

$E_B - E_A = W_f$

انرژی پتانسیل : $K_B - K_A = W_f$ مهم نیست

$\frac{1}{2}(20)V_B^2 - \frac{1}{2}(20)(4)^2 = -60$

$10V_B^2 - 160 = -60$

$10V_B^2 = 100$

$V_B^2 = 10 \longrightarrow V_B = \sqrt{10}$

اگر $V_S=20$ و $V_H=10$ باشد انرژی تلف شده چند برابر E_H است

$\frac{W_f}{E_H} = \frac{E_H - E_S}{E_H} = \frac{V_H^2 - V_S^2}{V_H^2} = \frac{100-400}{100} = -3$

توان : آهنگ انجام کار

توان کمیتی نرده‌ای است و جهت ندارد و یکای آن وات یا ژول بر ثانیه می‌باشد

$\bar{P} = \frac{\bar{W}}{\Delta t}$ توان متوسط — یا — $P = \frac{W}{t}$ توان

$1\ W = 1\ \frac{J}{S} = 1\ kg\ \frac{\frac{m^2}{s^2}}{s} = kg\ \frac{m^2}{s^3}$

$1\ hP = 1\ horse\ power = 746\ W$ اسب بخار

اسب بخار نخستین بار در ماشین بخار توسط آقای وات استفاده شد و هم اکنون هم در خودروها استفاده می‌شود

توان موتوری که هر ثانیه $373\ J$ کار می‌کند چند hP است؟

$P = \frac{W}{t} = \frac{373}{1}\ W$

$\frac{1\ hP}{x} = \frac{746\ J}{373}$ $x = 0.5\ hP$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

حداقل توان یک ماشین به جرم $1/5\ TON$ چقدر باشد که در مدت $20\ s$ سرعتش از $90\ \frac{km}{h}$ به $108\ \frac{km}{h}$ برسد؟

$$v_1 = 90 \times \frac{10}{36} = 25\ m/s$$

$$v_2 = 108 \times \frac{10}{36} = 30\ m/s$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{\Delta K}{t} = \frac{20625}{20} = 1031/25\ W$$

$$W_t = \Delta K = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$W_t = \frac{1}{2}(1500)(30^2 - 25^2)$$

$$W_t = 20625\ J$$

نکته: اگر توان ماشین $1031/25\ W$ باشد نمی‌توان قطعاً گفت که حتماً تغییر سرعت مورد نظر رخ دهد زیرا f_k هم وجود دارد یعنی این حداقل توان مورد نیاز است.

یک آسانسور به جرم $1800\ kg$ دارای ۴ مسافر ۵۰ کیلوگرمی است و در $\frac{1}{6}$ دقیقه می‌تواند دو طبقه که ارتفاع هر طبقه $3/0\ m$ است بالا برود. توان آن چند اسب بخار است؟

$$m = 1800 + 4(50) = 2000\ kg$$

$$t' = \frac{1}{6} \times 60 = 10\ s$$

$$h = 2 \times 3 = 6\ m$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{2000 \times 10 \times 6}{10}$$

$$P = 120000\ W$$

$$\frac{1\ hP}{P} = \frac{746\ W}{120000}$$

$$P = \frac{120000}{746} = 160/85\ hP$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تمرین ۲-۱۵ موتور هواپیمائی نیروی پیشرانی برابر $2/0 \times 10^5$ N دارد و در هر دقیقه ۱۵ km هواپیما را پیش می‌راند توان چند اسب بخار است؟ (F و d هم جهت)

$P = \frac{W}{t}$ یا $\bar{P} = \frac{\bar{W}}{\Delta t} = \frac{Fd\cos\alpha}{\Delta t}$

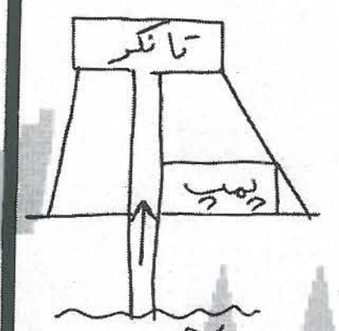
$\bar{P} = \frac{2/0 \times 10^{15} \times 15000 \times 1}{60}$

$\bar{P} = 5 \times 10^7$ W

$\frac{1\ hp}{P} = \frac{746\ W}{5 \times 10^7}$

$P = 6/7 \times 10^4\ hp$

یک پمپ آب در مدت ۲۰ و ۳۰ چند لیتر آب را می‌تواند مطابق شکل بالا بکشد. توان ورودی آن ۲/۴ kw و بازده آن ۸۰٪ می‌باشد؟



$P = \frac{W}{t} \rightarrow W = Pt$

$\frac{Ra}{100} = \frac{W_{مفید}\ (خروجی)}{W_{کل}\ (ورودی)} \rightarrow \frac{Ra}{100} = \frac{mgh}{Pt}$

$\frac{80}{100} = \frac{m \times 10 \times 24}{2400 \times 200} \rightarrow m = 1600\ kg$

آب: ۱ لیتر = ۱ kg

جواب $V = 1600$ لیتر

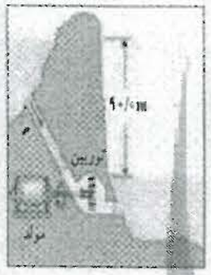
دانلود از اپلیکیشن پادرس

$$\text{بازده} = \frac{\text{مفید}}{\text{کل}} = \frac{\text{خروجی}}{\text{ورودی}} \left(\frac{\text{توان یا کار}}{\text{توان یا کار}} \right)$$

همواره قسمتی از انرژی ورودی به گرمای غیرمفید تبدیل می‌شود یعنی بازده هرگز صد درصد نمی‌شود بازده نسبت دو کمیت هم جنس است و یکا ندارد

فعالیت ۲-۱۶

آب‌دخیره شده در پشت سد یک نیروگاه برق آبی، از مسیری مطابق شکل روی پره‌های توربینی می‌ریزد و آن را می‌چرخاند. با چرخش توربین، مولد می‌چرخد و انرژی الکتریکی تولید می‌شود (شکل روبه‌رو). اگر ۸۵ درصد کار نیروی گرانش به انرژی الکتریکی تبدیل شود، در هر 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.



$$\frac{۸۵}{۱۰۰} mgh = \text{انرژی مفید} = Pt$$

$$\frac{۸۵}{۱۰۰}(m)(۱۰)(۹۰) = ۲۰۰\times۱۰^{۶}\times ۱$$

$$m = \frac{۲\times۱۰^{۸}}{\frac{۸۵\times۱۰\times۹۰}{۱۰۰}} = \frac{۲۰۰۰\times۱۰^{۵}}{۸۵\times۹} = ۲/۶۱\times۱۰^{۵}\ kg$$

$$V = ۲۶۱\ m^{۳}$$

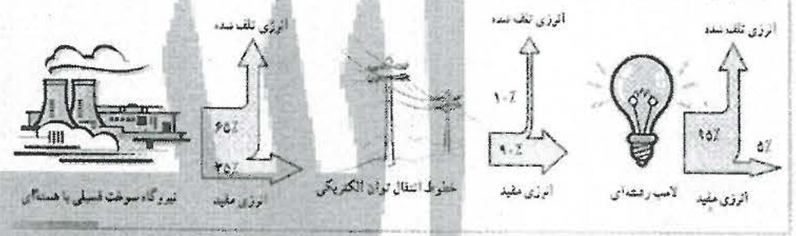
فعالیت ۲-۱۲

شکل زیر طرح واره‌ای از درصد انرژی مفید و انرژی تلف شده 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 ۱۸۰ ساعت روشن بماند (به‌طور میانگین هر شبانه روز ۶ ساعت)، چقدر گازوئیل باید در نیروگاه مصرف شود؟

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

ب) اگر در سراسر ایران، هر خانه در طول یک ماه، معادل انرژی الکتریکی مصرف شده در قسمت الف، صرفه‌جویی کند، مرتبهٔ بزرگی گازوئیل صرفه‌جویی شده را تخمین بزنید.



$$P = \frac{w}{t} \rightarrow w = Pt = ۱۰۰ \times ۱۸۰ \times ۳۶۰۰$$

ثانیه ساعت وات

$$w = ۶/۴۸\times۱۰^{۷}\ J$$

$$x \rightarrow \square \qquad ۶/۴۸\times۱۰^{۷} \rightarrow \square$$

خطوط انتقال — لامپ

$$\frac{۱۰۰}{x} = \frac{۹۰}{۶/۴۸\times۱۰^{۷}} \rightarrow x = ۰/۷۲\times۱۰^{۹}$$

$$x = ۷/۲\times۱۰^{۷}$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

$x \rightarrow \square \rightarrow 7 \times 10^{7}$ J

شروگاه $7/2 \times 10^{7}$

$\frac{100}{x} = \frac{35}{7/2 \times 10^{7}}$

$x = 0/2057 \times 10^{9}$ J

گازوئیل $2/057 \times 10^{9}$ J → نیروگاه → استقال خطوط → لامپ $6/48 \times 10^{8}$ J

$7/2 \times 10^{8}$ J

$\frac{1 \text{ لیتر}}{x \text{ لیتر}} = \frac{35 \times 10^{6} \text{ J}}{2/057 \times 10^{8} \text{ J}} \rightarrow x = 5/8$ لیتر

(ب) با خاموش کردن هر لامپ، هم کاهش مصرف از سوخت فسیلی و هم کاهش آلودگی هوا و دمای کره زمین را خواهیم داشت.

(پ) ۸۰ میلیون نفر ← ۴ نفر یک خانه ← ۲۰ میلیون خانه

تضمین صرفه‌جویی $= 2 \times 10^{7} \times 5/8 \approx 1 \times 10^{7} \times 10 \approx 10^{8}$ لیتر

۵۸

کتاب دهم
فصل سوم

دانلود از اپلیکیشن پادرس