@tajrobi10jashani

بسم الله الرحمن الرحیم

فصل ۳: کار، انرژی و توان

درسنامهٔ ۱: آشنایی با مفهوم انرژی و تعریف کار

مفهوم انرژی

..... مهم‌ترین مفهومی است که در سرتاسر فیزیک و علوم و مهندسی با آن سر و کار داریم. انرژی این امکان را فراهم می‌کند تا تمامی فعالیت‌های روزمره خود را انجام دهیم.

قانون پایستگی انرژی: انرژی شکل‌های متفاوتی دارد و در همه‌چیز و همه‌جا وجود دارد. انرژی می‌تواند از شکلی به شکل دیگر تبدیل شود و در حین این فرایند، مقدار کل آن پایسته می‌ماند.

نکته: با انجام کار می‌توان انرژی را از جسمی به جسم دیگر منتقل کرد.

انواعی از شکل‌های انرژی: همهٔ شکل‌های انرژی کمیت ..... (بی‌جهت) و با یکای ..... (J) هستند. مثال‌هایی از انرژی که در آینده خواهیم خواند: انرژی جنبشی، انرژی پتانسیل (گرانشی، کشسانی و الکتریکی)، انرژی گرمایی، انرژی مکانیکی، انرژی درونی، انرژی هسته‌ای و ... کار هم به‌نوعی تداعی‌کنندهٔ مفهوم انرژی است!

تفاوت مفهوم انرژی با نیرو: نیرو هر عملی است که بخواهد حالت استراحت یا حرکت یکنواخت جسم را تغییر دهد. اگر نیرویی کاری انجام دهد منجر به انتقال انرژی از عامل ایجاد نیرو به عامل دریافت کننده نیرو (همان جسم) می‌شود. پس نیرو نوعی روش برای انتقال انرژی است؛ در حالی که انرژی نوعی خاصیت سیستمی است که درون آن سیستم ذخیره یا منتقل می‌شود.

نیروها به دو دسته تقسیم می‌شوند

الف) نیروهای مستقیم (تماسی): این نیروها با تماس مستقیم فیزیکی، منجر به انتقال انرژی می‌شوند. مثل کشش طناب، اصطکاک و ... .

ب) نیروهای غیرمستقیم (میدانی): این نیروها بدون تماس مستقیم فیزیکی، منجر به انتقال انرژی می‌شوند. مثل نیروی جاذبه (مثل وزن)، نیروی الکتریکی، نیروی مغناطیسی و ... .

نکته: نیروها به راحتی به وجود می‌آیند و از بین می‌روند؛ پس نیرو پایسته نیست (برخلاف انرژی).

@jashan_academy

مقایسه	نرده‌ای یا برداری بودن	تبعیت از قوانین جمع	نام یکا در SI	اصلی یا فرعی بودن یکا	یکا برحسب یکاهای اصلی	پایستگی
انرژی	نرده‌ای	معمولی	ژول (J)	فرعی	$kg\cdot m^2/s^2$	✓
نیرو	برداری	برداری	نیوتون (N)	فرعی	$kg\cdot m/s^2$	✗

مرور قوانین نیوتون در مورد نیرو

قانون اول

$\vec{F}_{net}=0 \rightarrow \vec{a}=0\ m/s^2$

وضعیت حرکت جسم حفظ می‌شود.

قانون دوم

$\vec{F}_{net}=m\vec{a}$

حرکت شتابدار در راستای F_{net}

قانون سوم

$F_{12}=-F_{21}$

انرژی جنبشی

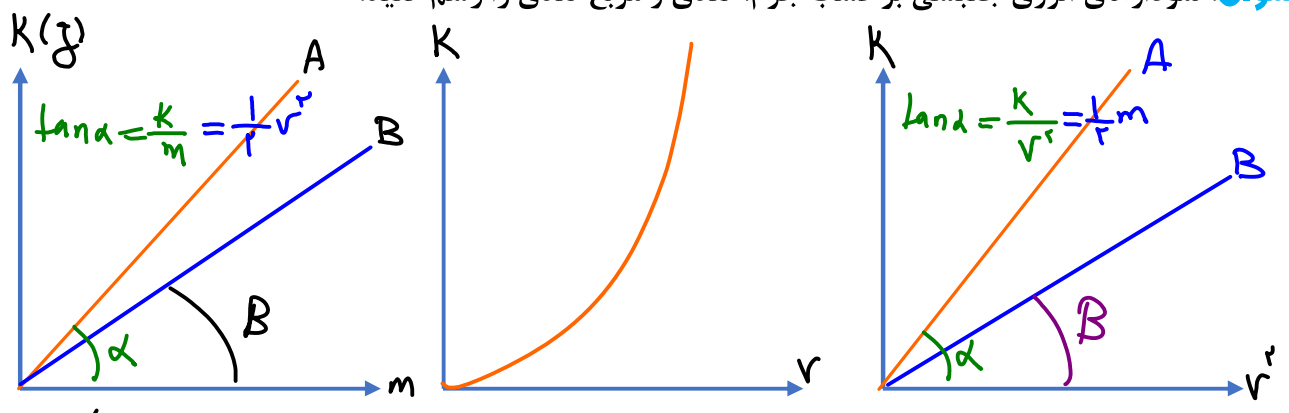
هر چیزی که **حرکت کند**، دارای نوعی انرژی وابسته به حرکت، به نام **انرژی جنبشی** (یا انرژی حرکتی) است. این انرژی به **جرم** **جسم** و **مربع تندی** وابسته است (طبق فرمول).

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

K: انرژی جنبشی (J)، m: جرم جسم (kg)، v: تندی (m/s)

نکته: انرژی جنبشی کمیتی نرده‌ای و همواره ..مثبت..... است. پس این انرژی به جهت حرکت وابسته ..نیست..!

سوال: نمودارهای انرژی جنبشی برحسب جرم، تندی و مربع تندی را رسم کنید:



$\alpha>\beta \rightarrow \tan\alpha>\tan\beta \Rightarrow v_A>v_B$

$\alpha>\beta \Rightarrow \tan\alpha>\tan\beta \Rightarrow m_A>m_B$

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

@tajrobi10jashani

سوال: جسمی به جرم ۱۰ کیلوگرم داریم. در هر یک از حالات زیر انرژی جنبشی آن را محاسبه کنید:

الف) با تندی ۲m/s به سمت خلاف جهت محور xها حرکت می‌کند:

$$K=\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}\times 10\times 2^2=20J$$

ب) با سرعت لحظه‌ای ۲m/s و با زاویه ۴۵ درجه نسبت به جهت مثبت محور xها در حال حرکت است:

$$K=\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}\times 10\times 2^2=20J$$

پ) جسم با برخورد با دیوار متوقف می‌شود: $v=0$

$$K=\frac{1}{2}mv^2 \xrightarrow{v=0} K=0J$$

سوال: یک خودرو با تندی ۷۲km/h در حال حرکت است که ناگهان مانعی را می‌بیند و تندی خود را با ترمز به ۳۶km/h می‌رساند. اگر جرم خودرو و سرنشینان آن مجموعا ۱ton باشد:

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

$72\times\frac{10}{36}=20m/s$ — $1000kg$ — $36\times\frac{10}{36}=10m/s$

الف) تغییرات انرژی جنبشی این خودرو را حساب کنید:

$$\Delta K=K_2-K_1=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2=\frac{1}{2}m(v_2^2-v_1^2)=\frac{1}{2}\times 1000\times(10^2-20^2)=-150000J=-150kJ$$

ب) اگر راننده این خودرو فردی با ۸۰۰ نیوتون وزن باشد، تغییرات انرژی جنبشی این فرد چند کیلوژول است؟ $(g=10N/kg)$

$W=mg \Rightarrow 800=10\times m \Rightarrow m=80kg$

$$\Delta K_{\text{فرد}}=\frac{1}{2}m(v_2^2-v_1^2)=\frac{1}{2}\times 80\times(10^2-20^2)=-1200J=-1.2kJ$$

فرمول مقایسه انرژی جنبشی

$$\frac{K_2}{K_1}=\frac{m_2}{m_1}\times\left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2$$

@jashan_academy

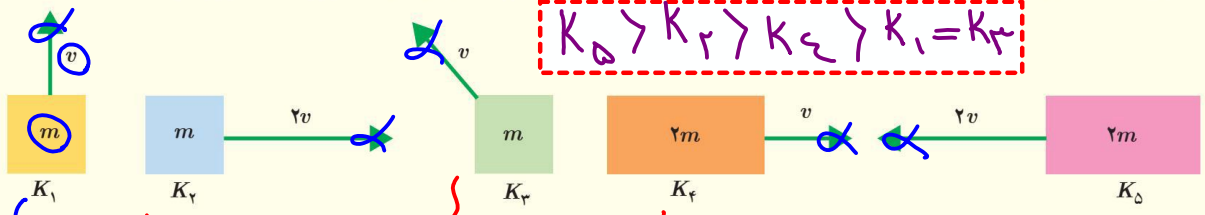
@tajrobi10jashani

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

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.

$K_5 > K_2 > K_4 > K_1 = K_3$



$K_1 = \frac{1}{2}mv^2 = K$ $\quad K_2 = \frac{1}{2}m(2v)^2 = 4K$ $\quad K_3 = \frac{1}{2}mv^2 = K$ $\quad K_4 = \frac{1}{2}(2m)v^2 = 2K$ $\quad K_5 = \frac{1}{2}(2m)(2v)^2 = 8K$

مرور مفهومِ درصد

وقتی می‌گوییم انرژی جنبشی جسمی a درصد زیاد یا کم می‌شود؛ یعنی:

$K_2 = K_1 \pm \frac{a}{100}K_1$ (+: افزایش، −: کاهش)

سوال: در هر یک از حالات زیر، انرژی جنبشی ثانویه (K_2) را بر حسب انرژی جنبشی اولیه (K_1) بنویسید:

الف) انرژی جنبشی ۲۵ درصد افزایش یافته است:

$K_2 = K_1 + \frac{25}{100}K_1 = \frac{5}{4}K_1$ یا $1{,}25K_1$ ($\frac{1}{4}$)

ب) انرژی جنبشی ۶۰ درصد کاهش یافته است:

$K_2 = K_1 - \frac{60}{100}K_1 = \frac{40}{100}K_1 = 0{,}4K_1$

پ) انرژی جنبشی جسم ۱۰۰ درصد افزایش یافته است:

$K_2 = K_1 + \frac{100}{100}K_1 = 2K_1$

سوال: انرژی جنبشی نهایی جسم $\frac{5}{4}$ برابر انرژی اولیه آن است. تغییرات انرژی جنبشی را برحسب درصد بیان کنید:

$K_2 = \frac{5}{4}K_1$

$\Delta K = \frac{5}{4}K_1 - K_1 = \frac{1}{4}K_1$

روش ①: $\Rightarrow$ درصد تغییرات $= \frac{\Delta K}{K_1} \times 100 = \frac{\frac{1}{4}K_1}{K_1} \times 100 = \oplus 25$ درصد

روش ②: $\Rightarrow K_2 = \frac{5}{4}K_1 = \frac{4}{4}K_1 + \frac{1}{4}K_1 = K_1 + \frac{25}{100}K_1$

۲۵ درصد افزایش

@jashan_academy

سوال: انرژی جنبشی نهایی جسم $\frac{۳}{۴}$ برابر انرژی اولیه آن است. تغییرات انرژی جنبشی را بر حسب درصد بیان کنید:

$K_۲ = \frac{۳}{۴}K_۱ = \frac{۴}{۴}K_۱ - \frac{۱}{۴}K_۱ = K_۱ - \frac{۲۵}{۱۰۰}K_۱$

۲۵ درصد کاهش

سوال: جسمی با تندی v در حال حرکت است. اگر جرم آن با همان تندی ۷۵ درصد کاهش یابد، انرژی جنبشی جسم چگونه تغییر می‌کند؟

$v_۲ = v_۱$ $\quad m_۲ = m_۱ - \frac{۷۵}{۱۰۰}m_۱ = \frac{۱}{۴}m_۱$

$\frac{K_۲}{K_۱} = \frac{m_۲}{m_۱} \times (\frac{v_۲}{v_۱})^۲ \Rightarrow \frac{K_۲}{K_۱} = \frac{\frac{۱}{۴}m_۱}{m_۱} \Rightarrow K_۲ = \frac{۱}{۴}K_۱ = \frac{۴}{۴}K_۱ - \frac{۳}{۴}K_۱ = K_۱ - \frac{۷۵}{۱۰۰}K_۱$

۷۵ درصد کاهش یافته است!

سوال: جسمی با تندی ۱۰m/s در حال حرکت است. تندی جسم را به اندازهٔ v تغییر می‌دهیم تا انرژی جنبشی جسم ۶۹ درصد افزایش یابد. v واحد SI است؟

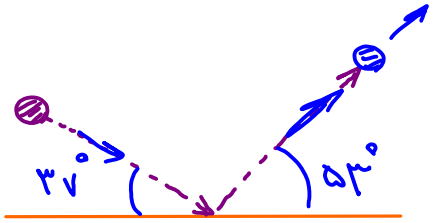
$m_۱ = m_۲$ $\quad v_۱ = ۱۰$ $\quad v_۲ = ۱۰ + v$

$K_۲ = K_۱ + \frac{۶۹}{۱۰۰}K_۱ = ۱,۶۹K_۱$

$\frac{K_۲}{K_۱} = \frac{m_۲}{m_۱} \times (\frac{v_۲}{v_۱})^۲ \Rightarrow \frac{۱,۶۹K_۱}{K_۱} = (\frac{۱۰+v}{۱۰})^۲ \xrightarrow{\sqrt{\ }} \frac{۱,۳}{۱} = \frac{۱۰+v}{۱۰}$

$\Rightarrow ۱۳ = ۱۰ + v \Rightarrow v = ۳ m/s$

سوال: اگر توپی به جرم m و با تندی ۲v با زاویهٔ ۳۷ درجه به دیوار برخورد کرده و با تندی v و زاویهٔ ۵۳ درجه از دیوار جدا شود، انرژی جنبشی آن چند برابر می‌شود؟



$\frac{K_۲}{K_۱} = \frac{m_۲}{m_۱} \times (\frac{v_۲}{v_۱})^۲ \Rightarrow \frac{K_۲}{K_۱} = (\frac{v}{۲v})^۲ = \frac{۱}{۴}$

$\Rightarrow K_۲ = \frac{۱}{۴}K_۱$

سوال: یک کامیون بدون بار به جرم M با تندی ۲۰m/s در حال حرکت است. اگر به این کامیون باری به جرم m اضافه کنیم و کامیون با تندی ۱۰m/s و با همان انرژی جنبشی حرکت کند، m چند برابر M است؟

$K_۲ = K_۱$

$\frac{K_۲}{K_۱} = \frac{m_۲}{m_۱} \times (\frac{v_۲}{v_۱})^۲ \Rightarrow ۱ = (\frac{M+m}{m}) \times (\frac{۱۰}{۲۰})^۲ \Rightarrow ۴m = M + m$

$\Rightarrow ۳m = M \Rightarrow \frac{m}{M} = \frac{۱}{۳}$

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

سوال: اگر جرم m_1 با تندی v و جرم m_2 با تندی $2v$ حرکت کنند، مجموع انرژی‌های جنبشی آن‌ها برابر K است. اگر جرم m_1 با تندی $2v$ و جرم m_2 با تندی v حرکت کنند، مجموع انرژی جنبشی آن‌ها برابر $3K$ است. نسبت m_1 به m_2 کدام است؟

$$K=\frac{1}{2}m_1v^2+\frac{1}{2}m_2(2v)^2 \Rightarrow K=\frac{1}{2}v^2(m_1+4m_2)$$

$$3K=\frac{1}{2}m_1(2v)^2+\frac{1}{2}m_2v^2 \Rightarrow 3K=\frac{1}{2}v^2(4m_1+m_2)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{3}=\frac{m_1+4m_2}{4m_1+m_2} \Rightarrow 4m_1+m_2=3m_1+12m_2 \Rightarrow m_1=11m_2$$

$$\Rightarrow \frac{m_1}{m_2}=11$$

سوال: خودرویی از حال سکون در یک جادهٔ افقی شروع به حرکت می‌کند. در این خودرو ۱۰ درصد از انرژی ناشی از سوختن بنزین، صرف افزایش انرژی جنبشی آن شده و با مصرف مقدار معینی از سوخت، تندی خودرو به v می‌رسد. اگر از این لحظه به بعد، خودرو همان مقدار سوخت را مصرف کند، تندی آن چند برابر v خواهد شد؟ «IQ»

۱) ۲ ۲) $\sqrt{2}$ ۳) ۴ ۴) ۳

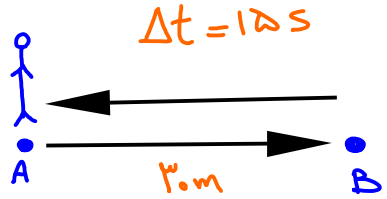
۱۰ درصد مقدار معین سوخت ⇒ $\Delta K_1=\frac{1}{2}m(v_2^2-v_1^2)=\frac{1}{2}mv^2$

انرژی ⇒ $\frac{1}{2}mv^2$

$$\Delta K=\frac{1}{2}m(v_2'^2-v_1'^2) \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}m(v_2'^2-v^2)$$

$$2v^2=v'^2-v^2 \Rightarrow v'=\sqrt{3}v$$

نکته: مرور مفاهیم مسافت، جابه‌جایی، تندی، سرعت، شتاب و نیرو از علوم نهم:



مسافت = ۳۰ + ۳۰ = ۶۰ m

جابه‌جایی = ۰ m ⟵ (+۳۰) + (−۳۰) = ۰ m

$$\text{تندی}=\frac{\text{مسافت}}{\text{زمان}}=\frac{60}{15}=4\ m/s$$

$$\text{سرعت}=\frac{\text{جابه‌جایی}}{\text{زمان}}=\frac{0}{15}=0\ m/s$$

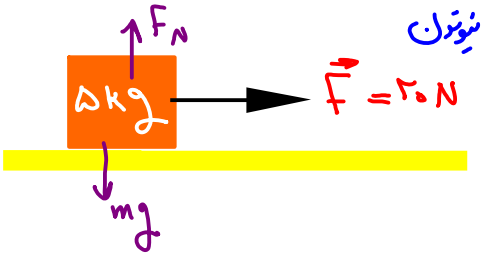
$$\text{شتاب}=\frac{\text{تغییرات سرعت}}{\text{زمان}} \Rightarrow \vec{a}=\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}=\frac{v-v_0}{t-t_0}$$

$$\text{نیرو}=\text{جرم}\times\text{شتاب} \Rightarrow \vec{F}=m\times\vec{a}$$

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

نکته: در صورتی که حرکت جسم روی خط راست و بدون تغییر جهت باشد، مسافت و جابه‌جایی و در نتیجه تندی و سرعت با هم (در بازه‌های زمانی برابر) ... بابا ... خواهند بود.

سوال: به جسمی به جرم ۵ کیلوگرم، نیروی افقی و ۲۰ نیوتونی وارد می‌شود. اگر جسم در راستای نیرو شروع به حرکت کند و نیروی مقاومی وجود نداشته باشد، پس از ۵ ثانیه از شروع حرکت، انرژی جنبشی جسم چند کیلوژول خواهد شد؟ «ترکیب با سینماتیک»



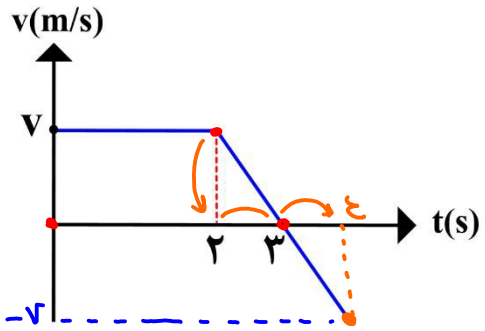
قانون دوم نیوتون

$\Rightarrow F_{net(x)} = m \times a \Rightarrow 20 = 5 \times a \Rightarrow a = 4 m/s^2$

$a = \frac{v - v_0}{t - t_0} = \frac{v - 0}{5 - 0} \Rightarrow v = 20 m/s$

$\Rightarrow K = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times (20)^2 = 1000 J = 1 kJ$

سوال: نمودار سرعت-زمان حرکت جسمی مطابق شکل است.



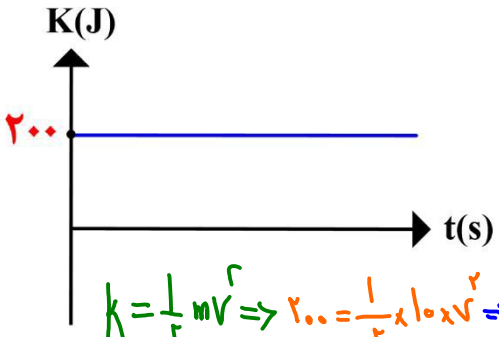
الف) در چه لحظه‌ای بر حسب ثانیه انرژی جنبشی جسم برای دومین بار بیشینه می‌شود (K_{max})؟

$t = 4s \leftarrow$ v_{max}

ب) در چه لحظه انرژی جنبشی جسم به کمینه می‌رسد (K_{min})؟

$t = 3s \Leftarrow v = 0 \Leftarrow K \geq 0 \rightarrow K_{min} = 0$

سوال: نمودار مقابل نشان‌دهندهٔ وضعیت حرکت جسمی به جرم ۱۰kg است.



الف) نوع حرکت جسم را تفسیر کنید:

جسم با تندی ثابت در حال حرکت است!

ب) این جسم پس از ۱۰s چند متر مسافت طی می‌کند؟

$K = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow 200 = \frac{1}{2} \times 10 \times v^2 \Rightarrow v^2 = 40 \Rightarrow v = 2\sqrt{10} m/s$

$\Delta x = v \times \Delta t = 2\sqrt{10} \times 10 = 20\sqrt{10} m$

$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

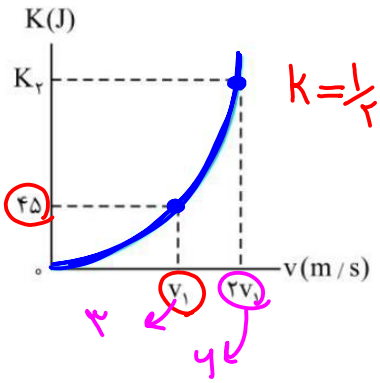
پ) آیا از روی این نمودار می‌توان به جهت حرکت جسم پی برد؟

خیر ← زیرا از روی منحنی تغییر مکان، مسافت است و نه به جهت حرکت وابسته است و نشان‌دهندهٔ آن است!

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

@tajrobi10jashani

سوال: نمودار انرژی جنبشی برحسب تندی جسمی به جرم ۱۰kg مطابق شکل روبه‌رو است v_1 و K_2 به ترتیب چند متر بر ثانیه و چند ژول است؟

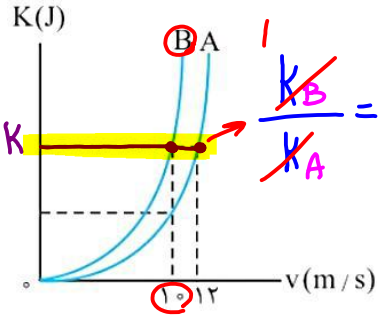


$K=\frac{1}{2}mv^2$

$45=\frac{1}{2}\times 10\times v_1^2 \Rightarrow v_1^2=9 \Rightarrow v_1=3\,m/s$

$K_2=\frac{1}{2}\times(10)\times(6)^2=180\,J$

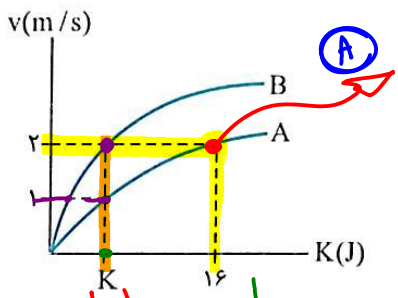
سوال: نمودار تغییرات انرژی حرکتی برحسب تندی دو جسم A و B مطابق شکل روبه‌رو است. جرم جسم A چند برابر جرم جسم B است؟



$\frac{K_B}{K_A}=\frac{m_B}{m_A}\times\left(\frac{v_B}{v_A}\right)^2 \Rightarrow \frac{1}{1}=\frac{m_B}{m_A}\times\left(\frac{10}{12}\right)^2$

$\Rightarrow 144\,m_A=25\,m_B \Rightarrow \frac{m_A}{m_B}=\frac{25}{144}$

سوال: شکل مقابل نمودار تغییرات تندی دو جسم A و B را بر حسب انرژی جنبشی آن‌ها نشان می‌دهد. جرم جسم B چند کیلوگرم است؟



«نردبام»

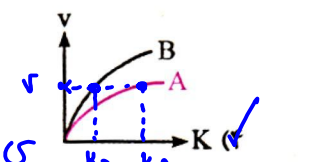
$K=\frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 16=\frac{1}{2}\times m_A\times 2^2 \Rightarrow m_A=8\,kg$

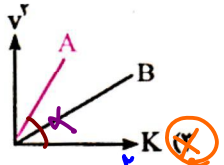
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۴
۴) ۸

$\frac{K_B}{K_A}=\frac{m_B}{m_A}\times\left(\frac{v_B}{v_A}\right)^2 \Rightarrow \frac{m_A}{m_B}=\left(\frac{v_B}{v_A}\right)^2=\left(\frac{2}{1}\right)^2 \Rightarrow m_B=\frac{m_A}{4}=2\,kg$

سوال: دو جسم A و B از حال سکون بر روی یک سطح افقی شروع به حرکت می‌کنند و تندی حرکت آن‌ها به تدریج افزایش می‌یابد. اگر جرم جسم A بیشتر از جرم جسم B باشد، کدام نمودار در رابطه با انرژی جنبشی این دو جسم نادرست است؟

«جامع IQ»

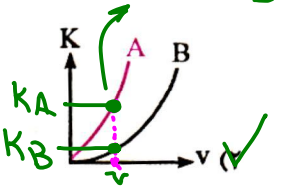


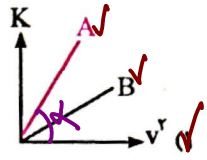


$\tan\alpha=\frac{v^2}{K}=\frac{2}{m}$

$m_A>m_B$

$\alpha_A<\alpha_B$





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

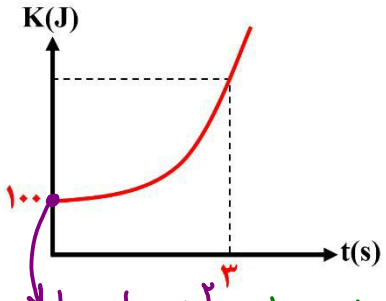
$m_A>m_B$

$\alpha_A>\alpha_B$

@jashan_academy

@tajrobi10jashani

سوال: نمودار مقابل، انرژی جنبشی جسمی به جرم ۲kg را برحسب زمان نشان می‌دهد. اگر جسم با شتاب ثابت ۲m/s² بر روی مسیر مستقیم در حرکت باشد، تندی جسم در لحظهٔ t=۳s چند برابر تندی آن در لحظهٔ شروع حرکت است؟



«آزمون‌های گاج»

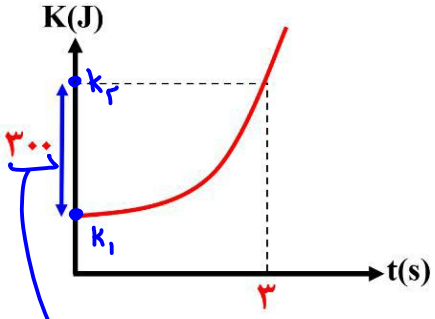
۱) ۱/۶ ۲) ۰/۴ ۳) ۲ ۴) ۱/۲

$K_0=\frac{1}{2}mv_0^2 \Rightarrow 100=\frac{1}{2}\times 2\times v_0^2 \Rightarrow v_0=10\,m/s$

$a=\frac{v-v_0}{\Delta t} \Rightarrow 2=\frac{v-10}{3} \Rightarrow v=16\,m/s$

$\frac{16}{10}=1.6$

سوال: نمودار مقابل، انرژی جنبشی جسمی به جرم ۲kg را برحسب زمان نشان می‌دهد. اگر جسم با شتاب ثابت ۲m/s² بر روی مسیر مستقیم در حرکت باشد، مجموع اولیهٔ جسم و تندی جسم در لحظهٔ t=۳s چند m/s است؟



«تالیفی»

۱) ۲۵ ۲) ۵۰ ۳) ۷۵ ۴) ۱۰۰

$\Delta K=\frac{1}{2}m(v_2^2-v_0^2) \Rightarrow 300=(v^2-v_0^2)$

$(v+v_0)(v-v_0)=300$

$v+v_0=50\,m/s$

$a=\frac{v-v_0}{\Delta t} \Rightarrow 2=\frac{v-v_0}{3} \Rightarrow v-v_0=6$

سوال: جرم کامیونی ۴ برابر جرم یک خودرو و انرژی جنبشی آن نصف انرژی جنبشی خودرو است. اگر تندی کامیون ۱۰m/s افزایش یابد، انرژی جنبشی‌اش ۲ برابر انرژی جنبشی خودرو می‌شود. تندی اولیهٔ کامیون چند متر بر ثانیه است؟

«سری Z»

۱) $5\sqrt{2}$ ۲) ۱۰ ۳) $10\sqrt{2}$ ۴) ۲

$K_1=\frac{1}{2}K_2 \Rightarrow K_2=2K_1$, $m_1=4m_2$

$\frac{K_2}{K_1}=\frac{m_2}{m_1}\times\left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 \Rightarrow 2=\frac{1}{4}\times\left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{v_2}{v_1}=2\sqrt{2} \Rightarrow v_2=2\sqrt{2}\,v_1$

$\frac{K_2}{K_1}=\frac{m_2}{m_1}\times\left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{1}{2}=\frac{1}{4}\times\left(\frac{v_2}{v_1+10}\right)^2$

$\sqrt{2}(v_1+10)=2\sqrt{2}v_1$

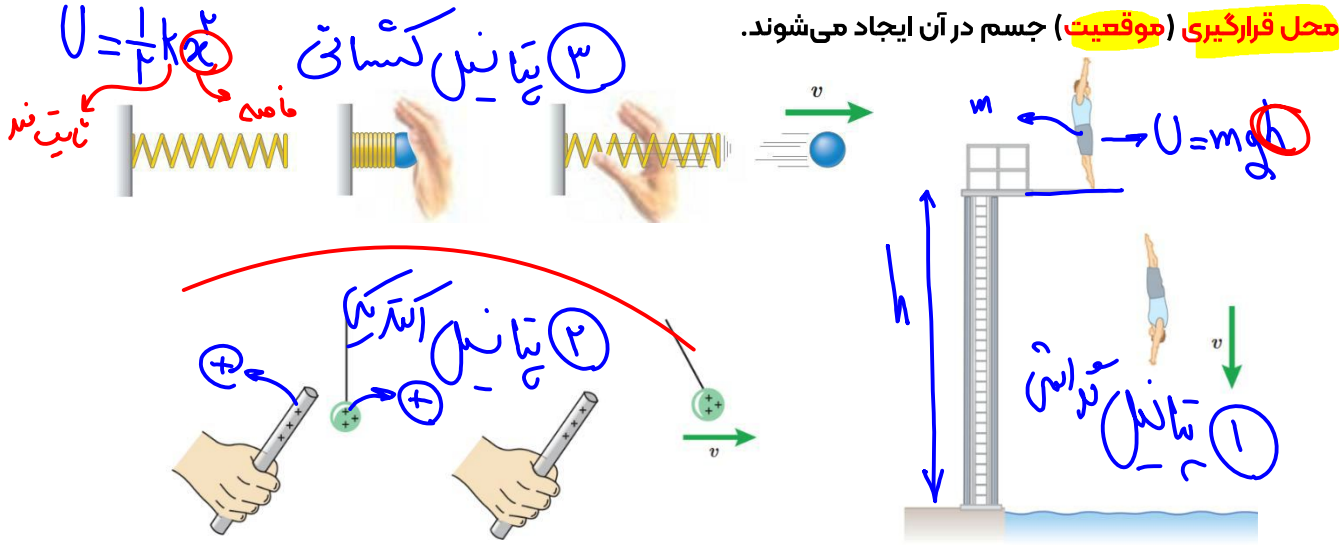
$v_1+10=2v_1 \Rightarrow v_1=10\,m/s$

@jashan_academy

@tajrobi10jashani

انرژی پتانسیل

علاوه بر انرژی پتانسیل گرانشی، انرژی‌های **کشسانی فنر** و **الکتریکی** هم نوعی **انرژی پتانسیل** هستند. یعنی صرفاً به علت **محل قرارگیری** (**موقعیت**) جسم در آن ایجاد می‌شوند.



نکته: انرژی‌های پتانسیل برخلاف جنبشی مربوط به یک جسم نیستند، بلکه مربوط به یک سامانه یا سیستم هستند. مثلاً:

۱- انرژی پتانسیل گرانشی: مربوط به سامانه جسم و زمین است (یعنی هر دو).

۲- انرژی پتانسیل کشسانی: مربوط به سامانه جسم و فنر است (یعنی هر دو).

۳- انرژی پتانسیل الکتریکی: مربوط به دو بار الکتریکی است.

نکته: علت هر انرژی پتانسیل، نوعی نیرو در سامانه بین دو جسم مد نظر است (به واسطهٔ وجود همین نیروهاست که این سامانه‌ها کار انجام می‌دهند).

۱- گرانشی: نیروی وزن جسم بین زمین و جسم. $F=mg$

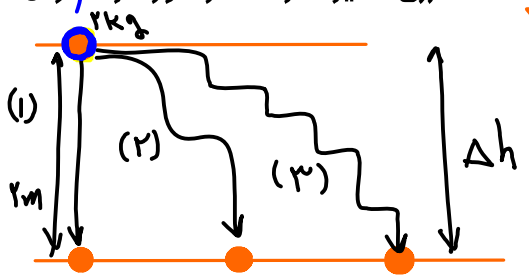
۲- کشسانی: نیروی کشش فنر (به واسطه کشیدن یا فشردن فنر). $F=kx$

۳- الکتریکی: نیروی جاذبه یا دافعه بین بارها. $F=k\frac{q_1q_2}{r^2}$

انرژی پتانسیل گرانشی

انرژی‌ای است که اجسام صرفاً به علت ارتفاعشان از سطح زمین در خود ذخیره دارند. علت آن **جاذبه زمین** است. وقتی جسمی در ارتفاع **h** قرار می‌گیرد به علت جاذبه زمین در خود به اندازهٔ $U=mgh$ انرژی ذخیره دارد که در صورت رها کردن جسم آن را به **انرژی جنبشی** تبدیل می‌کند.

$U=mgh=۲\times۱۰\times۲=۴۰J$



$$\Delta U=mg\Delta h=mg(h_2-h_1)$$

@jashan_academy

نکته: در مدلسازی فرض می‌کنیم در ارتفاعات مختلف، g ثابت باشد.

نکته: هرچه ارتفاع از سطح زمین بیشتر، انرژی پتانسیل بیشتر و هر چه ارتفاع از سطح زمین کمتر، انرژی پتانسیل نیز کمتر است.

$U = mgh$

تذکر: تعیین سطح مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی دلخواه است و در آن محل انرژی پتانسیل صفر فرض می‌شود؛ اما بهتر است پایین‌ترین نقطه را سطح مبدأ بگیریم تا همهٔ پتانسیل‌های بالاتر، مثبت در نظر گرفته شوند.

سوال: یک فرد ۸۰ کیلوگرمی از طبقهٔ پنجم با آسانسور به طبقهٔ دهم می‌رود. اگر هر طبقه ۳ متر ارتفاع داشته باشد، محاسبه کنید: $(g=10N/kg)$

$\Delta h = (10-5)\times 3 = 15m$

الف) انرژی پتانسیل فرد چند ژول افزایش می‌یابد؟

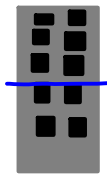
$\Delta U = mg\Delta h = 800\times 10\times 15 = 12000J$

ب) اگر فرد همین مسیر را با پله‌های مارپیچ ساختمان طی کند، انرژی پتانسیل وی چقدر تغییر می‌کند؟

$\Delta U = mg\Delta h = 12000J$

فقط تغییر ارتفاع مهم است نه مسیر

پ) اگر مبدأ انرژی پتانسیل را همان طبقهٔ پنجم فرض کنیم؛ فرد در طبقه اول چه انرژی پتانسیلی خواهد داشت؟



مبدأ ← $h=0$

شمارهٔ طبقه

$h = (1-5)\times 3 = -12m$

ارتفاع هر طبقه

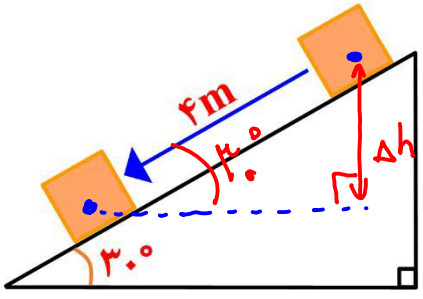
$U = mgh = 800\times 10\times(-12)$

$= -9600J$

نکته: همان‌طور که می‌بینید تغییر انرژی پتانسیل به مسیر حرکت جسم وابسته نیست و فقط به ارتفاع اولیه و ارتفاع ثانویه وابسته است.

فقط تغییر ارتفاع مهم است نه مسیر!

سوال: در شکل مقابل جسم ۱۰ کیلوگرمی به اندازهٔ ۴m روی سطح شیبدار سُر می‌خورد. انرژی پتانسیل این جسم چقدر و چگونه تغییر می‌کند؟ $(g=10N/kg)$



$\Delta U = mg\Delta h = 10\times 10\times(-2) = -200J$

۲۰۰ ژول کاهش یافته است!

$\sin 30° = \frac{\Delta h}{4} = \frac{1}{2} \Rightarrow \Delta h = 2m$

ب) انرژی پتانسیل اولیهٔ جسم چه‌قدر است؟ می‌توان اطلاعی نداشت. زیرا سطح مبدأ انرژی پتانسیل معلوم نشده است!

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

@tajrobi10jashani

سوال: شخصی یک ۱۰ طبقه به ارتفاع ۴۰۰m را یک بار با تندی ۲m/s و بار دیگر با تندی ۳m/s طی می‌کند. تغییر انرژی پتانسیل این شخص، در حالت دوم چند برابر حالت اول است؟ (g=۱۰N/kg)

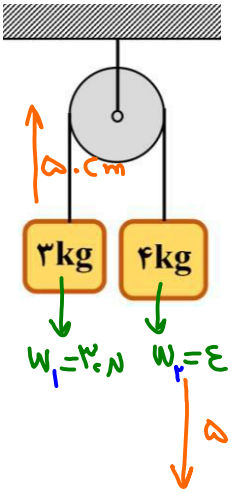
$\Delta h_1 = \Delta h_2 = 400$ | $\Delta U_1 = \Delta U_2$

به مسیر وابسته نیست ← فقط به Δh وابسته است

سوال: در شکل زیر وزنه‌ها از حال سکون رها می‌شوند. هنگامی‌که وزنهٔ ۴ کیلوگرمی به‌اندازهٔ ۵۰cm پایین می‌آید، مجموع تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی دو جسم چند ژول می‌شود؟ (g=۱۰N/kg)

«آزمون‌های گاج»

۱) ۵
۲) -۵
۳) ۳۵
۴) -۳۵



$W_1 = 30N$ $W_2 = 40N$

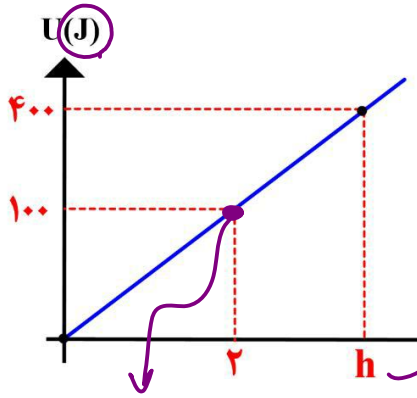
۵۰cm

$\Delta U_1 = m_1 g \Delta h_1 = 3 \times 10 \times (+\frac{1}{2}) = +15J$

$\Delta U_2 = m_2 g \Delta h_2 = 4 \times 10 \times (-\frac{1}{2}) = -20J$

$\Delta U_1 + \Delta U_2 = (+15) + (-20) = -5J$

سوال: با توجه به نمودار فوق، محاسبه کنید: (g=۱۰N/kg)



الف) اگر تندی این جسم ۲۰m/s باشد، انرژی جنبشی آن چند کیلوژول است؟

$K = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times (20)^2 = 1000J = 1kJ$

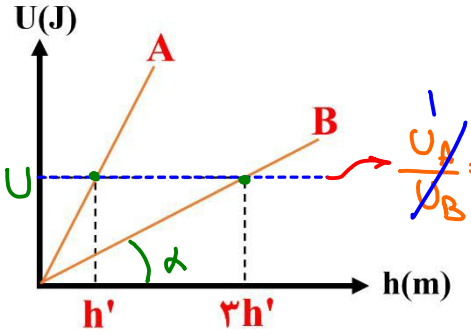
ب) h چند متر است؟

$U = mgh \Rightarrow 100 = m \times 10 \times 2 \Rightarrow m = 5kg$

$U = mgh \Rightarrow 400 = 5 \times 10 \times h \Rightarrow h = 8m$

@jashan_academy

سوال: نمودار انرژی پتانسیل گرانشی برای دو جسم A و B برحسب فاصله از سطح زمین مطابق شکل است. جسم B در فاصلهٔ چند متری از سطح زمین قرار گیرد تا انرژی پتانسیل گرانشی آن، ۱۰ ژول بیشتر از انرژی پتانسیل گرانشی جسم A در فاصلهٔ یک متری از سطح زمین باشد؟ ($m_A=6kg$ ، $g=10N/kg$ و سطح زمین را به‌عنوان مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی در نظر بگیرید.)



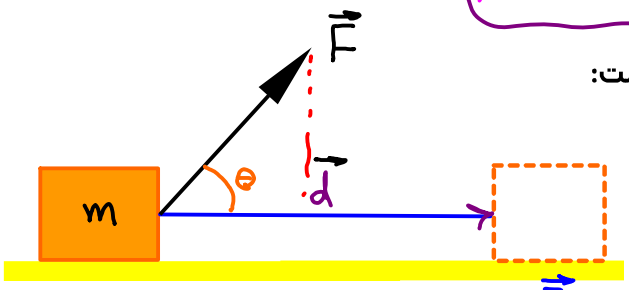
۱) ۱
۲) ۳/۵
۳) ۷
۴) ارتفاع 'h باید مشخص باشد.

کار نیروی ثابت $\vec{F}$

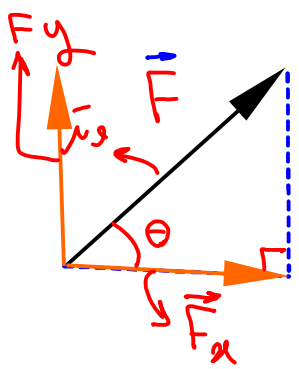
کار کمیتی است که نیرو را به ..... وصل می‌کند. به‌طور ساده اگر کار یک نیرو ..... باشد، باعث انتقال انرژی به جسم و اگر کار آن ..... باشد، باعث اتلاف انرژی خواهد شد.

تعریف کار: کار انجام شده توسط نیروی F برابر با حاصلضرب بزرگی نیرو F در بزرگی جابه‌جایی هم‌جهت این نیرو است.

بدین صورت:



نکته: اگر بین F و d زاویهٔ θ وجود داشته باشد، خواهیم داشت:



بررسی یکای کار در SI:

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

نکته: با توجه به علامت cos:

اگر $\theta<90^\circ \xrightarrow{\cos\theta>0} W>0$ (کار مثبت است)

۱) نیروی محرک

اگر $\theta>90^\circ \xrightarrow{\cos\theta<0} W<0$ (کار منفی است)

۲) نیروی مقاوم

اگر $\theta=90^\circ \xrightarrow{\cos\theta=0} W=0$ (کاری انجام نمی‌شود)

۳) نیروی بی‌اثر

تکلیف: مشخص کنید کدام نیروها به ترتیب نیروی محرک، نیروی مقاوم و نیروی بی‌اثر هستند.

نکته: برای آن که بر روی جسمی کار انجام شود، باید هم‌زمان دو اتفاق بیافتد:

۱- بر روی جسم، نیرو اثر کند ← $\theta \neq 90$

۲- جسم در راستای حرکت نیرو، جابه‌جا شود.

نکته: کار کمیتی نرده‌ای است؛ نه برداری! پس:

$|\vec{F}| = F$

۱- در فرمول آن بردار نیرو و جابه‌جایی قرار نمی‌گیرند، بلکه تنها بزرگی آن‌ها قرار می‌گیرد.

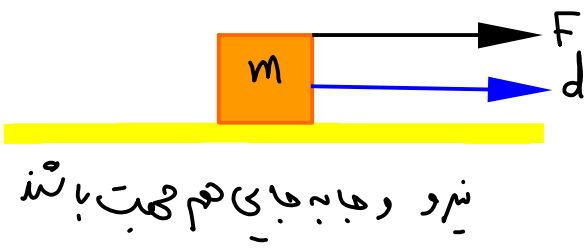
۲- فاقد جهت است؛ پس فقط عدد و یکا برای بیان آن کافی است.

۳- مثبت یا منفی بودن آن صرفاً نشان‌دهندهٔ نوع تغییر انرژی است و نه جهت آن!

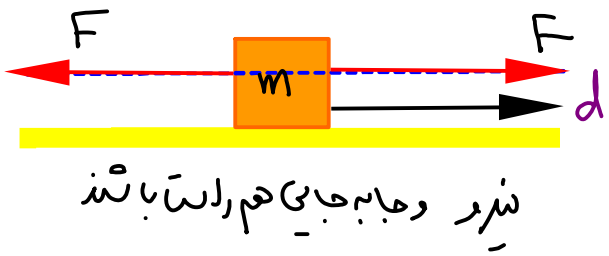
نکته: تفاوت هم‌راستا و هم‌جهت: F و d هم‌جهت باشند یعنی زاویه بین آن‌ها صفر درجه باشد ($\theta = 0^\circ$)؛ اما هم‌راستا باشند یعنی زاویه بین آن‌ها صفر یا ۱۸۰ درجه باشد (یعنی موازی هم باشد).

$\theta = 0$ ($\cos = 1$)

$\theta \to 0$ یا 180°



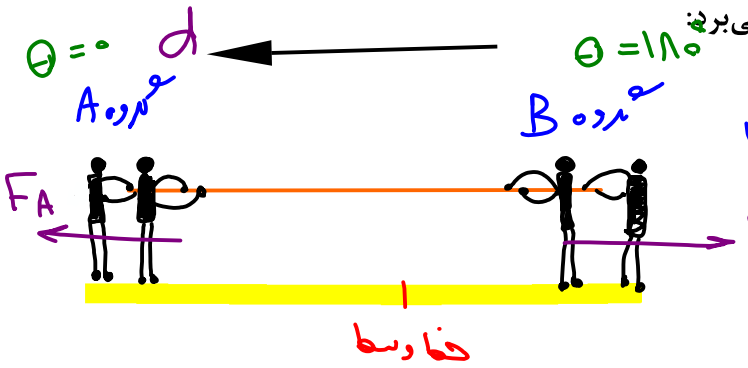
نیرو و جابه‌جایی هم‌جهت باشند



نیرو و جابه‌جایی هم‌راستا باشند

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

سوال: در مسابقهٔ طناب‌کشی، گروه A گروه B را می‌برد.



الف) کار گروه A:

$W_A = F_A \times d \times \cos\theta$

$= +F_A \times d \Rightarrow W_A > 0$

ب) کار گروه B:

$W_B = F_B \times d \times \cos 180^\circ$

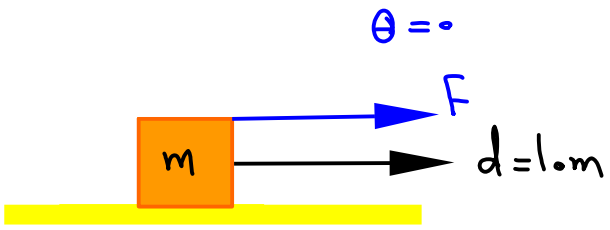
$= -F_B \times d \Rightarrow W_B < 0$

پ) بزرگی کار کدام گروه بیشتر است؟

$|W_A| > |W_B|$

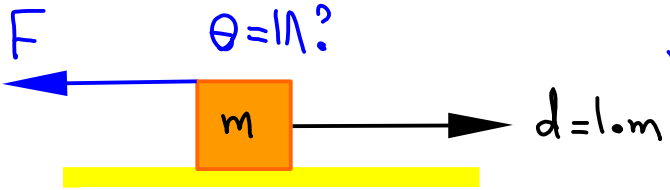
سوال: کار نیروی F=۱۰N را در هر کدام از حالات زیر حساب کنید: (با رسم شکل)

الف) هم جهت با جابه‌جایی ۱۰ متری جسم باشد:



$W_F = F\, d \cos 0 = 10 \times 10 \times (1) = +100\,J$

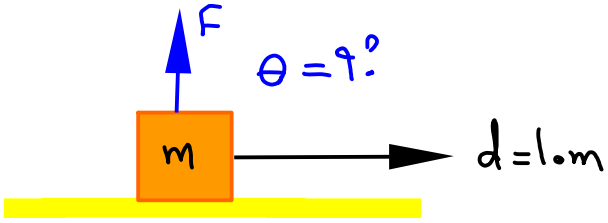
ب) خلاف جهت جابه‌جایی ۱۰ متری جسم باشد:



$W_F = F \cdot d \cdot \cos 180^\circ = 10 \times 10 \times (-1)$

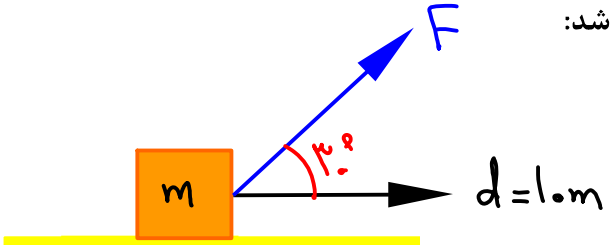
$= -100\,J$

پ) عمود بر جهت جابه‌جایی ۱۰ متری جسم باشد:



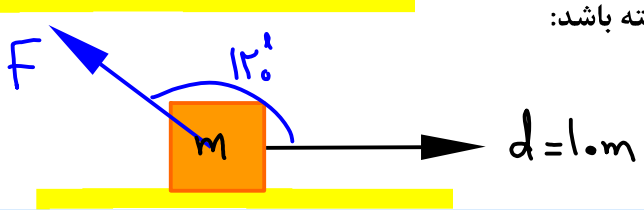
$W_F = F\, d \cos 90^\circ = 0\,J$

ت) زاویهٔ ۳۰ درجه با جهت جابه‌جایی ۱۰ متری جسم داشته باشد:



$W_F = F\, d \cdot \cos 30^\circ = 10 \times 10 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 50\sqrt{3}\,J$

ث) زاویهٔ ۱۲۰ درجه با جهت جابه‌جایی ۱۰ متری جسم داشته باشد:



$W_F = F\, d \cos 120^\circ = 10 \times 10 \times (-\frac{1}{2})$

$= -50\,J$

$\cos 120^\circ = \cos(180 - 60) = -\cos 60^\circ = -\frac{1}{2}$

زاویهٔ دوم

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

ج) در جابه‌جایی d ، بیش‌ترین حالت ممکن باشد:

$W_{max} = F\,d.\cos\theta = +Fxd$

$\max \Rightarrow \theta = 0^\circ$

$-1 \le \cos\theta \le 1$

min ↓ ، max ↓

ج) در جابه‌جایی d ، کم‌ترین حالت ممکن باشد:

$W_{min} = F.d.\cos\theta = -Fxd$

$\min \Rightarrow \theta = 180^\circ$

ج) در جابه‌جایی d ، بر حرکت جسم بی‌اثر باشد:

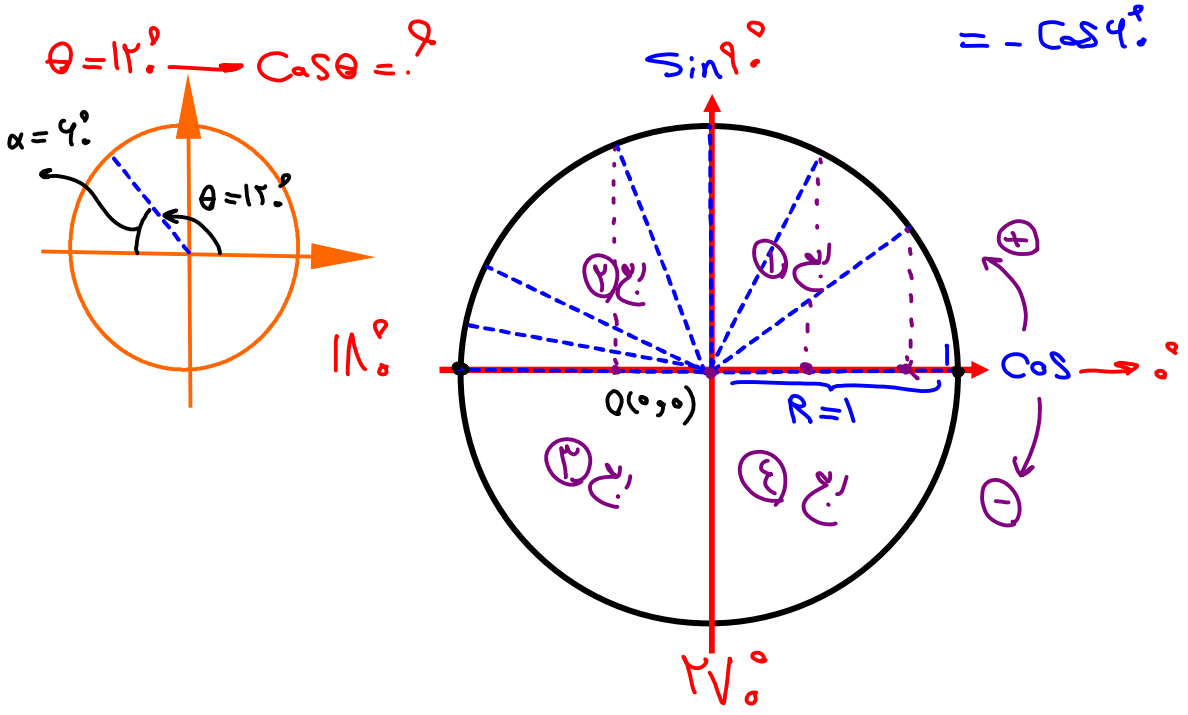
$W = F.d.\cos 90^\circ = 0$

$\theta = 90^\circ$

θ	۰°	۳۰°	۳۷°	۴۵°	۵۳°	۶۰°	۹۰°	۱۲۰°	۱۵۰°	۱۸۰°
sin θ	۰	$\frac{۱}{۲}$	۰/۶	$\frac{\sqrt{۲}}{۲}$	۰/۸	$\frac{\sqrt{۳}}{۲}$	۱	$\frac{\sqrt{۳}}{۲}$	$\frac{۱}{۲}$	۰
cos θ	۱	$\frac{\sqrt{۳}}{۲}$	۰/۸	$\frac{\sqrt{۲}}{۲}$	۰/۶	$\frac{۱}{۲}$	۰	$-\frac{۱}{۲}$	$-\frac{\sqrt{۳}}{۲}$	−۱

$\cos 120^\circ = -\cos 60^\circ = -\frac{1}{2} \Rightarrow \cos 120^\circ = \cos(180^\circ - 60^\circ)$

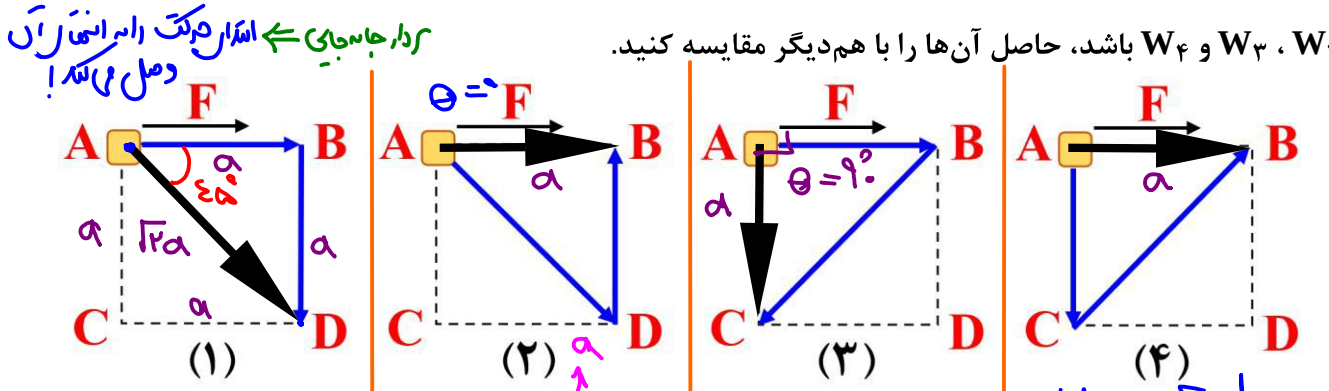
$= -\cos 60^\circ$



@tajrobi10jashani
@jashan_academy

@tajrobi10jashani

سوال: مطابق شکل، جسمی در رأس A یک مربع قرار دارد و بر آن همواره نیروی ثابت F در جهت نشان‌داده‌شده وارد می‌شود. اگر جسم در یکی از مسیرهای نشان‌داده‌شده حرکت کند و کار نیروی F در مسیرها به‌ترتیب W_1 ، W_2 ، W_3 و W_4 باشد، حاصل آن‌ها را با هم‌دیگر مقایسه کنید.



$W_{F_1} = F \cdot d \cdot \cos 45^\circ = F \times \sqrt{2}a \times \frac{\sqrt{2}}{2} = F \cdot a$

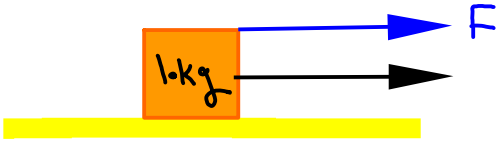
$W_{F_2} = F \cdot d \cdot \cos 0^\circ = F \cdot a$

$W_{F_3} = F \cdot d \cdot \cos 90^\circ = 0$

$W_{F_4} = F \cdot d \cdot \cos 0^\circ = F \cdot a$

$W_{(1)} = W_{(2)} = W_{(4)} > W_{(3)} = 0$

سوال: تحت تاثیر یک نیروی افقی، جسم ۱۰ کیلوگرمی روی سطح افقی بدون اصطکاکی در مدت ۵ ثانیه از حال سکون به سرعت ۲۰m/s می‌رسد. کار این نیرو پس از ۱۰۰m جابه‌جایی چند ژول است؟

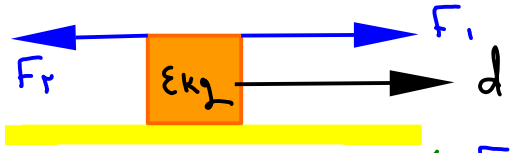


$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20 - 0}{5} = 4 m/s^2$

$F = ma = 10 \times 4 = 40N$

$W_F = F \cdot d \cdot \cos 0^\circ = 40 \times 100 \times (1) = 4000J$

سوال: به یک جسم ۴ کیلوگرمی که با سرعت ثابت ۱۰m/s روی یک سطح افقی بدون اصطکاکی به سمت راست در حرکت است، دو نیروی هم‌راستا وارد می‌شود. اگر یکی از این نیروها حذف شود، جسم شتابی معادل $5 m/s^2$ می‌گیرد. در صورت وارد شدن هر دو نیرو، مطلوب است:



الف) کار هر دو نیرو را در مدت ۴ ثانیه از حرکت محاسبه کنید:

$F_{net} = ma = 0$

$* F_1 - F_2 = 0 \Rightarrow F_1 = F_2 = 20N$

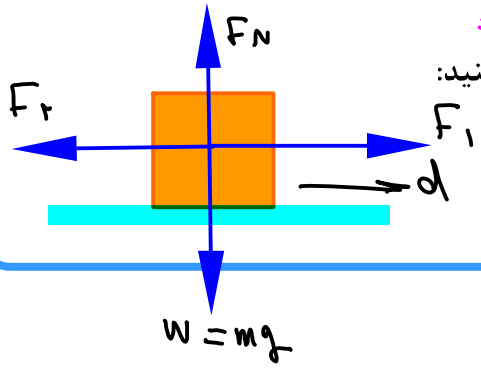
$F_{net} = ma \Rightarrow F_1 = m \times a = 4 \times 5 = 20N$

$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta x = v \cdot \Delta t = 10 \times 4 = 40m$

$W_{F_1} = F_1 d \cos 0^\circ = 20 \times 40 \times (1) = 800J$

$W_{F_2} = F_2 d \cos 180^\circ = 20 \times 40 \times (-1) = -800J$

ب) مجموع کار کل نیروهای وارد بر جسم را در مدت چهار ثانیه محاسبه کنید:



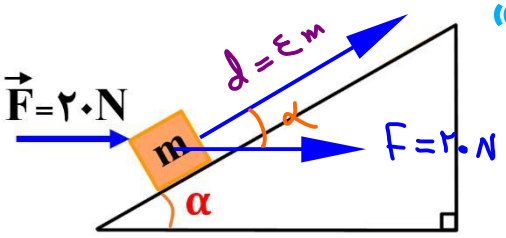
$W_{کل} = W_1 + W_2 + W_{mg} + W_{F_N}$

$800 - 800 = 0J$

@jashan_academy

@tajrobi10jashani

سوال: مطابق شکل، نیروی ۲۰ نیوتونی به موازات سطح افقی به جسم وارد شده و آن را به اندازهٔ ۴ متر بر روی سطح شیبدار به سمت بالا جابه‌جا می‌کند. کار این نیرو در این جابه‌جایی، کدام یک از گزینه‌های زیر بر حسب ژول می‌تواند باشد؟ «IQ جامع»



۱) ۷۵ ← در محدوده است

۲) ۸۵

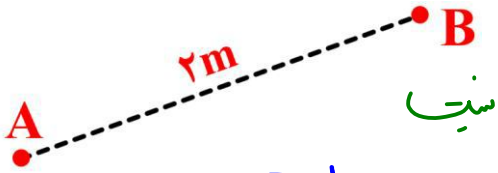
۳) ۹۵

۴) بسته به مقادیر m و α، هر یک از گزینه‌ها می‌توانند صحیح باشند.

$W_F = F.d.\cos\alpha = ۲۰ \times ۴ \times \cos\alpha = ۸۰\cos\alpha$

$-۱ \leq \cos\theta \leq ۱ \xrightarrow{\times ۸۰} -۸۰ \leq ۸۰\cos\theta \leq +۸۰ \xrightarrow[\cos>۰]{\alpha<۹۰} ۰ < ۸۰\cos\alpha \leq ۸۰$

سوال: مطابق شکل مقابل، جسمی به جرم ۵۰۰g از نقطهٔ A تا نقطهٔ B جابه‌جا می‌شود. کار انجام‌شده توسط یک نیروی ۸ نیوتونی را که به این جسم وارد می‌شود، W می‌نامیم. W برابر کدام گزینه نمی‌تواند باشد؟ «خیلی‌سبز»



۱) ۵J

۲) صفر

۳) ۱۰J

۴) ۲۵J ← در محدوده نیست

$W_F = F\,d.\cos\theta = ۸ \times ۲ \times \cos\theta = ۱۶\cos\theta$

$-۱ \leq \cos\theta \leq ۱ \xrightarrow{\times ۱۶} -۱۶ \leq ۱۶\cos\theta \leq ۱۶$

سوال: جسمی به جرم ۲kg روی یک سطح افقی بدون اصطکاکی ساکن است. نیروی F=۱۰N یک بار به طور افقی و بار دیگر با زاویهٔ ۳۷ درجه به جسم وارد می‌شود. ($\cos۳۷=۰/۸$)

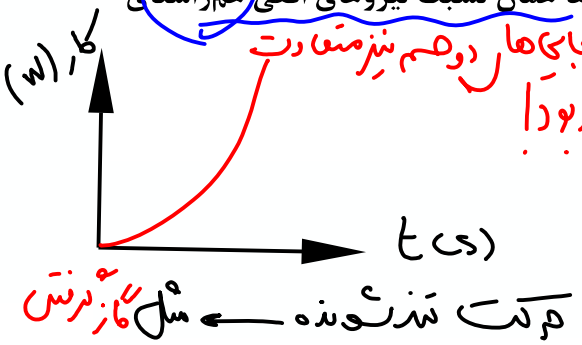
الف) شتاب حرکت جسم در هر دو حالت را بیابید:

① $F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{۱۰}{۲} = ۵\,m/s^2$

② $F\cos\theta = ma \Rightarrow a = \frac{F.\cos\theta}{m} = \frac{۱۰ \times ۰/۸}{۲} = ۴\,m/s^2$

ب) آیا نسبت کار انجام شده در هر دو حالت در یک بازهٔ زمانی یکسان، دقیقاً همان نسبت نیروهای افقی هم‌راستای آن‌هاست؟ F و Fcosθ

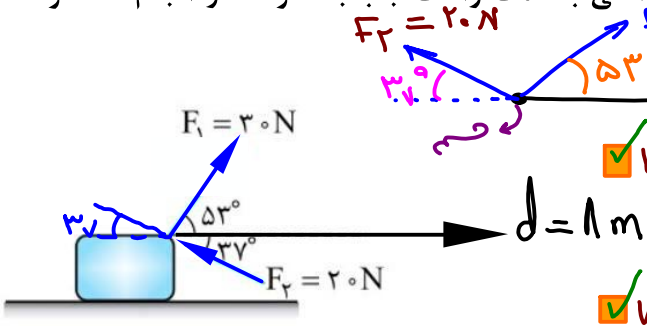
خیر چون حرکت تندشونده است، در بازه‌های زمانی مختلف، جابه‌جایی‌ها در دو حالت نیز متفاوت خواهد بود؛ پس علاوه بر نسبت F‌ها، نسبت d‌ها نیز مؤثر خواهد بود!



حرکت تندشونده ← مثل گاز دادن

@tajrobi10jashani

سوال: در شکل مقابل، اگر جسم اندازهٔ ۸m روی سطح افقی به‌سمت راست جابه‌جا شود، کار انجام‌شده توسط نیروهای F_1 و F_2 چند ژول است؟ ($\sin 37° = 0/6$)

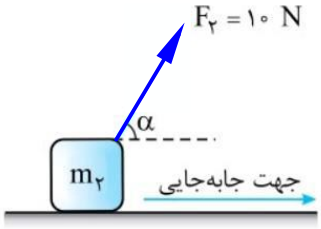


$W_{F_1} = F_1 d \cos 53° = 30 \times 8 \times 0/6 = 144\,J$

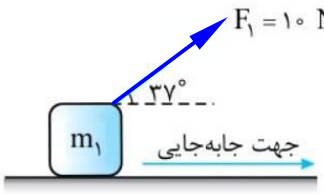
$W_{F_2} = F_2 \cdot d \cos(180 - 37) = 20 \times 8 \times (-0/8) = -128\,J$

سوال: در شکل‌های (الف) و (ب) جرم‌های m_1 و m_2 بر روی سطح افقی به یک اندازه جابه‌جا می‌شوند. اگر کار نیروی F_1 ، ۱/۶ برابر کار نیروی F_2 باشد، α چند درجه است؟ ($\cos 37° = 0/8$)

$d_1 = d_2$



شکل (ب)



شکل (الف)

$\frac{W_{F_1}}{W_{F_2}} = \frac{F_1}{F_2} \times \frac{d_1}{d_2} \times \frac{\cos\theta_1}{\cos\theta_2}$

$1/6 = \frac{0/8}{\cos\alpha} \Rightarrow \cos\alpha = \frac{1}{2}$

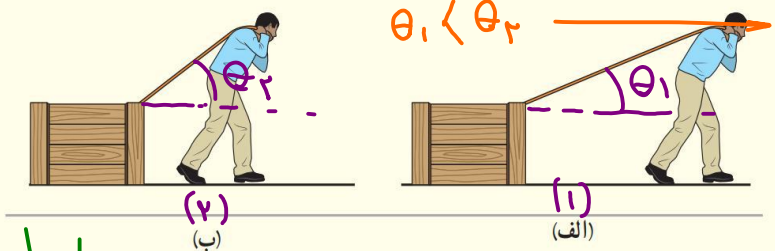
$\alpha = 60°$

پرسش ۳ـ۲

نکته: در ربع اول هرچه زاویه به صفر درجه نزدیک‌تر باشد cos آن بزرگ‌تر خواهد بود!

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.

$\theta_1 < \theta_2 \Rightarrow \cos\theta_1 > \cos\theta_2$



$\frac{W_{F_1}}{W_{F_2}} = \frac{F_1}{F_2} \times \frac{d_1}{d_2} \times \frac{\cos\theta_1}{\cos\theta_2} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{\cos\theta_1}{\cos\theta_2} \Rightarrow F_2 > F_1$

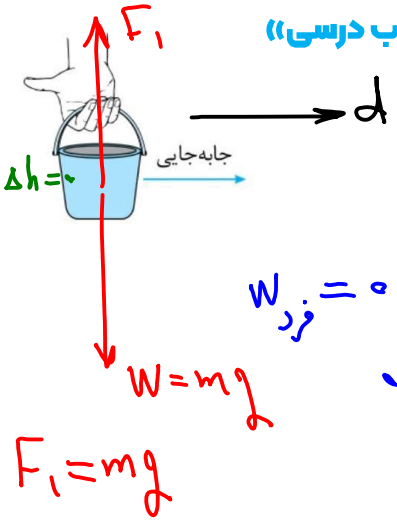
سوال: یک مثال بزن که کار نیروی عمودی سطح در آن صفر نباشد. برای وزن هم مثال بزن.

مثل حرکت در راستای قائم (رو محور y) مثل آسانسور

@jashan_academy

@tajrobi10jashani

سوال: مطابق شکل زیر، شخصی سطلی را در دست نگه داشته است و در مسیری افقی قدم می‌زند. کدام یک از گزینه‌های زیر دربارهٔ کاری که شخص روی سطل انجام می‌دهد درست است؟ (از مقاومت هوا صرف نظر شود.)



«برگرفته از کتاب درسی»

۱) شخص روی سطل کاری انجام نمی‌دهد.

۲) شخص روی سطح کار انجام می‌دهد.

۳) شخص در صورتی روی سطل کار انجام می‌دهد که با تندی ثابت قدم بزند.

۴) شخص در صورتی روی سطح کار انجام می‌دهد که با تندی متغیر قدم بزند.

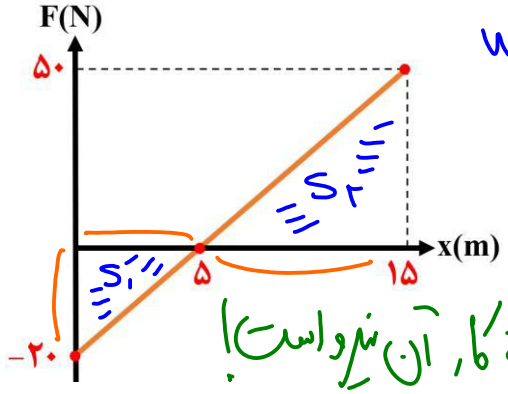
$W_{فرد}=0$

$F_1=mg$

* اگر جسم با سرعت ثابت حرکت کند، فرد نیروی را بسمت بالا وارد کرده است
$W_{فرد}=0$

* اگر جسم با سرعت متغیر (با شتاب) حرکت کند، فرد به آن نیروی افقی وارد کرده است
$W_{فرد}\neq 0$

سوال: شکل زیر نمودار تغییرات نیروی وارد بر جسمی را بر حسب جابه‌جایی آن نشان می‌دهد. کاری که نیروی F در جابه‌جایی ۱۵m انجام می‌دهد، چند ژول است؟ (نیروی F هم‌راستا و هم‌سوی جابه‌جایی است.)



$W=W_1+W_2=-S_1+S_2$

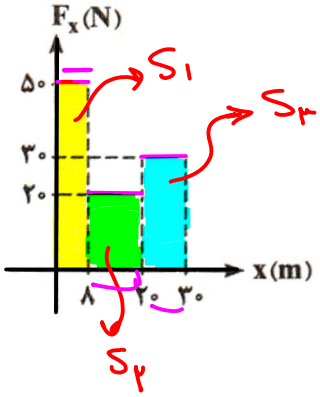
$=-\frac{5\times 20}{2}+\frac{10\times 50}{2}=-50+250$

$=200\,J$

سطح زیر نمودار F-d سنجش دهندهٔ کار آن نیرو است!

نکته: اگر سطح زیر نمودار F-d بالای محور d (یا x) باشد، کار مثبت و اگر پایین محور d (یا x) باشد کار منفی است.

سوال: شکل روبه‌رو، نمودار تغییرات نیرو بر حسب جابه‌جایی برای جسمی است که از حال سکون شروع به حرکت کرده است. اگر این نیرو و جابه‌جایی هم‌جهت باشند، کار این نیرو پس از ۳۰ متر جابه‌جایی چند ژول است؟ «میکرو»



$W_F=W_1+W_2+W_3=S_1+S_2+S_3$

$=(50\times 8)+(20\times 12)+(30\times 10)=940\,J$

۴۰۰ ۲۴۰ ۳۰۰

۱) ۱۰۶۰

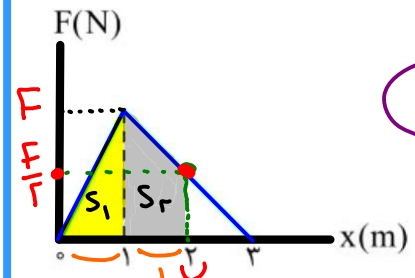
۲) ۱۳۰۰

۳) ۹۶۰

۴) ۹۴۰

@Jashan_academy

سوال: نمودار نیروی وارد بر جسمی بر حسب مکان آن، مطابق شکل روبه‌رو است. کار انجام شده توسط این نیرو در جابه‌جایی از مکان x=۰ به مکان x=۱m ، چند برابر کار انجام شده توسط همین نیرو در جابه‌جایی از مکان x=۱m به مکان x=۲m است؟



«سری Z»

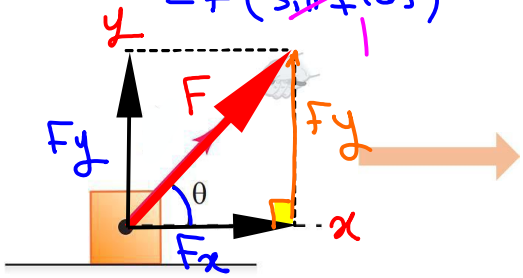
۱) $\frac{۱}{۲}$
۲) $\frac{۲}{۳}$
۳) ۱
۴) $\frac{۳}{۲}$

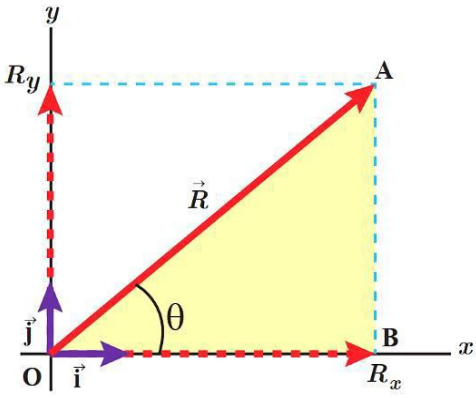
$\frac{S_1}{S_2} = \frac{\frac{۱\times۴}{۲}}{\frac{(۴+۲)\times۱}{۲}} = \frac{\frac{۴}{۲}}{\frac{۶}{۲}} = \frac{۲}{۳}$

بردارهای یکه و تجزیهٔ بردار

در ریاضی به یاد داریم که در مسیر دو بعدی دو محور x و y داریم. اگر یک بردار (مثل بردار R) بر روی هر کدام از این دو محور نباشد، می‌توان آن را با کمک روابط مثلثاتی به دو بردار روی محورهای x و y تجزیه کرد ($\vec{R_x}$ و $\vec{R_y}$) که برآیند این دو بردار، همان بردار اول (یعنی R) باشد. پس می‌توان گفت:

$F^۲ = F_x^۲ + F_y^۲ = F^۲\cos^۲\theta + F^۲\sin^۲\theta$
$= F^۲(\sin^۲\theta + \cos^۲\theta)$
$= F^۲ \times ۱$





$F_x = F \times \cos\theta$
$F_y = F \times \sin\theta$

$\vec{F} = \vec{F_x} + \vec{F_y} = (\vec{F}\cos\theta) + (\vec{F}\times\sin\theta)$

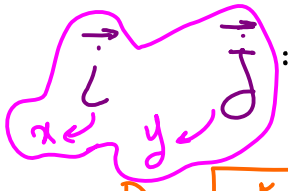
جمع بردارها

نکته: چون با بردارها طرفیم، پس علامت جمع بین آن‌ها نشان‌دهندهٔ اعمال جبری بین بردارهاست؛ نه جمع و تفریق معمولی!

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

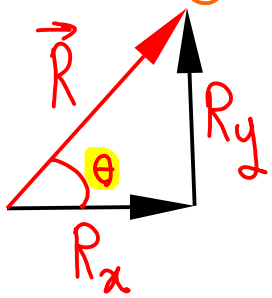
نکته: چون دو مولفهٔ $\vec{R_x}$ و $\vec{R_y}$ بر همدیگر عمود هستند:

$$\vec{R} = \vec{R_x} + \vec{R_y}$$



۱- برای محاسبهٔ مقدار خود R چنین عمل می‌کنیم:

طبق فیثاغورس $\rightarrow R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$



۲- برای محاسبه زاویهٔ بین بردار R با جهت مثبت محور xها داریم:

$$\tan\theta = \frac{R_y}{R_x} \rightarrow \theta$$

زاویه‌ای که بردار $\vec{R}$ و مولفهٔ افقی آن است

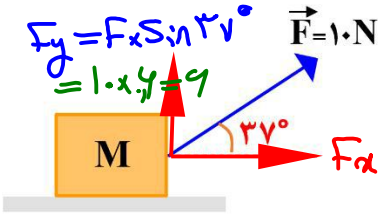
نکته: به همین بردارهای تجزیه شده روی محور x و y، بردارهای یکه می‌گوییم. پس داریم:

$F_x = ۴N$, $F_y = ۵N$ $\Rightarrow \vec{F} = (۴)\vec{i} + (۵)\vec{j}$

$$\vec{F} = (F_x)\vec{i} + (F_y)\vec{j}$$

نکته: بردارهای $\vec{i}$ و $\vec{j}$ یا همان بردارهای یکه، بردارهایی به طول یک واحد بر روی محورهای x و y هستند؛ به همین علت به آن‌ها بردارهای یکه می‌گوییم.

سوال: بردار مقابل را به صورت بردارهای یکه بنویسید.



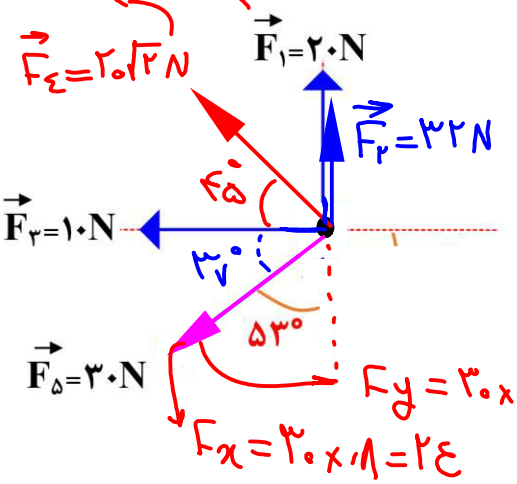
$F_y = F\sin۳۷° = ۱۰ \times ۰/۶ = ۶$

$F_x = F\cos۳۷° = ۱۰ \times ۰/۸ = ۸N$

پس می‌توان گفت $\vec{F} = (\ldots)\vec{i} + (\ldots)\vec{j}$ خواهد بود.

$\vec{F} = ۸\vec{i} + ۶\vec{j}$

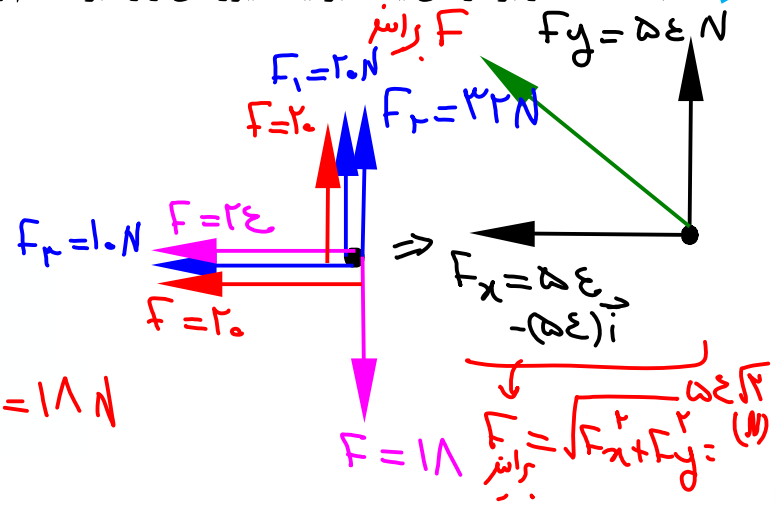
سوال: با استفاده از بردارهای یکه، برآیند نیروهای وارد بر جسم را محاسبه کنید.



$F_x = ۲۰\sqrt{۲} \times \frac{\sqrt{۲}}{۲} = ۲۰$

$F_y = ۳۰ \times ۰/۶ = ۱۸N$

$F_x = ۳۰ \times ۰/۸ = ۲۴$



$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = ۵۴\sqrt{۲}$ (N)

جواب: برآیند کل نیروها به صورت $\vec{F_{net}} = (\ldots)\vec{i} + (\ldots)\vec{j}$ است که نشان‌دهنده نیروی کلی به بزرگی $۵۴\sqrt{۲}$ نیوتون است.

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

سوال: نیروی $\vec{F}=-۱۰\vec{i}+۲۰\vec{j}$ با اثر بر جسمی به جرم ۴kg، منجر به جابه‌جایی $\vec{d}=-۵\vec{i}+۱۰\vec{j}$ می‌شود. کار نیروی F در این جابه‌جایی چند ژول است؟

$W=F.d$

$W=(F_x)\times(d_x)+(F_y)\times(d_y)$

$W=(-۱۰)(-۵)+(+۲۰)\times(+۱۰)=۵۰+۲۰۰=۲۵۰J$

سوال: جسمی روی سطح افقی به حال سکون قرار دارد. نیروی ثابت $\vec{F}=-۲\vec{i}+۵\vec{j}$ در SI به جسم وارد می‌شود و جسم در خلاف جهت محور x به اندازهٔ ۲m جابه‌جا می‌شود. کار نیروی F در این جابه‌جایی چند ژول است؟

۱) -۱۰ ۲) -۴ ۳) ۴ ۴) ۱۰ «نردبام»

$\vec{d}=-۲\vec{i}$

$W=(-۲)(-۲)+(۵)\times(۰)=۴J$

سوال: به جسمی نیروی F وارد می‌شود و جسم با تندی ثابت ۵m/s در جهت مثبت محور y حرکت می‌کند. اگر کار نیروی F در ۳ ثانیهٔ اول حرکت ۴۵J- باشد، نیروی F در SI کدام می‌تواند باشد؟ «نردبام»

۱) $F=-۴\vec{i}-۳\vec{j}$ ۲) $F=۳\vec{i}-\vec{j}$ ۳) $F=-۴\vec{i}-۳\vec{j}$ ۴) $F=۴\vec{i}-۳\vec{j}$

$d=۷\times t=۵\times۳=۱۵m$

$\vec{d}=+۱۵\vec{j}$

$W=A\times(۰)+۱۵\times B=-۴۵J \Rightarrow B=-۳$

$\vec{F}=۰\vec{i}-۳\vec{j}$

سوال: به جسمی نیروی F وارد می‌شود. اگر کار نیروی F در جابه‌جایی جسم به اندازهٔ ۳m در جهت منفی محور xها، ۱۲J و در جابه‌جایی جسم به اندازهٔ ۴m در جهت مثبت محور yها، ۱۶J- باشد، زاویه‌ای که نیروی F با جهت مثبت محور x می‌سازد، چند درجه است؟ «قلم‌چی»

۱) ۴۵ ۲) ۱۳۵ ۳) ۱۵۰ ۴)

$W=۱۲+(-۱۶)$

$A\times(-۳)=۱۲ \Rightarrow A=-۴$

$B\times۴=-۱۶ \Rightarrow B=-۴$

$\vec{F}=-۴\vec{i}-۴\vec{j}$

$\tan=\frac{-۴}{-۴}=۱$

۲۲۵° یا -۱۳۵°

$F_x=-۴$

$F=۴\sqrt{۲}$

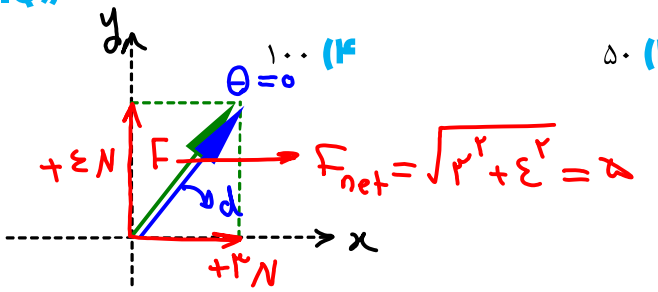
$F_y=-۴N$

۱۳۵°

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

سوال: برآیند نیروهای وارد بر جسم ساکنی برابر $\vec{F}=۳\vec{i}+۴\vec{j}$ برحسب نیوتون است و این نیرو جسم را ۴ متر جابه‌جا می‌کند. کار این نیرو در این جابه‌جایی چند ژول است؟ «IQ»

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۵۰ ۴) ۱۰۰



$F_{net}=\sqrt{۳^۲+۴^۲}=۵$

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

$=۵\times۴\times(۱)=۲۰J$

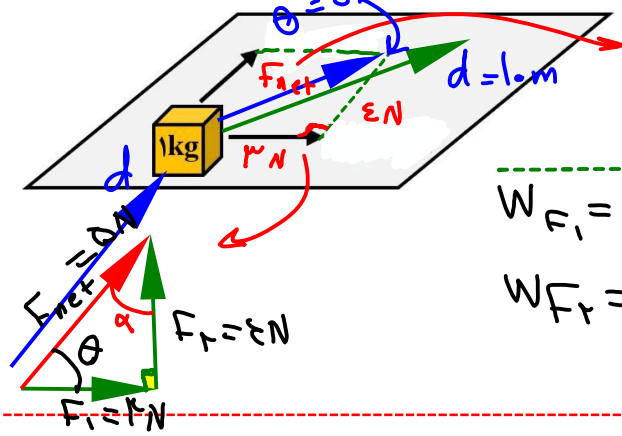
سوال: به جسمی نیروی ثابت $\vec{F}=A\vec{i}+B\vec{j}$ وارد می‌شود. کار این نیرو در جابه‌جایی d در جهت مثبت محور x برابر W و در جابه‌جایی d در جهت مثبت محور y برابر ۲W است. A چند برابر B است؟ «آزمون قلم‌چی»

۱) ۱ ۲) ۰/۵ ۳) ۲ ۴) اندازهٔ جابه‌جایی باید معلوم باشد.

$W=A\times d$

$۲W=B\times d$ ÷ $\Rightarrow \frac{۱}{۲}=\frac{A}{B}$

سوال: جسم نشان داده شده در شکل مقابل که روی سطح افقی بدون اصطکاکی قرار دارد، تحت تاثیر نیروهای عمود برهم و افقی، به اندازهٔ ۱۰ متر جابه‌جا می‌شود. کار نیروهای $F_۱$ و $F_۲$ را محاسبه کنید.



$F_{net}=\sqrt{۳^۲+۴^۲}=۵N$

$W_{F_{net}}=F_{net}\times d\times\cos\theta=۵\times۱۰\times(۱)=۵۰J$

$W_{F_۱}=F_۱ d\cos\theta=۳\times۱۰\times\frac{۳}{۵}=۱۸J$

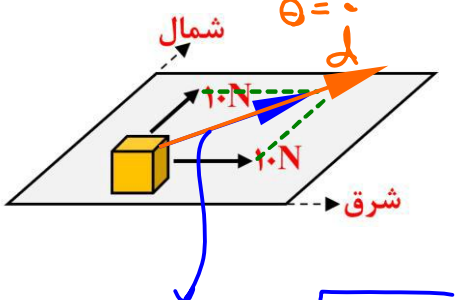
$W_{F_۲}=F_۲ d\cos\theta=۴\times۱۰\times\frac{۴}{۵}=۳۲J$

$W=۱۸+۳۲=۵۰J$

سوال: مطابق شکل، دو نیرو که یکی در راستای شرق و دیگری در راستای شمال است، به جسمی وارد می‌شوند. حداقل جابه‌جایی این جسم چند متر و در چه جهتی باشد تا مجموع کار این دو نیرو برابر ۵۰۰ ژول شود؟ «IQ جامع»

۱) ۲۵ ، شرق ۲) $۲۵\sqrt{۲}$ ، شرق

۳) ۲۵ ، شمال شرقی ۴) $۲۵\sqrt{۲}$ ، شمال شرقی



$F_{net}=\sqrt{۱۰^۲+۱۰^۲}=۱۰\sqrt{۲}N$

$W=F_{net}\times d\times\cos\theta \Rightarrow ۵۰۰=۱۰\sqrt{۲}\times d\times(۱)$

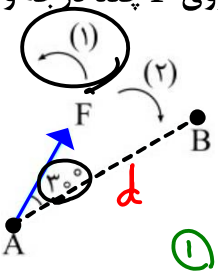
$\Rightarrow d=\frac{۵۰}{\sqrt{۲}}\times\frac{\sqrt{۲}}{\sqrt{۲}}=\frac{۵۰\sqrt{۲}}{۲}$

$=۲۵\sqrt{۲}m$

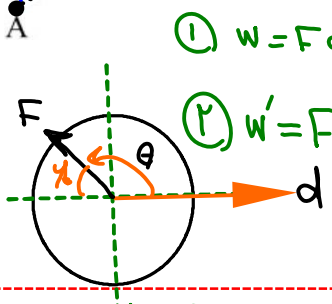
@tajrobi10jashani
@jashan_academy

@tajrobi10jashani

سوال: در شکل روبه‌رو، کار نیروی F در هنگام جابه‌جایی بر پاره‌خط AB برابر $5\sqrt{3}$ J است. نیروی F چند درجه و در چه جهتی دوران کند تا کار آن در همان جابه‌جایی ۵- J شود؟ «سری Z»



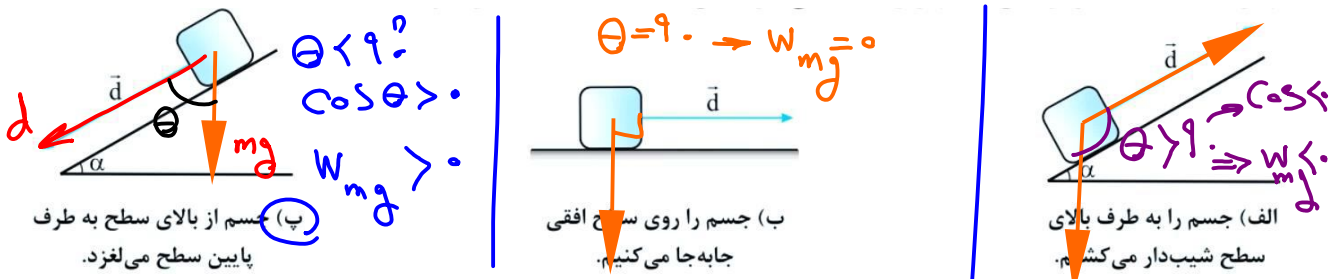
۱) ۹۰° در جهت (۱)
۲) ۹۰° در جهت (۲)
۳) ۱۲۰° در جهت (۱)
۴) ۱۲۰° در جهت (۲)



حل سوال از کار نیروهای خاص

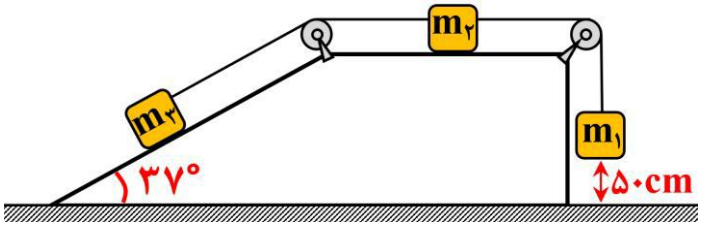
۱- نیروی وزن

سوال: کدام گزینه درباره کار نیروی وزن جسم برای جابه‌جایی‌های نشان داده شده در شکل‌های زیر، درست است؟

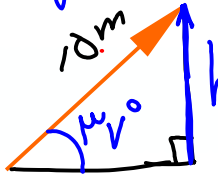


۱) $W_{الف} > 0$ ، $W_{ب} = 0$ ، $W_{پ} < 0$
۲) $W_{الف} = W_{ب} = W_{پ} = 0$
۳) $W_{الف} > 0$ ، $W_{ب} > 0$ ، $W_{پ} < 0$
۴) $W_{الف} < 0$ ، $W_{ب} = 0$ ، $W_{پ} > 0$

سوال: در شکل زیر، مجموعه از حال سکون رها می‌شود. از لحظهٔ رها شدن تا لحظه‌ای که جسم m_1 به زمین می‌رسد، کار نیروی وزن هر کدام از جسم‌ها کدام است؟ ($g=10N/kg$ ، $\sin 37°=0/6$ ، $m_3=8kg$ ، $m_2=4kg$ ، $m_1=10kg$) «IQ»



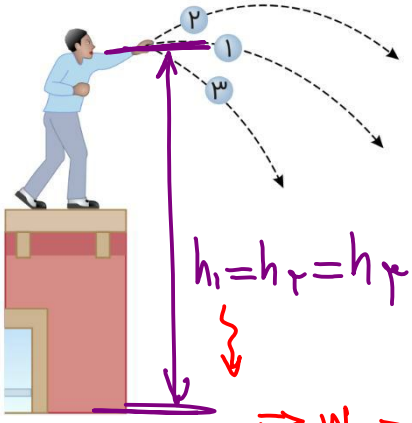
۱) $W_{۱}=50J$ ، $W_{۲}=20J$ ، $W_{۳}=-24J$
۲) $W_{۱}=50J$ ، $W_{۲}=0$ ، $W_{۳}=32J$
۳) $W_{۱}=50J$ ، $W_{۲}=0$ ، $W_{۳}=-24J$
۴) $W_{۱}=50J$ ، $W_{۲}=0$ ، $W_{۳}=-32J$



@jashan_academy

@tajrobi10jashani

سوال: مطابق شکل مقابل، سه توپ مشابه از بالای ساختمانی، از یک نقطه با تندی یکسان پرتاب می‌شوند. اگر کار نیروی وزن روی سه توپ از لحظهٔ پرتاب تا رسیدن به زمین W_1 ، W_2 و W_3 باشد، کدام رابطه درست است؟ «ریاضی ۹۸»



۱) $W_1 = W_2 = W_3$

۲) $W_2 > W_1 > W_3$

۳) $W_3 < W_2 < W_1$

۴) $W_3 = W_2 > W_1$

$h_1=h_2=h_3$ $\quad W_{mg}=\pm mgh$ جابجایی عمودی

$\Rightarrow W_1=W_2=W_3=+mgh$

سوال: جسمی به جرم ۲ kg از مکان A با مختصات (۲، ۸) به مکان B با مختصات (۴-، ۱۰) در SI منتقل می‌شود. کار نیروی وزن جسم در این جابه‌جای چند ژول است؟ ($g=10N/kg$) «آزمون‌های قلم‌چی- نردبام»

۱) ۲۰۰-

۲) ۲۰۰

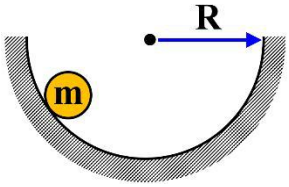
۳) ۱۲۰-

۴) ۱۲۰

فاصله عمودی $h = y_2 - y_1 = -2 - (8) = -10$

$W_{mg} = +mgh = +2\times10\times10 = +200J$

سوال: مطابق شکل گلوله‌ای به جرم m در نقطهٔ دلخواهی درون یک نیم‌دایره قرار دارد. هنگامی که گلوله روی نیم‌دایره ۹۰ درجه بچرخد، کمینه و بیشینهٔ اندازهٔ کار نیروی وزن آن به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ «گاج»



۱) ۰ ، mgR

۲) ۰ ، $\frac{\sqrt{2}}{2}$mgR

۳) $\frac{1}{2}$mgR ، mgR

۴) $\frac{1}{2}$mgR ، $\frac{\sqrt{2}}{2}$mgR

کمترین تغییر ارتفاع

کمینه: $h_1=h_2$ ، $\Delta h=0 \rightarrow W_{min}=0$

بیشینه: $\Delta h=R$ ، $W_{max}=+mgR$

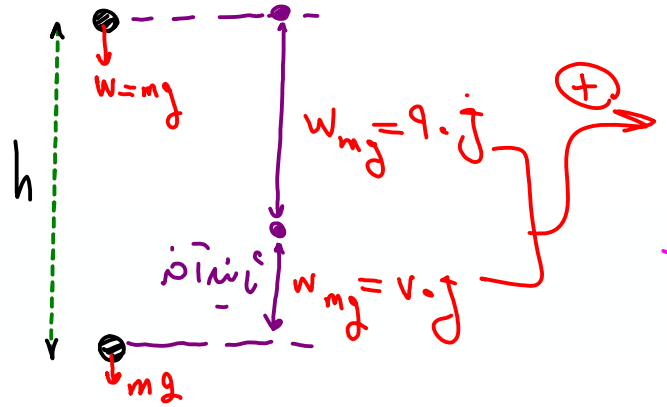
سوال: گلوله‌ای به جرم ۲۰۰g از ارتفاع h رها می‌شود. اگر کل کار انجام شده روی گلوله در ثانیهٔ آخر حرکت برابر J ۷۰ و پیش از ثانیهٔ آخر حرکت برابر J ۹۰ باشد، h چند متر است؟ ($g=10N/kg$ و از مقاومت هوا صرف نظر کنید.) «همشابه ریاضی ۹۸»

۱) ۳۵

۲) ۴۵

۳) ۶۰

۴) ۸۰



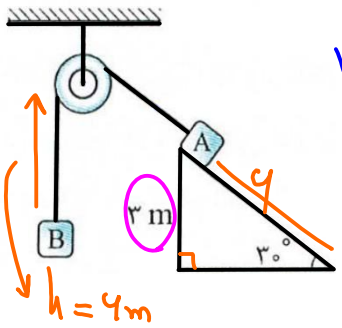
$W_{mg}=90J$ ، $W_{mg}=70J$

$W_{کل(mg)}=70-90=-20J=+mgh$

$\Rightarrow -20=-2\times10\times h \Rightarrow h=1m$

@jashan_academy

سوال: در شکل روبه‌رو، جسم A از بالای سطح شیبدار رها می‌شود و پس از مدتی به پایین سطح می‌رسد. کار نیروی وزن جسم B در این جابه‌جایی چند ژول است؟ (جرم جسم A ، ۶۰kg و جرم جسم B ، ۲۴kg و g=۱۰N/kg است.)



۱) -۱۴۴

۲) -۷۲۰

۳) -۸۷۰

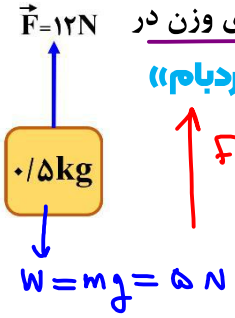
۴) -۱۷۴۰

«نردبام»

$W_A = +mgh = 60 \times 10 \times 3 = 1800\,J$ (مقاومت)

$W_B = -mgh = -24 \times 10 \times 6 = -1440\,J$ (مقاومت)

سوال: با توجه به شکل زیر که یک لحظه از حرکت یک جسم را نشان می‌دهد، اندازهٔ کار نیروی وزن در بازه‌های زمانی مساوی چگونه تغییر می‌کند؟ (g=۱۰N/kg)



«نردبام»

$F_{net} = 12 - 5 = 7\ N$

۱) کاهش می‌یابد.

۲) افزایش می‌یابد.

۳) ابتدا کاهش سپس افزایش می‌یابد.

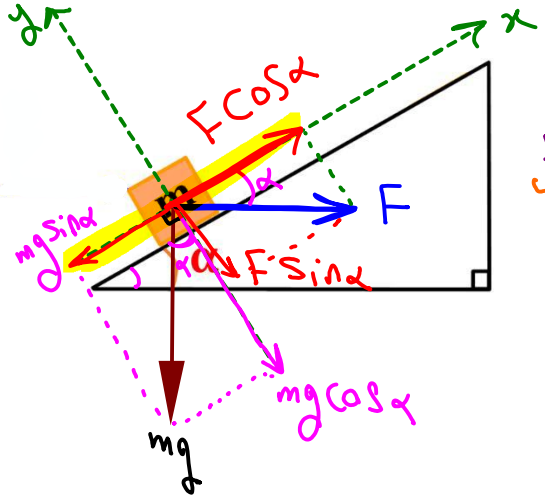
۴) همه موارد می‌تواند درست باشد.

(۱) جسم ساکن یا با حرکت رو به بالا ← برآیند افزایش ← تندشونده

(۲) جسم حرکت رو به پایین ← همواره رو به پایین ← برآیند کاهش ← کندشونده

(۳) متوقف شده و سپس رو به بالا حرکت کند ← ابتدا کاهش و سپس افزایش ← کندشونده ← تندشونده

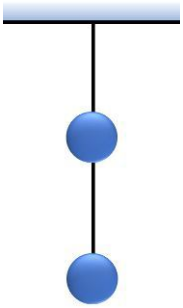
سوال: مطابق شکل، جسمی ۲۰ کیلوگرمی روی یک سطح شیبدار فاقد اصطکاک که با افق زاویهٔ ۶۰ درجه می‌سازد، تحت تاثیر نیروی افقی F در حال حرکت است. حداقل نیروی F برابر چند نیوتون باشد تا جهت حرکت جسم تغییر کند؟ (g=۱۰N/kg و $\sqrt{3} \approx 1/7$)



(۳) جهت حرکت به سمت پایین باشد ✗

$F\cos\alpha > mg\sin\alpha$ (min)

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

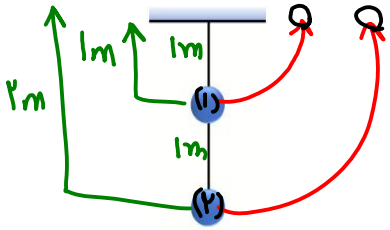


سوال: در شکل مقابل، جرم هر یک از گلوله‌ها ۱۰۰g و طول هر یک از نخ‌ها ۱m است. حداقل کار لازم برای اینکه مجموعهٔ نخ‌ها و گلوله‌ها به حالت افقی قرار بگیرند، چند ژول است؟ (از جرم نخ، شعاع گلوله و مقاومت هوا صرف نظر شود و $g=10N/kg$)

«قلم‌چی- گاج- نردبام»

۱) ۱ ۲) ۲

۳) ۳ ۴) ۴



$|W_{mg}|+|W_{mg}|$

$=|-m_1g\Delta h_1|+|-m_2g\Delta h_2|=|-0.1\times10\times1|+|-0.1\times10\times2|$

$=1+2=3J$

نیروی اصطکاک

نوعی نیروی تماسی است که به علت مقاومت حاصل از برخورد سطح جسم و زمین، بین آن‌ها ایجاد می‌شود و بر دو نوع است:

۱- **ایستایی**: مربوط به جسم ساکن است و در سال دوازدهم می‌خوانیم (f_s).

۲- **جنبشی**: مربوط به جسم در حال حرکت است (f_k).

نکاتی در مورد اصطکاک جنبشی یا f_k :

۱- همواره در خلاف جهت حرکت جسم است و زاویه آن با جهت جابه‌جایی همواره ۱۸۰ درجه است.

۲- کار آن همیشه منفی است و برابر است با:

$$W_{f_k}=-f_k\times d$$

۳- مقدار آن به سرعت حرکت جسم وابسته نیست.

۴- هر چه جسم بیشتر به سطح زمین هُل داده شود، نیروی اصطکاک جنبشی بیشتر است (ترکیب با دوازدهم).

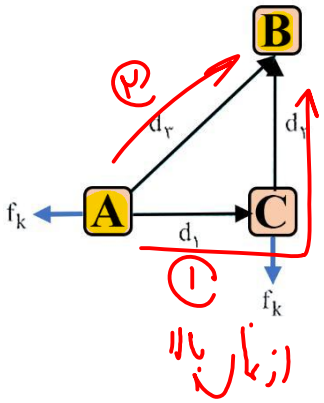
$$f_k=\mu_k\times F_N$$

۵- کار نیروی اصطکاک به مسیر وابسته است و در صورت ثابت ماندن نیروی اصطکاک، هر چه مسیر حرکت جسم طولانی‌تر باشد، اندازهٔ کار نیروی اصطکاک بزرگ‌تر است (برخلاف کار نیروی وزن که به مسیر حرکت وابسته نیست و فقط به ارتفاع اولیه و ثانویه وابسته است).

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

@tajrobi10jashani

سوال: در شکل زیر جسمی را یک بار از مسیر ACB و بار دیگر از مسیر AB بین دو نقطهٔ A و B جابه‌جا می‌کنیم. کار نیروی اصطکاک در این دو مسیر را با هم مقایسه کنید.



مسیر ۱: $W_{f_k(ACB)} = W_{f_k(AC)} + W_{f_k(CB)}$

$= (-f_k d_1) + (-f_k \times d_2) = -f_k(d_1+d_2)$

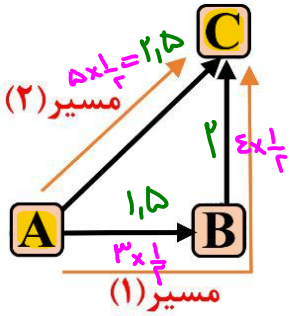
مسیر ۲: $W_{f_k(AB)} = -f_k \times d_3$

$d_3 = \sqrt{d_1^2+d_2^2} \Rightarrow d_3 < d_1+d_2$

$|W_{f_k(ACB)}| > |W_{f_k(AB)}|$

۲- نیروی اصطکاک

سوال: شکل روبرو سطح یک میز افقی را از بالا نشان می‌دهد. جسم ۲ کیلوگرمی را یک بار از مسیر (۱) و بار دوم از مسیر (۲) از نقطهٔ A تا C بر روی سطح میز می‌کشیم. اگر نیروی اصطکاک بین سطح تماس جسم و میز ۴N باشد، کار نیروی اصطکاک در مسیرهای (۱) و (۲) به‌ترتیب از راست به چپ چند ژول است؟ $(BC = \frac{4}{3}AB = 2m)$



«خیلی سبز»

$W_{f_k(1)} = W_{f_k(AB)} + W_{f_k(BC)}$

$= -4\times\frac{3}{2} - 4\times2 = -14J$

$W_{f_k(2)} = W_{f_k(AC)} = -4\times2,5 = -10J$

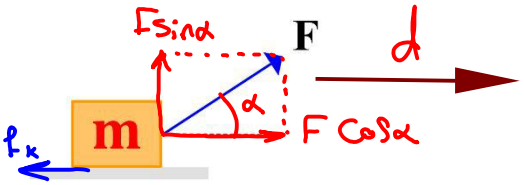
۱) ~~۲۸- و ۲۰-~~

۲) ~~۱۴- و ۱۴-~~

۳) ۲۸- و ۲۰-

۴) ۱۴- و ۱۰-

سوال: در شکل زیر، جسمی به جرم m=۲kg توسط نیروی ثابت F با شتاب ۰/۵m/s² روی سطح افقی با اصطکاک ۴N به اندازهٔ ۱۰m جابه‌جا می‌شود. کار انجام‌شده توسط نیروی F در این جابه‌جایی چند ژول است؟ «قلم‌چی»



۱) ۱۰

۲) ۴۰

۳) ۵۰

۴) ۶۰

قانون دوم نیوتن: $\vec{F}_{net} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{F}\cos\alpha - \vec{f}_k = m\times a \Rightarrow F\cos\alpha - 4 = 2\times(0.5)$

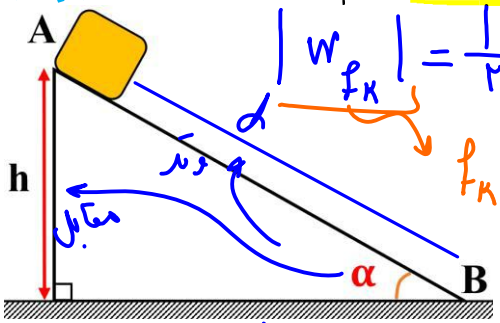
$\Rightarrow F\cos\alpha = 5N$

$W_F = (F\cos\alpha)\,d = 5\times10 = 50J$

نکته: کار نیروی سطح بر جسم: $W_{f_k} + W_{F_N}$

@jashan_academy

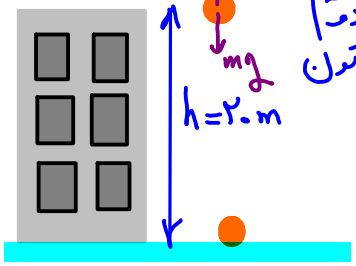
سوال: در شکل مقابل، جسمی به جرم m از نقطهٔ A رها شده و به نقطهٔ B می‌رسد. اگر اندازهٔ کار نیروی اصطکاک در این جابه‌جایی، ۵۰ درصد کم‌تر از کار نیروی وزن باشد، اندازه نیروی اصطکاک کدام است؟ «IQ»



۱) $mg\sin\alpha$
۲) $\frac{1}{2}mg\sin\alpha$
۳) $mg\cos\alpha$
۴) $\frac{1}{2}mg\cos\alpha$

۳- نیروی مقاومت هوا

سوال: جسمی به‌جرم ۸۰۰g از ارتفاع ۲۰ متری سطح زمین رها می‌شود و با شتاب $9m/s^2$ سقوط می‌کند. کار انجام شده توسط نیروی مقاومت هوا چند ژول است؟ ($g=10N/kg$) «خیلی‌سبز»

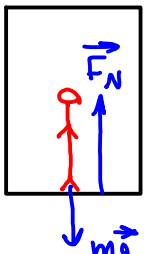


۱) -۱۶۰
۲) -۱۶۰
۳) -۱۶
۴) -۱۶

۴- نیروی عمودی سطح

سوال: شخصی به جرم ۵۰kg داخل آسانسور ایستاده است. اگر آسانسور ۵s با سرعت ثابت ۲m/s رو به پایین حرکت کند، کار نیرویی که کف آسانسور به شخص وارد می‌کند در این مدت چند ژول است؟ ($g=10m/s^2$) «خیلی‌سبز»

۱) ۵۰۰۰
۲) -۵۰۰۰
۳) ۵۰۰
۴) -۵۰۰



۵- نیروی کشش طناب

سوال: مطابق شکل به کمک طناب سبکی، جسمی به جرم ۵kg را با شتاب ثابت $1/5m/s^2$ در راستای قائم ۲m بالا می‌بریم. کار نیروی کشش طناب در این جابه‌جایی چند ژول است؟ ($g=10N/kg$ و از مقاومت هوا صرف نظر کنید.) «خیلی‌سبز»

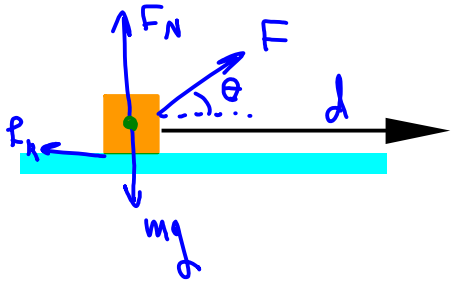
۱) ۴۲/۵
۲) ۵۷/۵
۳) ۸۵
۴) ۱۱۵

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

کار کل (کار برآیند نیروها یا کار نیروی خالص) ← مجموع کار نیروها

برابر با جمع جبری کار تک‌تک نیروهای وارد بر یک جسم است و برابر با کار نیروی خالص وارد بر آن جسم است. برای به دست آوردن کار برآیند نیروها، از دو روش می‌توان استفاده کرد: $W_{F_{net}}$

روش اول: ابتدا برآیند نیروها را حساب کرده، سپس با استفاده از فرمول $W_t=F_{net}.d.\cos\theta$ ، کار نیروی خالص رو به دست می‌آوریم.



$W_t = F_{net} \cdot d \cdot \cos\theta$ ← زاویه بین F_{net} و d

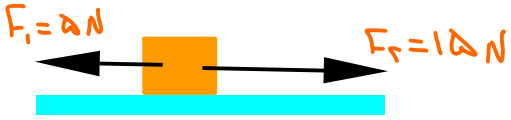
① $F_{net}=?$

نکته: برای پیدا کردن نیروی خالص یا F_{net} داریم:

۱- اگر نیروها هم راستا باشند:

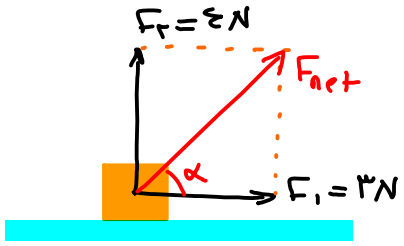
$$F_{net} = \left|\left(\text{مجموع نیروهای در جهت منفی}\right) - \left(\text{مجموع نیروهای در جهت مثبت}\right)\right|$$

مثال:



$\Rightarrow F_{net} = |۱۵-۵| = ۱۰\,N$ ← به سمت راست

۲- اگر نیروها برهم عمود باشند:



$$F_{net}^{۲} = F_x^{۲} + F_y^{۲}$$

مثال:

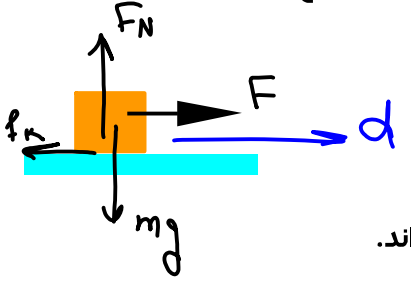
$\Rightarrow F_{net} = \sqrt{۳^۲ + ۴^۲} = ۵\,N$

اگر سرعت ثابت باشد ← $F_{net}=0 = m\times a$

$W_t=0$

اگر حرکت شتابدار باشد $\Rightarrow F_{net} = m\times a$

روش دوم: اول کار هر یک از نیروها رو جدا جدا حساب کنید و بعد آن‌ها رو با هم‌دیگر جمع کنید.



$$W_t = W_۱ + W_۲ + W_۳ + \dots$$

W_t

$W_t = W_{F_{net}}$ ، $W_t = W_۱ + W_۲$

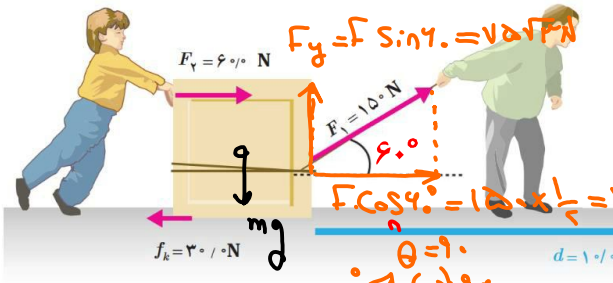
نکته: «کار نیروی خالص» و «کار برآیند نیروها» و «جمع کار نیروها» هر سه معادل‌اند.

$W_t = W_{F_N} + W_{mg} + W_F + W_{f_k}$

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

@tajrobi10jashani

سوال: مطابق شکل، پدر و پسری در حال جابه‌جا کردن یک جعبهٔ سنگین روی سطحی افقی هستند. در طی جابه‌جایی ۱۰ متری این جعبه، کار کل انجام شده را به هر دو روش محاسبه کنید. **«برگرفته از کتاب درسی»**



$F_{y} = F\sin 60^\circ = 75\sqrt{3}\ N$

$F\cos 60^\circ = 150 \times \frac{1}{2} = 75\ N$

$\theta = 0$

روش ① ← اول پیدا کردن F_{net}

① $F_{net(y)} = 0$

$F_{1(y)} = 75\sqrt{3}$, F_N, $f_k = 30\ N$, $F_2 = 60\ N$, $F_{1(x)} = 75\ N$, mg

روش ②

$W_t = W_{F_1} + W_{F_2} + W_{f_k} + W_{F_N} + W_{mg} =$

$= 150 \times 10 \times \frac{1}{2} + 60 \times 10 \times (1) - 30 \times 10 = 1050\ J$

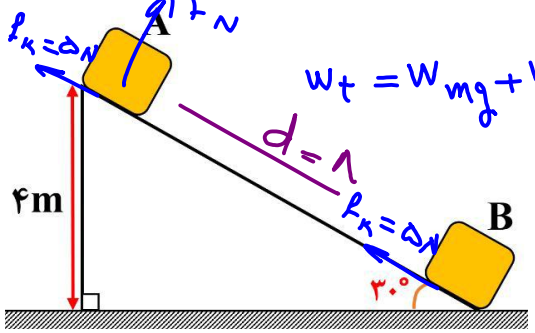
$F_{net(x)} = |(60 + 75) - 30|$

$= 105\ N$

$W_t = F_{net} \cdot d \cdot \cos 0^\circ$

$= 105 \times 10 \times (1) = 1050\ J$

سوال: جسمی به جرم ۲kg را مطابق شکل زیر از نقطهٔ A روی سطح شیبدار رها می‌کنیم. اگر اندازهٔ نیروی اصطکاک وارد بر جسم از طرف سطح ثابت و برابر ۵N باشد، کار کل نیروهای وارد برجسم از نقطهٔ A تا نقطهٔ B چند ژول است؟ ($g = 10N/kg$ و مقاومت هوا ناچیز است.)



$W_t = W_{mg} + W_{f_k} + W_{F_N}$

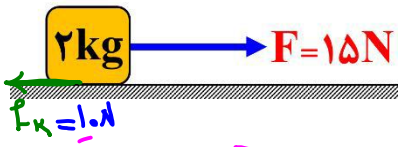
$d \neq h$

$= +mgh - f_k \cdot d = +2 \times 10 \times 4 - 5 \times 8$

$= +40\ J$

$\sin 30^\circ = \frac{4}{d} = \frac{1}{2} \Rightarrow d = 8m$

سوال: در شکل مقابل، جسمی به جرم ۲kg توسط نیروی افقی F=۱۵N با شتاب ۲/۵m/s² روی سطح زمین حرکت می‌کند. مطلوب است: **«نردبام»**



الف) کار کل انجام شده روی جسم در مدتی که جسم ۱۰m جابه‌جا می‌شود:

$W_t = F_{net} \cdot d \cdot \cos 0^\circ = 5 \times 10 \times (1)$

$= 50\ J$

طبق قانون دوم نیوتون $\Rightarrow F_{net} = ma = 2 \times 2.5 = 5N$

$F - f_k = ma \Rightarrow 15 - f_k = 2 \times 2.5 \Rightarrow f_k = 10N$

ب) نیروی افقی F را چند نیوتون افزایش دهیم تا کار نیروی F در یک جابه‌جایی معین دو برابر شود؟

$W_F = F\, d \cdot \cos\theta \longrightarrow W_F \propto F \longrightarrow W_F' = 2W_F$

$\Rightarrow F' = 2F = 2 \times 15 = 30N$

$\Delta F = 30 - 15 = 15N$

پ) نیروی افقی F را چند نیوتون افزایش دهیم تا کار کل انجام شده روی جسم در یک جابه‌جایی معین دو برابر شود؟

$d_1 = d_2$

$f_{k_1} = f_{k_2}$

$\Delta F = ?$

$\begin{cases} \theta_1 = 0 \\ \theta_2 = 0 \end{cases}$

$\frac{W_{t(2)}}{W_{t(1)}} = \frac{F_{net(2)}}{F_{net(1)}} \times \frac{d_2}{d_1} \times \frac{\cos\theta_2}{\cos\theta_1}$

$\Rightarrow F_{net(2)} = 2F_{net(1)} = 10$

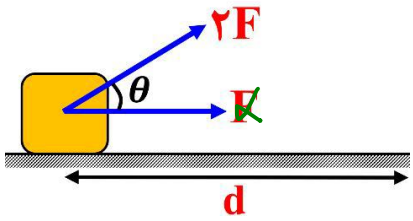
$\Rightarrow F' - f_k = 10 \Rightarrow F' = 20N$

$\Delta F = 20 - 15 = 5N$

@jashan_academy

@tajrobi10jashani

سوال: مطابق شکل، بر جسمی دو نیروی F و ۲F که با یکدیگر زاویهٔ θ می‌سازند، اعمال می‌شود. اگر کار انجام‌گرفته توسط این دو نیرو برای جابه‌جایی جسم به اندازهٔ d، W و در صورت حذف نیروی F، ۰/۵W باشد، θ چند درجه است؟ «نردبام»



۱) ۳۰ ۲) ۶۰ ۳) ۱۲۰ ۴) ۱۸۰

$W_F = F.d\cos 0^\circ = Fd$

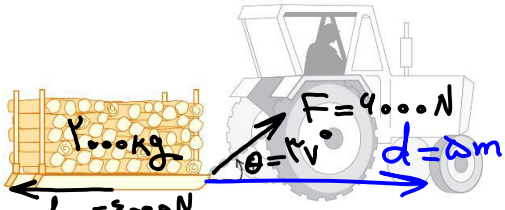
$W_{2F} = 2F \times d\cos\theta = 2Fd\cos\theta$

$W = Fd(1+2\cos\theta)$

$0.5W = 2Fd\cos\theta$

$\frac{0.5W}{W} = \frac{2Fd\cos\theta}{Fd(1+2\cos\theta)} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{2\cos\theta}{1+2\cos\theta} \Rightarrow \cos\theta = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta = 60^\circ$

سوال: در شکل زیر، جرم کل سورتمه و بار آن ۲ تن است و تراکتور تحت زاویهٔ $\theta = 37^\circ$، نیروی ثابت ۶۰۰۰N را بر آن وارد می‌کند. اگر نیروی اصطکاک جنبشی که به سورتمه وارد می‌شود، ۴۰۰۰N باشد و با این وضعیت سورتمه در سطح مستقیم و افقی ۵ متر جابه‌جا شود، کار کل انجام‌شده بر روی سورتمه چند ژول است؟ ($\cos 37^\circ = 0/8$) «ریاضی ۱۴۰۲»

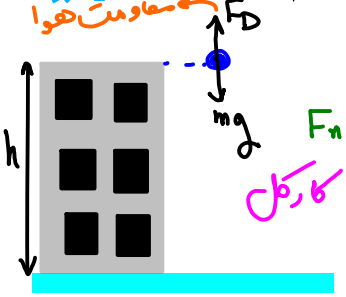


۱) ۴۰۰۰ ۲) ۲۰۰۰۰ ۳) ۲۴۰۰۰ ۴) ۴۴۰۰۰

$W_t = W_{F_N} + W_{mg} + W_F + W_{f_k} = 6000 \times 5 \times \frac{8}{10} - 4000 \times 5 = 24000 - 20000$

$= 4000J$

سوال: جسمی به جرم m را از بالای ساختمان بلندی رها کرده و با شتاب ثابت 0/9g به سمت پایین سقوط می‌کند. در یک بازهٔ زمانی مشخص، کار نیروی مقاومت هوا چند برابر کار کل انجام شده بر روی جسم است؟ «هیکرو»



۱) $-\frac{1}{9}$ ۲) $\frac{1}{9}$ ۳) $-\frac{1}{10}$ ۴) $\frac{1}{10}$

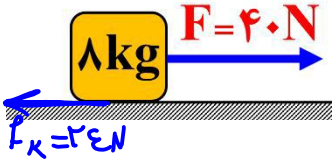
$F_{net(y)} = ma \Rightarrow mg - F_D = m(0.9g) \Rightarrow F_D = 0.1mg$

کار کل $W_t = F_{net}.d\cos 0^\circ = 0.9mgd$

$W_{F_D} = -0.1mgd$

$\frac{W_{F_D}}{W_t} = \frac{-0.1}{0.9} = -\frac{1}{9}$

سوال: در شکل زیر تحت تأثیر نیروی افقی F، جسم با شتاب $2m/s^2$ از حال سکون شروع به حرکت می‌کند. در جابه‌جایی d، کار برآیند نیروهای وارد بر جسم برابر W_1 است. نیروی F چند درصد افزایش یابد تا کار برآیند نیروهای وارد بر جسم در همان جابه‌جایی، دو برابر شود؟ «آزمون‌های گاج»



۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۸۰ ۴) ۱۰۰

$F_{net(x)} = ma = 8 \times 2 = 16$

$40 - f_k = 16 \Rightarrow f_k = 24N$

$W_{net} = F_{net}.d\cos 0^\circ = ma \times d = 16d$

$\frac{W_{t(2)}}{W_{t(1)}} = \frac{F_{net(2)}}{F_{net(1)}} \times \frac{d_2}{d_1} \times \frac{\cos\theta_2}{\cos\theta_1}$

$F_{net(2)} = 2F_{net(1)} = 2 \times 16 = 32$

$F' - f_k = 32 \Rightarrow F' = 56N$

درصد تغییرات $= \frac{\Delta F}{F_1} \times 100$

$= \frac{56-40}{40} \times 100 = 40$ درصد

@jashan_academy

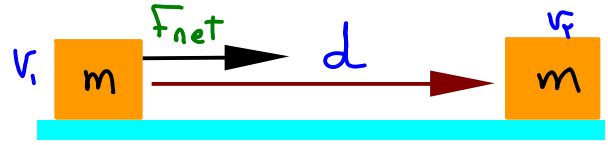
@tajrobi10jashani

درسنامهٔ ۲: کار چگونه انرژی را تغییر می‌دهد؟

گفتیم که نیروها با انجام کار، یا به جسم ..... می‌دهند یا از آن ..... می‌گیرند. حالا می‌خواهیم ببینیم کار چگونه انرژی یک جسم را تغییر می‌دهد. پس تغییرات انرژی‌ها (یعنی ΔK ، ΔU و ΔE) برای ما بیشتر از خود انرژی‌ها اهمیت دارد.

قضیهٔ کار–انرژی جنبشی

مطابق این قضیه متوجه می‌شویم که کارِ کل انجام شده بر روی یک جسم، با تغییرات انرژی جنبشی برای آن جسم برابر است.



اثبات:

$$W_t = F_{net}\, d\cos\theta = F_{net}\, d$$

$$= m\,a\,d$$

قانون دوم ← $\vec{F}_{net} = m\vec{a}$

مستقل از زمان ← $v_2^2 - v_1^2 = 2ad \rightarrow a = \dfrac{v_2^2 - v_1^2}{2d}$

$$\Rightarrow W_t = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

$$\Rightarrow W_t = \Delta K$$

هشدار: طبق فرمول مشخص است که در قضیهٔ کار - انرژی جنبشی، مجموع کار نیروهای وارد بر جسم (W_t) (کار نیروی خالص) به نوع حرکت، مسیر حرکت، جهت حرکت، وجود یا نبود اصطکاک و سایر نیروهای مقاوم، ارتفاع جسم در هر لحظه و حتی زاویهٔ پرتاب جسم و زاویهٔ سطح شیبدار با سطح افق نیز وابسته نیست و فقط به تندی ابتدا و انتهای مسیر وابسته است. (چه در حرکت روی سطوح ناهموار، چه درون آسانسور و ...)

سوال: در جابه‌جایی یک جسم از A تا B ، کار کل انجام شده برابر صفر است. صحیح یا غلط بودن عبارات زیر را مشخص کنید.

$W_t = \Delta K = 0 \Rightarrow K_1 = K_2$

$W_t = F_{net}\, d\cos\theta$

✗ الف) همهٔ نیروها بر مسیر حرکت عمود هستند.

نه ← شاید F_{net} بر مسیر عمود باشد اما نه لزوماً همهٔ نیروها! بین F_{net} و d

✗ ب) کار تک تک نیروهای وارد بر جسم صفر است.

$W_t = W_1 + W_2 + W_3 + \cdots$ ← مجموع کار نیروها صفر است نه لزوماً تک تک آن‌ها

✓ ج) کار نیروی خالص وارد بر جسم صفر است.

$W_t =$ کار نیروی خالص $= 0$

✗ د) مسیر A تا B یک مسیر مستقیم است.

نمی‌توان نظر داد.

@jashan_academy

@tajrobi10jashani

ت) انرژی پتانسیل جسم از نقطه A تا B ثابت است. ← به ارتفاع وابسته است!

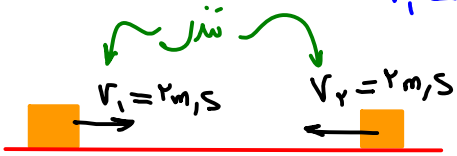
ث) انرژی جنبشی در طول این مسیر ثابت است. ← می‌توان گفت ... ولی در مورد طول حرکت اطلاعاتی نداریم!

ج) جسم بدون تغییر جهت حرکت می‌کند. ← نمی‌توان خط داد!

چ) تندی جسم در همهٔ نقاط ثابت است. ← $v_1 = v_2$ ... در مورد طول مسیر حرکت اطلاعات نداریم

ح) تندی حرکت جسم در نقاط A و B برابر است. ← $v_1 = v_2 \Rightarrow \Delta K = 0$

خ) سرعت حرکت جسم در نقاط A و B یکسان است. ← نمی‌توان در مورد جهت حرکت نظر داد.



تندی → $\frac{v_2}{v_1} = 1$ ، سرعت → $\frac{v_2}{v_1} \neq 1$

نکته: اگر کار برآیند نیروها صفر باشد یا $\Delta K = 0$ ، طبق فرمول $W_t = F_{net}.d.\cos\theta$ سه حالت امکان دارد:

$W_t = F_{net} d \cos\theta = 0$

۱) $d = 0$

۲) $\theta = 90^\circ \Rightarrow \cos\theta = 0$

۳) $F_{net} = 0$

۱) یا نیروی خالص صفر باشد. ($F_{net}=0$) ← نه این که نیرویی به جسم وارد نشود

۲) یا جابه‌جایی صفر باشد. ($d=0$)

۳) یا نیروی خالص بر جابه‌جای عمود باشد. ($\theta = 90^\circ$ و $\cos\theta=0$) ← نه این که تک تک نیروها بر جابه‌جایی عمود باشند

$W_t = \Delta K = 0$

سوال: اگر تندی جسمی در یک مسیر ثابت بماند، کدام موارد الزاماً درست است؟ «تجربی ۱۴۰۰»

$v_1 = v_2$

الف) کار نیروی خالص وارد بر جسم صفر است. $W_t = W_{F_{net}} = \Delta K = 0$

ب) انرژی مکانیکی جسم ثابت می‌ماند. ← جسم با تندی ثابت روی سطح شیبدار بالا (یا پایین) رود ← $\Delta E = 0$

پ) نیروی خالص وارد بر جسم صفر است. ← $K_1 = K_2$

$\Delta E = \Delta K + \Delta U \neq 0$

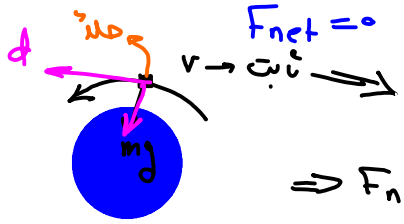
۱) (الف) ۲) (پ) ۳) (الف) و (ب) ۴) (ب) و (پ)

$E = K + U$ ← انرژی مکانیکی = انرژی جنبشی + انرژی پتانسیل

$\theta = 90^\circ \Rightarrow \cos\theta = 0$ ← $F_{net} = 0$ ... شاید F_{net} صفر نباشد اما بر جابه‌جایی عمود باشد

@jashan_academy

نکته: پس توجه کنید که نمی‌توان گفت هر گاه کارِ خالص صفر باشد، حتماً نیروی خالص هم صفر است. مثلاً حرکت یک ماهواره با تندی مشخص و ثابت که تنها به آن نیروی وزن وارد می‌شود.



$F_{net}=0 \Rightarrow W_t=0$

$W_t=\Delta K=0$

$\Rightarrow F_{net}=mg=0 \rightarrow \theta=90^\circ$

$\theta=90^\circ \Rightarrow \cos\theta=0$

سوال: کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟ **«خیلی‌سبز»**

الف) کار کل انجام شده روی یک جسم نمی‌تواند منفی باشد.

اگر $K_1>K_2$ در نتیجه $\Delta K<0$ و $W_t<0$

نیروی وزن در حال کاهش تندی

ب) اگر نیروی خالص وارد بر جسمی صفر نباشد، ممکن است انرژی جنبشی جسم ثابت بماند.

$F_{net}\neq 0$

$\theta=90^\circ \Rightarrow W_t=\Delta K=0 \rightarrow v_1=v_2 \Rightarrow K_1=K_2$

پ) اگر نیروی خالص وارد بر جسمی صفر باشد، امکان ندارد انرژی پتانسیل آن تغییر کند.

مثل جسم با سرعت ثابت روی سطح افقی (در راستای قائم)

$F_{net}=0 \Rightarrow W_t=0$

ت) اگر تندی یک جسم کاهش یابد، انرژی جنبشی آن منفی می‌شود.

تغییرات آن می‌تواند مثبت شود و نه منفی

$K_1>K_2 \Rightarrow \Delta K<0$

خود انرژی جنبشی (K_1 و K_2) همواره مثبت است.

سوال: جسمی به جرم ۴kg بر روی یک سطح افقی تحت تاثیر نیروی افقی F=۱۰۰N شروع به حرکت می‌کند. اگر این جسم پس از طی ۲۰ متر، به تندی ۲۰m/s برسد، مطلوب است:

الف) کار کل انجام شده روی جسم:

$W_T=\Delta K=\frac{1}{2}m(v_2^2-v_1^2)$

$=\frac{1}{2}\times 4\times(20^2)=800J$

ب) مقدار نیروی اصطکاک:

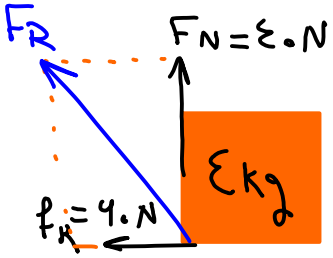
$W_t=800J \Rightarrow W_{F_N}+W_{mg}+W_F+W_{f_k}=800$

$\Rightarrow F.d.\cos\theta+f_k.d.\cos\theta=800$

$\Rightarrow 100\times 20\times(1)-f_k\times 20=800 \Rightarrow -20f_k=-1200 \Rightarrow f_k=60N$

پ) کاری که از طرف زمین بر جسم انجام می‌شود:

$W_R=W_{F_N}+W_{f_k}=-f_k.d=-60\times 20=-1200J$



ت) نیرویی که از طرف زمین برجسم وارد می‌شود:

$F_{net}=0$ (در راستای قائم)

$\Rightarrow F_N=mg=4\times 10=40N$

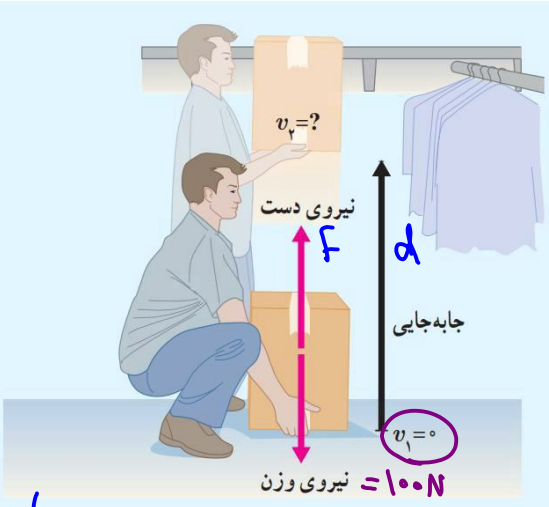
زاویه ۴۵ درجه $\Rightarrow F_R=\sqrt{F_N^2+f_k^2}=\sqrt{60^2+40^2}=\sqrt{5200}=\sqrt{400\times 13}$

$=20\sqrt{13}N$

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

@tajrobi10jashani

تمرین ۳ ـ ۶



شکل روبه‌رو شخصی را نشان می‌دهد که با وارد کردن نیروی ثابت ۱۵۰N، جعبه‌ای به جرم ۱۰kg را از حال سکون در امتداد قائم جابه‌جا 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 ـ انرژی جنبشی، تندی نهایی جعبه را در ارتفاع ۱/۵m حساب کنید.

$mg=100N$ $(g=10)$

الف) $W_F = F.d.\cos 0^\circ = 150\times 1.5\times(1) = 225J$

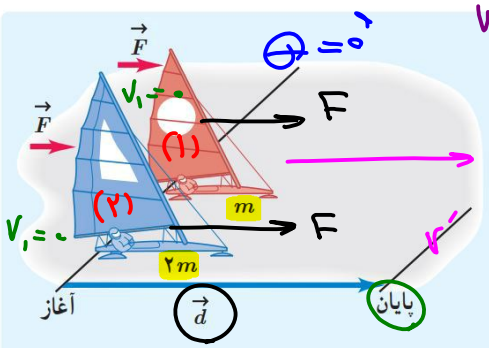
$W_{mg} = -mgh = -10\times(10)\times 1.5 = -150J$

ب) $\Rightarrow W_t = \Delta K = 75$

$\Rightarrow \frac{1}{2}\times 10\times(v_2^2 - 0^2) = 75 \Rightarrow v_2 = \sqrt{15}\ m/s$

پ) $W_t = \Delta K = W_{1\to 2} + W_{2\to 3} = +75$

تمرین ۳ ـ ۸



دو قایق بادبانی مخصوص حرکت روی سطوح یخ‌زده، دارای جرم‌های m و $2m$، 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.

$W_{T(1)} = W_{T(2)} = F.d\cos 0^\circ \Rightarrow \Delta K_1 = \Delta K_2$

(۱) قایق $\Rightarrow W_T = \Delta K \Rightarrow F.d\cos 0^\circ = \frac{1}{2}m(v^2 - v_1^2)$

(۲) قایق $\Rightarrow W_T = \Delta K' \Rightarrow F.d\cos 0^\circ = \frac{1}{2}\times 2m\times(v'^2 - v_1'^2)$

$\div \Rightarrow 1 = \frac{2v'^2}{v^2} \Rightarrow v = \sqrt{2}v'$

$K_2 = K_1$ برای

سوال: شخصی به جرم ۷۵kg درون قطار مترو نشسته است. قطار از ایستگاه دانشگاه علم و صنعت از حال سکون $(v_1=0)$ شروع به حرکت می‌کند و در ایستگاه دانشگاه شریف متوقف می‌شود $(v_2=0)$. اگر بیشینهٔ تندی قطار در طول مسیر ۴۰m/s باشد، کار نیروی خالص وارد بر شخص از ایستگاه دانشگاه علم و صنعت تا ایستگاه دانشگاه شریف چند کیلوژول است؟

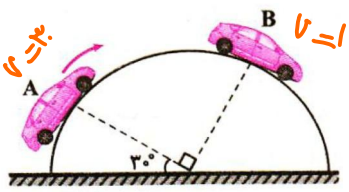
(۱) (۲)

$W_t = \Delta K = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) = 0 \leftarrow W_{F_{net}}$

@jashan_academy

@tajrobi10jashani

سوال: در شکل مقابل، خودرویی به جرم ۱۲۰۰kg بر روی یک مسیر نیم‌دایره‌ای‌شکل با تندی ۳۰m/s از نقطهٔ A شروع و با تندی ۱۰m/s به نقطهٔ B می‌رسد. کار برآیند نیروهای وارد بر این خودرو چند مگاژول است؟



$W_t = \Delta K = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) = \frac{1}{2}\times 1200\times(10^2 - 30^2) = 600\times(-800) = -4.8\times10^5\ J$

$\div 10^6 \Rightarrow W_t = \Delta K = -0.48\ MJ$

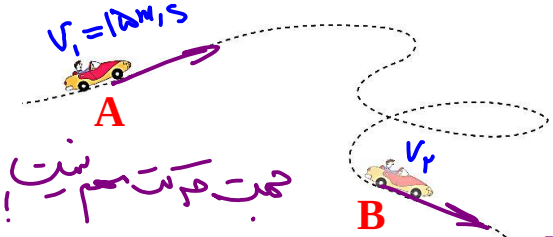
سوال: جرم یک خودروی الکتریکی به همراه راننده‌اش ۱۰۰۰ kg است. وقتی این خودرو از موقعیت A به موقعیت B می‌رود، کار کل انجام شده روی خودرو ۸۷/۵ kJ است. اگر تندی خودرو در موقعیت A برابر ۵۴ km/h باشد، تندی آن در موقعیت B چند کیلومتر بر ساعت است؟ «تجربی ۱۴۰۳»

۱) ۲۰

۲) ۳۶

۳) ۷۲

۴) ۱۰۸



$W_t = \Delta K = 87.5\times10^3$

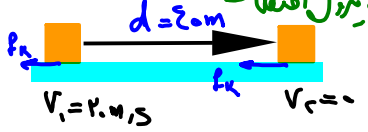
$\frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) = 87.5\times10^3$

$\Rightarrow \frac{1}{2}\times1000(v_2^2 - 15^2) = 87.5\times10^3$

$\Rightarrow v_2^2 - 225 = 175 \Rightarrow v_2^2 = 400$

$\Rightarrow v_2 = 20\ m/s \times 3.6 = 72\ km/h$

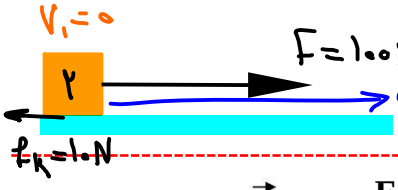
سوال: جسمی به جرم ۲ کیلوگرم را روی یک سطح افقی با سرعت ۲۰ متر بر ثانیه پرتاب می‌کنیم و جسم پس از طی مسافت ۴۰ متر متوقف می‌شود. اگر این جسم را با نیروی افقی ۱۰۰ نیوتونی روی همین سطح از حال سکون به حرکت واداریم، پس از ۴۰ متر چه تندی‌ای خواهد داشت؟ «تالیفی»



$W_t = \Delta K$ (قضیه کار و انرژی جنبشی)

$\Rightarrow W_{F_N} + W_{mg} + W_{f_k} = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) \Rightarrow -f_k d = \frac{1}{2}\times2\times(0 - 20^2)$

$\Rightarrow -40 f_k = -400 \Rightarrow f_k = 10\ N$



$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{F_N} + W_{mg} + W_F + W_{f_k} = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$

$\Rightarrow 100\times40\times(1) - 10\times40 = \frac{1}{2}\times2\times v_2^2 \Rightarrow v_2^2 = 2400$

$\Rightarrow v = 40\ m/s$

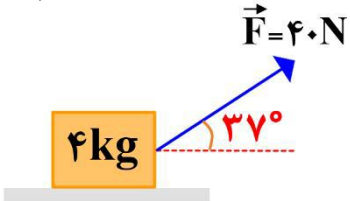
سوال: مطابق شکل مقابل، به جسمی به جرم 4kg روی سطح افقی نیروی F=۴۰N وارد می‌شود و پس از طی مسافت ۱/۶ متر، تندی‌اش از صفر به 4m/s می‌رسد. نیروی اصطکاک چند نیوتون است؟ ($\cos 37° = 0/8$) «ریاضی ۹۸»

۱) ۴

۲) ۱۲

۳) ۲۰

۴) ۳۲



$W_t = \Delta K$

$W_{F_N} + W_{mg} + W_F + W_{f_k} = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) \Rightarrow 40\times1.6\times0.8 - f_k\cdot1.6 = \frac{1}{2}\times4\times4^2$

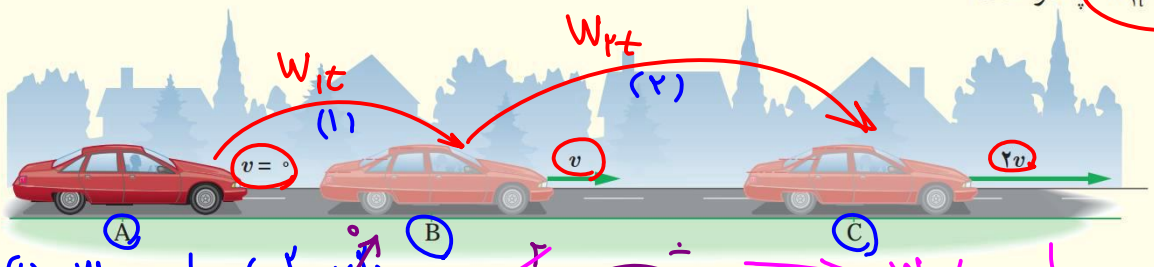
$\Rightarrow 32 - f_k = 20$

$\Rightarrow f_k = 12\ N$

@jashan_academy

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؟



W_{1t} (۱)

W_{2t} (۲)

(۱) $W_{1t} = \frac{1}{2}m(v_B^2 - v_A^2) = \frac{1}{2}mv^2$

(۲) $W_{2t} = \frac{1}{2}m(v_C^2 - v_B^2) = \frac{1}{2}m((2v)^2 - v^2) = 3(\frac{1}{2}mv^2)$

$\div \Rightarrow \frac{W_{1t}}{W_{2t}} = \frac{1}{3}$

سوال: برای اینکه سرعت وزنه‌ای با جرم معین از صفر به v برسد، باید کار W_1 روی آن انجام شود و برای اینکه سرعت این وزنه از v به 3v برسد، باید کار W_2 روی آن انجام شود. نسبت W_2 به W_1 چقدر است؟ «تجربی ۹۸»

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۸ ۴) ۹

(۱) $W_1 = \frac{1}{2}m(v^2 - 0^2) = \frac{1}{2}mv^2$

(۲) $W_2 = \frac{1}{2}m((3v)^2 - v^2) = 8(\frac{1}{2}mv^2)$

$\div \Rightarrow \frac{W_2}{W_1} = 8$

سوال: نیروی خالص F با انجام کار W تندی جسم را از صفر به v می‌رساند. در ادامه با انجام کار W بر روی جسم، تندی از v به چند v می‌رسد؟ «خیلی‌سبز»

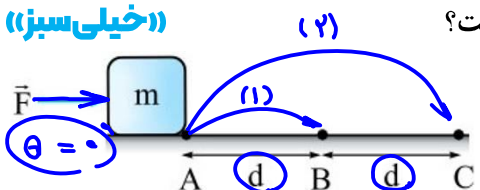
۱) $\sqrt{2}$ ۲) $\sqrt{3}$ ۳) ۲ ۴) ۳

حالت اول $\Rightarrow W = \frac{1}{2}m(v^2 - 0^2) = \frac{1}{2}mv^2$

حالت دوم $\Rightarrow W = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v^2) \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v^2) \rightarrow v_2^2 = 2v^2$

$v_2 = ?v$ $\rightarrow v_2 = \sqrt{2}v$

سوال: مطابق شکل زیر به جسم ساکنی که روی سطح افقی بدون اصطکاکی قرار دارد، نیروی افقی و ثابت F وارد می‌شود. نسبت تندی جسم در نقطهٔ C به تندی جسم در نقطهٔ B کدام است؟ «خیلی‌سبز»



۱) $\sqrt{2}$ ۲) $2\sqrt{2}$ ۳) ۲ ۴) ۴

(۱) AB $\Rightarrow W_t = \Delta K \Rightarrow F \cdot d = \frac{1}{2}m(v_B^2 - v_A^2) \Rightarrow Fd = \frac{1}{2}mv_B^2$

(۲) AC $\Rightarrow W_t = \Delta K \Rightarrow F \cdot 2d = \frac{1}{2}m(v_C^2 - v_A^2) \Rightarrow 2Fd = \frac{1}{2}mv_C^2$

$\div$

$\Rightarrow v_C^2 = 2v_B^2 \rightarrow v_C = \sqrt{2}v_B$

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

سوال: جسمی با سرعت ۱۰m/s در جهت مثبت محور x حرکت می‌کند و انرژی جنبشی آن ۱۰۰J است. پس از مدتی، سرعت این جسم تغییر کرده و در جهت منفی محور x به ۲۰m/s می‌رسد. مجموع کار نیروهای وارد برجسم در این مدت چند ژول است؟ «کنکور قدیمی»

۱) -۵۰۰ ۲) -۳۰۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۳۰۰

$K_1=100J \Rightarrow \frac{1}{2}\times m\times 10^2=100 \Rightarrow m=2kg$

$K_2=\frac{1}{2}mv_2^2=\frac{1}{2}\times 2\times 20^2=400J$

$W_t=\Delta K=K_2-K_1=400-100=+300J$

سوال: جسمی به جرم ۸kg با سرعت ثابت ۱۰m/s روی خط راست حرکت می‌کند. چه نیرویی بر حسب نیوتون و در کدام جهت، باید در راستای حرکت به آن وارد شود تا پس از طی مسافت ۸m، انرژی جنبشی آن به ۱۲۰۰J برسد؟ «کنکور قدیمی»

۱) ۱۰۰ و در جهت حرکت ۲) ۵۰ و در جهت حرکت
۳) ۵۰ و در خلاف جهت حرکت ۴) ۱۰۰ و در خلاف جهت حرکت

$K_1=\frac{1}{2}mv_1^2=\frac{1}{2}\times 8\times 10^2=400J$

$W_t=\Delta K \Rightarrow W_{mg}+W_{F_N}+W_F+W_{f_k}=\Delta K=1200-400=800$

$F=100N$

$F\cos\theta\times 8=800 \Rightarrow F\cos\theta=100N$

$\Rightarrow \theta=0 \Rightarrow F\times(1)=100$

سوال: جسمی به جرم ۴kg بر روی یک سطح افقی با تندی ثابت ۲۰m/s در حال حرکت است. چند نیوتن نیرو در خلاف جهت حرکت این جسم به آن وارد کنیم تا انرژی جنبشی آن پس از طی مسافت ۲۰ متری به ۱۶۰۰ ژول برسد؟ «تالیفی- پیشرفته»

۱) ۸۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۱۲۰ ۴) ۱۶۰

$K_1=\frac{1}{2}mv_1^2=\frac{1}{2}\times 4\times 20^2=800J$

AB ✓ $W_t=\Delta K \Rightarrow F\cdot x\cdot(-1)=0-800$ ($\theta=180$)

$\Rightarrow F\cdot x=800$

BC ✓ $W_t=\Delta K \Rightarrow F\cdot(20-x)\times(1)=1600-0$ ($\theta=0$)

$\Rightarrow 20F-Fx=1600$

$20F=1600+800$

$\Rightarrow F=120N$

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

سوال: جسمی دارای انرژی جنبشی ۱۰۰ ژول است. اگر به این جسم نیروی خالصی به بزرگی ۲۰ نیوتون وارد شود، در طی ۶/۹ متر جابه‌جای افقی، تندی آن ۳۰ درصد افزایش می‌یابد. در این صورت زاویه بین این نیرو و جابه‌جایی جسم چند درجه است؟ «IQ جامع»

۱) ۳۰ ۲) ۴۵ ۳) ۶۰ ۴) ۱۲۰

$W_t = \Delta K \Rightarrow F_{net}\, d \cos\theta = K_2 - K_1$

$\Rightarrow 20 \times 6/9 \times \cos\theta = 199 - 100 = 99$

$\Rightarrow 20\cos\theta = 10 \Rightarrow \cos\theta = \frac{1}{2}$

$\Rightarrow \theta = 60^\circ$

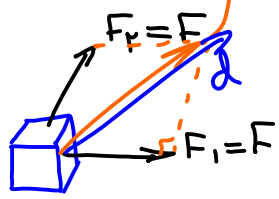
$v_2 = v_1 + \frac{30}{100} v_1 = 1/3 v_1$

$\frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 = \left(\frac{1/3 v_1}{v_1}\right)^2$

$\Rightarrow K_2 = 1/69 \times K_1 = 169\,J$

$K_1 = 100\,J$

سوال: جسم ۶ کیلوگرمی روی یک سطح افقی و بدون اصطکاک تحت تاثیر دو نیروی عمودبرهم و یکسان، در طی مسافت ۳۰ متر، تندی خود را از ۲۰ به ۴۰ متر بر ثانیه می‌رساند. مقدار هر کدوم از این نیروها تقریبا چند نیوتون است؟ $(\sqrt{2} \approx 1/4)$ «تالیفی»



۱) ۸۶ ۲) ۴۸ ۳) ۶۶ ۴) ۷۲

$F_{net} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{F^2 + F^2} = \sqrt{2}F$

$W_t = \Delta K \Rightarrow F_{net} \cdot d \cdot \cos\theta = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$

$\theta = 0^\circ$

$\Rightarrow \sqrt{2}F \times 30 \times 1 = \frac{1}{2} \times 6 \times (400 - 100)$

$\Rightarrow \sqrt{2}F = 120 \Rightarrow F \simeq \frac{120}{1/4}\,N \approx 86\,N$

سوال: سه نیروی ثابت F_1 ، F_2 و F_3 به جسمی اثر می‌کنند و جسم با تندی ثابت حرکت می‌کند. اگر نیروهای F_1 و F_2 بر هم عمود باشند و کار انجام شده توسط آن‌ها در یک جابه‌جایی معین به ترتیب ۳۰J و ۴۰J باشد، کار انجام‌شده توسط نیروی F_3 در همان جابه‌جایی چند ژول است؟ «خیلی‌سبز»

۱) ۵۰ ۲) -۵۰ ۳) ۷۰ ۴) -۷۰

$F_1 + F_2 + F_3 = 0 = F_{net}$

$F_{net} = 0 \longrightarrow W_{F_{net}} = W_t = \Delta K = 0 \Rightarrow W_{F_1} + W_{F_2} + W_{F_3} = 0$

$\Rightarrow 30 + 40 + W_{F_3} = 0$

$\Rightarrow W_{F_3} = -70\,J$

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

سوال: جسمی تحت تاثیر نیروهای F_1 ، F_2 ، F_3 و F_4 باتندی ثابت در حرکت است. اگر در یک جابه‌جایی معین، کار نیروهای F_1 و F_2 به ترتیب ۵۰J و ۱۶J- باشد، مجموع کار نیروهای F_3 و F_4 در این جابه‌جایی چند ژول است؟

۱) ۳۴ ۲) -۳۴ ۳) ۶۶ ۴) -۶۶ «IQ جامع»

$\sum F=0 \Rightarrow \vec{F}_1+\vec{F}_2+\vec{F}_3+\vec{F}_4=0$ مکمل $\vec{F}_1+\vec{F}_2+\vec{F}_3=-\vec{F}_4$

$W_t=\Delta K=0$

$W_{F_1}+W_{F_2}+W_{F_3}+W_{F_4}=0 \Rightarrow W_{F_3}+W_{F_4}=-34\,J$

سوال: گلوله‌ای به جرم ۴۰g با سرعت افقی که بزرگی آن ۳۰۰m/s است، به دیواری برخورد می‌کند و پس از طی مسافت ۲۰cm داخل دیوار، متوقف می‌شود. کار نیرویی که دیوار به گلوله وارد می‌کند، چند ژول است؟

۱) -۱۸ ۲) -۱۸۰۰ ۳) -۶ ۴) -۶۰۰ «ریاضی ۹۹»

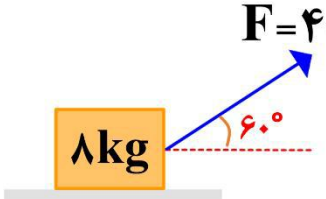
$W_t=\Delta K \Rightarrow W_{F\text{ دیوار به جسم}}+W_{mg}=\Delta K \Rightarrow W_F=\frac{1}{2}m(v_2^2-v_1^2)$

$\Rightarrow W_F=-\frac{1}{2}\times 40\times 10^{-3}\times(300)^2=-1800\,J$

سوال: در سوال قبل، اندازهٔ این نیرو چند نیوتون است؟

$F\cdot d\cdot\cos 180^\circ=-1800 \Rightarrow F\times\frac{2}{10}\times(1)=1800 \Rightarrow F=9000\,N$

سوال: در شکل زیر، نیروی ثابت F ، جسم را روی سطح افقی از حال سکون به حرکت در می‌آورد و بعد از طی مسافت ۵ متر، سرعت جسم را به ۲/۵ m/s می‌رساند. بزرگی نیروی اصطکاک در این حرکت چند نیوتن است؟



۱) ۲۰ ۲) ۱۶ ۳) ۱۵ ۴) ۱۲ «ریاضی ۱۴۰۲»

$W_t=\Delta K \Rightarrow W_{f_k}+W_F=\frac{1}{2}m(v_2^2-v_1^2)$

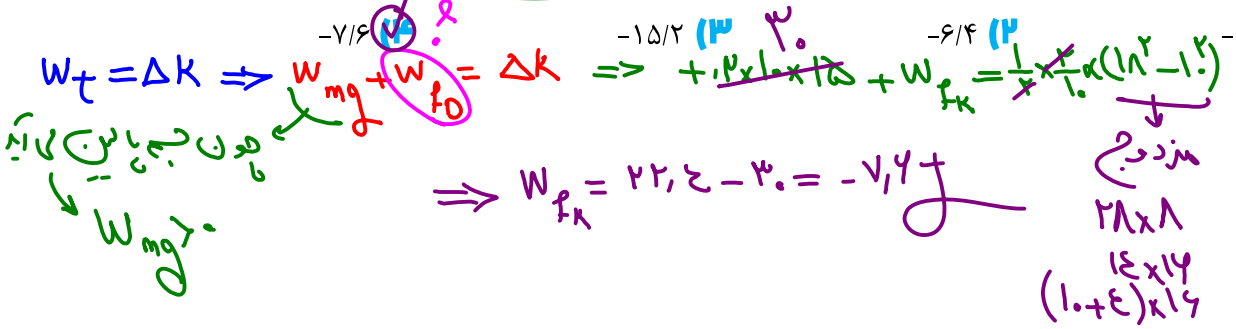
$\Rightarrow -f_k\cdot(5)+\frac{20}{2}\times(5)\times\frac{1}{2}=\frac{1}{2}\times 8\times\frac{25}{4}$

$\Rightarrow -5f_k=-75 \Rightarrow f_k=15\,N$

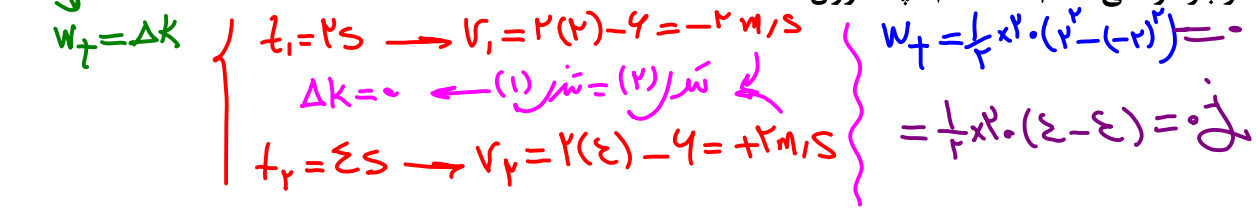
@tajrobi10jashani
@jashan_academy

سوال: جسمی به جرم ۲۰۰ g از ارتفاع ۱۵ متری سطح زمین با تندی ۱۰ m/s پرتاب می‌شود و با تندی ۱۸ m/s به سطح زمین می‌رسد. کار نیروی مقاومت هوا چند ژول است؟ ($g=10 m/s^2$) «تجربی ۱۴۰۲»

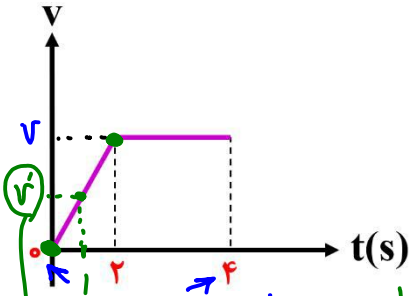
۱) -۱۲/۸ ۲) -۶/۴ ۳) -۱۵/۲ ۴) -۷/۶



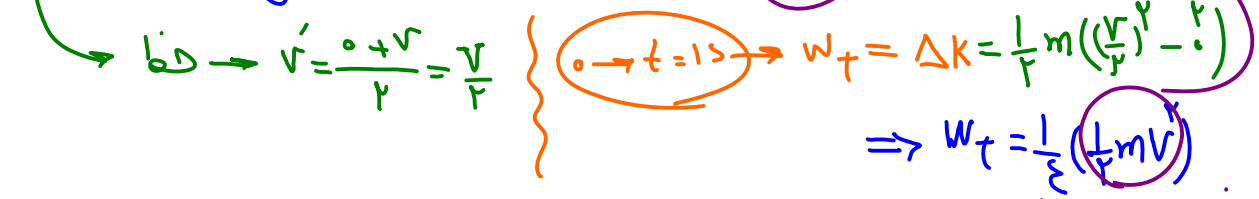
سوال: معادلهٔ سرعت ـ زمان جسم ۲۰ کیلوگرمی در SI به صورت $v=2t-6$ است. کار برآیند نیروهای وارد بر این جسم در بازهٔ زمانی $t_1=2s$ تا $t_2=4s$ چند ژول است؟



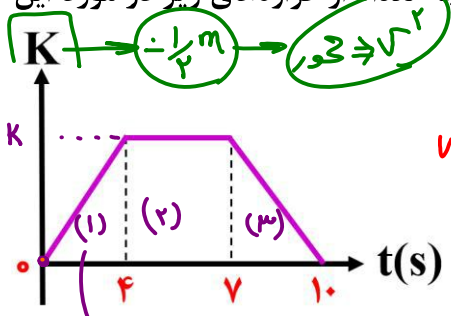
سوال: نمودار سرعت ـ زمان جسمی که بر روی یک سطح افقی در حال حرکت است، مطابق شکل نشان داده شده است. اگر کل کار انجام شده بر روی جسم در ۴ ثانیهٔ اول حرکت برابر با ۶۰J باشد، در ۱ ثانیهٔ اول حرکت، کل کار انجام شده بر روی جسم چند واحد SI است؟ «آزمون‌های گاج»



۱) ۳۰ ۲) ۱۵ ۳) ۶۰ ۴) ۱۰



سوال: نمودار انرژی جنبشی جسمی برحسب زمان به صورت مقابل است. چه تعداد از گزاره‌های زیر در مورد این جسم صحیح است؟ «IQ»



الف) در بازهٔ زمانی ۴s تا ۷s ، هیچ نیرویی به جسم وارد نمی‌شود.

ب) در ۴ ثانیهٔ اول حرکت، کار نیروی خالص وارد بر جسم مثبت است.

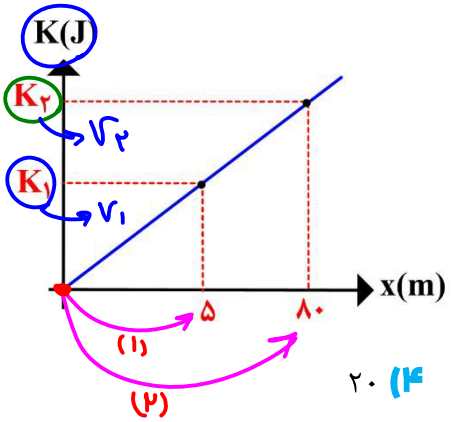
پ) در ۳ ثانیهٔ آخر حرکت، زاویهٔ بین d و F_{net} منفرجه است.

ت) در بازهٔ زمانی ۴s تا ۷s ، جسم ساکن است.

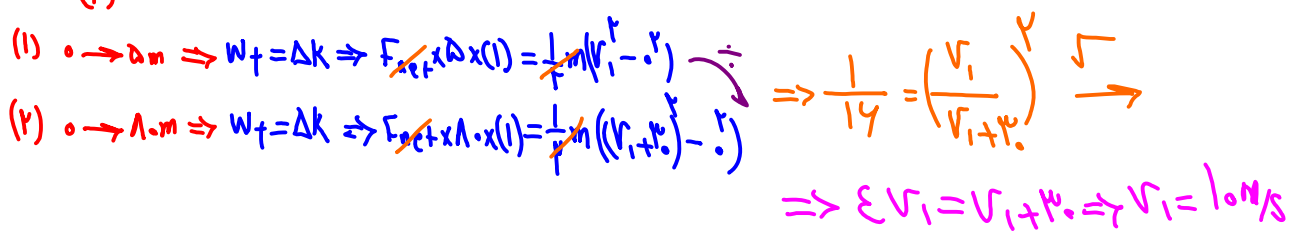
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

سوال: جسمی به جرم m بر روی یک سطح افقی تحت تاثیر یک نیروی افقی خالص و ثابت F، شروع به حرکت می‌کند. درصورتی‌که نمودار مقابل مربوط به انرژی جنبشی برحسب مکان جسم باشد، اگر تندی جسم در لحظهٔ K_2، ۳۰m/s از تندی جسم در لحظهٔ K_1 بیشتر باشد، تندی جسم در لحظهٔ K_1 چند m/s است؟ «تالیفی»

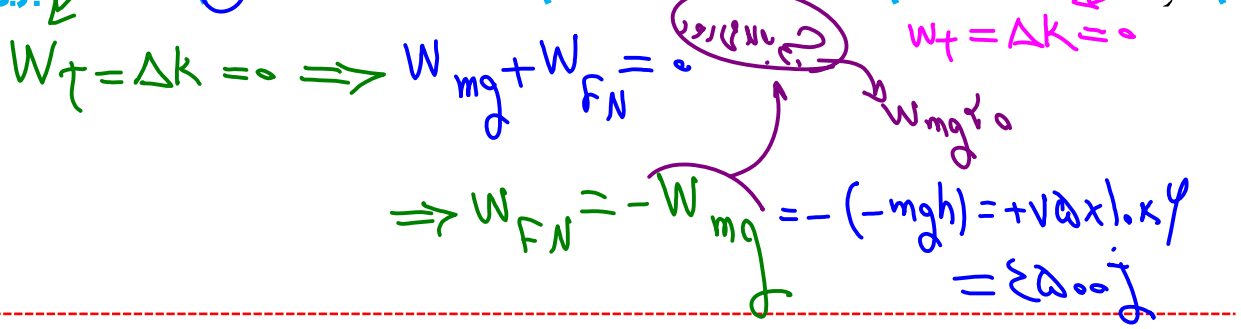


۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

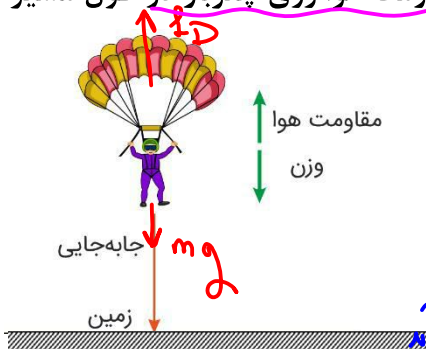


سوال: شخصی در طبقهٔ سوم ساختمان، سوار آسانسور می‌شود و به طبقهٔ دهم می‌رود. جرم شخص ۷۰kg است و یک کوله‌پشتی به جرم ۵kg بر دوش دارد. آسانسور بین طبقات پنجم تا هفتم مسافت ۶m را در مدت ۲s با سرعت ثابت طی می‌کند. در این ۲s کار نیرویی که آسانسور به شخص وارد می‌کند، چند ژول است؟ ($g=10m/s^2$) «تجربی ۹۶»

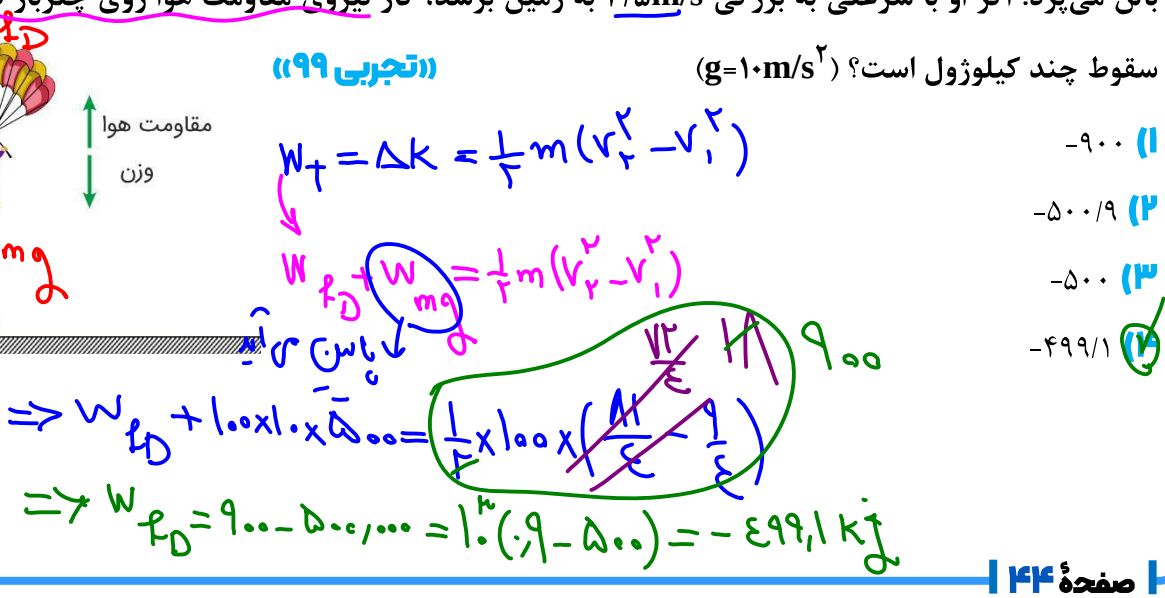
۱) صفر ۲) ۳۹۰۰ ۳) ۴۲۰۰ ۴) ۴۵۰۰



سوال: چتربازی به جرم کل ۱۰۰kg از بالنی در ارتفاع ۵۰۰ متر از سطح زمین با سرعتی به بزرگی ۱/۵m/s به بیرون بالن می‌پرد. اگر او با سرعتی به بزرگی ۴/۵m/s به زمین برسد، کار نیروی مقاومت هوا روی چترباز در طول مسیر سقوط چند کیلوژول است؟ ($g=10m/s^2$) «تجربی ۹۹»



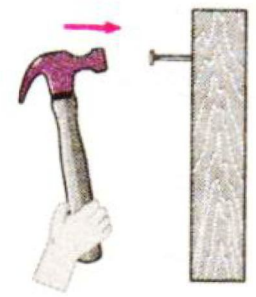
۱) -۹۰۰ ۲) -۵۰۰/۹ ۳) -۵۰۰ ۴) -۴۹۹/۱



@tajrobi10jashani
@jashan_academy

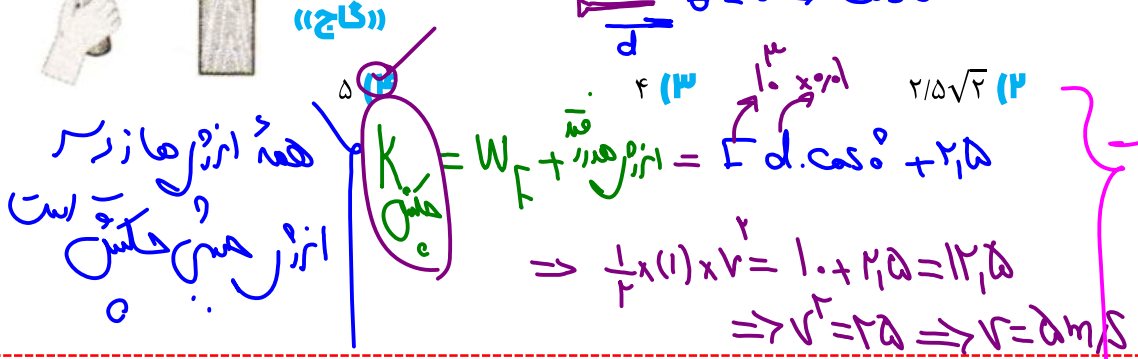
@tajrobi10jashani

سوال: مطابق شکل، چکشی به جرم ۱kg به میخی ضربه می‌زند. اگر در اثر برخورد چکش به میخ، ۲/۵ ژول انرژی به گرما تبدیل شود و هدر رود، چکش با تندی چند متر بر ثانیه باید به میخ برخورد کند تا با وارد کردن نیروی افقی متوسط 10^3N به میخ، آن را ۱cm درون تخته فرو ببرد؟



«گاج»

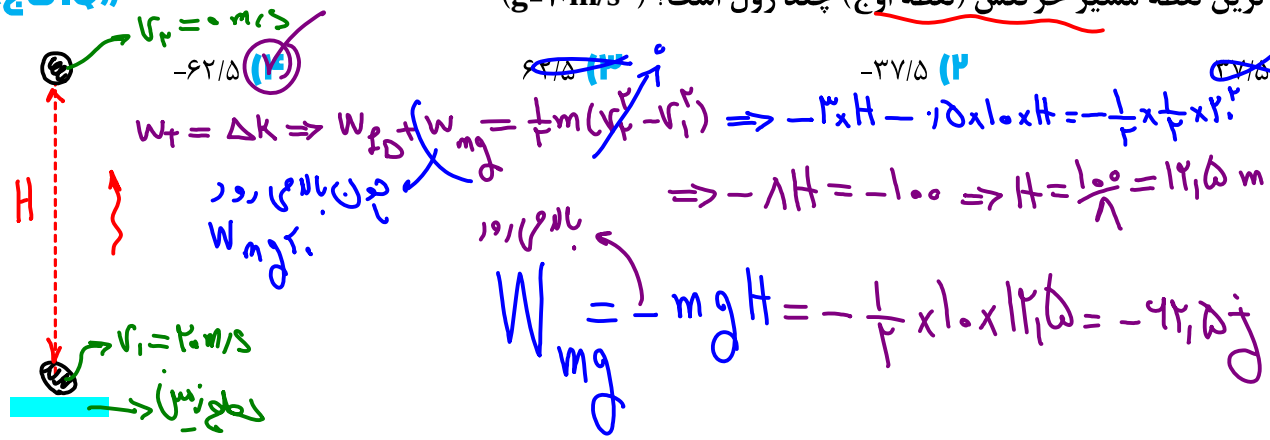
۱) $2\sqrt{5}$ ۲) $2/5\sqrt{2}$ ۳) ۴ ۴) ۵



سوال: گلوله‌ای به جرم ۵۰۰g با تندی ۲۰m/s از سطح زمین در راستای قائم رو به بالا پرتاب می‌شود. اگر اندازهٔ متوسط نیروی مقاومت هوا در برابر حرکت گلوله، ۳N باشد، کار نیروی وزن گلوله از لحظه پرتاب تا لحظه رسیدن به بالاترین نقطهٔ مسیر حرکتش (نقطهٔ اوج) چند ژول است؟ ($g=10m/s^2$)

«IQ گاج»

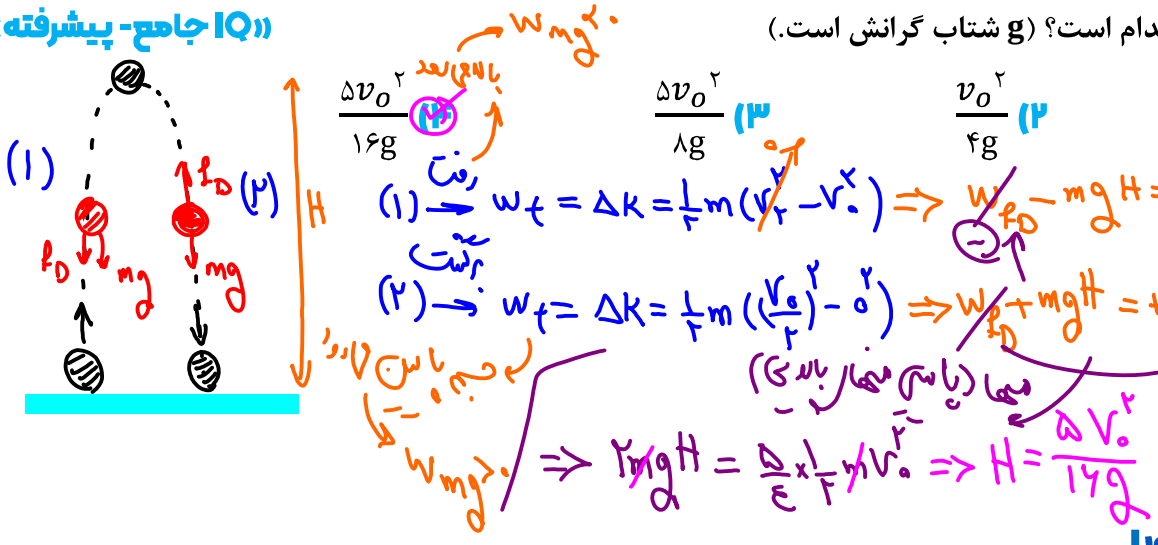
۱) -۳۷/۵ ۲) -۳۷/۵ ۳) ۶۲/۵ ۴) -۶۲/۵



سوال: گلوله‌ای از سطح زمین با تندی اولیهٔ v_0 در راستای قائم به سمت بالا پرتاب شده و با تندی $\frac{v_0}{2}$ به محل پرتاب اولیه بازمی‌گردد. اگر کار نیروی مقاومت هوا در مسیر رفت و برگشت گلوله یکسان باشد، ارتفاع اوج گلوله از سطح زمین برابر کدام است؟ (g شتاب گرانش است.)

«IQ جامع- پیشرفته»

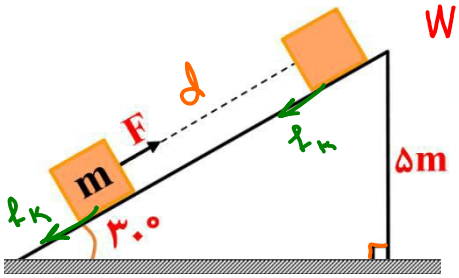
۱) $\frac{v_0^2}{2g}$ ۲) $\frac{v_0^2}{4g}$ ۳) $\frac{5v_0^2}{8g}$ ۴) $\frac{5v_0^2}{16g}$



@jashan_academy

@tajrobi10jashani

سوال: در شکل مقابل، جسمی به جرم ۴kg تحت تاثیر نیروی ثابت F با تندی ثابت بر روی یک سطح دارای اصطکاک از پایین تا بالای سطح شیبدار جابه‌جا می‌شود. اگر اندازهٔ کار نیروی F ، ۲/۵ برابر اندازهٔ کار نیروی وزن جسم باشد، به ترتیب از راست به چپ، نیروی اصطکاک وارد بر جسم و کار نیروی F هر کدام چند واحد SI است؟ ($g=10m/s^2$)



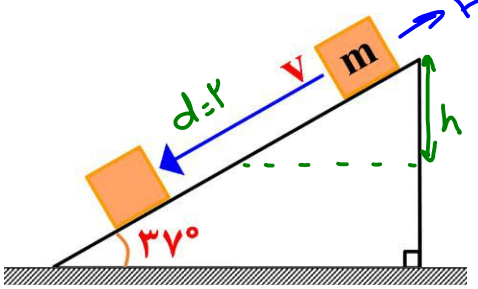
۱) $۱۰\sqrt{۳}$ ، ۵۰۰

۲) ۳۰ ، ۵۰۰

۳) $۱۰\sqrt{۳}$ ، ۱۰۰۰

۴) ۳۰ ، ۱۰۰۰

سوال: در شکل مقابل، به جسمی به جرم $m=۲۰kg$ نیروی مناسب F به موازات سطح شیبدار وارد می‌شود و جسم با سرعت ثابت به سمت پایین حرکت می‌کند. کار نیروی F در مدتی که جسم ۲ متر روی سطح پایین می‌آید، چند ژول است؟ ($\sin ۳۷°=۰/۶$ ، $g=10m/s^2$ و اصطکاک سطح ناچیز است.)



«کنکور ریاضی»

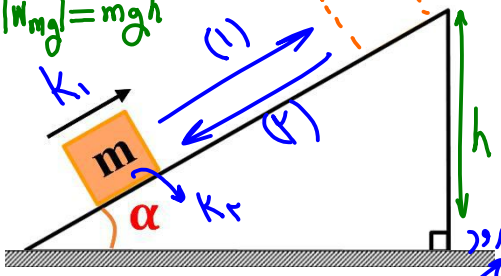
۱) -۳۲۰

۲) -۲۴۰

۳) ۳۲

۴) ۳۲۰

سوال: مطابق شکل، جسمی به جرم m از پایین سطح شیبدار با انرژی جنبشی K_1 رو به بالا پرتاب می‌شود. جسم در بالای سطح متوقف شده و با انرژی جنبشی K_2 به محل پرتاب اولیه باز می‌گردد. اندازهٔ کار نیروی وزن جسم از لحظهٔ پرتاب تا لحظهٔ تغییر جهت دادن آن کدام است؟ «جامع IQ»



۱) K_1+K_2

۲) K_1-K_2

۳) $\frac{K_1+K_2}{۲}$

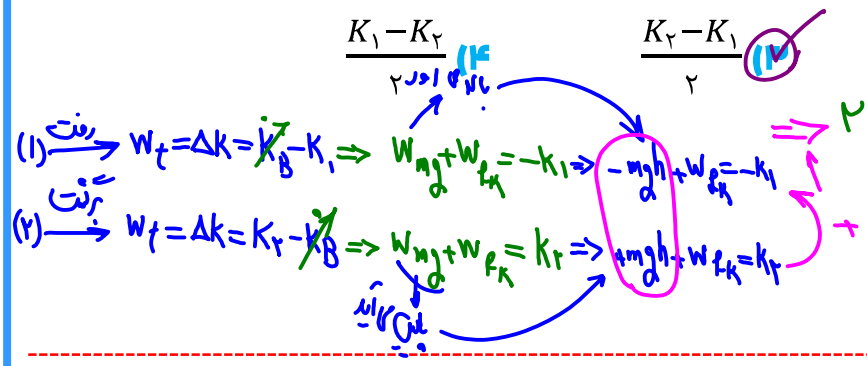
۴) $\frac{K_1-K_2}{۲}$

@jashan_academy

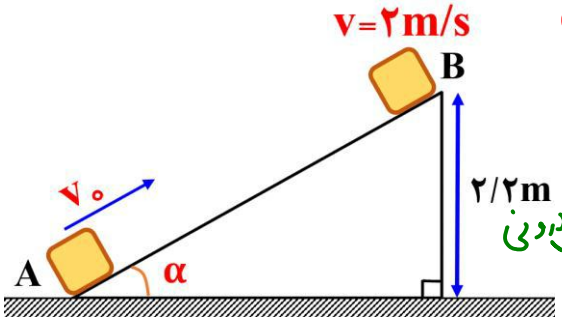
@tajrobi10jashani

سوال: در سوال قبل، کار نیروی اصطکاک در هنگام بالا رفتن جسم بر روی سطح شیبدار از لحظهٔ پرتاب تا لحظه تغییر جهت حرکت جسم کدام است؟ «IQ جامع»

۱) $K_1 + K_2$ ۲) $K_1 - K_2$ ۳) $\frac{K_2 - K_1}{2}$ ۴) $\frac{K_1 - K_2}{2}$



سوال: مطابق شکل زیر، جسم از نقطهٔ A مماس با سطح پرتاب می‌شود و تا رسیدن به نقطهٔ B، ۲۵ درصد انرژی جنبشی اولیهٔ آن توسط اصطکاک تلف می‌شود. تندی اولیهٔ جسم چند متر بر ثانیه است؟ ($g=10m/s^2$)

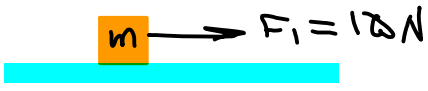


۱) $2\sqrt{2}$
۲) $4\sqrt{2}$
۳) ۸
۴) ۴

«تجربی ۱۴۰۲»

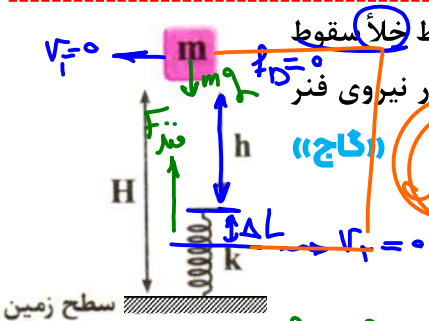
سوال: به جسم ساکنی به جرم ۶ کیلوگرم تنها دو نیروی $F_1=15N$ و F_2 وارد می‌شود. بعد از ۱۲m جابه‌جایی تندی جسم به ۱۰m/s می‌رسد. F_2 چند نیوتون و در چه جهتی می‌تواند باشد؟ «سری Z»

۱) ۱۰N ، هم جهت F_1
۲) ۲۰N ، با عمود بر F_1
۳) ۴۰N ، در خلاف جهت F_1
۴) هر سه گزینه می‌تواند صحیح باشد.



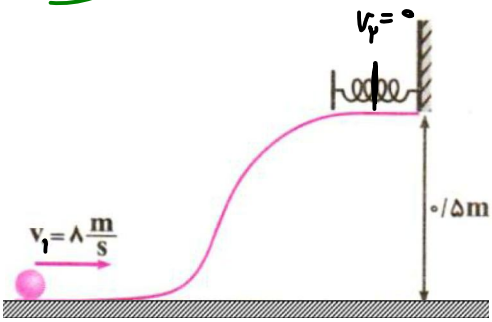
@jashan_academy

سوال: در شکل زیر، وزنهٔ m از ارتفاع h در بالای فنر، بدون تندی اولیه در شرایط خلأ سقوط می‌کند و پس از برخورد با فنر، آن را حداکثر به اندازهٔ ΔL متراکم می‌سازد. کار نیروی فنر در این جابه‌جایی کدام است؟



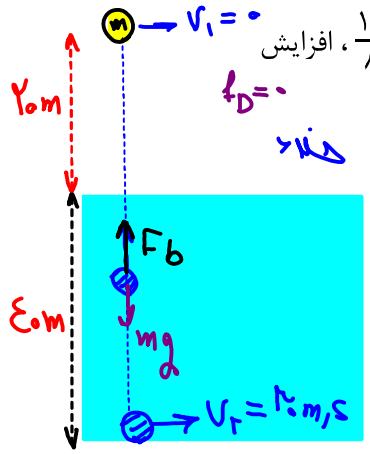
۱) $-mg(h+\Delta L)$
۲) $mg(h+\Delta L)$
۳) $mg\Delta L$
۴) $-mg\Delta L$

سوال: توپی به جرم ۲۰۰ گرم مطابق شکل، از پایین تپه‌ای با تندی اولیهٔ ۸m/s به سمت بالای تپه پرتاب می‌شود. توپ پس از بالا رفتن از تپه، فنر را فشرده کرده و در یک لحظه متوقف می‌شود. اگر اندازهٔ کاری که اصطکاک از لحظهٔ پرتاب تا این لحظه انجام می‌دهد، برابر ۲/۴ ژول باشد، کار نیروی فنر تا این لحظه چند ژول خواهد بود؟ ($g=10m/s^2$ و از مقاومت هوا صرف نظر شود.)

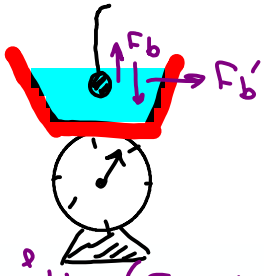


۱) ۶
۲) ۳
۳) ۱
۴) ۶-

سوال: گلوله‌ای به جرم ۵۰۰ گرم را از ارتفاع ۲۰ متری سطح آب در شرایط خلأ در بالای یک استخر با عمق ۴۰ متر رها می‌کنیم. این گلوله با تندی ۳۰m/s به کف استخر برخورد می‌کند. اگر این گلوله را با نخ سبکی به درون ظرفی پر از آب روی یک ترازو وارد کنیم، عدد این ترازو چند نیوتون و چگونه تغییر می‌کند؟ ($g=10m/s^2$ و چگالی آب استخر و آب درون ظرف برابر است.)



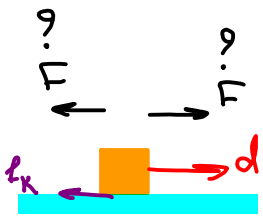
۱) $\frac{15}{8}$ ، کاهش
۲) $\frac{13}{8}$ ، کاهش
۳) $\frac{15}{8}$ ، افزایش
۴) $\frac{13}{8}$ ، افزایش



@tajrobi10jashani
@jashan_academy

سوال: جسمی به‌جرم ۱ kg با تندی اولیهٔ ۱۰ m / s روی سطح افقی پرتاب می‌شود. اگر نیروی اصطکاک بین جسم و سطح در طول مسیر ثابت و برابر ۵ N باشد، چه نیرویی بر حسب نیوتون و در چه جهتی بر جسم وارد کنیم تا جسم مسافت ۴ m را قبل از توقف طی کند؟ «نردبام»

۱) صفر
۲) ۵ ، در جهت حرکت
۳) ۵ ، در خلاف جهت حرکت
۴) ۷/۵ ، در خلاف جهت حرکت



$W_t = \Delta K = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) = -\frac{1}{2}\times 1\times 10^2 = -50\,J$

$\Rightarrow -f_k \cdot d + F \cdot d\cos\theta = -5\times 4 + 4\times F\cos\theta = -50$

$\Rightarrow 4F\cos\theta = -30 \Rightarrow F\cos\theta = -7.5\,N$

$\theta > 90^\circ$ زاویه حتما باید

سوال: جسمی به‌جرم ۱ kg با تندی اولیهٔ ۱۰ m / s بر روی یک سطح افقی بدون اصطکاک در حال حرکت است. این جسم در ادامهٔ مسیر خود وارد سطح افقی با اصطکاک شده و پس از ۵ s انرژی جنبشی آن ۱۸ J کاهش می‌یابد. نیروی اصطکاک در این مسیر چند نیوتون است؟ «نردبام»

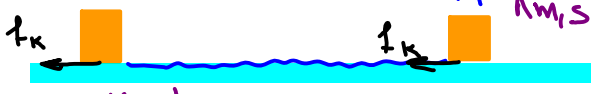
۱) ۰/۱
۲) ۰/۲
۳) ۰/۴
۴) ۰/۸

$K_1 = \frac{1}{2}\times 1\times 10^2 = 50\,J$

$W_{f_k} = -18\,J$

$\Delta K = K_2 - K_1 \Rightarrow -18 = K_2 - 50 \Rightarrow K_2 = 32\,J$

$K_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 \Rightarrow 32 = \frac{1}{2}\times 1\times v_2^2 \Rightarrow v_2 = 8\,m/s$



فاز دوم: $\begin{cases} V_1 = 10\,m/s \\ V_2 = 8\,m/s \end{cases} \rightarrow \Delta t = 2s \Rightarrow a = \frac{V_2 - V_1}{t} = \frac{8-10}{5} = -0.4\,m/s^2$

$F_{net(x)} = ma \Rightarrow 0 - f_k = 1\times(-0.4) \Rightarrow f_k = 0.4\,N$

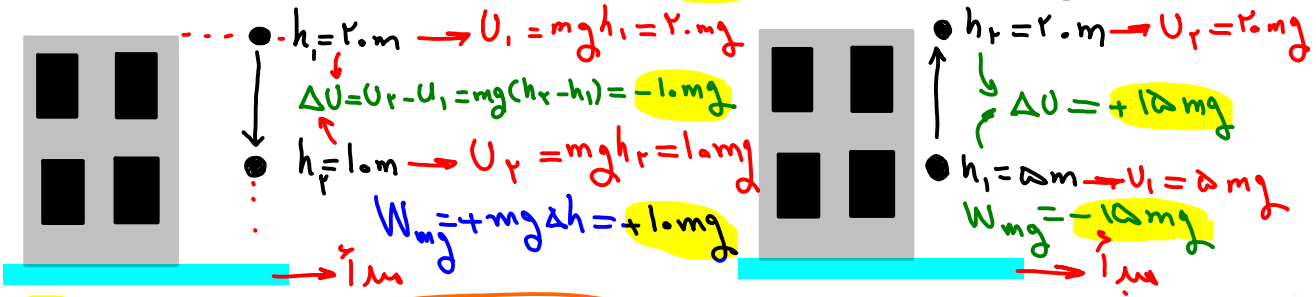
مرور نکات و فرمول‌های این درسنامه

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

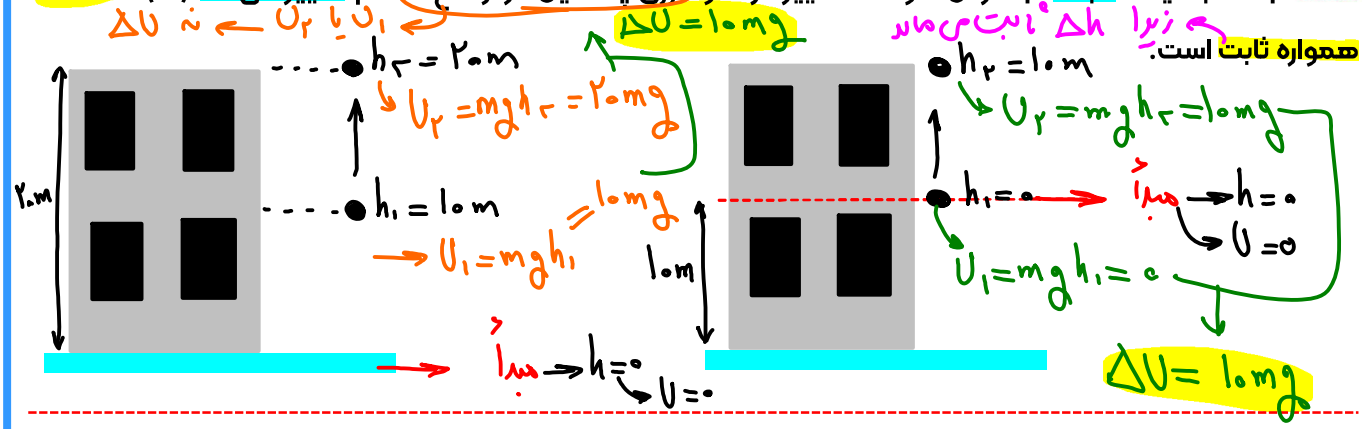
کار نیروی وزن و تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی

$W_{mg} = -\Delta U \Rightarrow \Delta U = -W_{mg}$

کار نیروی وزن در هر نوع جابه‌جایی و با هر مسیری همواره برابر با قرینهٔ تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی است. اثبات:

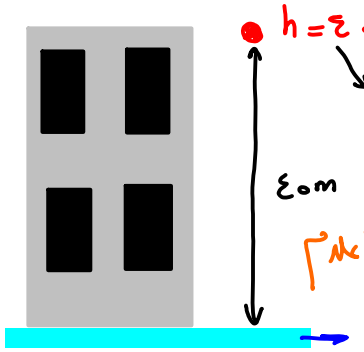


نکته: بسته به اینکه مبدأ کجا فرض شود، h تغییر کرده و انرژی پتانسیل در ارتفاع h هم تغییر می‌کند (U)؛ اما ΔU همواره ثابت است.



سوال: جسمی به جرم ۲۰kg در ارتفاع ۴۰ متری سطح زمین قرار دارد. مطلوب است: ($g = ۱۰N/kg$)

الف) انرژی پتانسیل گرانشی جسم را محاسبه کنید.



مبدأ را سطح زمین فرض می‌کنیم!

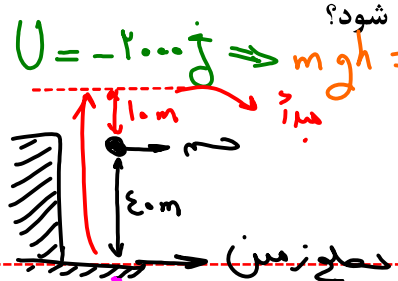
$U = mgh = ۲۰ \times ۱۰ \times ۴۰$

$= ۸۰۰۰J$

ب) آیا حتماً باید انرژی پتانسیل آن را این عدد اعلام کنیم؟

نه، به این که سطح مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی ($U=۰, h=۰$) کجا اعلام شود، هر عددی می‌توان گفت!

پ) سطح مبدأ را چند متر و چگونه جابه‌جا کنیم تا انرژی پتانسیل جسم ۲۰۰۰J- شود؟



جسم ثابت فرض شده است!

یعنی جسم باید ۵۰ متر از سطح مبدأ جابه‌جا شود تا به سطح مبدأ برسد!

نکته: اگر $U=۰$ یعنی جسم روی سطح مبدأ قرار دارد، اگر $U<۰$ یعنی جسم پایین‌تر از سطح مبدأ قرار دارد و $h<۰$

اگر $U>۰$ یعنی جسم بالاتر از سطح مبدأ قرار دارد. $h>۰$

نکته: اگر $\Delta U=۰$ یعنی جسم تغییر ارتفاع نمی‌دهد $\Delta h=۰$، اگر $\Delta U<۰$ یعنی جسم به سمت پایین حرکت کرده است $\Delta h<۰$

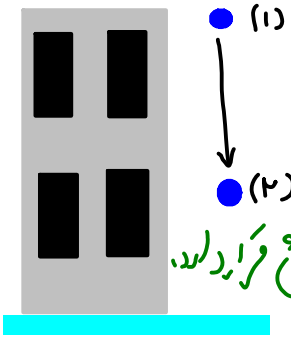
و اگر $\Delta U>۰$ یعنی جسم بالا می‌رود $\Delta h>۰$

نه به این معنی که جسم لزوماً ساکن است

ΔU ثابت $\equiv$ Δh ثابت

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

سوال: کار نیروی گرانشی وارد بر روی جسمی به جرم ۱۰ kg که تنها تحت تاثیر نیروی گرانشی قرار دارد، در مدت جابه‌جایی از نقطهٔ (۱) تا (۲)، ۱۰۰J است. اگر انرژی پتانسیل جسم در نقطهٔ (۲) برابر ۲۰۰J- باشد، موقعیت دقیق جسم را در نقطهٔ (۱) مشخص کنید: (g=۱۰N/kg)



$W_{mg} > 0 \rightarrow$ جسم پایین می‌رود

$\Delta U = -W_{mg} = -100 \Rightarrow U_2 - U_1 = -100 \Rightarrow -200 - U_1 = -100 \Rightarrow U_1 = -100\,J$

$U_2 = -200\,J$

$mgh_1 = -100 \Rightarrow 10 \times 10 \times h_1 = -100 \Rightarrow h_1 = -1\,m$

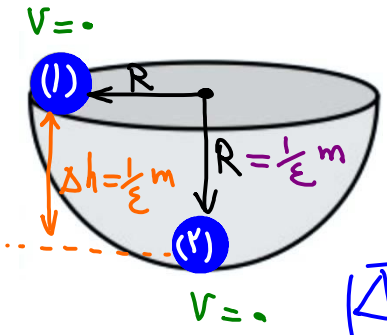
جسم در نقطهٔ (۱) ۱ متر پایین‌تر از سطح مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی قرار دارد.

سوال: گلوله‌ای را مطابق شکل از لبهٔ نیم‌کره رها می‌کنیم. گلوله پس از چند بار رفت و برگشت در نهایت در کف نیم‌کره متوقف می‌شود. اگر قطر نیم‌کره، ۰/۵ m (۵۰ cm) و جرم گلوله ۲۰ g باشد، مطلوب است: (g=۱۰N/kg و از ابعاد گلوله صرف نظر شود.)

$m = 2 \times 10^{-2}\,kg$

$R = \frac{D}{2} = 25\,cm = 0.25\,m = \frac{1}{4}\,m$ به وسعت یک تعطیل

الف) کار نیروی وزن و کار برآیند نیروها از لحظهٔ رها کردن تا توقف کامل گلوله:



$W_t = \Delta K = 0$

$W_{mg} = +mgR = 2 \times 10^{-2} \times 10 \times \frac{1}{4}$

$= 0.05\,J$

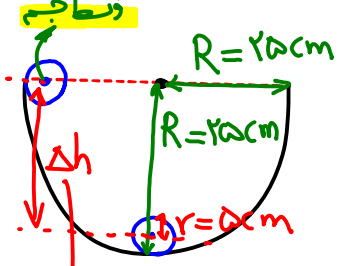
$\Delta U = -0.05\,J$

$\Delta U = -W_{mg}$

ب) تغییرات انرژی پتانسیل در این جابه‌جایی:

پ) اگر گلولهٔ دیگری با قطر ۱۰ cm و جرم ۱۰ kg در همین نیم‌کره و به همین صورت حرکت کند، تغییر انرژی پتانسیل گرانشی آن را محاسبه کنید.

$r = 5\,cm$



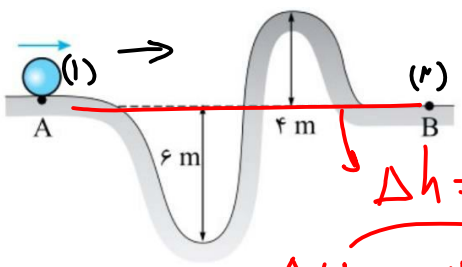
اگر جسم همگن ما دارای ابعاد کوچک باشد، سطح جسم را به عنوان محل اعمال جسم تصور کرده و مدل نقطه‌ای می‌کنیم.

$\Delta U = -mg(R-r)$

$= -10 \times 10 \times 0.2 = -20\,J$

$\Delta h = R - r = 25 - 5 = 20\,cm = 0.2\,m$

سوال: در شکل روبرو گلوله‌ای به‌جرم ۲۰۰g در نقطهٔ A با تندی ۵m/s به سمت راست در حال حرکت است و پس از مدتی به نقطهٔ B می‌رسد. کار نیروی وزن و تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی جسم در این جابه‌جایی چند ژول است؟ (g=۱۰N/kg)

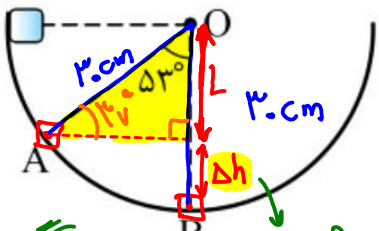


$\Delta h = 0$

$\Delta U = -W_{mg} = 0$

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

سوال: جسم m به جرم ۱۰۰g درون نیم‌کرهٔ صیقلی به قطر ۶۰cm به پایین می‌لغزد. تغییر انرژی پتانسیل گرانشی جسم از A تا B چند ژول است؟ ($\sin 53° = 0/8$)



«کنکور قدیمی»

بدون اصطکاک

$R = 30\,cm$

$g = 10$

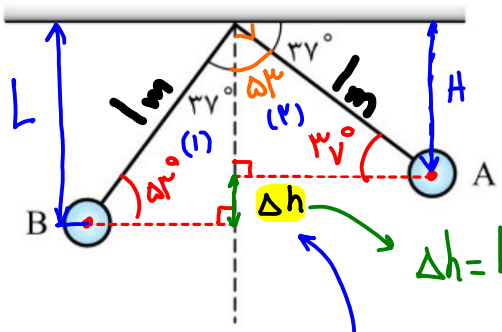
$\sin 37° = \frac{L}{30} = \frac{6}{10} \Rightarrow L = 18\,cm$

$\Rightarrow \Delta h = R - L = 30 - 18 = 12\,cm = 0/12\,m$

$\Delta U < 0 \Rightarrow \Delta U = -0/1 \times 10 \times \frac{12}{100} = -0/12\,J$

حل سوالات آونگ

سوال: مطابق شکل روبه‌رو آونگی که طول نخ آن 1m و جرم وزنهٔ آن 0/5kg است، از نقطهٔ A رها می‌شود و در طرف مقابل تا نقطهٔ B بالا می‌آید. کار نیروی وزن در جابه‌جایی از A تا B چند ژول است؟ ($g = 10N/kg$ و $\sin 37° = 0/6$)



«خیلی سبز»

۱) ۱

۲) ۲

۳) ۲

$\Delta h = L - H = 1 - 0/6 = 0/4\,m$

$W_{mg} = +mg\Delta h$

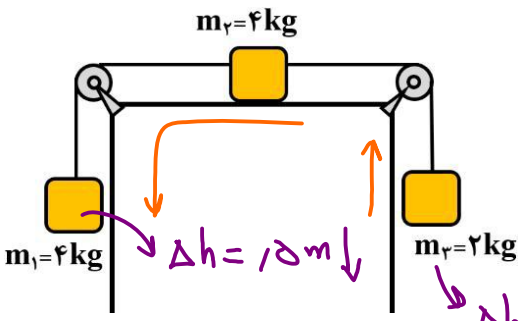
رفت ⟵ جسم پایین

$= +1 \times 10 \times 0/4 = +4\,J$

(۱) مثلث $\Rightarrow \sin 53° = \frac{L}{1} = 1 \Rightarrow L = 0/8\,m$

(۲) مثلث $\Rightarrow \sin 37° = \frac{H}{1} = 0/6 \Rightarrow H = 0/6\,m$

سوال: در شکل روبه‌رو اگر جسم m_2 به اندازهٔ 0/5m به سمت چپ جابه‌جا می‌شود، تغییر انرژی پتانسیل گرانشی جسم‌های m_1، m_2 و m_3 به‌ترتیب از راست به چپ چند ژول است؟ ($g = 10N/kg$)



«خیلی سبز»

۱) ۲۰+ ، ۲۰- ، ۱۰-

۲) ۲۰- ، ۲۰+ ، ۱۰+

۳) ۲۰+ ، صفر ، ۱۰-

۴) ۲۰- ، صفر ، ۱۰+

$\Delta h = 0/5\,m$ عمودی

(۱) جسم پایین رود $\Rightarrow \Delta U < 0 \Rightarrow \Delta U_1 = -mg\Delta h = -4 \times 10 \times 0/5 = -20\,J$

(۲) جسم تغییر ارتفاع نمی‌دهد $\Rightarrow \Delta U_2 = 0\,J$

(۳) جسم بالا رود $\Rightarrow \Delta U_3 > 0 \Rightarrow \Delta U_3 = +2 \times 10 \times 0/5 = +10\,J$

سوال: میلهٔ همگنی به طول 0/5m و جرم 4kg را که روی زمین افتاده بود، بلند کرده و به صورت قائم روی زمین نگه داشته‌ایم. کار نیروی وزن در این جابه‌جایی چند ژول است؟ ($g = 10N/kg$ و قطر میله در مقایسه با طول آن ناچیز است.)

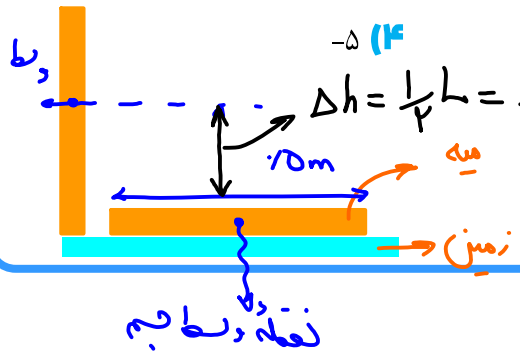
«سری Z»

۱) ۱۰

۲) -۱۰

۳) ۵

۴) -۵



$\Delta h = \frac{1}{2}L = \frac{0/5}{2} = 0/25\,m = \frac{1}{4}\,m$

جسم بالا می‌رود ⟵ $W_{mg} = -mg\Delta h = -4 \times 10 \times \frac{1}{4}$ (نقطهٔ وسط)

عمودی $= -10\,J$

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

@tajrobi10jashani

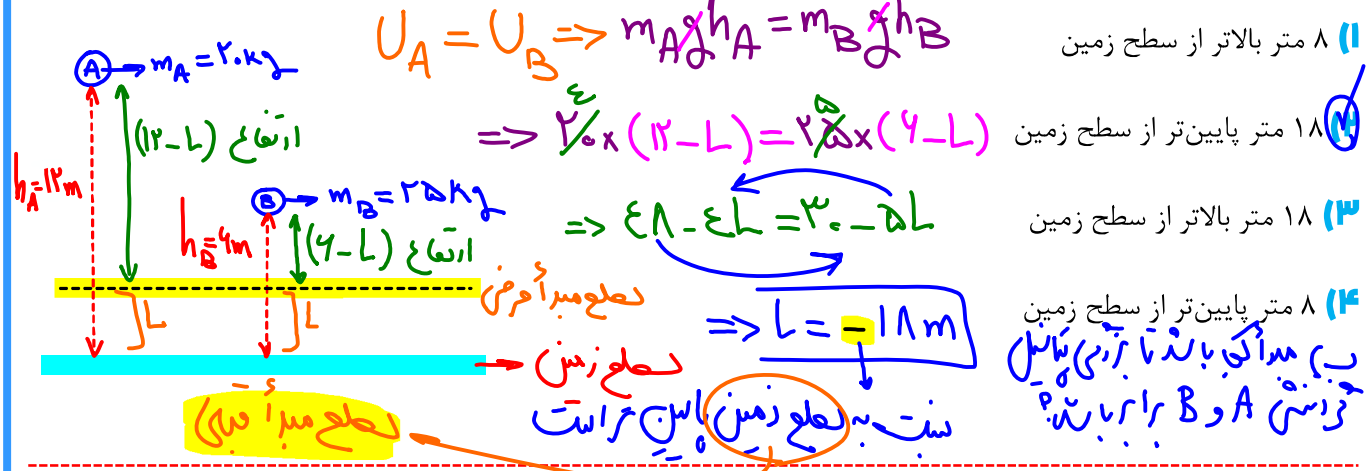
سوال: جسم A به جرم ۲۰kg در ارتفاع ۱۲m و جسم B به جرم ۲۵kg در ارتفاع ۶m از سطح زمین قرار دارند. سطح مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی را کجا انتخاب کنیم تا انرژی پتانسیل گرانشی دو جسم برابر شود؟ «سری Z»

۱) ۸ متر بالاتر از سطح زمین

۲) ۱۸ متر پایین‌تر از سطح زمین

۳) ۱۸ متر بالاتر از سطح زمین

۴) ۸ متر پایین‌تر از سطح زمین



$U_A=U_B \Rightarrow m_A g h_A = m_B g h_B$

$\Rightarrow 20\times(12-L)=25\times(6-L)$

$\Rightarrow 4A-4L=30-5L$

$\Rightarrow L=-18m$

نسبت به سطح زمین پایین‌تر است

ب) میدانکی با بند تا بزرگی پتانسیل گرانشی A و B برابر باشد؟

سوال: به دو سر میلهٔ سبکی، دو گلوله، هر یک به جرم m متصل است. مطابق شکل میله می‌تواند حول نقطهٔ O در سطح قائم بچرخد. میله را از وضع افقی رها می‌کنیم؛ لحظه‌ای که به وضع قائم در می‌آید، مجموع انرژی جنبشی گلوله‌ها چقدر است؟ (از نیروهای اتلافی صرف نظر کنید.) «سری Z»

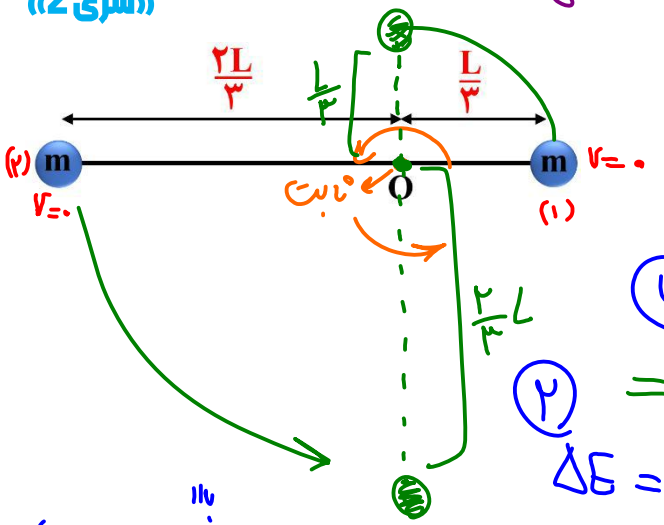
مقاومت هوا وزن داردی تو.

۱) $\frac{1}{3}mgL$

۲) $\frac{1}{6}mgL$

۳) $\frac{1}{2}mgL$

۴) $\frac{2}{3}mgL$



$\Delta E=0$

ΔK

(۱) $W_t=\Delta K \Rightarrow W_{mg}=\Delta K$

$-\Delta U$

(۲) $\Rightarrow \Delta K=-\Delta U$

$\Delta E=\Delta K+\Delta U=0 \Rightarrow \Delta K=-\Delta U$

(۱) $\rightarrow \Delta U_1=+mg\times\frac{L}{3}$

(۲) $\rightarrow \Delta U_2=-mg\times\frac{2L}{3}$

$\Delta U_{کل}=\Delta U_1+\Delta U_2=-\frac{mgL}{3}$

$\Delta K=+\frac{mgL}{3}$

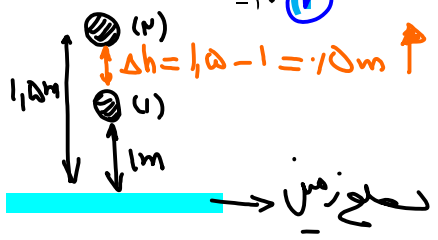
سوال: جسم ساکنی به جرم ۲ kg را از ارتفاع یک متری زمین به ارتفاع ۱/۵ متری زمین می‌بریم و دوباره به حالت سکون می‌رسانیم. کار نیروی وزن در این جابه‌جایی، چند ژول است؟ ($g=10N/kg$) «تجربی ۱۴۰۲»

۱) ۲۰

۲) -۲۰

۳) ۱۰

۴) -۱۰



$W_{mg}=-mgh=-2\times10\times\frac{1}{2}=-10J$

عمود بالا رفته

@jashan_academy

پایستگی انرژی مکانیکی

به مجموع انرژی‌های ..... و ..... برای یک جسم، انرژی مکانیکی آن جسم می‌گویند.

$$E = K + U$$

نکته: به‌طورمعمول اگر نیروی مقاومی در برابر حرکت یک جسم وجود نداشته باشد، انرژی مکانیکی آن در طول مسیر ثابت می‌ماند. (پایستگی انرژی مکانیکی)

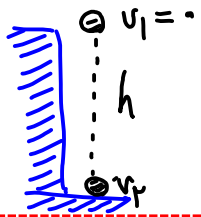
$$E_2 = E_1 \Rightarrow \Delta E = 0$$

سوال: نشان دهید که تغییرات انرژی مکانیکی برابر مجموع تغییرات انرژی جنبشی و پتانسیل است.

$$\Delta E = E_2 - E_1 = (K_2 + U_2) - (K_1 + U_1) = (K_2 - K_1) + (U_2 - U_1)$$

$$\Delta E = \Delta K + \Delta U$$

سوال: جسمی در حال سقوط به طرف زمین است. اگر در این حرکت از مقاومت هوا صرف نظر کنیم و تنها نیروی وارد بر جسم نیروی وزن باشد، نشان دهید که تغییرات انرژی جنبشی و پتانسیل قرینهٔ هم هستند.



$$W_+ = \Delta K \Rightarrow W_{mg} = \Delta K$$

$$-\Delta U = \Delta K \Rightarrow \Delta K = -\Delta U \Rightarrow \Delta U = -\Delta K$$

$$\Delta E = 0$$

نکته: از این نکته می‌توان متوجه شد که برای پایسته ماندن انرژی مکانیکی، باید انرژی مکانیکی بدون تغییر باشد ($\Delta E = 0$) و با توجه به این که $\Delta E = \Delta K + \Delta U$، می‌توان فهمید که برای پایسته ماندن انرژی مکانیکی، به هر اندازه‌ای که انرژی جنبشی کاهش می‌یابد باید انرژی پتانسیل افزایش یابد و بالعکس!

سوال: در هر کدام یک از حالات زیر، وضعیت پایستگی یا نوع تغییر انرژی مکانیکی را بررسی کنید.

$$\Delta E = \Delta K + \Delta U$$

الف) جسم با تندی ثابت روی یک سطح شیبدار بالا می‌رود:

$\Delta K = 0$ ، $\Delta U > 0$

$$\Delta E = \Delta K + \Delta U \Rightarrow \Delta E > 0$$

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

@tajrobi10jashani

ب) جسم با تندی ثابت روی یک سطح شیبدار پایین می‌رود:

$\Delta E = \Delta K + \Delta U \Rightarrow \Delta E < 0$ ، $\Delta U < 0$ ، $\Delta K = 0$

پ) تندی حرکت جسم روی یک سطح افقی افزایش می‌یابد:

$\Delta E = \Delta U + \Delta K$ ، $\Delta E > 0$ ، $\Delta K > 0$ ، $\Delta U = 0$

ت) تندی حرکت جسم روی یک سطح افقی کاهش می‌یابد:

$\Delta E = \Delta K + \Delta U \Rightarrow \Delta E < 0$ ، $\Delta K < 0$ ، $\Delta U = 0$

ث) جسمی با سرعت ثابت روی یک سطح افقی حرکت می‌کند:

$\Delta E = \Delta K + \Delta U \Rightarrow \Delta E = 0$ ، $\Delta U = 0$ ، $\Delta K = 0$

انرژی مکانیکی ثابت می‌ماند.

ج) جسمی را در حضور هوا با تندی v به بالا پرتاب می‌کنیم:

$\Delta E = \Delta K + \Delta U$ ، $|\Delta K| > \Delta U$ ، $\Delta U > 0$ ، $\Delta K < 0$ ، $\Delta E < 0$

$-\ = -\ + +$

اتلافی

ج) جسمی در شرایط خلأ به سمت بالا پرتاب می‌شود:

$\Delta E = \Delta K + \Delta U = 0 \Rightarrow |\Delta K| = \Delta U$ ، $\Delta U > 0$ ، $\Delta K < 0$

اتلافی نداریم $\Rightarrow \Delta E = 0$

ج) جسمی را در شرایط خلأ با زاویهٔ α نسبت به افق پرتاب می‌کنیم:

$\Delta E = \Delta K + \Delta U = 0$

اتلافی نداریم $\Rightarrow \Delta E = 0$

سوال: کدام یک از عبارات زیر همواره درست است؟

الف) اگر انرژی مکانیکی در نوعی حرکت ثابت نباشد، قطعاً نوعی نیروی مقاوم عامل این نابرابری بوده است.

ب) اگر کار برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر باشد، حتماً انرژی مکانیکی در این حرکت پایسته است.

$\Delta E = \Delta K + \Delta U$ ، $W_t = \Delta K = 0$

$\oplus \Rightarrow \Delta E > 0$ یعنی جسم با تندی ثابت به سمت بالا رود

$\ominus \Rightarrow \Delta E < 0$ یعنی جسم با تندی ثابت به سمت پایین رود

@jashan_academy

پ) اگر مجموع کار نیروهای وارد بر جسمی منفی باشد، حتماً انرژی مکانیکی جسم کاهش یافته است.

$\Delta E = \Delta K + \Delta U$

$W_t = \Delta K < 0$

$\Delta E < 0$

$\Delta E < 0$

$\Delta U > |\Delta K| \rightarrow \Delta E > 0$

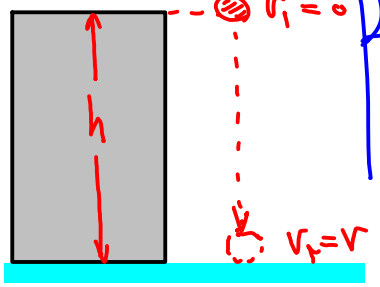
$\Delta U < |\Delta K| \rightarrow \Delta E < 0$

سوال: جسمی از ارتفاع h بدون سرعت اولیه و در حضور هوا رها می‌شود تا با تندی v به زمین برخورد کند. مطلوب است:

$\Delta E < 0$ ← نیروی اتلافی داریم

$V_0 = V_1 = 0$

الف) در این جابه‌جایی اندازهٔ تغییرات انرژی جنبشی نسبت به اندازهٔ تغییرات انرژی پتانسیل را مقایسه کنید.



پایین‌رفتن ⇒ $\Delta U < 0$

افزایش تندی ⇒ $\Delta K > 0$

$\Delta E = \Delta K + \Delta U$

$|\Delta U| > \Delta K$

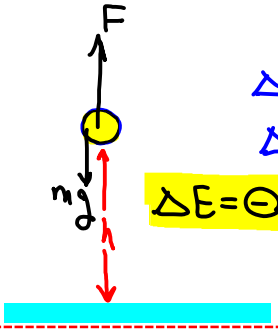
ب) در این جابه‌جایی علامت کار کل انجام شده روی جسم را مشخص کنید.

$W_t = \Delta K > 0$

به دلیل افزایش تندی

سوال: به جسمی در ارتفاع h نیروی رو به بالای F را وارد می‌کنیم. اگر از نیروی مقاومت هوا صرف نظر شود، در حالت‌های مختلف حرکت اولیهٔ جسم در راستای قائم، وضعیت ΔK ، ΔU و ΔE را مشخص کنید. (F>mg)

نیروی محرکه



① اگر جسم ساکت باشد

② اگر جسم در حال حرکت به سمت بالا باشد

حرکت شتابدار به سمت بالا

$\Delta K > 0$

$\Delta U > 0$

$\Delta E = \oplus + \oplus > 0$

③ جسم در حال حرکت به سمت پایین است

الف) تا لحظه توقف

جسم کند شونده پایین می‌رود

$\Delta K < 0$

$\Delta U < 0$

$\Delta E = \ominus + \ominus < 0$

ب) از توقف به بعد

سوال: گلوله‌ای را با تندی اولیهٔ v_0 در شرایط خلأ از سطح زمین به سمت بالا پرتاب می‌کنیم. مطلوب است:

$E = U_{max} = mgH_{اوج}$

پایستگی انرژی مکانیکی

$E_1 = E_2$

الف) ارتفاع اوج (ارتفاع محل تغییر جهت):

$V_2 = 0$

$E_1 = E_2 \Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \Rightarrow \frac{1}{2}mV_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mV_2^2 + mgh_2$

$\Rightarrow \frac{1}{2}V_0^2 = gH_{اوج} \Rightarrow H_{اوج} = \frac{V_0^2}{2g}$

حرکت رو به بالا حرکت با شتاب ثابت

$H_{اوج}$

$K_3 = U_3 \Rightarrow E_3 = K_3 + U_3 \Rightarrow U_3$

h_3

$V_1 = V_0$, $h_1 = 0 \rightarrow U_1 = 0 \rightarrow E = K_{max} = \frac{1}{2}mV_0^2$

ب) ارتفاعی که انرژی جنبشی و پتانسیل برابرند:

$h = ?$

$E_3 = 2U_3 \Rightarrow mgH_{اوج} = 2mgh_3 \Rightarrow h_3 = \frac{H_{اوج}}{2}$

پایستگی انرژی مکانیکی $E = K_{max} = U_{max}$

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

@tajrobi10jashani

پ) ارتفاعی که انرژی جنبشی $\frac{1}{4}$ برابر با انرژی پتانسیل باشد:

$K' = \frac{1}{4}U' \Rightarrow E' = K' + U' \Rightarrow E' = E = U_{max} = \frac{4}{4}U' \Rightarrow mgH_{اوج} = \frac{4}{4}mgh' \Rightarrow h' = \frac{4H_{اوج}}{5}$

ت) در $\frac{1}{4}$ ارتفاع اوج، انرژی جنبشی چند برابر انرژی پتانسیل است؟

$h = \frac{1}{4}H_{اوج} \Rightarrow U = mgh = \frac{1}{4}mgH_{اوج}$

$U_{max} = K_{max} = E$

$\Rightarrow U = \frac{1}{4}E \Rightarrow K = E - U = E - \frac{1}{4}E$

$\Rightarrow K = \frac{3}{4}E \rightsquigarrow \frac{K}{U} = \frac{\frac{3}{4}E}{\frac{1}{4}E} = 3$

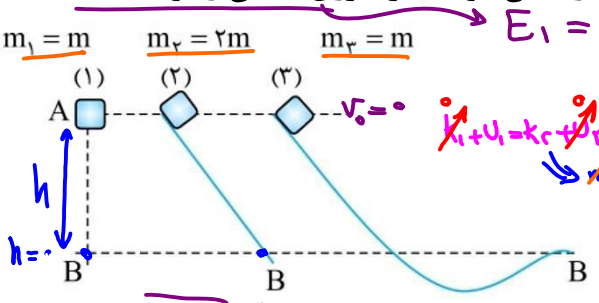
ث) در ارتفاعی که تندی گلوله نصف تندی اولیه است، انرژی جنبشی چند برابر انرژی پتانسیل است؟

$v = \frac{1}{2}v_0 \Rightarrow K \propto v^2 \Rightarrow K = \frac{1}{4}K_0 \rightarrow K_{max} = U_{max} = E \Rightarrow K = \frac{1}{4}E$

$U = \frac{3}{4}E \Rightarrow \frac{K}{U} = \frac{1}{3}$

سوال: در هر سه شکل، جسم‌ها بدون تندی اولیه از نقطهٔ A رها می‌شوند. اگر نیروی اتلافی وجود نداشته باشد، مطلوب است:

$E_1 = E_2$



الف) مقایسهٔ تندی هر سه جسم در نقطهٔ B:

$K_1 + U_1 = K_2 + U_2$ (عدد جرم‌ها مربوط نیست و بنابراین هم‌ربط‌اند)

$mgh = \frac{1}{2}mv_2^2 \Rightarrow v_2 = \sqrt{2gh}$

در نقطهٔ B $\rightarrow v_1 = v_2 = v_3$

ب) مقایسهٔ انرژی جنبشی هر سه جسم در نقطهٔ B:

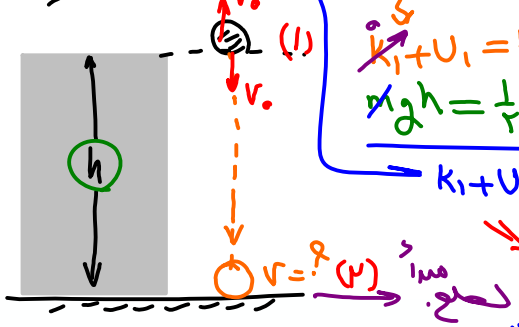
$v_1 = v_2 = v_3$ ✓ $m_2 = 2m_1 = 2m_3$

$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow K_2 = 2K_1 = 2K_3 \Rightarrow K_2 > K_1 = K_3$

سوال: جسمی به جرم m در ارتفاع h از سطح زمین قرار دارد. تندی برخورد جسم به زمین را محاسبه کنید، اگر:

(نیروی اتلافی نداریم)

$E_1 = E_2$



الف) جسم را رها کنیم: $v_0 = 0$

$K_1 + U_1 = K_2 + U_2$

$mgh = \frac{1}{2}mv_{برخورد}^2 \Rightarrow v_{برخورد} = \sqrt{2gh}$

ب) جسم را با تندی اولیهٔ v_0 در راستای قائم پرتاب کنیم:

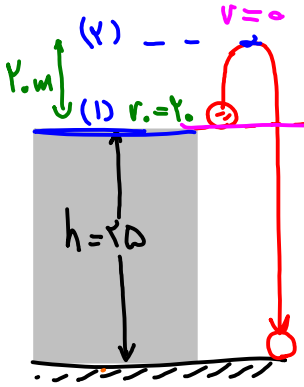
$K_1 + U_1 = K_2 + U_2$

$\frac{1}{2}mv_0^2 + mgh = \frac{1}{2}mv_{برخورد}^2$

$\times 2 \Rightarrow v_{برخورد}^2 = v_0^2 + 2gh \Rightarrow v_{برخورد} = \sqrt{2gh + v_0^2}$

@jashan_academy

سوال: گلوله‌ای به جرم ۲kg را از ارتفاع ۲۵ متری سطح زمین در راستای قائم و در شرایط خلأ با تندی ۲۰m/s به سمت بالا پرتاب می‌کنیم. مطلوب است: ($g=10N/kg$)



$E_1=E_2$

$K_1+U_1=K_2+U_2$

$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2=mgH_{اوج}$

$\Rightarrow H_{اوج}=\frac{v_1^2}{2g}=\frac{20^2}{2\times10}=20m$

ارتفاع نهایی از سطح زمین $25+20=45m$

الف) ارتفاع اوج گلوله:

ب) تندی گلوله به هنگام برخورد به زمین:

$K_1+U_1=K_2+U_2$

$v_{برخورد}=\sqrt{v_0^2+2gh}=\sqrt{20^2+2\times10\times25}=\sqrt{900}=30m/s$

پ) تندی گلوله در هنگام عبور از کنار محل پرتاب:

نکته: چون $\Delta E=0$ از پرتاب تا عبور از کنار محل پرتاب

$\Delta U=0$ حتماً اهرنز و قطعاً $\Delta K=0$ پس

$v_0=v_{عبور}$

عبور از کنار محل پرتاب

ت) انرژی مکانیکی گلوله یک ثانیه قبل از برخورد به زمین:

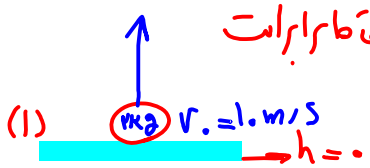
$E_1=E_2=K_{max}=U_{max}=E_{در تمام مسیر}=\dots$

$E_2=K_2+U_2=\frac{1}{2}\times m\times v^2=\frac{1}{2}\times2\times30^2=900J$

سوال: جسمی به‌جرم ۲ kg را (در شرایط خلأ) با سرعت ۱۰ m/s در راستای قائم، رو به بالا پرتاب می‌کنیم؛ مطلوب است: (مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی محل پرتاب فرض شده است)

$E_1=E_2$ و پایستگی انرژی مکانیکی

الف) انرژی مکانیکی جسم در نصف ارتفاع اوج:



در تمام نقاط مسیر $\Rightarrow$ انرژی مکانیکی در سطح زمین $=K_1+U_1=\frac{1}{2}mv_0^2=\frac{1}{2}\times2\times10^2=100J$

ب) انرژی مکانیکی جسم در ارتفاع اوج و ارتفاع ۳ متری:

$100J$

نکته: طبق این سوال مشخص است که در صورت پایسته بودن انرژی مکانیکی، می‌توان گفت انرژی مکانیکی در همه لحظات حرکت جسم برابر است (در اوج ـ در نصف ارتفاع اوج ـ در لحظه برخورد ـ در لحظه پرتاب ـ ...)

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

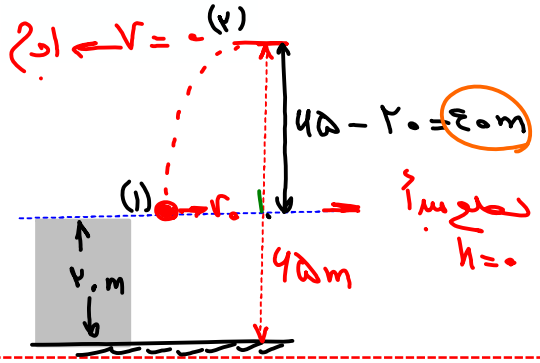
سوال: جسم A به جرم m از ارتفاع ۱۰ متری سطح زمین و جسم B به جرم ۲m ، از ارتفاع ۲۰ متری سطح زمین رها می‌شوند. انرژی جنبشی جسم B در لحظهٔ رسیدن به سطح زمین، چند برابر انرژی جنبشی جسم A در لحظهٔ رسیدن به سطح زمین است؟ (از مقاومت هوا صرف نظر شود.) «کنکور ریاضی»

$v = \sqrt{2gh + v_0^2}$ (برحسب جرم جسم و انرژی ندارد)

$$\frac{K_B}{K_A} = \frac{m_B}{m_A} \times \frac{v_B^2}{v_A^2} = \frac{m_B}{m_A} \times \frac{(2gh_B + v_{0B}^2)}{(2gh_A + v_{0A}^2)} = \frac{m_B}{m_A} \times \frac{2gh_B}{2gh_A}$$

$$= \frac{2m}{m} \times \frac{20}{10} = 4 \Rightarrow K_B = 4K_A$$

سوال: گلوله‌ای را از ارتفاع ۲۰ متری سطح زمین با سرعت اولیهٔ v_0 در راستای قائم رو به بالا پرتاب می‌کنیم. در ارتفاع ۶۵ متری سطح زمین سرعت گلوله به صفر می‌رسد. اگر $g=10 m/s^2$ باشد، v_0 چند متر بر ثانیه است؟ (مقاومت هوا ناچیز است.)



روش دوم: پایستگی انرژی مکانی

$K_1 + U_1 = K_2 + U_2$

$\frac{1}{2}mv_0^2 = mgH_{اوج}$

$v_0 = \sqrt{2gH_{اوج}} = \sqrt{2 \times 10 \times 40}$

$= 20\sqrt{2} m/s$

$E_1 = E_2$

روش اول: فرمول

$H_{اوج} = \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow 40 = \frac{v_0^2}{2 \times 10}$

$\Rightarrow v_0^2 = 800$

$\Rightarrow v_0 = 20\sqrt{2} m/s$

سوال: سرعت اولیه گلوله‌ای را که در شرایط خلأ و در راستای قائم رو به بالا پرتاب می‌کنیم، چند برابر کنیم تا ارتفاع اوج آن دو برابر شود؟

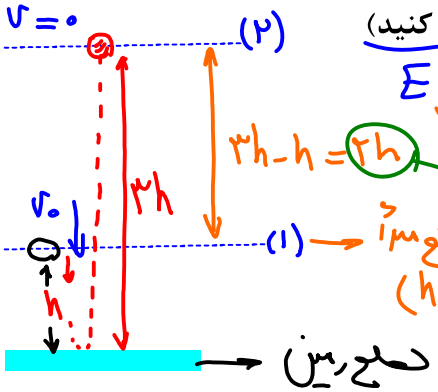
$E_1 = E_2$

$v_{0(2)} = ? \quad v_{0(1)}$

$H_{اوج} = \frac{v_0^2}{2g}$ (g ثابت) $\Rightarrow H_{اوج} \propto v_0^2$

$$\frac{2H_1}{H_1} = \left(\frac{v_{0(2)}}{v_{0(1)}}\right)^2 \xrightarrow{\sqrt{\ }} v_{0(2)} = \sqrt{2}\, v_{0(1)}$$

سوال: توپی را از ارتفاع h به سمت پایین انداخته‌ایم. اگر این توپ پس از برخورد با زمین تا سه برابر ارتفاع اولیهٔ خود بالا بیاید، سرعت اولیهٔ توپ را بیابید. (از کلیه نیروهای اتلافی صرف نظر کنید)



$E_1 = E_2$

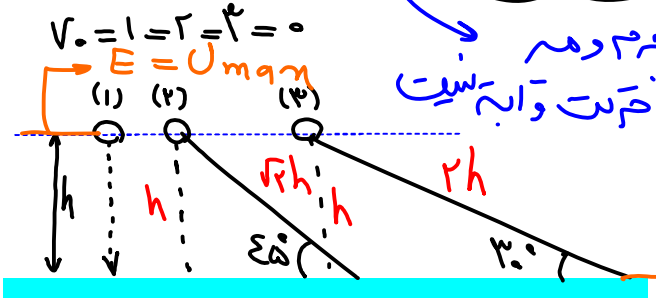
$K_1 + U_1 = K_2 + U_2$

$\frac{1}{2}mv_0^2 = mg(2h) \Rightarrow v_0 = \sqrt{4gh}$

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

سوال: سه گلولهٔ هم حجم چوبی، آهنی و طلایی را از ارتفاع h به ترتیب به صورت قائم، روی سطح شیبدار ۴۵ درجه و روی سطح شیبدار ۳۰ درجه رها می‌کنیم. تندی این گلوله‌ها را به هنگام رسیدن به زمین مقایسه کنید.

($\rho_{طلا} > \rho_{آهن} > \rho_{چوب}$ و از مقاومت هوا و اصطکاک سطح شیبدار صرف نظر کنید)



سوال: در سوال قبل اگر مقاومت هوا و اصطکاک سطح موثر باشد، تندی گلوله‌ها را به هنگام رسیدن به زمین مقایسه کنید.

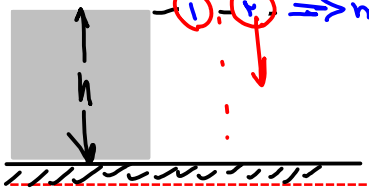
سوال: از بالای ساختمان بلندی، دو گلولهٔ هم حجم شیشه‌ای و سربی با تندی اولیهٔ برابر در راستای قائم به ترتیب به سمت بالا و پایین پرتاب شده‌اند. کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد این دو گلوله از لحظهٔ پرتاب تا لحظهٔ رسیدن به سطح زمین نادرست است؟ (از مقاومت هوا صرف نظر کنید.) «IQ»

۱) تندی هر دو گلوله در لحظهٔ برخورد به زمین یکسان است.

۲) تغییرات انرژی جنبشی هر دو گلوله از لحظهٔ پرتاب تا لحظهٔ رسیدن به زمین با هم برابر است.

۳) اندازهٔ تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی گلولهٔ سربی، بیشتر از اندازهٔ تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی گلولهٔ شیشه‌ای است.

۴) انرژی مکانیکی گلولهٔ شیشه‌ای در هنگام رسیدن به زمین کمتر از انرژی مکانیکی گلولهٔ سربی است.



سوال: گلوله‌ای به جرم m از ارتفاع h، بدون سرعت اولیه رها می‌شود. اگر مقاومت هوا ناچیز باشد: «کنکور تجربی»

۱) تندی گلوله ثابت می‌ماند.

۲) تندی گلوله هنگام برخورد با زمین، با h متناسب است.

۳) انرژی جنبشی گلوله هنگام برخورد با زمین، با h متناسب است.

۴) انرژی جنبشی گلوله هنگام برخورد با زمین، به جرم آن بستگی ندارد.

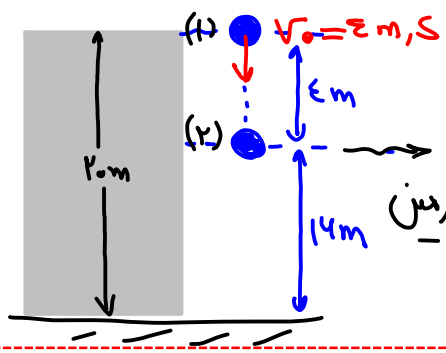
@tajrobi10jashani
@jashan_academy

@tajrobi10jashani

سوال: گلوله‌ای از ارتفاع ۲۰ متری سطح زمین، با تندی اولیهٔ ۴ m / s در راستای قائم رو به پایین پرتاب می‌شود. انرژی جنبشی این گلوله بعد از ۴ متر پایین آمدن، چند برابر می‌شود؟ ($g=10m/s^2$ و از مقاومت هوا صرف نظر شود.)

«کنکور تجربی»

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶



$E_1=E_2$

$v_{2}=\sqrt{v_0^2+2gh}=\sqrt{16+2\times10\times4}=\sqrt{96}=4\sqrt{6}\ m/s$

$\frac{K_2}{K_1}=\frac{\frac{1}{2}mv_2^2}{\frac{1}{2}mv_1^2}=\left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2=\left(\frac{4\sqrt{6}}{4}\right)^2=6$

سوال: گلوله‌ای در شرایط خلأ، از سطح زمین با سرعت اولیهٔ ۳۰ m/s در راستای قائم، به طرف بالا پرتاب می‌شود. در چند متری سطح زمین، انرژی جنبشی گلوله نصف انرژی پتانسیل گرانشی آن است؟ ($g=10m/s^2$)

«کنکور تجربی»

۱) ۱۵ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۳۵

$E_1=E_2$

$E=U_{max}=K_{max}$

$K_3=\frac{1}{2}U_3 \Rightarrow E_3=\frac{1}{2}U_3+U_3=\frac{3}{2}U_3$

$\frac{3}{2}U_3=U_{max}=K_{max}$

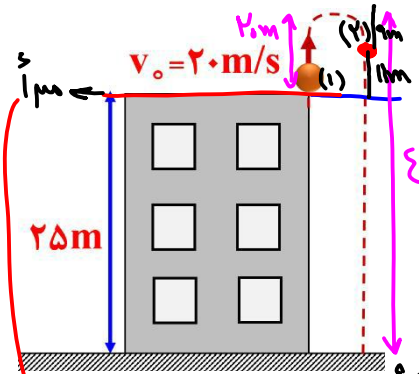
$\frac{3}{2}\times mgh_3=\frac{1}{2}mv_0^2$

$\Rightarrow h_3=\frac{2}{3}\times\frac{v_0^2}{2g}=\frac{2}{3}\times\frac{30^2}{2\times10}=30m$

سوال: مطابق شکل، گلوله‌ای به جرم ۲ کیلوگرم با سرعت اولیهٔ ۲۰ m/s از بالای ساختمانی به سمت بالا پرتاب می‌شود. در لحظه‌ای که فاصلهٔ گلوله از سطح زمین، ۴ برابر فاصلهٔ گلوله از بالاترین نقطهٔ مسیر آن است، انرژی جنبشی گلوله چند ژول است؟ ($g=10m/s^2$ و از مقاومت هوا صرف نظر شود.)

«IQ جامع»

۱) ۹۰ ۲) ۱۸۰ ۳) ۳۶۰ ۴) ۷۲۰



$H_{max}=\frac{v_0^2}{2g}=\frac{20^2}{2\times10}=20m$

$d+4d=45 \Rightarrow d=9m$

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

$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_0^2=K_2+mgh$

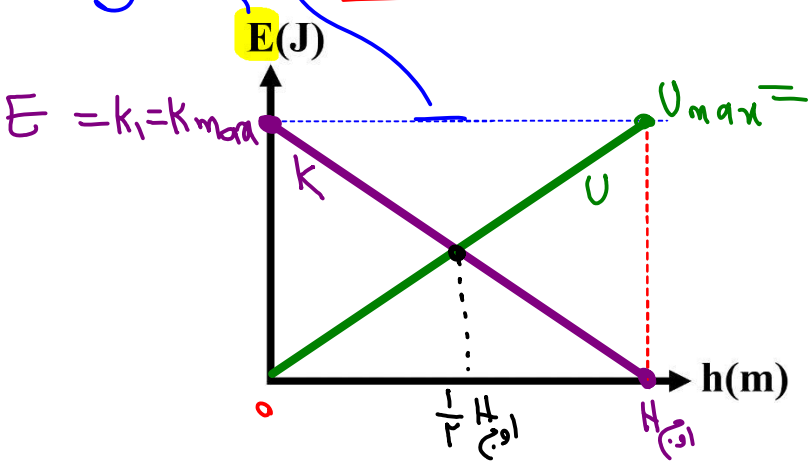
$\frac{1}{2}\times2\times20^2=K_2+2\times10\times11$

$\Rightarrow K_2=400-220=180J$

@Jashan_academy

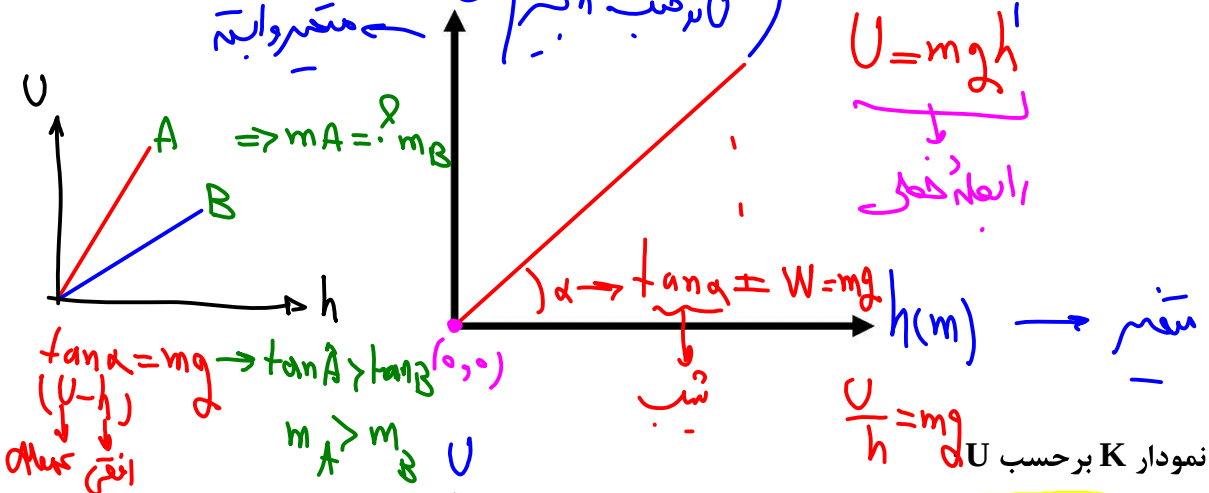
نمودارشناسی در بحث انرژی مکانیکی

سوال: جسم با تندی اولیه به سمت بالا پرتاب می‌شود تا به ارتفاع اوج برسد. نمودارهای انرژی برحسب ارتفاع را روی یک نمودار برای این جسم رسم کنید. (از مقاومت هوا صرف نظر کنید.)

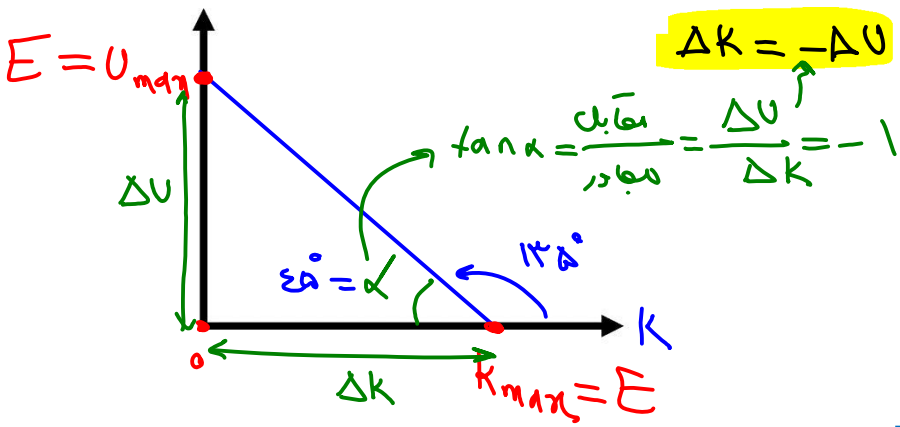


سوال: جسمی از ارتفاع h از سطح زمین رها می‌شود. مطلوب است: (بدون مقاومت هوا)

الف) رسم نمودار U-h :

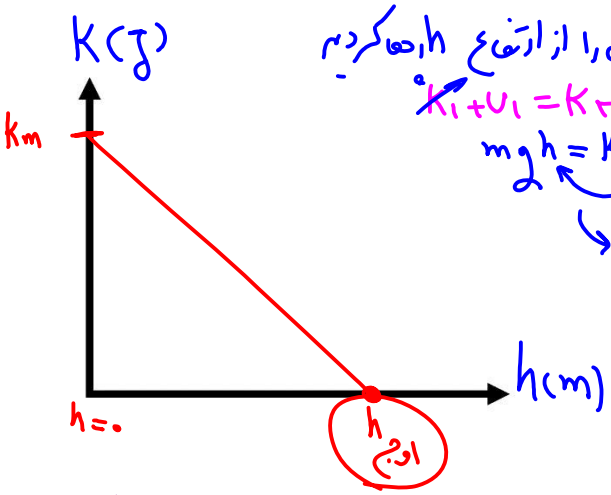


ب) رسم نمودار K برحسب U



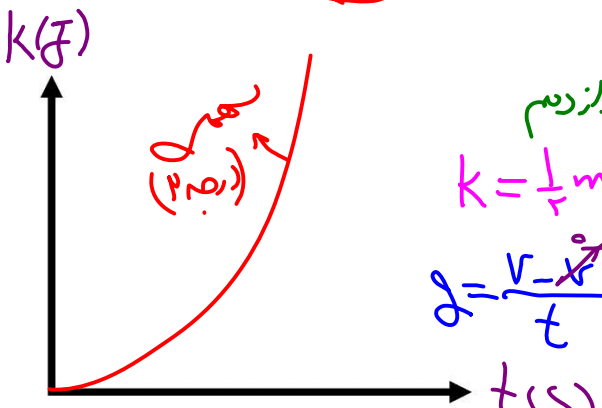
@tajrobi10jashani
@jashan_academy

پ) رسم نمودار K-h:



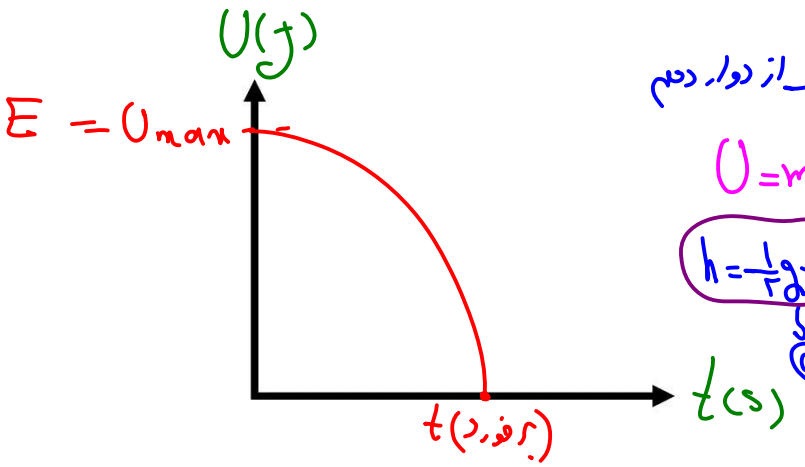
جسم را از ارتفاع h رها کردیم
$K_1+U_1=K_2+U_2$
$mgh=K_2$
نزدیک
$K \propto h$
سطح

ت) رسم نمودار K-t:



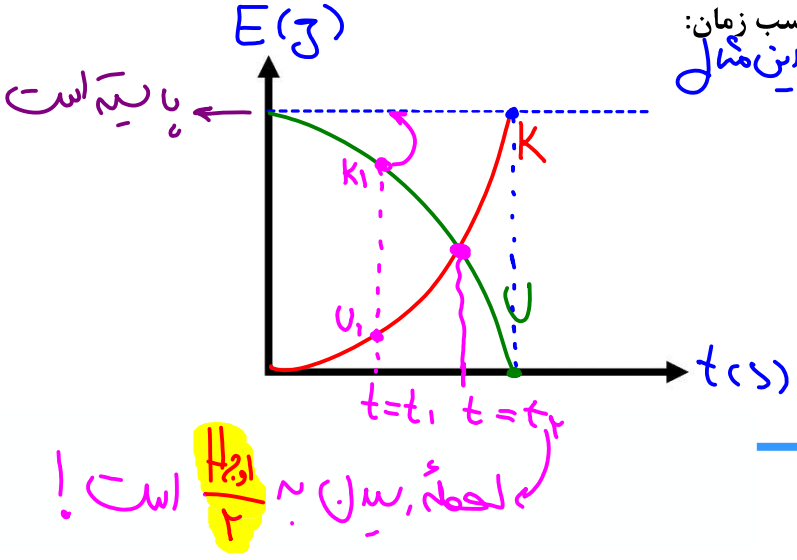
زمان
ترکیب با دوازدهم
$K=\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}mg^2t^2$
$g=\frac{v-v_0}{t}\Rightarrow v=gt$
$\Delta K=-\Delta U$

ث) رسم نمودار U-t:



زمان
با یک از دوازدهم
$U=mgh=\frac{1}{2}mg^2t^2$
$h=-\frac{1}{2}gt^2+v_0t+h_0$
a

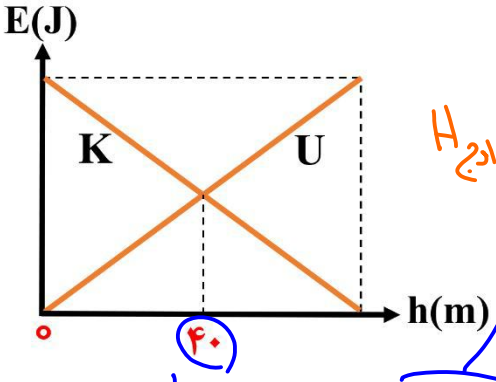
ج) رسم نمودار انرژی‌ها برحسب زمان:



در این مثال
پایستگی است
لحظه‌ای که $U=\frac{U_{max}}{2}$ است!

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

سوال: گلوله‌ای به جرم ۴ kg در شرایط خلأ با سرعت اولیهٔ v_0 در راستای قائم به سمت بالا پرتاب می‌شود. نمودار انرژی جنبشی و پتانسیل گلوله برحسب ارتفاع از سطح زمین مطابق شکل مقابل است. مطلوب است:



الف) v_0 چند متر بر ثانیه است؟

$H_{max} = \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow 80 = \frac{v_0^2}{2\times 10} \Rightarrow v_0^2 = 1600$

$\Rightarrow v_0 = 40 m/s$

ب) انرژی پتانسیل گلوله در ارتفاع اوج چند برابر انرژی جنبشی اولیهٔ گلوله است؟

$\frac{1}{2}H_{max} = 40 \Rightarrow H_{max} = 80 m$

$U_{max} = K_{max}$

$\frac{U_{max}}{K_{max}} = 1$

پ) مقدار عددی انرژی مکانیکی چند است؟ آن را بر روی نمودار نشان دهید.

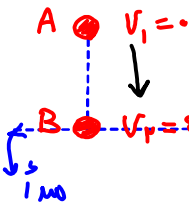
$E = K_{max} = U_{max}$

$U_{max} = mgH_{max} = 4\times 10\times 80 = 3200 J$

$K_{max} = \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}\times 4\times 40^2 = 3200 J$

سوال: جسمی به جرم ۵۰۰ g از نقطهٔ A رها می‌شود و با تندی ۴ m/s از نقطهٔ B عبور می‌کند. انرژی پتانسیل گرانشی جسم در نقطهٔ B ..... ژول ..... از انرژی پتانسیل گرانشی جسم در نقطهٔ A است. (از اتلاف انرژی صرف نظر کنید.) «خیلی سبز»

۱) ۴ - کم‌تر ۲) ۴۰۰۰ - کم‌تر ۳) ۴ - بیش‌تر ۴) ۴۰۰۰ - بیش‌تر



روش (۱): $\Delta K = -\Delta U \Rightarrow \Delta U = -\Delta K = -(K_2 - K_1) = -\frac{1}{2}mv_2^2$

$\Rightarrow \Delta U = -\frac{1}{2}\times 0.5\times 4^2 = -4 J$

روش (۲): $E_A = E_B \Rightarrow K_A + U_A = K_B + U_B \Rightarrow U_A = K_B - \frac{1}{2}mv_2^2 = 4 J$

$\Rightarrow \Delta U = U_B - U_A = 0 - 4 J = -4 J$

سوال: در شرایط خلأ و در راستای قائم، از سطح زمین، گلوله با سرعت v_0 به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. در لحظه‌ای که سرعت گلوله به $\frac{v_0}{5}$ می‌رسد، انرژی پتانسل گلوله چه کسری از انرژی مکانیکی آن است؟ «خیلی سبز»

۱) $\frac{24}{25}$ ۲) $\frac{4}{5}$ ۳) $\frac{1}{5}$ ۴) $\frac{1}{25}$

$E_1 = E_2$

$v_2 = \frac{1}{5}v_0 \rightarrow K \propto v^2 \Rightarrow K_2 = \frac{1}{25}K_{max} = \frac{1}{25}E \Rightarrow E_2 = K_2 + U_2$

$U_2 = E - K_2 = E - \frac{E}{25}$

$\Rightarrow U_2 = \frac{24}{25}E$

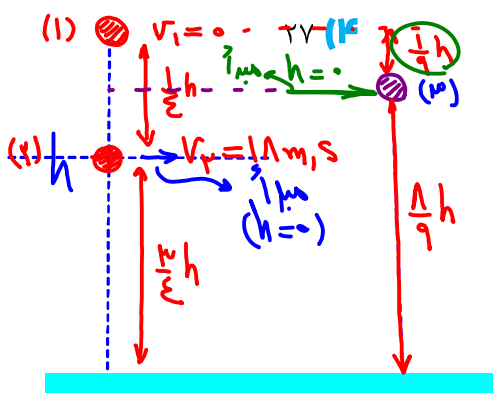
$v_1 = v_0 \Rightarrow K_{max} = E = \frac{1}{2}mv_0^2$

$h = 0$

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

سوال: جسمی را از ارتفاع h از سطح زمین رها می‌کنیم. اگر تندی جسم در ارتفاع $\frac{3}{4}h$ از سطح زمین $18\ m/s$ باشد، تندی آن در ارتفاع $\frac{8}{9}h$ از سطح زمین چند متر بر ثانیه است؟ (از مقاومت هوا چشم‌پوشی کنید.) «خیلی‌سبز»

۱) $8\sqrt{6}$ ۲) ۱۲ ۳) $\frac{27}{4}\sqrt{6}$ ۴) ۲۷



$E_1=E_2$

$K_1+U_1=K_2+U_2$

$mg(\frac{1}{4}h)=\frac{1}{2}m(18)^2$

$\Rightarrow gh=2\times 18^2$

$E_1=E_3$

$K_1+U_1=K_3+U_3$

$mg(\frac{1}{9}h)=\frac{1}{2}mv_3^2$

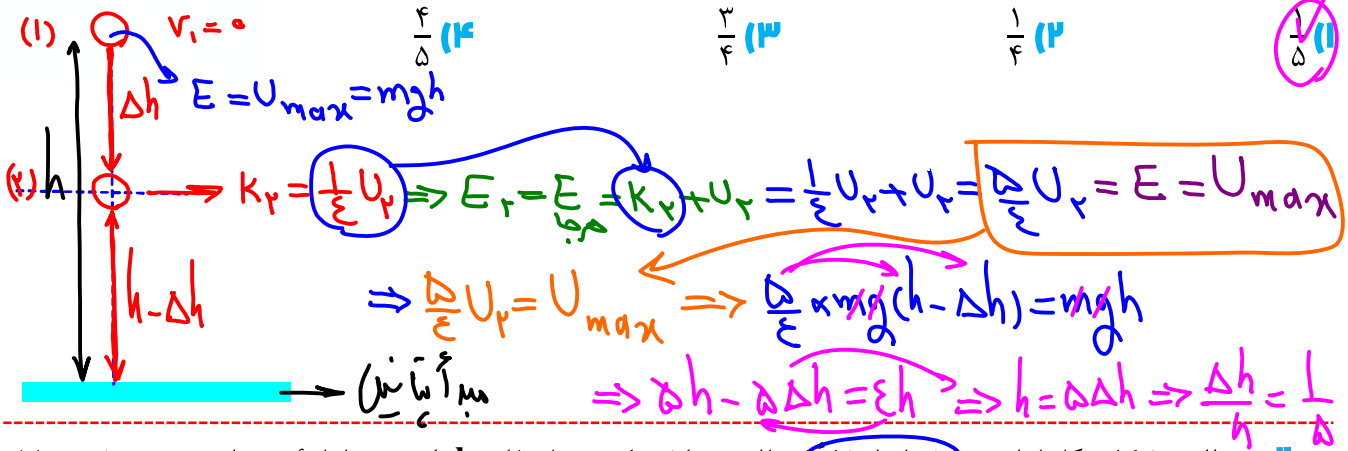
$\Rightarrow v_3^2=2\times\frac{1}{9}\times gh$

$\Rightarrow v_3=\sqrt{2\times\frac{1}{9}\times 2\times 18^2}=2\times\frac{1}{3}\times 18$

$12\ m/s$

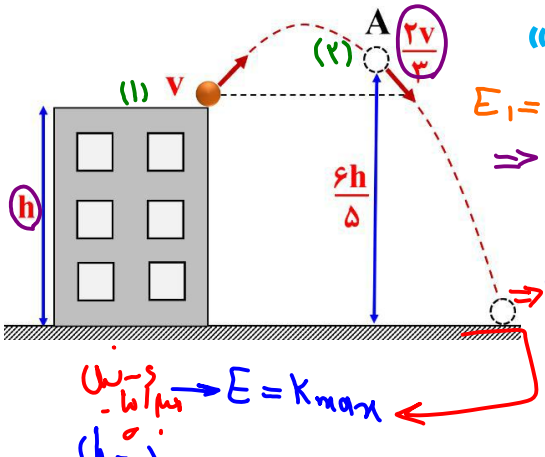
سوال: گلوله‌ای بدون سرعت اولیه از ارتفاع h رها می‌شود و پس از طی Δh، انرژی جنبشی آن با $\frac{1}{4}$ انرژی پتانسیل گرانشی آن برابر می‌شود. $\frac{\Delta h}{h}$ چقدر است؟ (مبدأ پتانسیل سطح زمین است و مقاومت هوا ناچیز فرض شود.)

۱) $\frac{1}{5}$ ۲) $\frac{1}{4}$ ۳) $\frac{3}{4}$ ۴) $\frac{4}{5}$



سوال: مطابق شکل، گلوله‌ای در شرایط خلا از بالای ساختمانی به ارتفاع h با تندی اولیهٔ v و انرژی جنبشی ۱۸۰ ژول به سمت بالا پرتاب شده و هنگام عبور از نقطهٔ A در ارتفاع $\frac{6}{5}h$، تندی آن برابر با $\frac{2}{3}v$ می‌شود. انرژی جنبشی این گلوله هنگام برخورد به سطح زمین چند ژول است؟ «IQ جامع»

۱) ۴۸۰ ۲) ۵۰۰ ۳) ۶۸۰ ۴) ۵۶۰



$K=\frac{1}{2}mv^2=180\ J$

$E_1=E_2=E_{همه}$

$K_{max}=E_{همه}$

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

$\Rightarrow\frac{1}{2}mv^2+mgh=\frac{1}{2}m(\frac{2v}{3})^2+mg(\frac{6}{5}h)$

$\Rightarrow\frac{1}{2}mv^2-\frac{4}{9}\times\frac{1}{2}mv^2=\frac{6}{5}mgh-mgh$

$\frac{5}{9}\times\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{5}mgh$

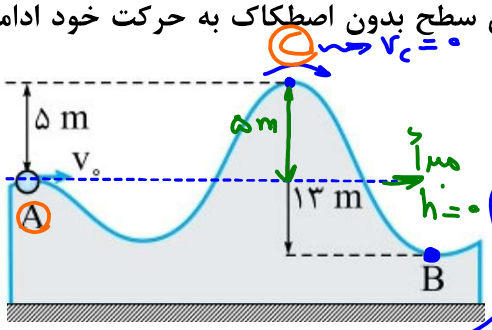
$\frac{9}{5}-1=\frac{1}{5}$

$\Rightarrow\frac{5}{9}\times 180=\frac{1}{5}mgh\Rightarrow mgh=500\ J$

$K_{هرجا}=E=K_1+U_1=180+500=680\ J$

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

سوال: جسمی مطابق شکل با تندی v_0 از نقطهٔ A عبور کرده و روی سطح بدون اصطکاک به حرکت خود ادامه می‌دهد. برای اینکه جسم به نقطهٔ B برسد، v_0 باید ..... برابر با ..... متر بر ثانیه باشد. ($g=10N/kg$ و مقاومت هوا ناچیز است.)



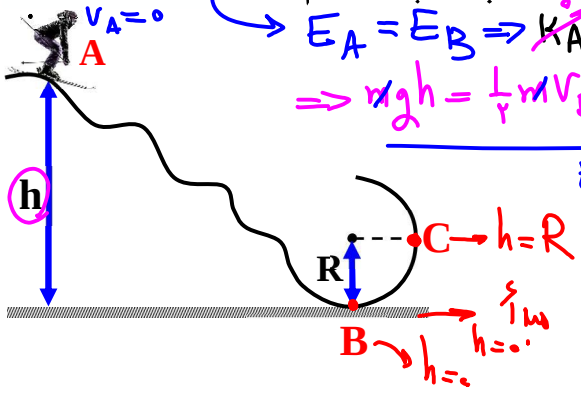
«خیلی سبز»

۱) حداقل ـ ۱۰
۲) حداکثر ـ ۱۰
۳) حداقل ـ $4\sqrt{10}$
۴) حداکثر ـ $4\sqrt{10}$

$E_A=E_C \Rightarrow K_A+U_A=K_C+U_C \Rightarrow \frac{1}{2}mv_A^2=mgh_C \Rightarrow \frac{1}{2}v_0^2=10\times 5$

$\Rightarrow v_0^2=100 \Rightarrow v_0=10\,m/s$

سوال: مطابق شکل زیر، اسکی‌بازی از نقطهٔ A روی سطح بدون اصطکاکی، بدون سرعت اولیه شروع به حرکت می‌کند. اگر تندی او در نقطهٔ B، ۲ برابر تندی‌اش در نقطهٔ C باشد، نسبت h به R کدام است؟



۱) ۲
۲) $\frac{4}{3}$
۳) ۳
۴) به جرم اسکی‌باز بستگی دارد.

$E_A=E_B \Rightarrow K_A+U_A=K_B+U_B$, $v_B=2v_C$

$\Rightarrow mgh=\frac{1}{2}mv_B^2 \Rightarrow gh=\frac{1}{2}v_B^2$

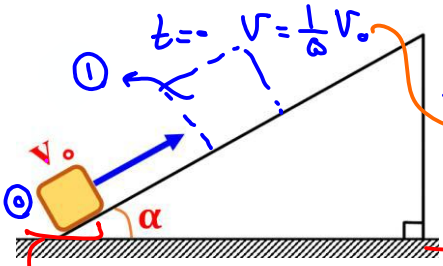
$E_A=E_C \Rightarrow K_A+U_A=K_C+U_C$

$\Rightarrow mgh=\frac{1}{2}mv_C^2+mgR \Rightarrow g(h-R)=\frac{1}{2}v_C^2$

$\Rightarrow \frac{h}{h-R}=\left(\frac{v_B}{v_C}\right)^2 \Rightarrow h=4(h-R)=4h-4R \Rightarrow 4R=3h \Rightarrow \frac{h}{R}=\frac{4}{3}$

سوال: مطابق شکل، جعبه‌ای از پایین سطح شیبداری به سمت بالا پرتاب می‌شود و در لحظهٔ t_0، تندی جعبه به $\frac{1}{5}$ مقدار اولیه‌اش می‌رسد. نسبت انرژی جنبشی به انرژی پتانسیل گرانشی جعبه در لحظهٔ t_0 و نسبت تغییرات انرژی جنبشی به تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی جعبه از لحظهٔ شروع حرکت تا لحظهٔ t_0، به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ (از اصطکاک صرف نظر کنید و سطح مبدأ پتانسیل گرانشی را سطح زمین در نظر بگیرید.)

«IQ گاج»



۱) ۲۴ ، ۱
۲) ۱ ، $\frac{1}{24}$
۳) ۱ ، $\frac{1}{24}$
۴) ۲۴ ، ۱

$\Delta E=0 \Rightarrow \Delta U=-\Delta K \Rightarrow \frac{\Delta K}{\Delta U}=-1$ (ب)

(ا) $\rightarrow v_1=\frac{1}{5}v_0 \Rightarrow K_1=\frac{1}{25}K_0=\frac{1}{25}E$ (الف)

$E_1=K_1+U_1 \Rightarrow U_1=E-\frac{1}{25}E=\frac{24}{25}E$

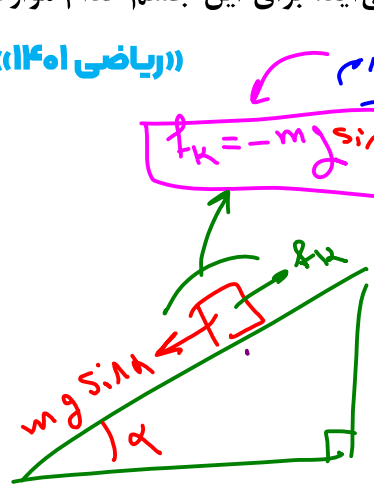
$\frac{K_1}{U_1}=\frac{\frac{1}{25}E}{\frac{24}{25}E}=\frac{1}{24}$

$h=0 \rightarrow E_0=K_0+U_0 \Rightarrow E_0=K_0=\frac{1}{2}mv_0^2=K_{max}=E_{max}$

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

@tajrobi10jashani

سوال: جسمی روی یک سطح شیبدار، آزادانه می‌لغزد و با تندی ثابت پایین می‌آید. برای این جسم کدام موارد درست است؟ «ریاضی ۱۴۰۱»



الف) کار نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، صفر است.

ب) انرژی مکانیکی جسم کاهش می‌یابد.

پ) کار نیروی خالص، برابر با کار وزن است.

ت) انرژی مکانیکی جسم ثابت می‌ماند.

۱) ب ۲) ت ۳) الف و ب ۴) پ و ت

سوال: در شکل زیر، سه توپ مشابه با تندی یکسان از بالای ساختمان پرتاب می‌شوند. توپ (۱) در راستای افقی و دو توپ دیگر با زاویه‌های بالاتر و پایین‌تر از سطح افق پرتاب می‌شوند. برای این توپ‌ها، از لحظهٔ پرتاب تا رسیدن به زمین، کدام موارد درست است؟ (از مقاومت هوا صرف نظر شود.) «ریاضی خارج ۱۴۰۲»

الف) تندی توپ‌های (۱) و (۳) پیوسته افزایش می‌یابند.

ب) تندی توپ‌های (۱) و (۲) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابند.

پ) هر سه توپ با تندی یکسان به زمین برخورد می‌کنند.

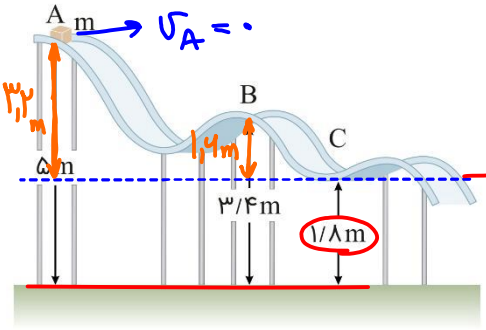
ت) زمان حرکت هر سه توپ با هم برابر است.

۱) الف و پ ۲) الف و ت ۳) ب و ت ۴) ب و پ

سوال: در سوال قبل، اگر از مقاومت هوا صرف نظر نشود، تندی توپ‌ها هنگام برخورد با زمین را مقایسه کنید.

@jashan_academy

سوال: جسمی به جرم m روی سطح بدون اصطکاکی مطابق شکل زیر، از نقطهٔ A رها می‌شود. تندی جسم در نقطهٔ C ، چند برابر تندی آن در نقطهٔ B است؟ «تجربی ۱۴۰۱»



$E_A = E_B \Rightarrow K_A + U_A = K_B + U_B$ (با کشش E)

$\Rightarrow mgh_A = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgh_B$

$\Rightarrow 3{,}2g = \frac{1}{2}v_B^2 + 1{,}4g \Rightarrow v_B^2 = 3{,}6g$

$E_A = E_C \Rightarrow K_A + U_A = K_C + U_C$

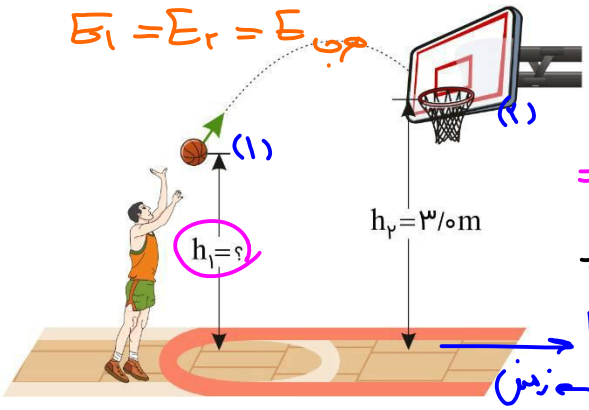
$\Rightarrow mgh_A = \frac{1}{2}mv_C^2 \Rightarrow 3{,}2g = \frac{1}{2}v_C^2$

$\Rightarrow v_C^2 = 2 \times 3{,}2g$

$v_C^2 = 2 \times v_B^2 \xrightarrow{\sqrt{\ }} v_C = \sqrt{2}\, v_B$

۱) ۲
۲) $\frac{\sqrt{17}}{3}$
۳) $\sqrt{2}$
۴) $\frac{17}{9}$

سوال: در شکل زیر، ورزشکار توپ را با تندی (سرعت) اولیهٔ ۶ m/s پرتاب می‌کند و اندازهٔ سرعت توپ در لحظهٔ ورود به سبد ۵ m/s است. فاصلهٔ نقطهٔ پرتاب توپ تا سطح زمین (h) چند متر است؟ (مقاومت هوا ناچیز است و $g = 10\,N/kg$) «ریاضی ۹۹»



$E_1 = E_2 = E$ ثابت

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

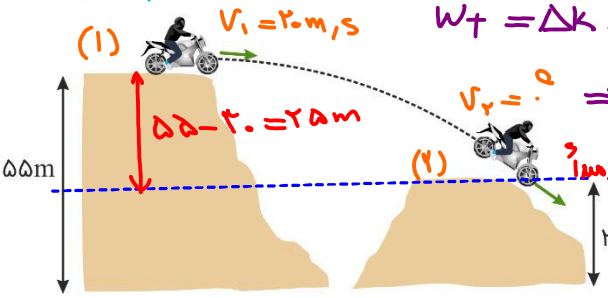
$\Rightarrow \frac{1}{2} \times m \times 6^2 + mgh_1 = \frac{1}{2} \times m \times 5^2 + mg \times 3$

$\Rightarrow 18 + 10h_1 = 12{,}5 + 30$

$\Rightarrow 10h_1 = 24{,}5 \xrightarrow{\div 10} h_1 = 2{,}45\,m$

۱) ۲/۴۵
۲) ۲/۴۶
۳) ۲/۵۵
۴) ۲/۶۴

سوال: در شکل زیر، موتورسوار با سرعتی به بزرگی ۲۰ m/s از تپهٔ اول جدا می‌شود. اگر تنها نیروی مؤثر، نیروی وزن باشد، بزرگی سرعت آن در لحظهٔ رسیدن به تپهٔ دوم، چند متر بر ثانیه است؟ ($g = 10\,N/kg$) «ریاضی ۹۹»



نیروی اتلافی نداریم ← E ثابت می‌ماند

روش ①: قضیهٔ کار ـ انرژی جنبشی

$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{mg} = K_2 - K_1$

$\Rightarrow +mg(55-30) = \frac{1}{2}m(V_2^2 - 20^2)$

$250 \times 2 = V_2^2 - 400 \Rightarrow V_2^2 = 900 \Rightarrow V_2 = 30\,m/s$

روش ②: پایستگی انرژی مکانیکی

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

$\Rightarrow \frac{1}{2}mV_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mV_2^2 \Rightarrow \frac{1}{2} \times 20^2 + 10 \times 25 = \frac{1}{2}V_2^2$

$\Rightarrow V_2^2 = 400 + 500 = 900 \Rightarrow V_2 = 30\,m/s$

۱) ۲۵
۲) ۲۸
۳) ۳۰
۴) ۴۰

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

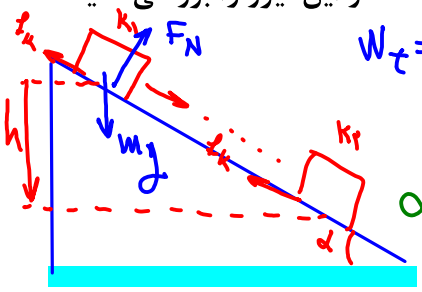
@tajrobi10jashani

کـــار و انـــرژی درونی

$\Delta E \neq 0$

نیروهایی مانند اصطکاک و مقاومت هوا برخلاف نیروهایی مانند وزن می‌توانند انرژی مکانیکی را تغییر دهند. (به این نیروها که وابسته به مسیر حرکت هستند، نیروهای ناپایستار می‌گویند.)

سوال: در لغزیدن یک جسم بر روی سطح شیبدار، نیروی اصطکاک نیز اثر می‌کند. کار این نیرو را بررسی کنید.



$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{mg} + W_{F_N} + W_{f_k} = \Delta K$

$\Rightarrow -\Delta U + W_{f_k} = \Delta K \Rightarrow W_{f_k} = \Delta E$

کار نیروی اتلافی

$W_{f_k} = \Delta K + \Delta U$

کار نیروی اتلافی

نکته: از این سوال متوجه می‌شویم کار نیروهای اتلافی (اصطکاک و مقاومت هوا) که همواره در خلاف و مانع حرکت هستند، دقیقاً برابر با میزان کاهش انرژی مکانیکی است.

ΔE

نکته: طبق اصل پایستگی انرژی، در یک سامانهٔ منزوی مقدار کل انرژی‌ها همواره ثابت است. سوال اینجاست که اگر انرژی پایسته است پس در مثال قبل انرژی مکانیکیِ کاهش یافته، به چه انرژی‌ای تبدیل می‌شود؟ پاسخ انرژی درونی است.

انرژی درونی: به مجموع (نه میانگین) انرژی ذرات تشکیل‌دهندهٔ هر جسم، انرژی درونی آن جسم می‌گویند. پس میزان آن به دو عامل وابسته است:

۱) میزان انرژی هر ذرهٔ جسم ← با ↑ دما ← ↑ می‌یابد!

۲) تعداد ذرات جسم ← هرچه جسم بزرگ‌تر باشد، انرژی درونی بیشتری دارد.

← به دلیل اهمیت و بررسی ذرات جسم ← ↑ انرژی جنبشی ذرات

نکته: معمولاً با گرم شدن یک جسم، انرژی درونی آن افزایش می‌یابد. پس در این مثال، انرژی مکانیکی هدر رفته به صورت گرما در سطح و جسم ذخیره شده و انرژی درونی آن‌ها را افزایش می‌یابد.

نکته: چون نمی‌توان از انرژی درونی استفاده کرد، به نیروهایی که انرژی مکانیکی را به انرژی درونی تبدیل می‌کنند نیروهای اتلافی می‌گویند.

نکته: به سامانه‌ای که نه از محیط اطراف انرژی بگیرد و نه به آن انرژی دهد، سامانهٔ منزوی می‌گویند. در این سامانه‌ها مجموع کل انرژی‌ها همیشه پایسته است.

← نه لزوماً اینکه در آن $\Delta E = 0$ باشد ← نه مجموع کل انرژی‌ها محفوظ است!

← یعنی ΔE می‌تواند صفر نشود اما انرژی کل پایسته بماند.

@jashan_academy

@tajrobi10jashani

سوال: وقتی یک خودرو ترمز می‌کند تا متوقف شود، انرژی جنبشی آن کجا می‌رود؟

$K_1 \quad K_2 = 0$

$\Delta K < 0$ ← به صورت انرژی درونی در لاستیک و سطح جاده ذخیره می‌شود.

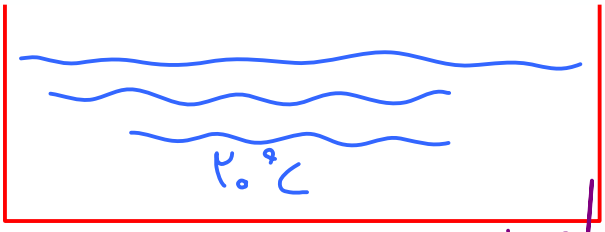
پرسش ۳ـ۴

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

$\Delta K < 0$

به انرژی درونی در توپ و دست فرد تبدیل می‌شود.

سوال: ..... آب داغ درون یک لیوان بیشتر از یک دریاچه با دمای معمولی (۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد) است.



آب داغ

۱) انرژی درونی

۲) میانگین انرژی درونی

۳) مجموع انرژی جنبشی مولکول‌های سازنده

۴) میانگین انرژی جنبشی مولکول‌های سازنده

تعداد ذرات کمتر

انرژی درونی ← انرژی هم ذره / تعداد ذره

به دلیل جنبش و دمای زیاد

سوال: درستی یا نادرستی هر یک از عبارات زیر را بررسی کنید:

الف) انرژی درونی یک جسم، مجموع انرژی‌های ذره‌های تشکیل‌دهندهٔ آن است. ← نه مجموع انرژی درونی ذرات زیرا انرژی درونی کار خودمان تعریف شده نه ذرات آن

ب) اگر انرژی هر یک از ذرات تشکیل‌دهندهٔ دو جسم برابر باشد، انرژی درونی این دو جسم الزاماً برابر است. ← با تعداد ذرات متفاوت نباشد!

پ) در یک سامانهٔ منزوی، انرژی مکانیکی کل پایسته می‌ماند. ← مجموع هم انرژی‌ها

ت) معمولاً با گرم‌تر شدن یک جسم، انرژی درونی آن بالا می‌رود. ← به دلیل افزایش میانگین انرژی جنبشی ذرات!

ث) جسمی که در هوا سقوط می‌کند، انرژی مکانیکی آن مرتباً کاهش می‌یابد. ← بله به دلیل نیروی اتلافی $W_{f_D} = \Delta E < 0$

ج) در جسمی که در هوا سقوط می‌کند، کاهش انرژی پتانسیل گرانشی برابر گرمایی است که تولید می‌کند. ← قسمتی به افزایش انرژی جنبشی جسم و قسمتی به انرژی درونی (تلف شده) تبدیل می‌شود

$|\Delta U| = |W_f| + \Delta K$

@jashan_academy

سوال: در شکل روبرو، به‌جز نیروهای وزن و عمودی سطح، نیروهای اتلافی هم به جسم وارد می‌شود به‌طوری‌که مجموع کار نیروهای اتلافی در جابه‌جایی از نقطهٔ (۱) تا (۲) برابر W_f است. اگر ΔU و ΔK به ترتیب تغییر انرژی پتانسیل و تغییر انرژی جنبشی جسم در جابه‌جایی بین دو نقطهٔ (۱) و (۲) باشند، کدام گزینه **الزاماً** درست است؟

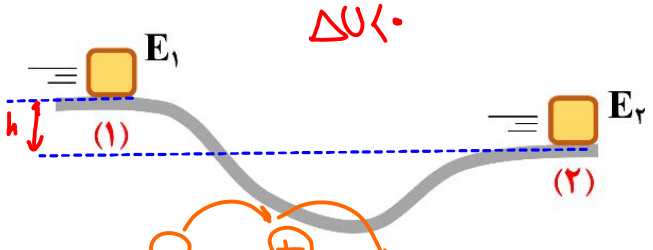
«برگرفته از کتاب درسی»

۱) $\Delta U+\Delta K \neq W_f$

۲) $\Delta U+\Delta K = W_f$

۳) $|\Delta U| < |\Delta K|$

۴) $|\Delta U| < \Delta K$



$W_f = \Delta U + \Delta K < 0 \Rightarrow |\Delta U| > \Delta K$

سوال: جسمی به‌جرم ۲۰۰ g از ارتفاع ۸۰ m ، بدون تندی اولیه، در هوا سقوط می‌کند و با تندی ۳۵ m/s به زمین می‌رسد. کار نیروی مقاومت هوا، ضمن سقوط جسم چند ژول است؟ ($g=10N/kg$)

$W_f = \Delta U + \Delta K = (U_2-U_1)+(K_2-K_1) = (0-\frac{2}{10}\times 10\times 80)+(\frac{1}{2}\times\frac{2}{10}\times 35^2-0)$

$= -160 + 122.5 = -37.5\ J$

سوال: جسمی به‌جرم ۲ کیلوگرم را روی سطح افقی با تندی اولیهٔ v_0 پرتاب می‌کنیم. در لحظه‌ای که انرژی درونی جسم ۵ J و انرژی درونی محیط ۴۰ J افزایش می‌یابد، تندی جسم ۵ m/s کمتر از تندی اولیهٔ آن است. تندی اولیهٔ جسم چند متر بر ثانیه بوده است؟

$W_f = -45\ J \Leftarrow |W_f| = 40+5 = 45$

$W_f = \Delta K + \Delta U = \frac{1}{2}\times 2\left((v_0-5)^2 - v_0^2\right) = -45$

$v_0^2 + 25 - 10v_0 - v_0^2 = -45 \Rightarrow v_0 = \frac{70}{10} = 7\ m/s$

* حل با دلتا

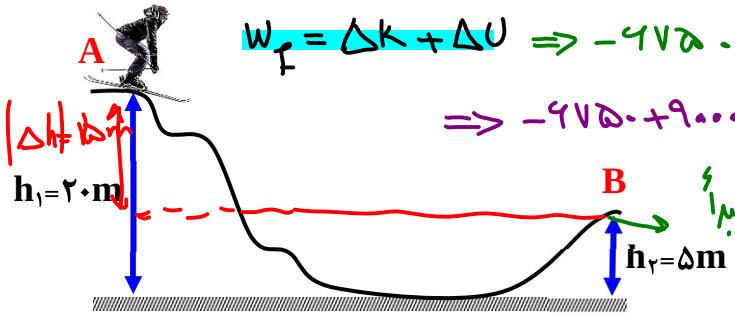
$v_0 - 5 = 9 \Rightarrow 2v_0 = 14 \Rightarrow v_0 = 7\ m/s$

* اتحاد مزدوج

$(v_0-5+v_0)(v_0+5-v_0) = +45$

سوال: در شکل زیر جرم اسکی‌باز ۶۰ kg است. اگر تندی او در هنگام عبور از نقطهٔ A ، ۵ m/s باشد و از A تا B مقدار ۶۷۵۰ J انرژی به صورت انرژی درونی هدر رود، تندی او هنگام عبور از نقطهٔ B چند متر بر ثانیه است؟

$W_f = -6750\ J$



$W_f = \Delta K + \Delta U \Rightarrow -6750 = \frac{1}{2}\times 60\times(v^2-5^2) + (0-60\times 10\times 15)$

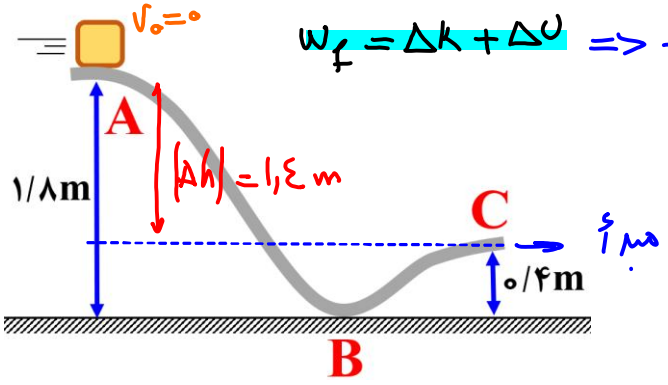
$\Rightarrow -6750 + 9000 = 30(v^2-25)$

$2250 + 750 = 30v^2$

$3000 = 30v^2 \Rightarrow v^2 = 100 \Rightarrow v = 10\ m/s$

@taljrobi10jashani
@jashan_academy

سوال: در شکل روبه‌رو، وزنه‌ای به جرم ۰/۴kg از نقطهٔ A بدون تندی اولیه به پایین می‌لغزد. اگر در مسیر ABC، ۳/۲ J انرژی، به انرژی درونی تبدیل شود، انرژی جنبشی جسم در نقطهٔ C چند ژول است؟ (g=۱۰N/kg)

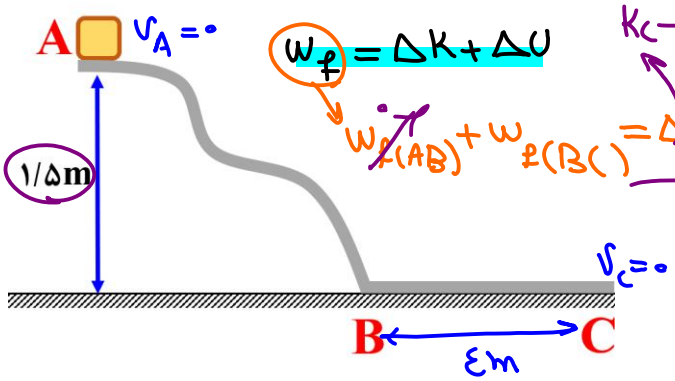


$W_f = \Delta K + \Delta U \Rightarrow -۳/۲ = (K_۲ - ۰) + (۰/۴ - ۱/۸) \times ۱۰ \times ۱/۶$

$\Rightarrow K_۲ = ۵/۶ - ۳/۲ = ۲/۴ J$

سوال: جسم m=۲kg از نقطهٔ A بدون سرعت اولیه به پایین لغزیده و پس از طی مسیر افقی BC=۴m در نقطهٔ C متوقف شده است. اصطکاک در مسیر AB ناچیز است. نیروی اصطکاک در طول BC چند نیوتون است؟ (g=۱۰N/kg)

«کنکور قدیمی»



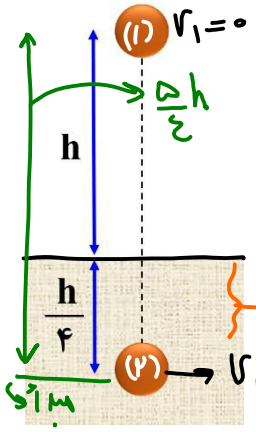
$W_f = \Delta K + \Delta U$

$W_{f(AB)} + W_{f(BC)} = \Delta K + \Delta U = ۰ + (۰ - ۲ \times ۱۰ \times ۱/۵)$

$K_C - K_A$

$-f_k \times ۴ = -۳۰ \Rightarrow f_k = ۷/۵ N$

سوال: مطابق شکل، جسمی از ارتفاع h رها می‌شود و پس از طی مسافت $\frac{h}{۴}$ درون تودهٔ شن متوقف می‌شود. اندازهٔ نیروی متوسط مقاومت شن در برابر حرکت جسم، چند برابر وزن جسم است؟ (مقاومت هوا ناچیز است.)



«IQ»

$W_f = \Delta K + \Delta U = ۰ - mg(\frac{۵}{۴}h)$

$-f_b \times (\frac{h}{۴}) = -\frac{۵}{۴}mgh \Rightarrow f_b = ۵mg$

۱) ۰/۲

۲) ۰/۲۵

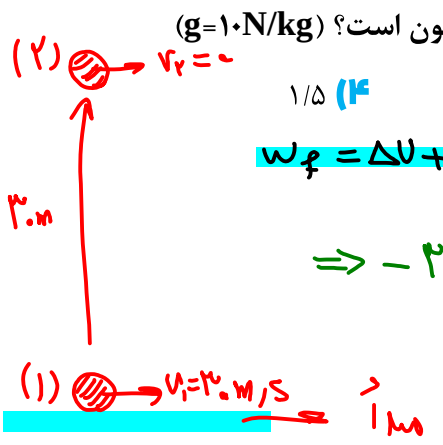
۳) ۴

۴) ۵

@taljrobi10jashani
@jashan_academy

سوال: گلوله‌ای به‌جرم ۱۰۰ g با تندی اولیهٔ ۳۰ m/s در راستای قائم به سمت بالا پرتاب می‌شود و تا ارتفاع ۳۰ m بالا می‌رود. مقدار متوسط نیروی مقاومت هوا در مقابل حرکت گلوله چند نیوتون است؟ (g=۱۰N/kg)

۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۵ ۳) ۱ ۴) ۱/۵



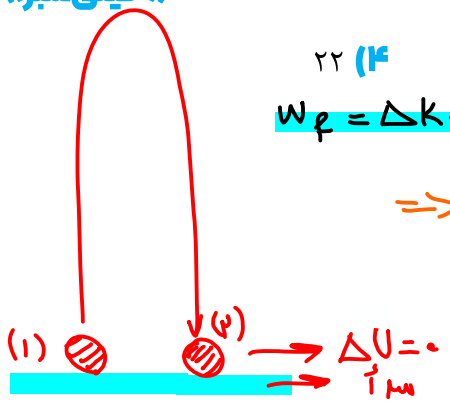
$W_f=\Delta U+\Delta K \Rightarrow -f_D\times 30=(0-\frac{1}{2}\times\frac{1}{10}\times 30^2)+(1\times 10\times 30-0)$

$\Rightarrow -30f_D=-15 \Rightarrow f_D=0.5N$

سوال: جسمی به جرم ۰/۱ kg با تندی v_0 ، در راستای قائم به سمت بالا پرتاب می‌شود و با تندی ۱۰ m/s به نقطهٔ پرتاب اولیه برمی‌گردد. اگر کاهش انرژی مکانیکی جسم در اثر برخورد با مولکول‌های هوا ۲/۲ J باشد، v_0 چند متر بر ثانیه است؟

«خیلی سبز»

۱) ۱۱ ۲) ۱۲ ۳) ۲۰ ۴) ۲۲

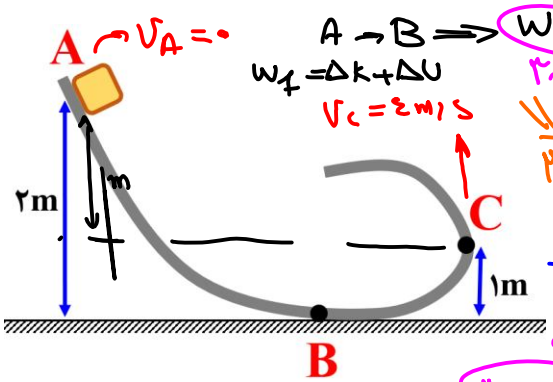


$W_f=\Delta K+\Delta U \Rightarrow -2.2=\frac{1}{2}\times\frac{1}{10}(10^2-v_0^2)$

$\Rightarrow -44=100-v_0^2 \Rightarrow v_0^2=144 \xrightarrow{\sqrt{}} v_0=12m/s$

سوال: مطابق شکل، جسمی از نقطهٔ A بدون تندی اولیه به پایین می‌لغزد و با تندی ۴ m/s از نقطهٔ C می‌گذرد. اگر کار نیروی اصطکاک در مسیر AB ، سه برابر مسیر BC باشد، تندی جسم در نقطهٔ B چند برابر نقطهٔ C است؟ (g=۱۰N/kg)

۱) $\frac{3}{2}$ ۲) $\frac{7}{4}$ ۳) $\frac{\sqrt{43}}{4}$ ۴) $\frac{\sqrt{37}}{4}$



$A\to B \Rightarrow W_{f_{AB}}=\frac{1}{2}\times m(v_B^2-0^2)+(0-2mg)$

$W_f=\Delta K+\Delta U$

$v_C=4m/s$

$W_{f_{k(AB)}}=3W_{f_{k(BC)}}$

$3(-\frac{m}{2})=\frac{1}{2}m(v_B^2)-20 \Rightarrow -3=v_B^2-40 \Rightarrow v_B=\sqrt{37}$

$\frac{v_B}{v_C}=\frac{\sqrt{37}}{4}$

$A\to C \Rightarrow W_{f_{AB}}+W_{f_{BC}}=\frac{1}{2}m(4^2-0^2)+(1mg-2mg)$

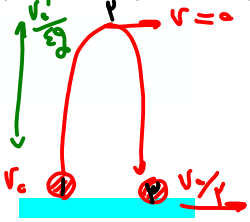
$1m-10m=-2m \Rightarrow -mg$

$\Rightarrow 4x=-2m \Rightarrow x=-\frac{m}{2}$

@taljrobi10jashani
@jashan_academy

@tajrobi10jashani

سوال: گلوله‌ای با تندی اولیهٔ v_0 در هوا در راستای قائم به سمت بالا پرتاب می‌کنیم. جسم تا ارتفاع $\frac{v_0^2}{4g}$ از نقطهٔ پرتاب بالا رفته و با تندی $\frac{v_0}{2}$ به محل پرتاب باز می‌گردد. در مقایسهٔ کار مقاومت هوا در مسیر رفت و برگشت کدام اظهارنظر صحیح است؟



۱) اندازهٔ کار مقاومت هوا در مسیرهای رفت و برگشت با هم برابر است.

۲) اندازهٔ کار مقاومت هوا در مسیر رفت بیشتر از مسیر برگشت است.

۳) اندازهٔ کار مقاومت هوا در مسیر رفت کم‌تر از مسیر برگشت است.

۴) اظهار نظر قطعی ممکن نیست.

$1 \to 2 \Rightarrow W_{f(12)} = \left(0 - \frac{1}{2}mv_0^2\right) + \left(mg\frac{v_0^2}{4g} - 0\right) = -\frac{1}{4}mv_0^2$

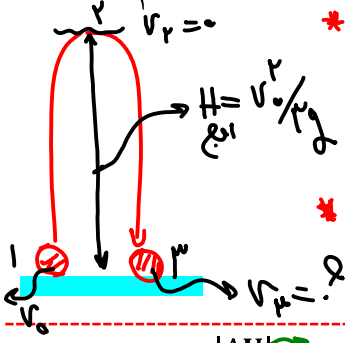
$= -\frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}mv_0^2\right) = \frac{1}{2}mv_0^2\left(-1+\frac{1}{2}\right) = -\frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}mv_0^2\right)$

$2 \to 3 \Rightarrow W_{f(23)} = \left(\frac{1}{2}m\left(\frac{v_0}{2}\right)^2 - 0\right) + \left(0 - mg\frac{v_0^2}{4g}\right) = \frac{1}{8}\left(\frac{1}{2}mv_0^2\right) - \frac{2}{4}\left(\frac{1}{2}mv_0^2\right)$

$= \frac{1}{2}mv_0^2\left(\frac{1}{8} - \frac{2}{4}\right) = -\frac{1}{8}\left(\frac{1}{2}mv_0^2\right)$

سوال: در سوال قبل، اگر کار مقاومت هوا در مسیر رفت و برگشت یکسان بوده و حداکثر ارتفاع گلوله از سطح زمین $\frac{v_0^2}{3g}$ باشد، تندی گلوله در هنگام بازگشت به محل پرتاب کدام است؟ «IQ جامع»

۱) $\frac{1}{2}v_0$ ۲) $\frac{\sqrt{3}}{3}v_0$ ۳) $\frac{3}{4}v_0$ ۴) $\frac{1}{3}v_0$



$1 \to 2 \Rightarrow W = -\frac{1}{2}mv_0^2 + mg\left(\frac{v_0^2}{3g}\right) = -\frac{1}{4}mv_0^2$

$2 \to 4 \Rightarrow W = \frac{1}{2}mv_C^2 - mg\left(\frac{v_0^2}{3g}\right)$

$\Rightarrow -\frac{1}{4}v_0^2 = \frac{1}{2}v_C^2 - \frac{1}{3}v_0^2 \Rightarrow \frac{1}{4}v_0^2 = \frac{1}{2}v_C^2$

$v_C^2 = \frac{1}{2}v_0^2 \to v_C = \frac{1}{\sqrt{2}}v_0$

$\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} \Rightarrow v_C = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}v_0$

سوال: جسمی در نزدیکی سطح زمین در حال سقوط است. اگر در یک جابه‌جایی معین، $\frac{|\Delta U|}{\Delta K} = 4$ باشد، نسبت کار نیروی مقاومت هوا به کار نیروی وزن کدام است؟ «خیلی سبز»

۱) $\frac{5}{4}$ ۲) $-\frac{3}{4}$ ۳) $-\frac{5}{4}$ ۴) $\frac{3}{4}$

$\Delta U = -4\Delta K$

روش ۱:

$W_{f_D} = \Delta K + \Delta U = -\frac{\Delta U}{4} + \Delta U = \frac{3}{4}\Delta U$

$\Rightarrow -f_D \times h = \frac{3}{4} \times mgh \Rightarrow f_D = -\frac{3}{4}mg$

روش ۲:

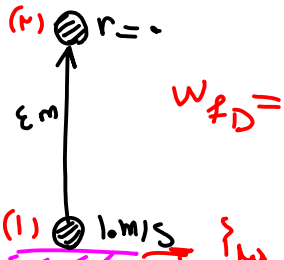
$\frac{W_{f_D}}{W_{mg}} = \frac{\Delta K + \Delta U}{-\Delta U} = \frac{\Delta K - 4\Delta K}{4\Delta K} = \frac{-3\Delta K}{4\Delta K} = -\frac{3}{4}$

@Jashan_academy

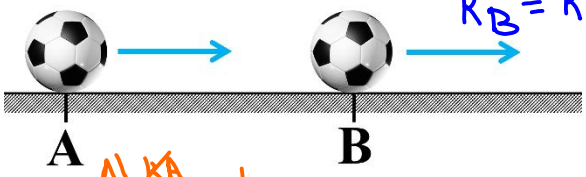
سوال: شخصی گلوله‌ای را با تندی ۱۰ m/s ، از سطح زمین به سمت بالا پرتاب می‌کند. گلوله حداکثر تا ارتفاع ۴ متری سطح زمین بالا می‌رود. چند درصد از انرژی مکانیکی اولیهٔ گلوله، در مدت بالا رفتن تلف می‌شود؟ (g=۱۰N/kg و سطح زمین، مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی فرض شود.)

«خیلی‌سبز»

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۲۵ ۴) ۸۰



سوال: در شکل زیر توپی با تندی ۸ m/s از نقطهٔ A می‌گذرد. نیروی مقاومت هوا و نیروی اصطکاک در سطح تماس توپ با زمین، ۱۹ درصد انرژی جنبشی اولیهٔ توپ را تا رسیدن به نقطهٔ B تلف می‌کنند. تندی توپ در این جابه‌جایی چند متر بر ثانیه کاهش می‌یابد؟



۱) ۷/۲ ۲) ۶/۴۸ ۳) ۰/۸ ۴) ۱/۵۲

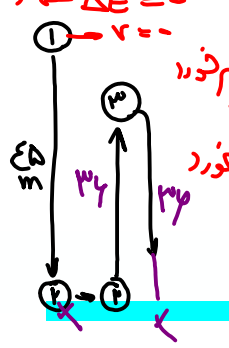
سوال: شخصی سنگی به جرم ۲۰۰ g را از روی زمین برمی‌دارد و آن را از ارتفاع ۱۶۰ سانتی‌متری سطح زمین با تندی ۱۵ m/s پرتاب می‌کند. کار انجام‌شده توسط شخص بر روی این سنگ چند ژول است؟ (g=۱۰N/kg)

۱) ۳/۲ ۲) ۴/۵ ۳) ۱/۳ ۴) ۲۵/۷

سوال: گلوله‌ای از ارتفاع ۴۵ متری سطح زمین در شرایط خلأ رها می‌شود و در هر برخورد با زمین $\frac{1}{5}$ انرژی جنبشی خود را از دست می‌دهد. گلوله تا لحظه‌ای که برای دومین بار به زمین برخورد می‌کند، چه مسافتی را طی می‌کند؟ (مسیر حرکت بدون اصطکاک است)

«نردبام»

۱) ۸۱ ۲) ۹۰ ۳) ۱۱۷ ۴) ۹۵



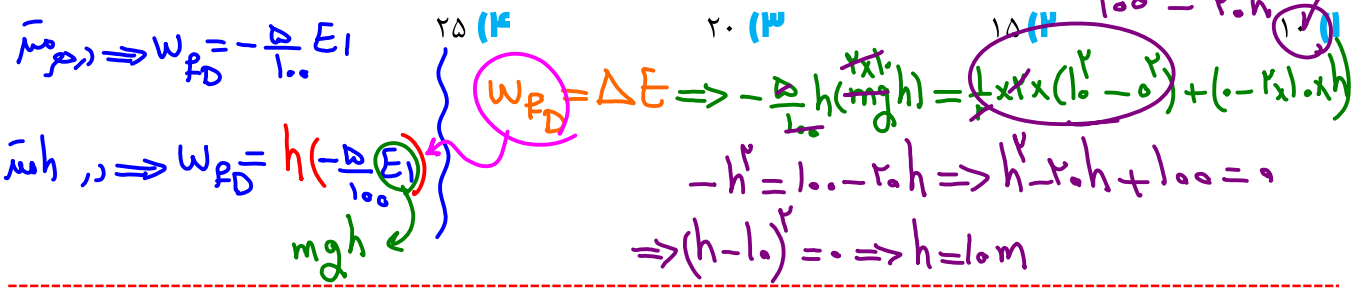
@taljrobi10jashani
@jashan_academy

@tajrobi10jashani

سوال: جسمی به جرم ۲kg که از ارتفاع h سقوط کرده، به طور میانگین در هر متر از جابه‌جایی‌اش ۵ درصد از انرژی مکانیکی اولیهٔ خود را به علت مقاومت هوا از دست می‌دهد. اگر تندی جسم در لحظه برخورد به زمین ۱۰m/s باشد، h چند متر است؟ ($g=10N/kg$)

«نردبام»

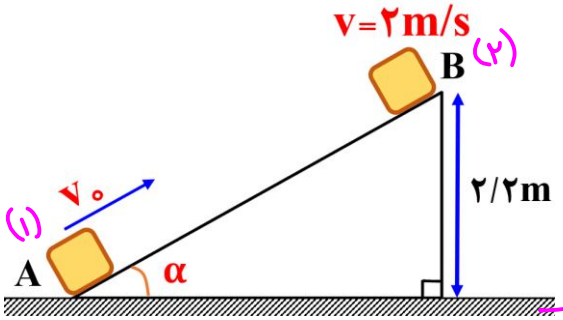
۱) ۱۰ ۲) ۱۵ ۳) ۲۰ ۴) ۲۵



سوال: مطابق شکل زیر، جسم از نقطهٔ A مماس با سطح پرتاب می‌شود و تا رسیدن به نقطهٔ B، ۲۵ درصد انرژی جنبشی اولیهٔ آن توسط اصطکاک تلف می‌شود. تندی اولیهٔ جسم چند متر بر ثانیه است؟ ($g=10m/s^2$)

«تجربی ۱۴۰۲»

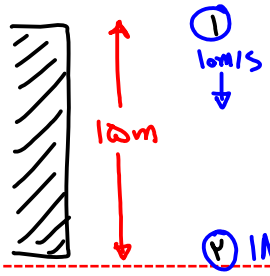
۱) $2\sqrt{2}$ ۲) $4\sqrt{2}$ ۳) ۸ ۴) ۴



سوال: جسمی به جرم ۲۰۰ گرم از ارتفاع ۱۵ متری سطح زمین با تندی ۱۰ m/s پرتاب می‌شود و با تندی ۱۸ m/s به سطح زمین می‌رسد. کار نیروی مقاومت هوا چند ژول است؟ ($g=10m/s^2$)

«تجربی ۱۴۰۲»

۱) -۱۲/۸ ۲) -۶/۴ ۳) -۱۵/۲ ۴) -۷/۶



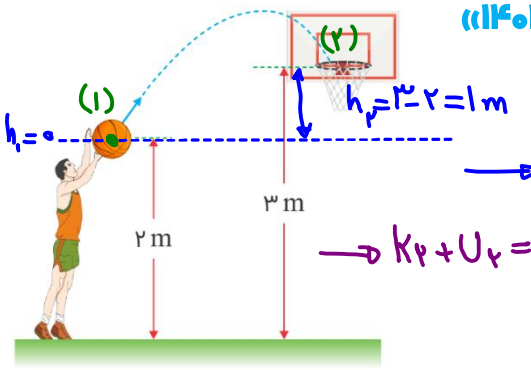
سوال: گلوله‌ای با تندی اولیهٔ ۸۰ m/s از سطح زمین پرتاب می‌شود و در ارتفاع ۲۳۶ متری از سطح زمین، با تندی ۲۰ m/s به صخره‌ای برخورد می‌کند. چند درصد انرژی جنبشی اولیهٔ گلوله در اثر مقاومت هوا تلف شده است؟ ($g=10N/kg$)

«تجربی ۱۴۰۲»

۱) ۲۵ ۲) ۲۰ ۳) ۱۰ ۴) ۵

@jashan_academy

سوال: در شکل زیر، توپ با تندی اولیهٔ ۸ m/s پرتاب می‌شود. اگر کار نیروی مقاومت هوا تا رسیدن توپ به سبد، $-\frac{1}{8}K_0$ باشد، تندی توپ در لحظهٔ ورود به سبد، چند متر بر ثانیه است؟ (K_0 انرژی جنبشی اولیه و $g=10N/kg$ است.)



۱) $2\sqrt{2}$
۲) $4\sqrt{2}$
۳) ۵
۴) ۶

«تجربی ۱۴۰۱»

$W_f=\Delta K+\Delta U=-\frac{1}{8}K_1$

$K_2-K_1+U_2-U_1=-\frac{1}{8}K_1$

$K_2+U_2=\frac{7}{8}K_1$

$\frac{1}{2}\times 1\times V_2^2+1\times 10\times 1=\frac{7}{8}\times\frac{1}{2}\times 1\times 8$

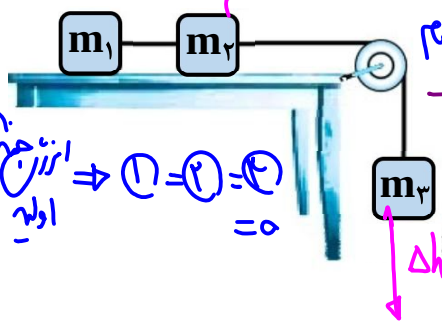
$\frac{1}{2}V_2^2=18 \rightarrow V_2^2=36 \rightarrow V_2=6m/s$

چند سامانهٔ مورد علاقهٔ طراحان کنکور:

۱- قرقره

$|\Delta K_{\text{دستگاه}}|=|\Delta U_{\text{دستگاه}}|$ ← نیروی اتلافی نداریم

سوال: در شکل زیر، وزنهٔ m_3 از حال سکون رها می‌شود. اگر تا لحظه‌ای که وزنهٔ m_3 ۹۰cm پایین می‌آید، مجموع انرژی جنبشی دو وزنهٔ m_1 و m_2 روی سطح افقی به ۲۲/۵J برسد، m_3 چند کیلوگرم است؟ ($m_1=2kg$ ، $m_2=3kg$ ، $g=10N/kg$ و کلیهٔ اصطکاک‌ها و جرم نخ و قرقره ناچیز است.)



۱) ۴
۲) ۵
۳) ۸
۴) ۱۰

شروع حرکت از حال سکون → ① = ② = ③ = ۰

$\Delta h_1=\Delta h_2=0$

حالت دوم → $K_1+K_2=22.5 \rightarrow \frac{1}{2}(m_1+m_2)V^2=22.5$

$V^2=9 \rightarrow V=3m/s$ ← تندی هر سه وزنه

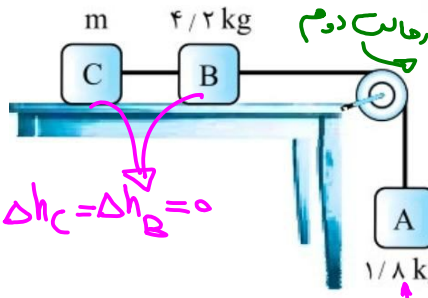
$|\Delta U_{\text{دستگاه}}|=|\Delta K_{\text{دستگاه}}| \rightarrow |\Delta U_1+\Delta U_2+\Delta U_3|=|\Delta K_1+\Delta K_2+\Delta K_3|$

$|-m_3\times 10\times 0.9|=\frac{1}{2}(m_1+m_2+m_3)\times 3^2$

$9m_3=\frac{1}{2}\times 9\times(5+m_3) \rightarrow 5+m_3=2m_3$

$m_3=5kg$

سوال: در شکل مقابل، جرم نخ و قرقره و اصطکاک، ناچیز است. دستگاه از حال سکون به حرکت در می‌آید و پس از ۱m جابه‌جاییِ هر یک از وزنه‌ها، مجموع انرژی جنبشی دو وزنهٔ A و B برابر ۱۵J ژول می‌شود. جرم وزنهٔ C چند کیلوگرم است؟ ($g=10N/kg$)



۱) ۲/۴
۲) ۴
۳) ۱/۲
۴) ۲/۵

«سری Z»

حالت دوم → $K_A+K_B=15 \rightarrow \frac{1}{2}(m_A+m_B)V^2=15$

$V=\sqrt{5}m/s$

$|\Delta U_{\text{دستگاه}}|=|\Delta K_{\text{دستگاه}}| \rightarrow |\Delta U_A|=\frac{1}{2}(m_A+m_B+m_C)\times 5$

$+1.8\times 10\times 1=2.5(4+m_C)$

$m_C=7.2-4=1.2kg$

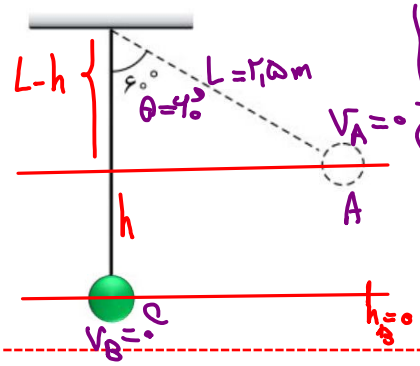
شروع حرکت از حال سکون → $K_A=K_B=K_C=0$

@taljrobi10jashani
@jashan_academy

@tajrobi10jashani

۲- آونـــــگ

سوال: گلوله‌ای به جرم ۱۰۰ g به انتهای نخی به طول ۲/۵ m آویزان است. اگر گلوله را ۶۰ درجه از وضع تعادل منحرف کرده و رها کنیم، بیشینهٔ تندی آن چند متر بر ثانیه خواهد شد؟ ($g=10N/kg$ و مقاومت هوا ناچیز فرض شود.)



روش اول:

$V_B=\sqrt{2gL(1-\cos\theta)}=\sqrt{2\times10\times2.5(1-\frac{1}{2})}=5m/s$

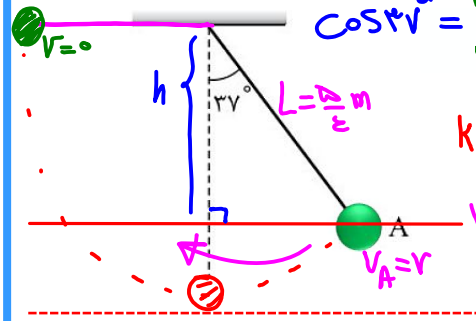
روش دوم: تستی

$\cos\theta=\frac{L-h}{L}\rightarrow h=L(1-\cos\theta)$

$K_A+U_A=K_B+U_B\rightarrow mgL(1-\cos\theta)=\frac{1}{2}mV_B^2$

$\rightarrow V_B=\sqrt{2gL(1-\cos\theta)}=5m/s$

سوال: مطابق شکل روبه‌رو، آونگی به طول ۱/۲۵m با سرعت v از وضعیت نشان داده شده (نقطهٔ A) عبور می‌کند. کم‌ترین مقدار v چند متر بر ثانیه باشد تا ریسمان بتواند به وضعیت افقی برسد؟ (از مقاومت هوا صرف نظر شود، $g=10N/kg$ و $\sin37^\circ=0/6$)

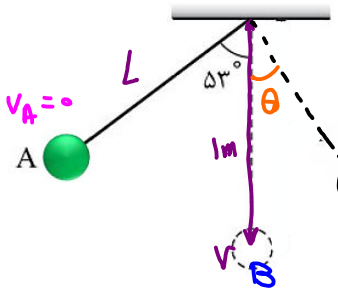


$\cos37^\circ=\frac{0.8}{1}=\frac{h}{1.25}\rightarrow h=1m$

$K_A+U_A=K_B+U_B\rightarrow\frac{1}{2}V^2=gh$

$\rightarrow V=\sqrt{2gh}=\sqrt{2\times10\times1}=\sqrt{20}=2\sqrt{5}\,m/s$

سوال: در شکل مقابل، گلولهٔ آونگی از نقطهٔ A رها می‌شود و با سرعت v_{max} از پایین‌ترین نقطهٔ مسیر می‌گذرد. هنگامی‌که سرعت گلوله به $\frac{\sqrt{2}}{2}v$ می‌رسد، زاویهٔ نخ با راستای قائم چند درجه است؟ (از مقاومت هوا صرف نظر شود، $g=10N/kg$ و $\cos53^\circ=0/6$)



$V_B=V=\sqrt{2gL(1-\cos\theta)+V_A^2}\rightarrow V=\sqrt{8L}$

$V_C=\frac{\sqrt{2}}{2}V$ — با جبران کردن جهت حرکت

$\rightarrow V_B=\sqrt{2gL(1-\cos\theta)+V_C^2}$ — به توان ۲

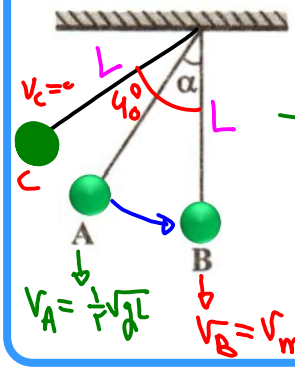
$\rightarrow V^2=8L=2\times10\times L(1-\cos\theta)+\frac{1}{2}\times8L$

$\rightarrow 4L=20L(1-\cos\theta)\rightarrow 1-\cos\theta=0.2$

$\cos\theta=0.8$

$\theta=37^\circ$

سوال: شکل مقابل، آونگی را نشان می‌دهد که حداکثر تا زاویهٔ ۶۰ درجه می‌تواند بالا رود. اگر تندی گلولهٔ آونگ در نقطهٔ B ، ۲ برابر تندی آن در نقطهٔ A باشد، زاویهٔ α چند درجه است؟ (جرم نخ آونگ و مقاومت هوا ناچیز است.)



«آزمون‌های گاج»

۱) ۴۵

۲) ۳۰

۳) $\cos^{-1}(\frac{5}{8})$

۴) $\cos^{-1}(\frac{3}{8})$

$V_B=\sqrt{2gL(1-\cos60^\circ)+V_C^2}\rightarrow V_B=\sqrt{gL}$

$V_B=\sqrt{2gL(1-\cos\alpha)+V_A^2}$ — به توان ۲

$\rightarrow gL=2gL(1-\cos\alpha)+\frac{gL}{4}$

$\rightarrow\frac{3}{4}gL=2gL(1-\cos\alpha)$

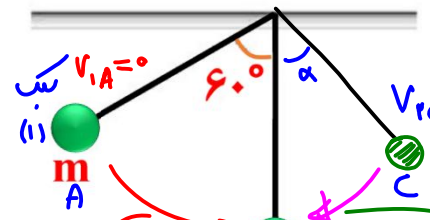
$\rightarrow\frac{3}{8}=1-\cos\alpha\rightarrow\cos\alpha=\frac{5}{8}$

$\alpha=\cos^{-1}(\frac{5}{8})$

@jashan_academy

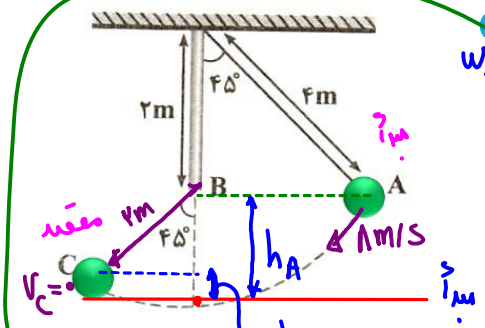
سوال: دو گلوله به جرم‌های m و ۲m به وسیلهٔ دو نخ هم‌طول از یک نقطه آویزان هستند. گلولهٔ سبک‌تر را به اندازهٔ ۶۰ درجه از وضع تعادل منحرف کرده و رها می‌کنیم تا به گلولهٔ دیگر برخورد کند. اگر در این برخورد ۸۰ درصد انرژی جنبشی گلولهٔ سبک به گلولهٔ دیگر منتقل شود، گلولهٔ سنگین‌تر حداکثر چند درجه از وضع تعادل منحرف می‌شود؟ (از مقاومت هوا صرف نظر کنید.)

۱) ۳۰
۲) ۳۷
۳) ۴۵
۴) ۵۳



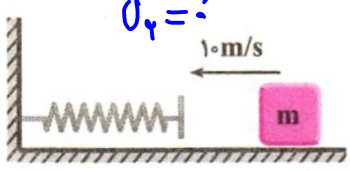
سوال: مطابق شکل، جرم گلولهٔ آونگی برابر ۲kg است و با تندی ۸m/s از نقطهٔ A پرتاب می‌شود. آونگ در مسیر حرکت خود به میله‌ای قائم برخورد کرده و پس از آن حداکثر تا C بالا می‌رود. در طول مسیر AC، تقریباً چند ژول انرژی تلف شده است؟ ($g=10N/kg$)

۱) ۲۸
۲) ۵۶
۳) ۷۶
۴) ۱۰۴

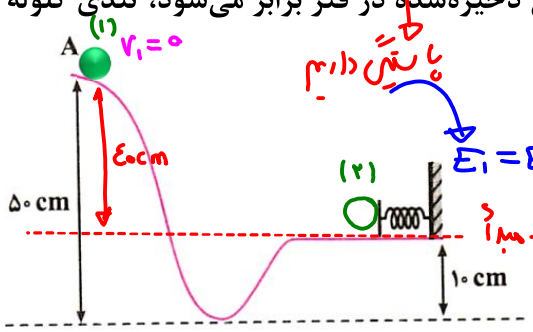


۳- فنر

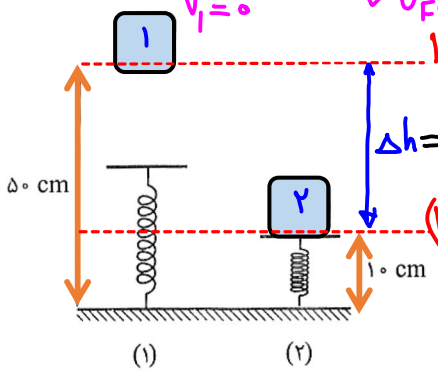
سوال: مطابق شکل، وزنه‌ای به جرم ۸۰۰gr با تندی ۱۰m/s روی سطح افقی بدون اصطکاک به فنری برخورد می‌کند. در لحظه‌ای که تندی وزنه به ۵۰ درصد مقدار اولیه‌اش می‌رسد، انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره‌شده در فنر چند ژول است؟



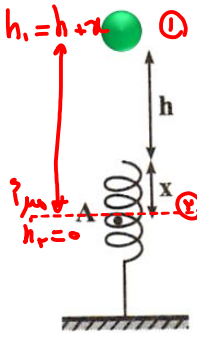
سوال: مطابق شکل، گلوله‌ای از نقطهٔ A رها می‌شود. اگر اصطکاک سطح و مقاومت هوا در برابر حرکت گلوله ناچیز باشد، در لحظه‌ای که انرژی جنبشی گلوله با انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره‌شده در فنر برابر می‌شود، تندی گلوله چند واحد SI است؟ ($g=10N/kg$)



سوال: در شکل مقابل، مطابق وضعیت (۱) جسمی به جرم ۱kg از ارتفاع ۵۰cm بدون تندی اولیه رها می‌شود. اگر تندی جسم در وضعیت (۲)، ۲m/s باشد، انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره‌شده در فنر در این حالت چند ژول است؟ ($g=10N/kg$ و از مقاومت هوا صرف نظر کنید)

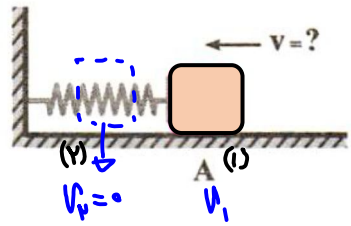


سوال: مطابق شکل، گلوله‌ای به جرم m از ارتفاع h بالای یک فنر قائم رها می‌شود و پس از برخورد به فنر و فشرده کردن آن، تا نقطهٔ A پایین می‌آید. اگر گلوله از ارتفاع ۲h از بالای فنر رها شود، انرژی جنبشی آن در همان نقطهٔ A کدام است؟ (شتاب گرانش برابر g است و از اتلاف انرژی صرف نظر شود.)



۱) $mg(h+x)$ ۲) mgh ۳) $mg(h-x)$ ۴) $2mgh$

سوال: مطابق شکل، جسمی روی سطح افقی در نقطهٔ A با فنری برخورد کرده و آن را فشرده می‌کند. اگر بیشترین انرژی ذخیره شده در فنر ۶J و اندازهٔ کار نیروی اصطکاک در مسیر فشرده‌کردن فنر ۳/۲J باشد، انرژی جنبشی جسم هنگام برخورد به فنر چند میکروژول بوده است؟



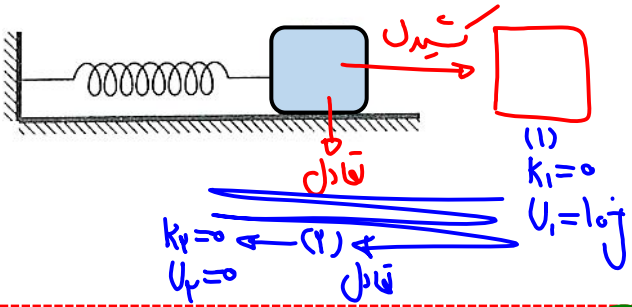
@taljrobi10jashani
@jashan_academy

سوال: در سوال قبل، انرژی جنبشی بسته در مسیر بازگشت در نقطهٔ A چند ژول خواهد بود؟ (کار نیروی اصطکاک در مسیر رفت و برگشت را یکسان در نظر بگیرید.)

جواب: از مقدار ۶ ژ انرژی ذخیره شده در فنر، مقداری برابر ۳٫۲ ژول در مسیر رفت و برگشت به علت اصطکاک تلف می‌شود و بقیه به انرژی جنبشی جسم در نقطه A می‌رسد.

$K'_A = 6 - 3.2 = 2.8\ J$

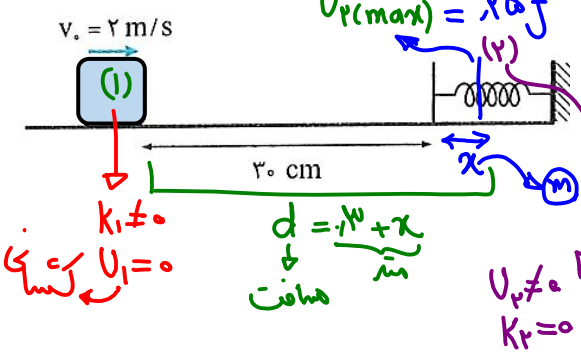
سوال: مطابق شکل، جسمی به جرم ۵kg به وسیلهٔ فنری به دیوار متصل شده است. این جسم را به اندازه‌ای به سمت راست می‌کشیم که انرژی پتانسیل ذخیره شده در فنر ۱۰J شود و سپس جسم را رها می‌کنیم. جسم پس از چند نوسان به دلیل نیروی اصطکاک ۲۵ نیوتونی که در مسیر وجود دارد، متوقف می‌شود. کل مسافتی که جسم پیموده است چند سانتی‌متر است؟



$W_{f_k} = \Delta E = \Delta K + \Delta U = U_2 - U_1$

$-f_k \times d = -10 \rightarrow d = \frac{10}{25} \times 100 = 40\ cm$

سوال: مطابق شکل جسمی به جرم ۱kg با تندی اولیهٔ ۲m/s روی سطح افقی پرتاب می‌شود. اگر نیروی اصطکاک بین جسم و سطح ۵N باشد و بیشینهٔ انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در فنر ۰/۲۵J باشد، فنر حداکثر چند سانتی‌متر فشرده می‌شود؟



$U_{2(max)} = 0.25\ J$

$f_k = 5\ N$

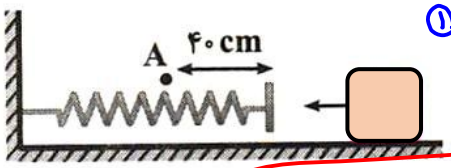
$W_{f_k} = \Delta E = \Delta K + \Delta U = (K_2 - K_1) + (U_2 - U_1) = -K_1 + U_2$

$-f_k d = +5 \times (0.3 + x) = -\frac{1}{2} \times 1 \times 2^2 + 0.25$

$0.3 + x = \frac{1.75}{5} \times \frac{2}{2} = 0.35$

$x = 0.35 - 0.3 = 0.05\ m \rightarrow 5\ cm$

سوال: مطابق شکل، جسمی به جرم ۴kg با تندی ۱۰m/s به فنری برخورد کرده و حداکثر آن را به اندازهٔ ۴۰cm فشرده می‌کند و به نقطهٔ A می‌رسد. اگر جسم را به گونه‌ای پرتاب کنیم که تندی آن در هنگام برخورد به فنر، ۲ برابر شود، انرژی جنبشی جسم در نقطهٔ A چند ژول خواهد شد؟ (نیروی اصطکاک سطح ثابت فرض شود.) «کنکور ۱۴۰۱»



۱) ۶۴۰
۲) ۵۶۰
۳) ۶۰۰
۴) ۲۴۰

حالت ① $\rightarrow W_{f_k(1)} = \Delta K + \Delta U = (K_2 - K_1) + (U_2 - U_1) = -K_1 + U_2$

حالت ② $\rightarrow W'_{f_k} = \Delta K' + \Delta U = (K'_2 - K'_1) + (U_2 - U_1)$

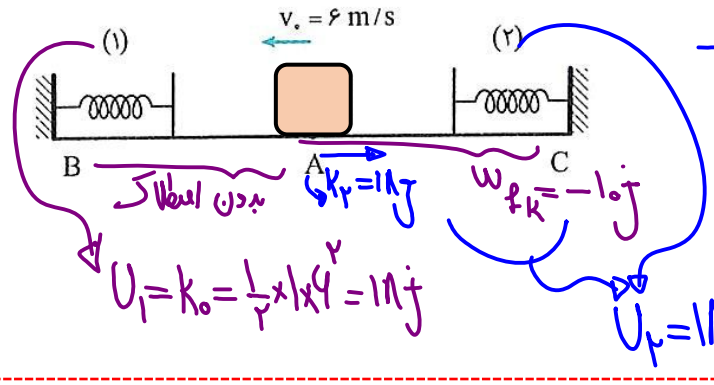
$-K_1 + U_2 = K'_2 - K'_1 + U_2$

$K'_2 = K'_1 - K_1 = \frac{1}{2} \times 4 \times (20^2 - 10^2) = 600\ J$

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

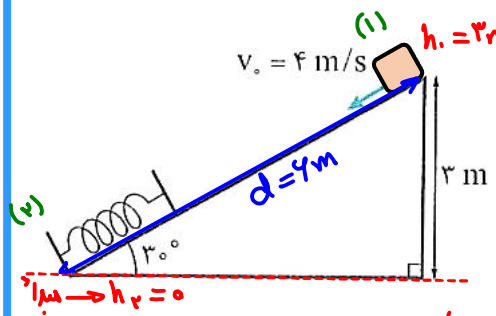
سوال: مطابق شکل، جسمی به‌جرم ۱kg با تندی ۶m/s به سمت فنر (۱) در حال حرکت است و آن را تا رسیدن به نقطهٔ B متراکم و پس از بازگشت، فنر (۲) را تا نقطهٔ C متراکم می‌کند. سطح AB بدون اصطکاک و سطح AC دارای اصطکاک است. اگر کار نیروی اصطکاک بر جسم در مسیر AC ، ۱۰J- باشد، حداکثر انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره‌شده در فنر (۱) چند برابر فنر (۲) است؟ «نردبام - پیشرفته»

۱) ۱
۲) ۱/۷۵
۳) ۲/۲۵
۴) ۳/۵



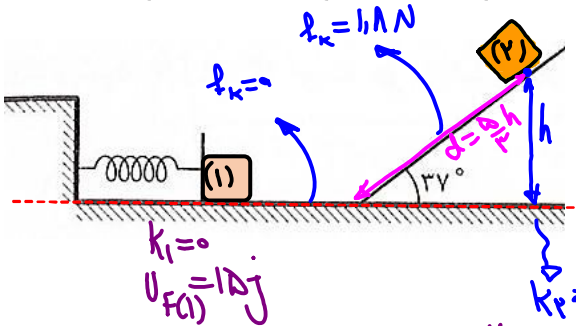
سوال: مطابق شکل، جسمی به جرم ۲kg با تندی ۴m/s از بالای سطح شیبداری به سمت پایین شروع به حرکت می‌کند. این جسم پس از برخورد به فنر در انتهای مسیر باعث فشرده شدن آن می‌شود. اگر حداکثر انرژی ذخیره‌شده در فنر ۱۰J شود، متوسط اندازهٔ نیروی اصطکاک وارد بر جسم در طول مسیر چند نیوتون است؟ (g=۱۰N/kg) و از طول فنر در حالی که بیشترین فشردگی را دارد، صرف نظر شود.) «نردبام - مشابه قلم‌چی»

۱) ۱
۲) ۵
۳) ۷
۴) ۱۱



سوال: مطابق شکل، جسمی به جرم ۲۰۰g را به اندازه‌ای به فنر فشار می‌دهیم که انرژی پتانسیل ذخیره شده در فنر ۱۵J شود. اگر در این حالت جسم را رها کنیم، حداکثر تا چه ارتفاعی بر حسب متر بر روی سطح شیبدار بالا می‌رود؟ (مسیر افقی بدون اصطکاک و نیروی اصطکاک بین جسم و سطح شیبدار ۱/۸N است و $\sin 37^\circ = 0/6$ و g=۱۰N/kg)

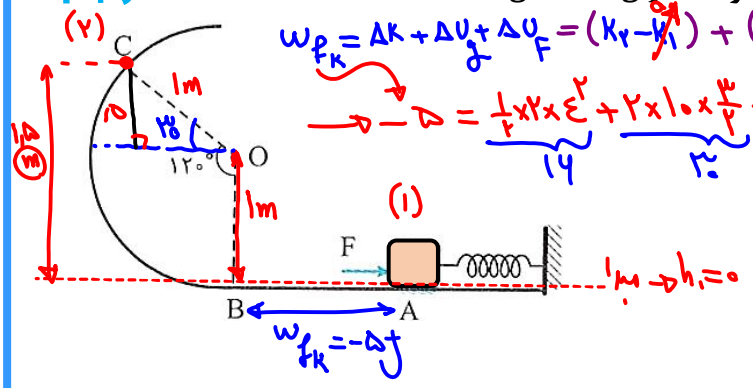
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴



@taljrobi10jashani
@jashan_academy

سوال: در شکل زیر اگر نیروی F حذف شود، جسم به جرم ۲kg از فنر جدا می‌شود و با تندی ۴m/s از نقطهٔ C عبور می‌کند. اگر کار نیروی اصطکاک در مسیر AB، ۵J- و سطح کروی بدون اصطکاک باشد، حداکثر انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در فنر چند ژول است؟ (شعاع کره ۱m و g=۱۰N/kg است.)

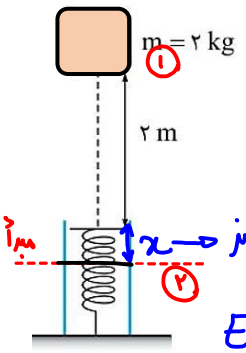
«نردبام»



۱) ۹
۲) ۱۹
۳) ۴۱
۴) ۵۱

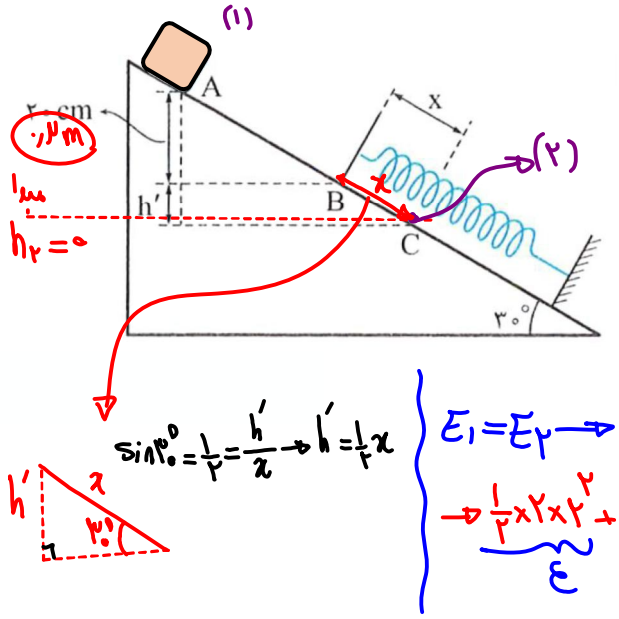
سوال: مطابق شکل روبه‌رو، وزنه‌ای به جرم ۲ کیلوگرم را با سرعت اولیهٔ ۲m/s از ۲ متری بالای یک فنر قائم به سمت فنر پرتاب می‌کنیم. اگر از جرم فنر و مقاومت هوا صرف نظر کنیم و پیشینهٔ انرژی ذخیره شده در فنر ۴۶J باشد، بیشینهٔ تراکم طول فنر چند سانتی‌متر است؟ (g=۱۰N/kg)

«تجربی ۹۹- سری Z»



۱) ۱/۳
۲) ۵
۳) ۸
۴) ۱۰

سوال: جسمی به جرم ۲ کیلوگرم روی یک سطح شیب‌دار با اصطکاک ناچیز به سمت پایین می‌لغزد و با سرعت ۲m/s از نقطهٔ A عبور کرده و در نقطهٔ B به فنر برخورد می‌کند. اگر حداکثر فشردگی فنر x و بیشینهٔ انرژی ذخیره‌شده در فنر ۱۰ ژول باشد، x چند سانتی‌متر است؟ (g=۱۰N/kg)

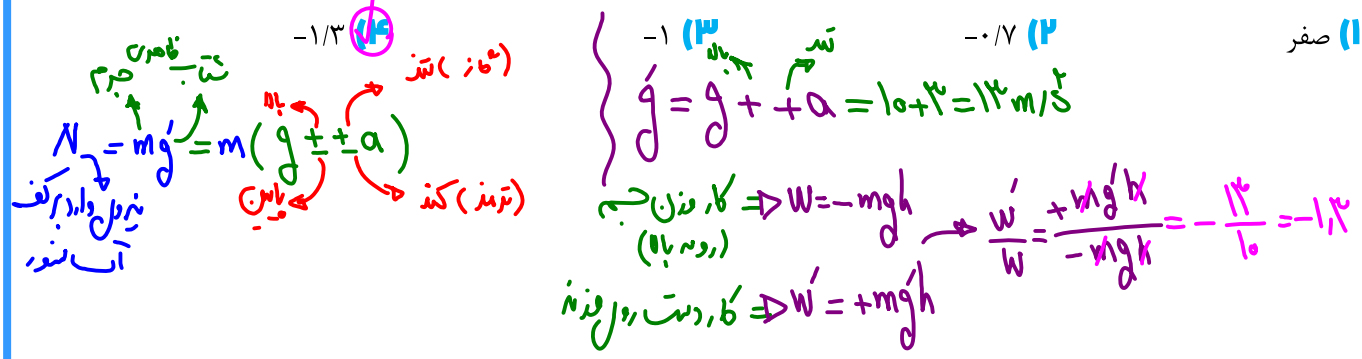


۱) ۱۰
۲) ۲۰
۳) ۳۰
۴) ۴۰

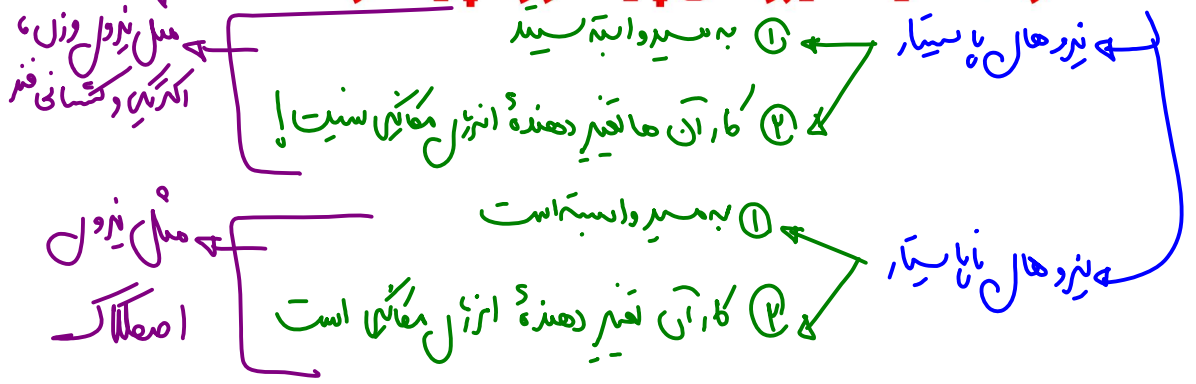
۴- آسانسور

سوال: شخصی که درون یک آسانسور قرار دارد، وزنه‌ای به جرم ۲kg را کف دستش نگه داشته و آسانسور با شتاب ثابت $3m/s^2$ رو به بالا شروع به حرکت می‌کند. اگر کار نیروی گرانشی روی وزنه در جابه‌جایی h برابر W و کاری که کف دست شخص روی وزنه انجام می‌دهد برابر W' باشد، نسبت W' به W کدام است؟ ($g=10N/kg$) «خیلی‌سبز»

۱) صفر ۲) ۰/۷- ۳) ۱- ۴) ۱/۳-



مطالعهٔ آزاد: مقایسهٔ نیروهای پایستار و ناپایستار



مرور نکات و فرمول‌ها:

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

@tajrobi10jashani

درسنامهٔ ۳: توان و بازده

توان

برای شخم زدن یک زمین کشاورزی، هم از گاو و هم از تراکتور می‌توان استفاده کرد. یعنی هر دو کار یکسانی انجام می‌دهند. اما کدام بهتر است؟ تراکتور! چرا؟ زیرا همان کار را در زمان کمتری انجام می‌دهد. یعنی آهنگ انجام کار بالاتری دارد یا توان بیشتری دارد.

توان متوسط: برابر است با کار انجام شده (W) در واحد زمان (Δt). طبق فرمول:

$$P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$$

واحد توان: به افتخار جیمز وات، واحد توان در SI وات (W) است که برابر است:

$$P_{av} = \frac{W}{\Delta t} = \frac{J}{s} = W \Rightarrow 1W = 1J/s = 1kg.m^2/s^3$$

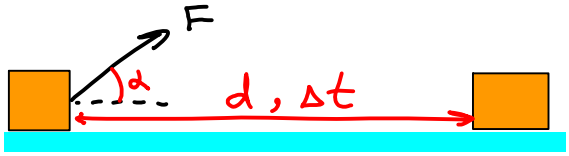
نکته: توان همانند کار و انرژی، کمیتی نرده‌ای است و فقط دارای عدد و یکا است و جهت ندارد. منفی یا مثبت بودن توانِ یک نیرو، به معنی دادن یا گرفتن انرژی در واحد زمان است.

اسب بخار (horse power): یکی دیگر از یکاهای توان است (نه انرژی) که معادل ۷۴۶ وات است. این واحد نخستین بار توسط جیمز وات برای ارزیابی توان اختراع جدیدش، ماشین بخار، معرفی شد. توان موتور بیشتر وسایل نقلیه با این یکا بیان می‌شود. (مثلاً توان موتور پراید ۶۷ و بوگاتی شیرون ۱۴۷۹ اسب بخار هستند!!!)

روش حل: در حل سوالات مربوط به توان نخست کار را با استفاده از روش‌هایی که آموختیم، حساب کرده و در آخر بر زمان انجام کار تقسیم می‌کنیم.

انواع فرمول‌های توان:

سوال: نیروی F با زاویهٔ α منجر به جابه‌جایی d متری جسم در زمان Δt شده است. توان متوسط این نیرو از چه رابطه‌ای محاسبه می‌شود؟



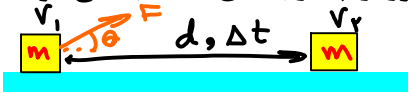
$$W_F = F.d.\cos\alpha$$

$$P_{av} = \frac{W_F}{\Delta t} = \frac{F.d.\cos\alpha}{\Delta t} \quad (1)$$

$$P_{av} = F.V_{av}.\cos\alpha \quad (2)$$

@jashan_academy

سوال: نیروی F به جسمی به جرم m که روی سطح افقی بدون اصطکاکی با تندی v_1 در حال حرکت است، اثر می‌کند و ظرف زمان Δt ثانیه تندی آن را به v_2 می‌رساند. توان متوسط این نیرو از چه رابطه‌ای محاسبه می‌شود؟



بدون اصطکاک

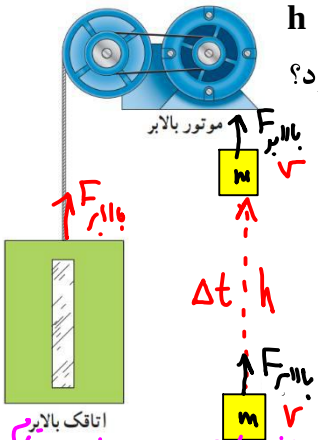
$W_t = W_F + W_{F_N} + W_{mg} + W_{f_k} = \Delta K = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$

$\Rightarrow W_F = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$

$P_{av(F)} = \frac{W_F}{\Delta t} = \frac{\frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)}{\Delta t}$

توان یک نیرو با تغییر تندی جسم بدون بزرگی اندازه

سوال: در شرایط خلأ یک بالابر، جسمی به جرم m را در مدت زمان Δt ثانیه به اندازهٔ h متر با تندی ثابت بالا می‌برد. توان متوسط موتور این بالابر از چه رابطه‌ای محاسبه می‌شود؟



بدون نیروی اتلافی

$W_t = W_F + W_{mg} + W_{مقاوم} = \Delta K = 0$ ← $v_1 = v_2 = v$

$\Rightarrow W_F = -W_{mg}$ (جسم بالا می‌رود) $\rightarrow W_F = -(-mgh) = +mgh$

$P_{av(F)} = \frac{W_F}{\Delta t} = \frac{mgh}{\Delta t} \rightarrow v_{av} = \frac{h}{\Delta t} \Rightarrow P_{av} = mgv_{av}$

توان وسیله در هنگام حرکت قائم با تندی ثابت و بدون نیروی مقاوم

سوال: در شرایط خلأ یک بالابر در مدت زمان Δt، ضمن بالا بردن h متری جسمی به جرم m، تندی آن را از v_1 به v_2 می‌رساند. توان متوسط موتور این بالابر از چه رابطه‌ای محاسبه می‌شود؟

بدون نیروی مقاوم

$W_t = W_F + W_{mg} + W_{مقاوم} = \Delta K = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$ (جسم بالا می‌رود) $W_{mg} = -mgh$

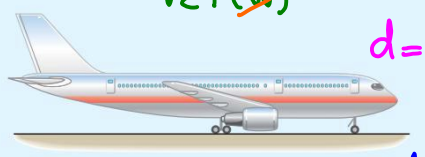
$\Rightarrow W_F = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) + mgh$

$P_{av(F)} = \frac{\frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) \pm mgh}{\Delta t}$ ⊕ → بالا بردن ⊖ → پایین بردن

توان بالابر ضمن بالا بردن و تغییر تندی جسم بدون نیروی اتلافی

تمرین ۳ ـ ۱۶

هر یک از دو موتور جت یک هواپیمای مسافربری، پیشرانه‌ای (نیروی جلوبر هواپیما) برابر $۲/۰ \times ۱۰^5 N$ 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؟



$d = 15000\,m$, $\Delta t = 60\,s$, F یک موتور

$P_{av(F)} = \frac{W_F}{\Delta t} = \frac{F.d.\cos\theta}{\Delta t} = \frac{2\times10^5 \times 15\times10^3 \times 1}{60} = \frac{1}{2}\times10^8\,(W) \times \frac{1\,hp}{746\,(W)}$

$\approx 6700\,hp$

v_{av} = ثابت

$W \xrightarrow[\times 746]{\div 746} hp$

$x\,(W) \times \frac{1\,hp}{746\,(W)}$

نکته: در صورتی که جسمی تحت تاثیر یک نیرو با تندی ثابت حرکت کند، می‌توان توان این نیرو را چنین محاسبه کرد:

$P_{av(F)} = F.v\cos\theta$

نیرو — زاویه بین نیرو و جابجایی — تندی ثابت — توان متوسط نیرو

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

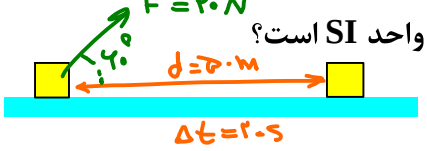
سوال: کدام موارد الزاماً درست هستند؟

الف) در شرایط برابر، دو خودرو با توان برابر در زمان‌های برابر از حال سکون، به تندی برابر خواهند رسید.

ب) اسب بخار از یکای قدیمی انرژی است که توسط وات استفاده می‌شد.

پ) کیلووات ساعت از یکاهای انرژی است.

سوال: جسمی به جرم ۴ kg تحت تاثیر نیروی ۲۰ نیوتونی که با افق زاویهٔ ۶۰ درجه می‌سازد، ظرف مدت ۲۰ ثانیه روی سطح افقی بدون اصطکاک، ۵۰ متر جابه‌جا می‌شود. توان این نیرو چند واحد SI است؟



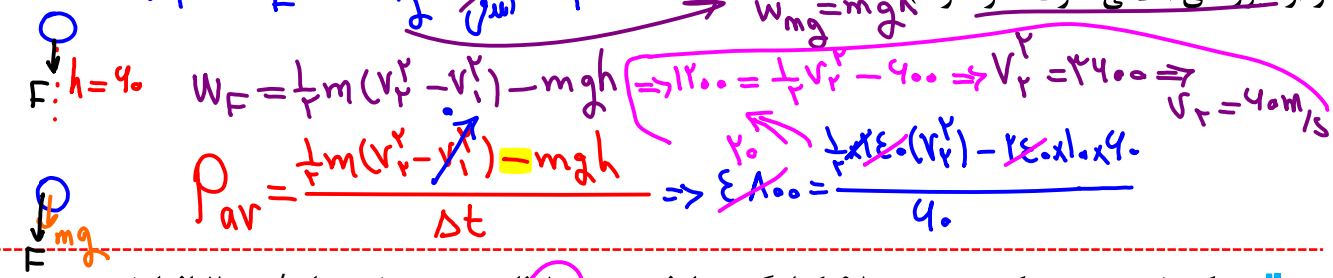
سوال: بالابری با موتوری به توان خروجی ۲۰۰ وات، جسمی ۴۰ کیلوگرمی را با تندی ثابت بالا می‌کشد. اگر از نیروهای اتلافی صرف نظر کنیم، تندی جسم چند متر بر ثانیه است؟ (g=۱۰N/kg)

سوال: آسانسوری با سرعت ثابت v در راستای قائم در حال حرکت است. اگر جرم آسانسور و بار آن روی هم ۱۴۹۲ کیلوگرم باشد و ظرف ۲۰ ثانیه آسانسور ۴۰ متر بالا برود، توان موتور این آسانسور چند اسب بخار است؟ (g=۱۰N/kg)

سوال: یک بالابر الکتریکی باری با جرم کل ۴۰۰ کیلوگرم از حال سکون حرکت کرده و پس از ۲۰ ثانیه و طی ۴۰ متر به تندی ۱۰ متر بر ثانیه می‌رسد. توان خروجی موتور این بالابر چند کیلووات است؟ (نیروهای اتلافی را نادیده بگیرید)

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

سوال: یک وسیلهٔ الکتریکی با توان خروجی ۴/۸kW ، ظرف مدت یک دقیقه از حال سکون جسمی ۲۴۰ کیلوگرمی را از ارتفاع ۸۰ به ارتفاع ۲۰ متری می‌رساند. تندی جسم در ارتفاع ۲۰ متری چند متر بر ثانیه خواهد بود؟ ($g=10N/kg$ و از نیروهای اتلافی صرف نظر شود.)



سوال: یک خودروی سبک به جرم ۶۸۰ کیلوگرم، ظرف مدت ۱۰ ثانیه تندی خود را ۲۰ m/s افزایش می‌دهد. درصورتی‌که جرم راننده ۶۶ کیلوگرم باشد و توان این خودرو ۱۰hp باشد، تندی اولیهٔ خودرو چند متر بر ثانیه است؟ (از کلیهٔ نیروهای اتلافی صرف نظر کنید.) «تالیفی»

۱) ۲۰ ۲) ۲۳۰ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

سوال: ماشین‌های A و B کارهای یکسانی را به ترتیب در زمان‌های ۲ و ۳ دقیقه به انجام می‌رسانند. توان این دو ماشین را مقایسه کنید.

سوال: توان ماشین A ، ۳ برابر توان ماشین B است. اگر در مدت زمان یکسان ماشین A ، ۲۰ ژول کار بیشتری انجام دهد، ماشین B در این مدت زمان چند ژول کار انجام می‌دهد؟

سوال: دو بالابر A و B کار یکسانی را به ترتیب در مدت زمان ۲ و ۲/۵ ساعت انجام می‌دهند. اگر اختلاف توان آن‌ها ۳۰۰ وات باشد، توان هر کدام چند وات است؟

@taljrobi10jashani
@jashan_academy

سوال: در یک درگ بین دو خودروی هم‌جرم A و B در مسیر افقی، در زمان برابر به ترتیب ماشین A و B تندی خود را به $\frac{2}{3}$ و ۳ برابر تندی اولیهٔ خود می‌رسانند. اگر توان خودروی A ، $\frac{2}{3}$ برابر توان خودرو B باشد، تندی اولیهٔ خودروی B چند برابر تندی اولیهٔ خودروی A است؟ (از کلیهٔ نیروهای اتلافی چشم پوشی شود.)

$$\frac{P_A}{P_B}=\frac{\frac{1}{2}m((2v_A)^2-v_A^2)}{\frac{1}{2}m((3v_B)^2-v_B^2)}\times\frac{\Delta t_B}{\Delta t_A}\Rightarrow\frac{2}{3}=\frac{3v_A^2}{8v_B^2}\Rightarrow\left(\frac{v_A}{v_B}\right)^2=\frac{16}{9}$$

$$\sqrt{\ }\rightarrow\frac{v_A}{v_B}=\frac{4}{3}\xrightarrow{\text{معکوس}}\frac{v_B}{v_A}=\frac{3}{4}$$

سوال: یک آسانسور با توان خروجی مشخص، بارهای ۲۰۰ و ۵۰۰ کیلوگرمی را به ترتیب در زمان ۶ و ۱۲ دقیقه از سطح زمین به ارتفاع h برده و متوقف می‌شود. جرم آ سانسور چند کیلوگرم است؟ (از کلیهٔ نیروهای اتلافی چشم پوشی شود.)

«تالیفی»

۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۱۵۰ ۴) ۲۰۰

$$P_1=P_2\Rightarrow\frac{(M+200)gh}{\Delta t_1}=\frac{(M+500)gh}{\Delta t_2}\xrightarrow[\text{وطرفین}]{\text{ضرب}}2M+400=M+500$$

$$\Rightarrow M=100kg$$

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

سوال: تندی یک موتورسیکلت مسابقه‌ای ظرف زمان ۲ ثانیه از ۳۶ به ۱۰۸ کیلومتر بر ساعت می‌رسد. اگر این موتورسیکلت با همین توان به حرکت ادامه دهد، چند ثانیهٔ بعد به سرعت ۵۰ متر بر ثانیه می‌رسد؟ (اصطکاک ناچیز است.)

$$P=\frac{\frac{1}{2}m(v_2^2-v_1^2)}{\Delta t}$$

$$P_1=P_2\Rightarrow\frac{\frac{1}{2}m(30^2-10^2)}{2}=\frac{\frac{1}{2}m(50^2-30^2)}{\Delta t_2}\Rightarrow\Delta t_2=4s$$

سوال: توانی که باید صرف شود تا یک اتومبیل از حال سکون با شتاب ثابت به تندی v برسد چند برابر توانی است که لازم است همان اتومبیل با همان شتاب از تندی v به ۳v برسد؟

«تالیفی»

۱) $\frac{1}{4}$ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) ۴ ۴) ۲

$$a_{\text{متوسط}}=\frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$a_1=a_2\Rightarrow\frac{2v-0}{\Delta t_1}=\frac{3v-v}{\Delta t_2}\Rightarrow\Delta t_2=2\Delta t_1$$

$$P=\frac{\frac{1}{2}m(v_2^2-v_1^2)}{\Delta t}$$

$$\frac{P_1}{P_2}=\frac{\frac{1}{2}m(v^2-0)}{\frac{1}{2}m((3v)^2-v^2)}\times\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}=\frac{1}{8}\times2=\frac{1}{4}$$

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

@taljrobi10jashani

سوال: جرم یک موتورسیکلت به همراه راننده‌اش ۳۷۳ کیلوگرم است. اگر این موتورسیکلت با شتاب $4m/s^2$ از حال سکون شروع به حرکت کند، توان متوسط این موتورسیکلت ظرف ۱۰ ثانیهٔ اول حرکت چند اسب بخار است؟ (نیروی اتلافی نداریم و هر اسب بخار ۷۴۶ وات است)

((تالیفی))

۱) ۴۰ ۲) ۳۰ ۳) ۲۰ ۴) ۵۰

توان در صورت وجود نیروهای اتلافی

سوال: بالابری با توان ۴۰۰ وات با نیروی رو به بالا جسم ۲۰ کیلوگرمی را در مدت زمان ۴ ثانیه تا چه ارتفاعی با سرعت ثابت بالا می‌برد؟ ($g=10$)

((تالیفی))

۱) ۸ متر ۲) ۱۰ متر ۳) کمتر از ۸ متر ۴) بیشتر از ۱۰ متر

سوال: در یک مسابقهٔ ماشین‌سواری، خودرویی ۸۰۰ کیلوگرمی ظرف مدت ۱۰ ثانیه از حال سکون تندی خود را به ۲۱۶km/h می‌رساند. اگر نیروی اصطکاک در این حرکت ۴۰۰ نیوتون باشد، توان متوسط موتور این ماشین چند مگا وات است؟

((تالیفی))

۱) ۱۵۶ ۲) ۱۵/۶ ۳) ۱/۵۶ ۴) ۰/۱۵۶

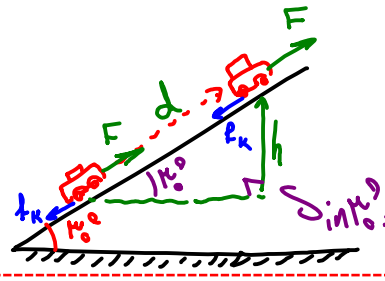
سوال: اتومبیلی به جرم ۱۲۰۰kg در مدت ۶s تندی خود را از ۵۴ km/h به ۹۰ km/h می‌رساند. اگر اندازهٔ کار نیروی اصطکاک در این مدت ۱۸kJ باشد، توان متوسط موتور اتومبیل چند کیلووات است؟

۱) ۳۷ ۲) ۴۳ ۳) ۵۰ ۴) ۶۴

@jashan_academy

سوال: اتومبیلی به جرم ۱ تن با سرعت ثابت ۱۰m/s بر سطح جاده‌ای که به افق زاویهٔ ۳۰ درجه می‌سازد، به سمت بالا حرکت می‌کند. اگر توان موتور اتومبیل در این حالت ۱۰۰hp باشد، نیروی اصطکاک اتومبیل با سطح جاده چند نیوتون است؟ (g=۱۰N/kg و ۱hp=۷۴۶W) «خیلی‌سبز»

۱) ۲۴۶۰ ۲) ۵۰۰۰ ۳) ۷۴۶۰ ۴) ۶۹۶۰۰

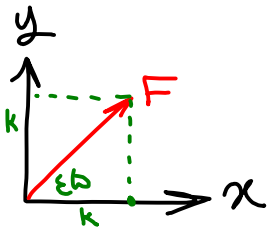


نکته: در یک حرکت تندشونده، در بازه‌های زمانی برابر و متوالی، توان آن نیرو به تدریج افزایش می‌یابد.

نکته: در یک حرکت کندشونده، در بازه‌های زمانی برابر و متوالی، توان آن نیرو به تدریج کاهش می‌یابد.

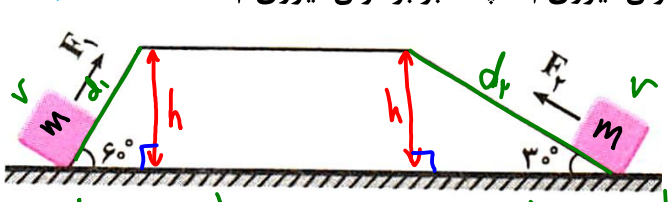
سوال: نیروی ثابت F که با جهت مثبت محور x زاویهٔ ۴۵ درجه می‌سازد، در جابه‌جایی r = ۴ i در مدت زمان ۲ ثانیه، توانی برابر ۴ وات دارد. بردار این نیرو کدام یک از گزینه‌های زیر می‌تواند باشد؟ (تمامی بردارها در SI هستند.)

۱) i + j ۲) ۲i + ۲j ۳) ۳i + ۳j ۴) ۴i + ۴j

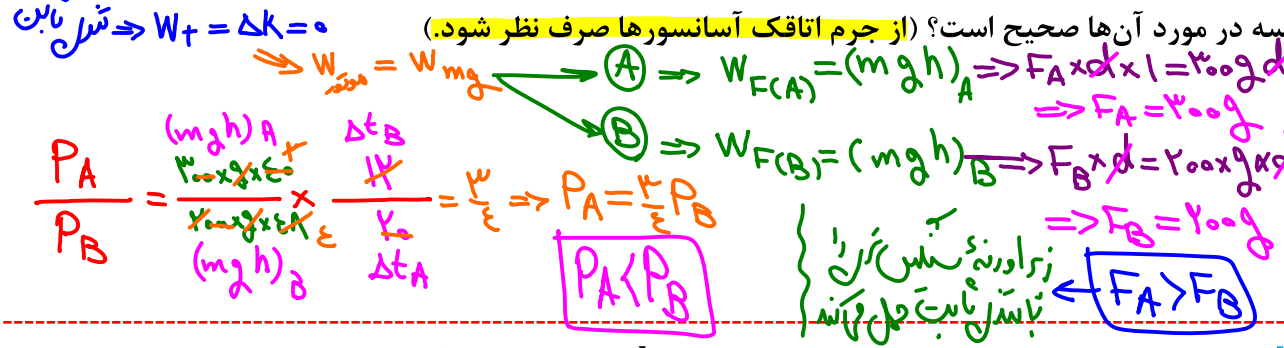


سوال: مطابق شکل، دو جسم یکسان تاثیر نیروهای F_1 و F_2 با تندی ثابت و یکسان از پایین سطح شیبدار بدون اصطکاک تا بالای آن جابه‌جا می‌شوند. در این جابه‌جایی توان نیروی F_1 چند برابر توان نیروی F_2 است؟ «IQ»

۱) $\frac{\sqrt{3}}{3}$ ۲) $\sqrt{3}$ ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) ۱

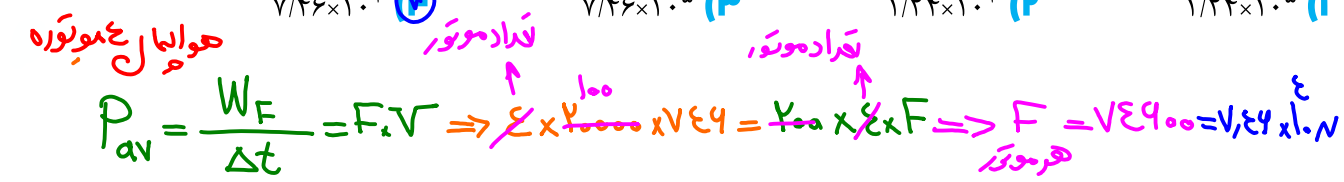


سوال: آسانسور A می‌تواند وزنهٔ ۳۰۰ کیلوگرمی را با تندی ثابت در مدت ۲۰ ثانیه به اندازهٔ ۴۰ متر بالا ببرد. آسانسور B می‌تواند وزنهٔ ۲۰۰ کیلوگرمی را با تندی ثابت در مدت ۱۲ ثانیه به اندازهٔ ۴۸ متر بالا ببرد. اگر نیروی موتور آسانسورهای A و B را به ترتیب F_A و F_B و توان موتور آسانسورها را به ترتیب P_A و P_B نمایش دهیم، کدام مقایسه در مورد آن‌ها صحیح است؟ (از جرم اتاقک آسانسورها صرف نظر شود.)

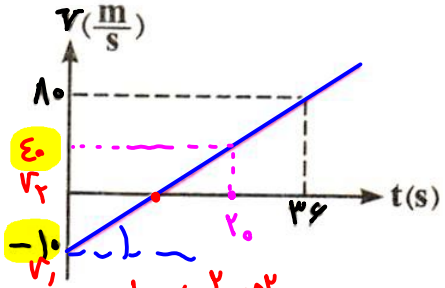


سوال: یک هواپیمای باری چهار موتوره در هر ساعت، ۷۲۰km می‌پیماید. اگر توان متوسط هر یک از موتورهای هواپیما ۲۰۰۰hp باشد، نیروی پیشرانهٔ هر یک از موتورها چند نیوتون است؟ (1hp=۷۴۶W) «خیلی‌سبز»

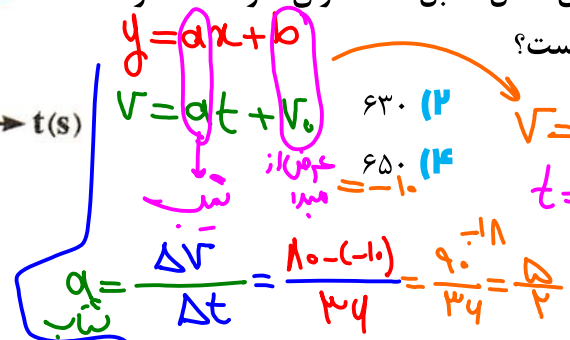
۱) $۱/۲۴\times۱۰^۵$ ۲) $۱/۲۴\times۱۰^۴$ ۳) $۷/۴۶\times۱۰^۵$ ۴) $۷/۴۶\times۱۰^۴$



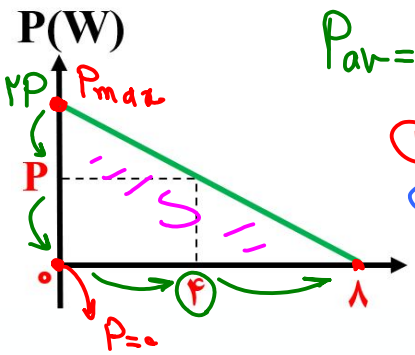
سوال: نمودار سرعت ـ زمان متحرکی به جرم ۴ کیلوگرم که بر روی مسیر مستقیم در حال حرکت است، مطابق شکل مقابل است. توان متوسط متحرک در ۲۰ ثانیهٔ اول حرکت چند وات هست؟

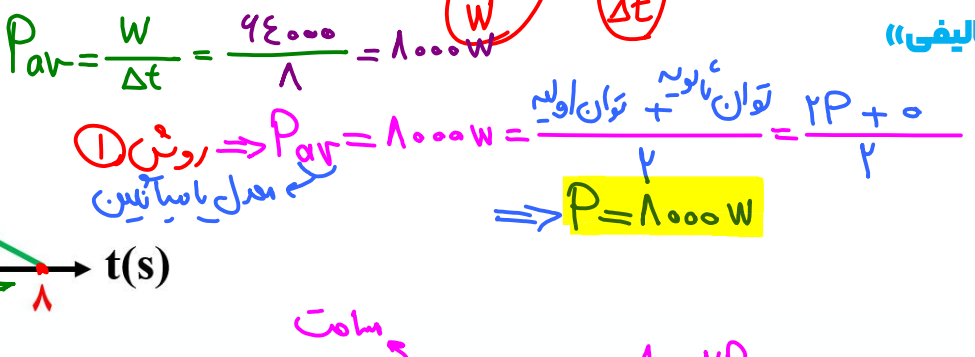


۱) ۱۵۰ ۲) ۶۳۰ ۳) ۶۴۰ ۴) ۶۵۰



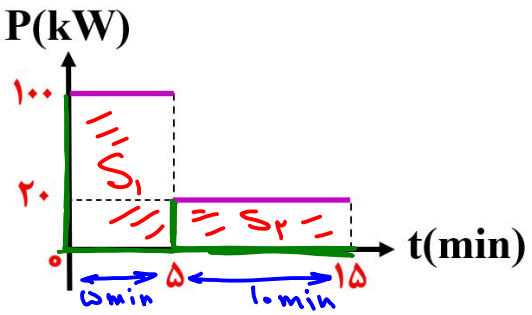
سوال: موتور یک بالابر در مدت ۸ ثانیه، ۶۴kJ کار انجام داده است. در نمودار مقابل P معادل چند وات است؟ «تالیفی»





@taljrobi10jashani
@jashan_academy

سوال: نمودار توان ـ زمان برای یک اتومبیل در زمان‌های مختلف به صورت مقابل است. اگر نیروی اتلافی نداشته باشیم، کار نیروی موتور این اتومبیل در ۵ دقیقهٔ اول چند برابر ۱۰ دقیقهٔ بعد است؟

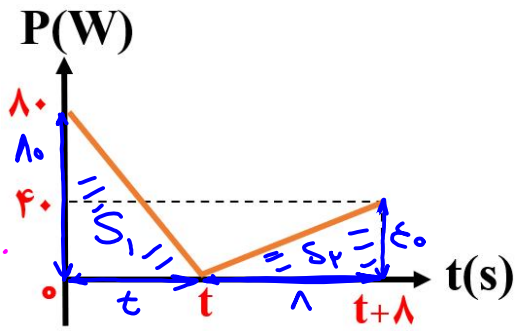


۱) ۲
۲) ۲/۵ «تالیفی»
۳) ۳
۴) ۴/۵

روش ۱:
$\frac{\text{کار در ۰ تا ۵ دقیقه}}{\text{کار در ۵ تا ۱۵ دقیقه}} = \frac{S_1}{S_2} = \frac{۱۰۰\times۵}{۲۰\times۱۰} = ۲/۵$

روش ۲:
$W_1 = P_1 \times \Delta t_1 = ۱۰۰ \times ۵$
$W_2 = P_2 \times \Delta t_2 = ۲۰ \times ۱۰$
$\frac{W_1}{W_2} = ۲/۵$

سوال: در نمودار زیر توان یک خودرو در لحظات مختلف در طی حرکت روی سطح افقی نشان داده شده است. اگر کار انجام شده توسط موتور این خودرو در دو بازهٔ (t , ۰) و (t+۸ , t) ثانیه، برابر باشد، t چند ثانیه است؟ «تالیفی» $W_1 = W_2$

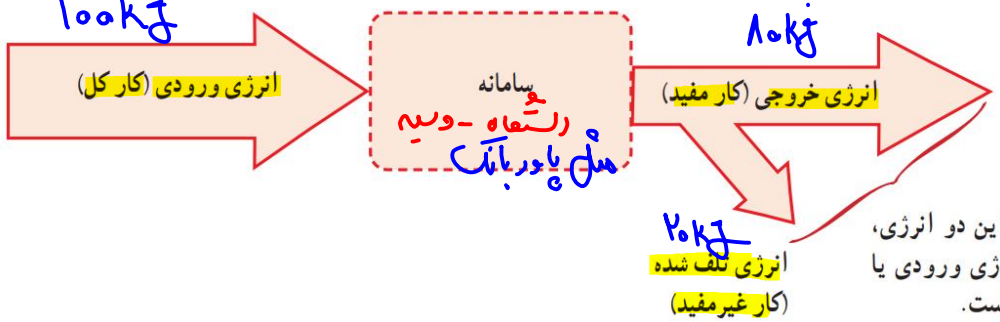


۱) ۴
۲) ۸
۳) ۱۶
۴) ۱۲

$W_1 = W_2 \Rightarrow S_1 = S_2 \Rightarrow \frac{۸t}{۲} = \frac{۴۰ \times ۸}{۲} \Rightarrow t = ۴۰$

بـــــازده یا راندمان (R_a)

به نسبت کار مفید (یا انرژی خروجی) یک سامانه به کل کار (یا انرژی ورودی) آن، بازده می‌گویند که عددی کوچک‌تر از یک است و معمولاً به صورت درصد بیان می‌شود و آن را با Ra نشان می‌دهند و یکا ندارد!



فرمول‌های بازده:

$R_a = \frac{\text{کار مفید}}{\text{کار کل}} = \frac{\text{توان خروجی}}{\text{توان ورودی}} = \frac{\text{توان تحویلی}}{\text{توان مصرفی}} = \frac{\text{کار مفید}}{\text{کار غیرمفید} + \text{کار مفید}} = \frac{\text{توان خروجی}}{\text{توان غیرمفید} + \text{توان خروجی}} \times ۱۰۰$ (درصد)

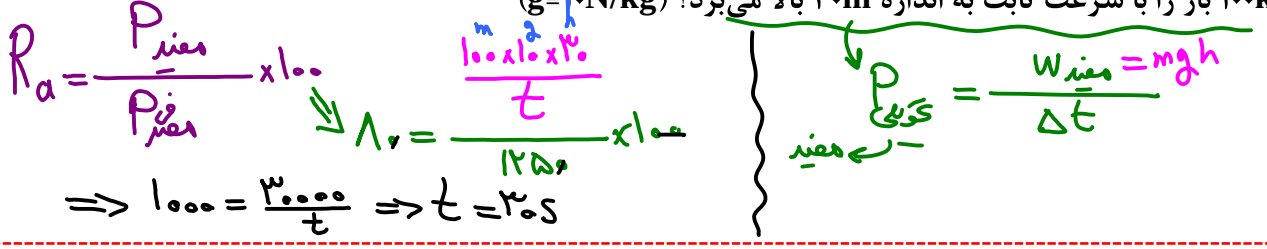
$0 < R_a < 1$

درصد کار مفید + درصد کار غیرمفید = ۱۰۰

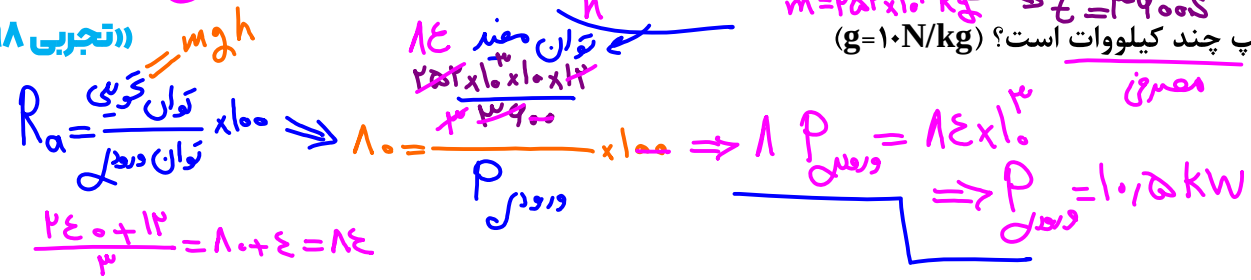
بازده کار مفید + بازده کار غیرمفید = ۱

@tajrobi10jashani
@jashan_academy

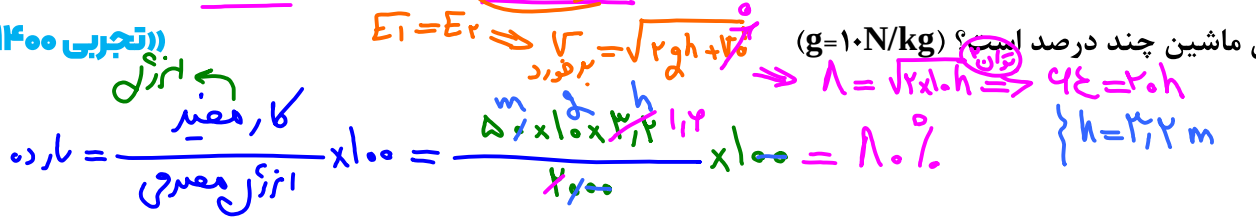
سوال: توان متوسط مصرفی موتور یک بالابر ۱۲۵۰ وات و بازده آن ۸۰ درصد است. این موتور در مدت چند ثانیه، ۱۰۰kg بار را با سرعت ثابت به اندازهٔ ۳۰m بالا می‌برد؟ (g=۱۰N/kg)



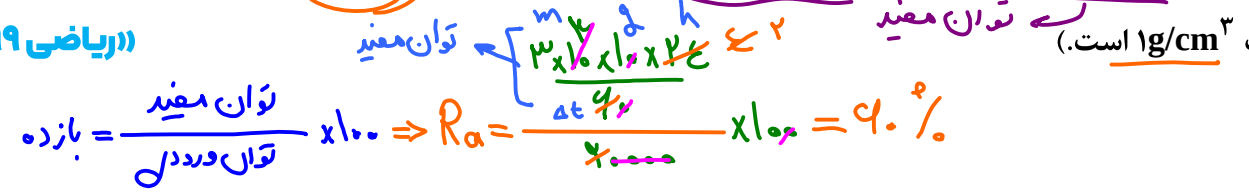
سوال: یک پمپ آب در هر ساعت ۲۵۲ تن آب را تا ارتفاع ۱۲ متر بالا می‌کشد. اگر بازده پمپ ۸۰ درصد باشد، توان پمپ چند کیلووات است؟ (g=۱۰N/kg) «تجربی ۹۸»



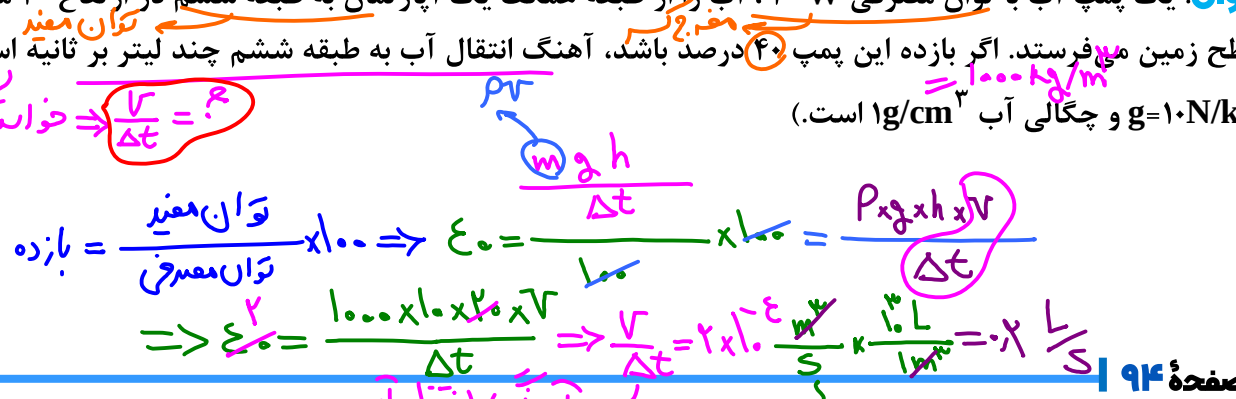
سوال: یک ماشین بالابر، برای بالا بردن وزنه‌ای به جرم ۵۰kg تا ارتفاع معینی از سطح زمین ۲۰۰۰J انرژی مصرف می‌کند. اگر این وزنه از ارتفاع فوق بدون سرعت اولیه در شرایط خلأ رها شود، با تندی ۸m/s به زمین می‌رسد. بازده این ماشین چند درصد است؟ (g=۱۰N/kg) «تجربی ۱۴۰۰»



سوال: پمپ آبی در هر دقیقه ۳ متر مکعب از آب رودخانه‌ای را به نقطه‌ای منتقل می‌کند که ارتفاع آن تا سطح آب رودخانه ۲۴ متر است. اگر توان ورودی پمپ ۲۰ کیلووات باشد، بازده پمپ چند درصد است؟ (g=۱۰N/kg و چگالی آب ۱g/cm³ است.) «ریاضی ۹۹»



سوال: یک پمپ آب با توان مصرفی ۱۰۰W، آب را از طبقهٔ همکف یک آپارتمان به طبقه ششم در ارتفاع ۲۰ متری سطح زمین می‌فرستد. اگر بازده این پمپ ۴۰ درصد باشد، آهنگ انتقال آب به طبقه ششم چند لیتر بر ثانیه است؟ (g=۱۰N/kg و چگالی آب ۱g/cm³ است.)



@taljrobi10jashani
@jashan_academy

سوال: ماشین A با گرفتن ۱۰۰kJ انرژی، می‌تواند وزنه‌ای را در مدت زمان t به اندازهٔ ۴ m بالا ببرد. اگر ماشین B با گرفتن ۳۰۰kJ انرژی، بتواند همین وزنه را در مدت زمان ۲t به اندازهٔ ۶m بالا ببرد، کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟ «نردبام»

۱) توان ماشین A ، $\frac{4}{3}$ برابر توان ماشین B است.

۲) توان ماشین A ، $\frac{4}{3}$ برابر توان ماشین B است.

۳) بازده ماشین A ، ۲ برابر بازده ماشین B است.

۴) بازده ماشین A ، $\frac{1}{2}$ برابر بازده ماشین B است.

$P_A = \frac{W_A}{\Delta t_A} = \frac{(mgh)_A}{t} = \frac{m \times g \times 4}{t} = 4mg/t$

$P_B = \frac{W_B}{\Delta t_B} = \frac{(mgh)_B}{2t} = \frac{m \times g \times 6}{2t} = 3mg/t$

$P_A = \frac{4}{3} P_B$

$R_{a(A)} = \frac{m \times g \times 4}{100000} = 4 \times \frac{mg}{100000}$

$R_{a(B)} = \frac{m \times g \times 6}{300000} = 2 \times \frac{mg}{100000}$

$R_{a(A)} = 2 R_{a(B)}$

سوال: ارتفاع یک سد ۱۰۰m است. توان الکتریکی مولدی که در پایین این سد قرار دارد، تقریباً برابر با ۲۰۰MW است. اگر ۸۰ درصد کار نیروی گرانش به انرژی الکتریکی تبدیل شود، در هر ثانیه چند متر مکعب آب باید روی پره‌های توربین ریخته شود؟ ($g=10N/kg$ و چگالی آب $1g/cm^3$ است.) «خیلی‌سبز»

۱) ۱۶۰

۲) ۲۵۰

۳) $1/6 \times 10^5$

۴) $2/5 \times 10^5$

$R_a = \frac{\text{توان خروجی}}{\text{توان ورودی}} \times 100 \Rightarrow 80 = \frac{200 \times 10^6}{1000 \times 10 \times 100 \times \frac{V}{\Delta t}} \times 100$

$\Rightarrow 8V = 2000$

$\Rightarrow V = 250 m^3$

سوال: مطابق شکل، آب از پشت یک سد بتونی بر روی پره‌های توربین مولد الکتریسیته می‌ریزد و آن را می‌چرخاند. اگر ۷۵ درصد از کار نیروی وزن آب به انرژی الکتریکی تبدیل شود و در هر ثانیه $250m^3$ آب بر روی توربین بریزد، توان الکتریکی خروجی مولد چند گیگاوات است؟ ($g=10N/kg$ و چگالی آب $1g/cm^3$ است.) «خیلی‌سبز»

۱) ۲۰۰

۲) ۰/۲۰۰

۳) ۱۵۰

۴) ۰/۱۵۰

$R_a = \frac{\text{توان خروجی}}{\text{توان ورودی}} \times 100 \Rightarrow 75 = \frac{P_{خروجی}}{1000 \times 250 \times 10 \times 80} \times 100$

$P_{خروجی} = 150 \times 10^6 W \div 10^9 = 0/150 GW$

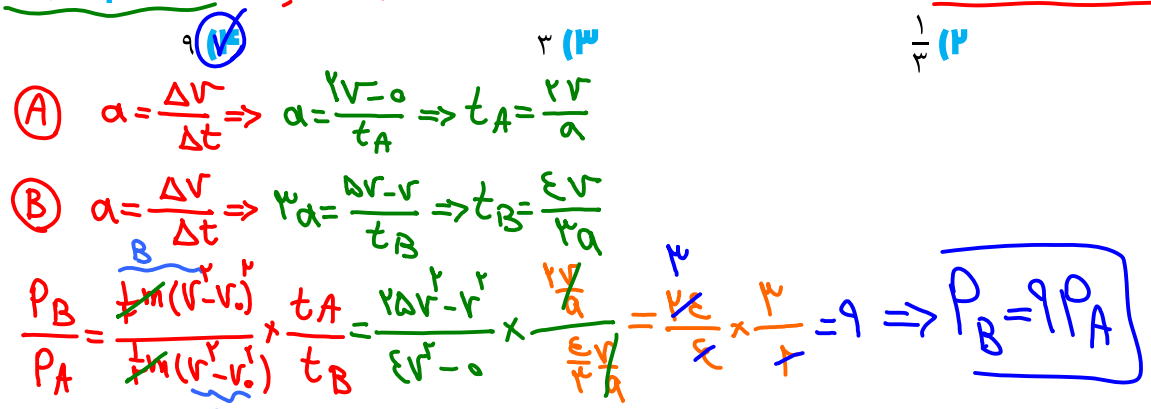
@taljrobi10jashani
@jashan_academy

سوالات پیشرفتهٔ توان و بازده

سوال: در صورتی که بر روی یک خودرو موتور A نصب شود، این خودرو با شتاب ثابت a ظرف مدت t_A از حال سکون به تندی ۲v می‌رسد. اگر روی همین خودرو موتور B که هم‌جرم موتور قبلی است نصب شود، این خودرو با شتاب ثابت ۳a ظرف مدت t_B تندی خود را از v به ۵v می‌رساند. توان موتور B چند برابر توان موتور A است؟ (از کلیهٔ نیروهای اتلافی صرف نظر شود.)

«تألیفی- پیشرفته»

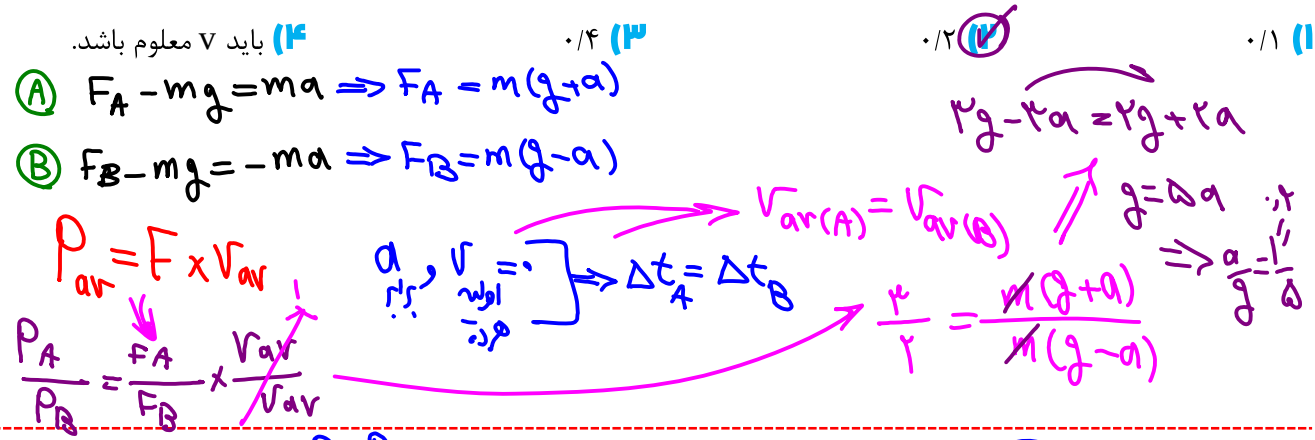
۱) $\frac{۱}{۹}$ ۲) $\frac{۱}{۳}$ ۳) ۳ ۴) ۹



سوال: دو آسانسور هم‌جرم A و B با اندازهٔ شتاب a از حال سکون به ترتیب به سمت بالا و پایین حرکت می‌کنند. اگر توان متوسط موتور آسانسور A، ۵۰ درصد بیشتر از توان متوسط موتور آسانسور B باشد، نسبت a/g کدام است؟ (g شتاب گرانش است.)

«آزمون‌های گاج»

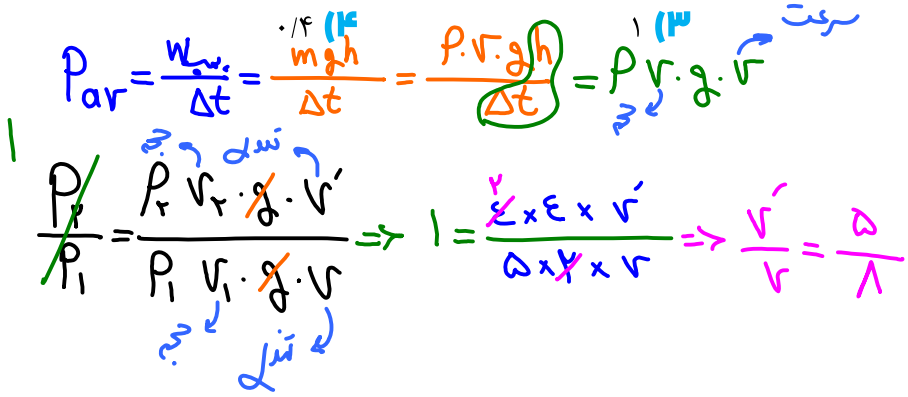
۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۴ ۴) باید v معلوم باشد.



سوال: پمپ آبی مقدار ۲ لیتر آب را با تندی ثابت v تا ارتفاع h بالا می‌برد. اگر همین پمپ، مقدار ۴ لیتر روغن را با تندی ثابت v' تا ارتفاع h بالا ببرد، نسبت v'/v کدام است؟ ((چگالی روغن)×$\frac{۵}{۴}$ = (چگالی آب))

«جامع IQ»

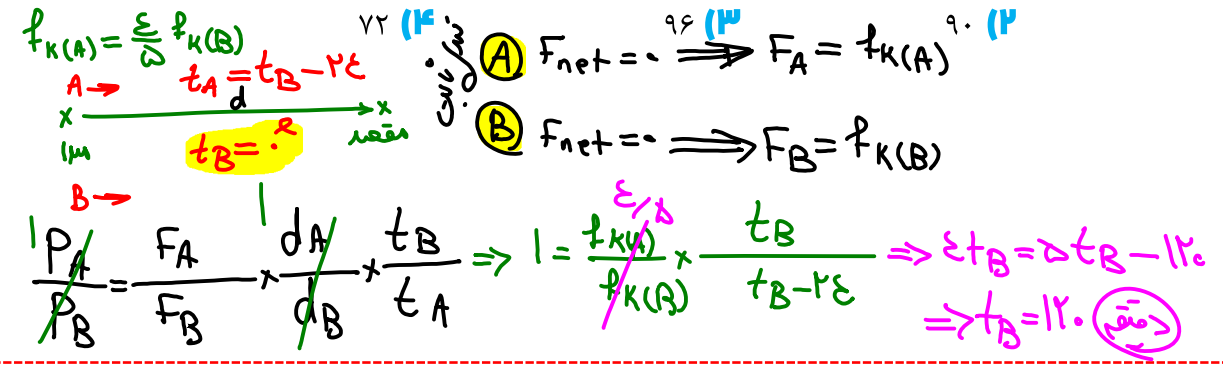
۱) ۱/۶ ۲) $\frac{۵}{۸}$ ۳) ۱ ۴) ۰/۴



@taljrobi10jashani
@jashan_academy

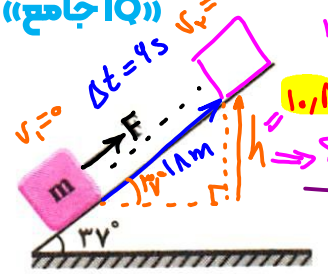
سوال: خودروهای A و B با توان برابر با تندی ثابت در حال حرکت به سوی مقصدی معین هستند. اگر نیروی اصطکاک بین خودروی A و سطح جاده، $\frac{۴}{۵}$ برابر خودروی B باشد و خودروی A مسافت بین مبدأ و مقصد را ۲۴ دقیقه زودتر از خودروی B طی کند، خودروی B این فاصله را در چند دقیقه طی خواهد کرد؟ «گاج - پیشرفته»

۱) ۱۲۰ ✓ ۲) ۹۰ ۳) ۹۶ ۴) ۷۲



سوال: مطابق شکل، جسمی به جرم ۵ کیلوگرم تحت تاثیر نیروی F از حال سکون با شتاب $۱m/s^۲$ به سمت بالای سطح شیبدار به حرکت در می‌آید. اگر نیروی اصطکاک در مقابل حرکت جسم برابر ۱۰N باشد و جسم در مدت زمان ۶s به اندازهٔ ۱۸m روی سطح شیبدار بالا برود، در این مدت زمان، توان نیروی F چند برابر توان متوسط برایند نیروهای وارد بر جسم است؟ ($g=۱۰N/kg$ و $\sin ۳۷^\circ = ۰/۶$) «جامع IQ»

۱) ۹ ✓ ۲) ۴/۵ ۳) ۳ ۴) ۱

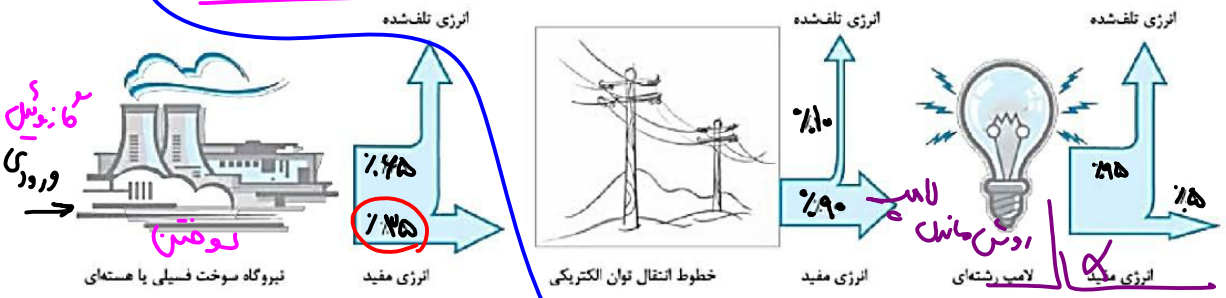


سوال: مصرف بنزین خودرویی که با سرعت ۹۰km/h حرکت می‌کند، در هر ۱۰۰ کیلومتر، ۶ لیتر است. انرژی شیمیایی موجود در هر لیتر بنزین $۳/۵\times ۱۰^۷ J$ است. اگر ۸۰ درصد انرژی ناشی از سوختن بنزین تلف شود، توان مفید این خودرو تقریباً چند اسب بخار است؟ «خیلی سبز - پیشرفته»

۱) ۷ ۲) ۱۴ ✓ ۳) ۲۸ ۴) ۵۶

@taljrobi10jashani
@jashan_academy

سوال: در یک نیروگاه سوخت فسیلی با سوختن هر لیتر گازوئیل حدود MJ ۳۶ انرژی گرمایی تولید می‌شود. با توجه به طرح‌وارهٔ زیر، برای اینکه یک لامپ رشته‌ای ۱۰۰ واتی در طول یک ماه، به‌طور میانگین در هر شبانه‌روز ۶ ساعت روشن بماند، چند لیتر گازوئیل باید در نیروگاه مصرف شود؟ (هر ماه را ۳۰ روز در نظر بگیرید.)



۱) $\frac{۴۰۷}{۷}$ ۲) $\frac{۸۰}{۷}$ ۳) $\frac{۴۰۰}{۷}$ ۴) $\frac{۸۰۰}{۷}$ «خیلی‌سبز - پیشرفته»

سوال: توان مصرفی متوسط یک واحد صنعتی برابر ۱۲۰۰kW و هر واحد مسکونی برابر ۵kW است. توان مورد نیاز ۲۴۰۰ واحد مسکونی و تعدادی واحد صنعتی توسط یک نیروگاه گازی ۵۴ مگاواتی و یک نیروگاه برق آبی با بازده ٪ ۴۰ تامین می‌شود. اگر در نیروگاه برق آبی، در هر دقیقه ۱۸۰ تن آب از ارتفاع ۵۰۰ متری روی توربین‌ها بریزد، تعداد واحدهای صنعتی کدام است؟ (g=۱۰N/kg) «IQ جامع»

۱) ۲۰ ۲) ۳۰ ۳) ۴ ۴) ۵۰

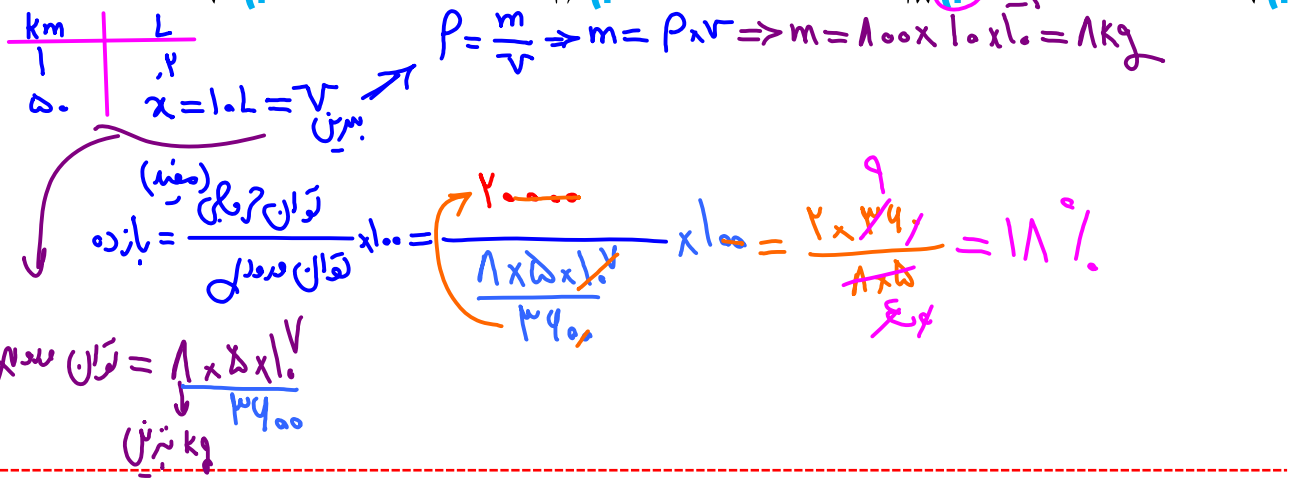
سوال: یک پمپ الکتریکی آب داخل چاهی به عمق ۲۰m را با آهنگ ۲m³/s به بالا آورده و با تندی ۱۰m/s به بیرون پرتاب می‌کند. اگر بازده پمپ ۴۰ درصد باشد، توان مصرفی آن چند کیلووات است؟ (g=۱۰N/kg و چگالی آب ۱g/cm³ است.) «خیلی‌سبز - سری Z»

۱) ۲۰۰ ۲) ۲۵۰ ۳) ۱۰۰۰ ۴) ۱۲۵۰

@taljrobi10jashani
@jashan_academy

سوال: اتومبیلی در یک جادهٔ صاف، با سرعت ۵۰km/h حرکت می‌کند در این شرایط توان موتور اتومبیل ۲۰kW است. و به ازای هر کیلومتر، ۰/۲ لیتر بنزین مصرف می‌شود. اگر انرژی شیمیایی تولیدی بنزین به ازای هر کیلوگرم، $5\times10^7 J$ و چگالی بنزین $800 kg/m^3$ باشد، بازده موتور اتومبیل چند درصد است؟ «خیلی‌سبز - سری Z»

۱) ۹ ۲) ۱۸ ۳) ۳۶ ۴) ۹۰



@taljrobi10jashani
@jashan_academy