کار، انرژی و توان

انرژی جنبشی: انرژی ناشی از حرکت یک جسم را انرژی جنبشی آن جسم می‌نامند. انرژی جنبشی یک جسم، با جرم جسم و مجذور سرعت آن رابطه‌ی مستقیم دارد.

$$K = \frac{1}{2}mV^2 \longrightarrow \text{سرعت جسم}\left(\frac{m}{s}\right)$$
$$\text{انرژی جنبشی (J)} \leftarrow K$$
$$\text{جرم جسم (kg)} \leftarrow m$$

*** به‌دست آوردن مقدار تغییرات انرژی جنبشی جسم (ΔK):**

در صورتی‌که سرعت جسمی به جرم m از V_1 به V_2 برسد، می‌توان تغییرات انرژی جنبشی را به‌صورت زیر به‌دست آورد:

ـ نمودارهای انرژی جنبشی جسم:

$$\Delta k = k_2 - k_1 = \frac{1}{2}mV_2^2 - \frac{1}{2}mV_1^2 = \frac{1}{2}m(V_2^2 - V_1^2)$$

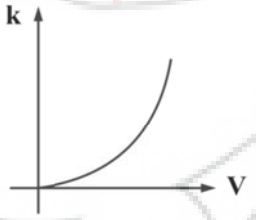
در صورتی‌که جسم متوقف شده باشد $k_2 = 0$ و در صورتی‌که جسم رها شده باشد $k_1 = 0$ است. اگر در مسئله پرسیده شد که انرژی جنبشی چه مقدار تغییر کرده است، باید Δk را به‌دست آوریم.

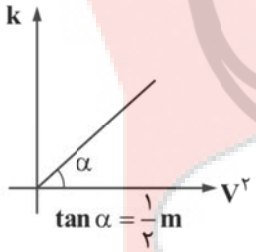
*** به‌دست آوردن نسبت انرژی جنبشی در دو حالت مختلف:**

با توجه به آن‌که انرژی جنبشی با جرم جسم و مجذور سرعت آن رابطه‌ی مستقیم دارد، خواهیم داشت:

$$\frac{k_2}{k_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2$$

در صورتی‌که در مسئله پرسیده شود انرژی جنبشی چند برابر شده است باید $\frac{k_2}{k_1}$ را به‌دست آوریم.





تمرین ۱: اگر سرعت متحرکی به جرم m به اندازه $5\frac{m}{s}$ افزایش پیدا کند، افزایش انرژی جنبشی آن $\frac{5}{4}$ انرژی جنبشی اولیه می‌شود. سرعت اولیه متحرک چند متر بر ثانیه بوده است؟

۱) ۶/۲۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

تمرین ۲: اگر جرم جسمی ۴۰ درصد کاهش و بزرگی سرعت آن ۵۰ درصد افزایش داده شود. انرژی جنبشی آن چگونه تغییر می‌کند؟

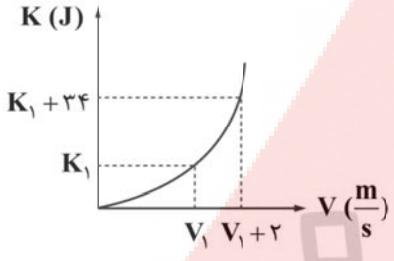
۱) ۳۵ درصد افزایش می‌یابد. ۲) ۳۵ درصد کاهش می‌یابد.

۳) ۲۵ درصد افزایش می‌یابد. ۴) ۲۵ درصد کاهش می‌یابد.

تمرین ۳: جسمی در مسیر مستقیم با سرعت v در حال حرکت است. اگر سرعت این جسم $5\frac{m}{s}$ افزایش یابد، انرژی جنبشی آن ۴۴ درصد افزایش می‌یابد. v چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۲۰ ۴) ۲۵

تمرین ۴: در شکل مقابل نمودار انرژی جنبشی جسمی به جرم $2\,kg$ برحسب تندی آن مطابق شکل است. v_1 چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۸/۵
۲) ۱۵
۳) ۷/۵
۴) ۳/۲۵

تمرین ۵: با افزایش تعداد مسافرین یک اتوبوس، جرم کل آن ۲۵ درصد افزایش می‌یابد. در نتیجه انرژی جنبشی آن ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. در این صورت سرعت چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

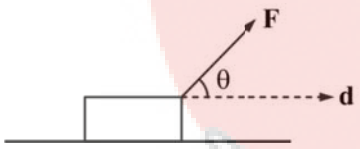
۱) ۲۰ درصد افزایش ۲) ۲۵ درصد کاهش
۳) ۲۵ درصد افزایش ۴) ۲۰ درصد کاهش

تمرین ۶: جسم A به جسم ساکن B برخورد می‌نماید، اگر در این برخورد $\frac{1}{4}$ انرژی جنبشی جسم A به گرما و $\frac{1}{2}$ انرژی جنبشی آن به جسم B انتقال یابد، نسبت سرعت ثانویه جسم A به جسم B چقدر است؟ (جرم جسم B، دو برابر جرم جسم A است)

۱) $\sqrt{2}$ ۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ۳) $\sqrt{8}$ ۴) ۱

کار نیروی ثابت:

در صورتی‌که مطابق شکل، جسم تحت تأثیر نیروی ثابت $\vec{F}$ به اندازه‌ی d جابه‌جا شود، کاری که نیروی F در این جابه‌جایی انجام می‌دهد، از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:



$$W_F = Fd\cos\theta$$

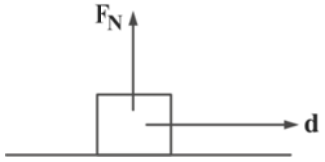
θ زاویه‌ی بین نیرو و جابه‌جایی است.

هرگاه کار هر نیرو را بخواهیم، حتماً باید پس از رسم نیرو، به زاویه‌ی بین نیرو و جهت حرکت دقت کنیم.

کار نیروی مختلف:

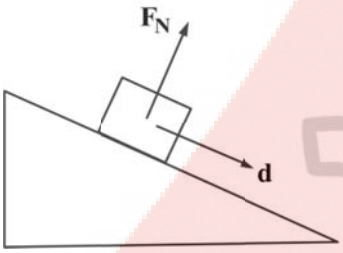
الف) کار نیروی عمودی تکیه‌گاه: (W_{F_N}):

در جابه‌جایی افقی، نیروی عمودی تکیه‌گاه بر مسیر حرکت عمود است و کاری انجام نمی‌دهد:



$$W_{F_N} = F_N d \cos ۹۰ = ۰$$

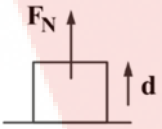
در جابه‌جایی روی سطح شیب‌دار هم، نیروی عمودی تکیه‌گاه، بر مسیر حرکت عمود است و کار انجام نمی‌دهد:



$$W_{F_N} = F_N d \cos ۹۰ = ۰$$

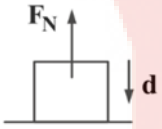
نیروی عمودی تکیه‌گاه فقط در جابه‌جایی در راستای قائم کار انجام می‌دهد:

جابه‌جایی به سمت بالا



$$W_{F_N} = F_N d \cos ۰ = F_N d$$

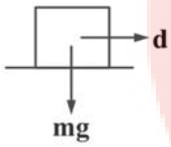
جابه‌جایی به سمت پائین



$$W_{F_N} = F_N d \cos ۱۸۰ = -F_N d$$

ب) کار نیروی وزن (W_{mg}):

نیروی وزن فقط در صورتی کار انجام می‌دهد که ارتفاع تغییر کند. بنابراین در جابه‌جایی افقی، نیروی وزن کاری انجام نمی‌دهد، چون ارتفاع تغییر نکرده است.

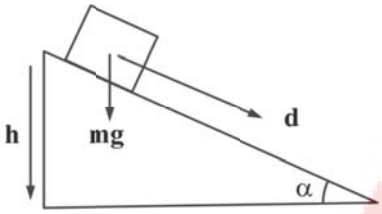


$$W_{mg} = mgd \cos ۹۰ = ۰$$

در هر جابه‌جایی، برای به‌دست آوردن کار نیروی وزن، جابه‌جایی را به‌صورت تغییر ارتفاع در نظر گرفته و زاویه‌ی بین نیروی وزن و تغییر ارتفاع را استفاده می‌کنیم. (این زاویه یا صفر خواهد بود یا ۱۸۰ درجه)

*** جابه‌جایی روی سطح شیب‌دار به سمت پایین:**

در این حالت تغییر ارتفاع و نیروی وزن هر دو به سمت پایین بوده و با هم زاویه‌ی صفر درجه می‌سازند.

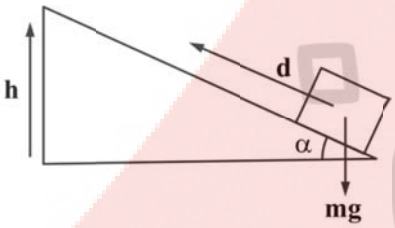


$$W_{mg} = mgh\cos 0 = mgh$$

با توجه به آن‌که h ضلع مقابل به زاویه α بوده و d وتر می‌باشد، می‌توان مقدار h را به‌صورت زیر به‌دست آورد:

$$h = d\sin\alpha$$

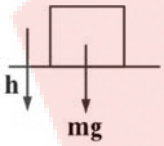
*** جابه‌جایی روی سطح شیب‌دار به سمت بالا:**



$$W_{mg} = mgh\cos 180 = -mgh$$

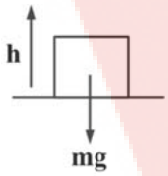
در این حالت تغییر ارتفاع به سمت بالا و نیروی وزن به سمت پایین است و با هم زاویه‌ی ۱۸۰ درجه می‌سازند.

*** جابه‌جایی در راستای قائم به سمت پایین:**



$$W_{mg} = mgh\cos 0 = mgh$$

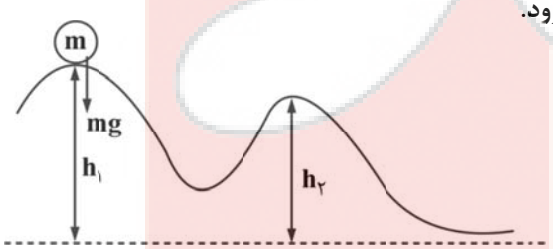
*** جابه‌جایی در راستای قائم به سمت بالا:**



$$W_{mg} = mgh\cos 180 = -mgh$$

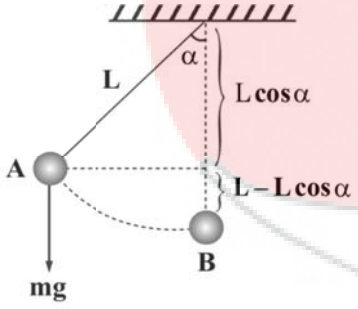
چند مثال برای کار نیروی وزن:

مثال ۱: جسم از تپه‌ای به ارتفاع h_1 به تپه‌ی دیگری به ارتفاع h_2 برود.



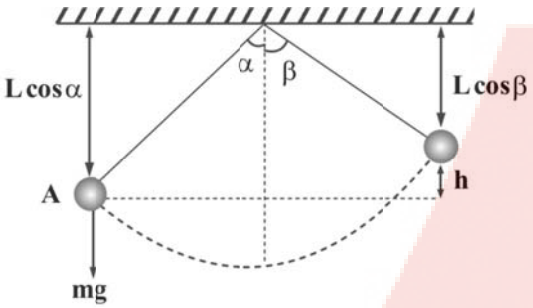
$$W_{mg} = mgh\cos 0 = mg(h_1 - h_2)$$

مثال ۲: آونگی به طول L از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B برود.



$$W_{mg} = mgh\cos 0 = mgL(1-\cos\alpha)$$

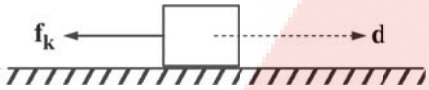
مثال ۳: آونگی به طول L از نقطه‌ی A تا B برود.



$$h = L\cos\alpha - L\cos\beta$$
$$h = L(\cos\alpha - \cos\beta)$$
$$W_{mg} = mgh\cos 180^\circ$$
$$W_{mg} = -mgL(\cos\alpha - \cos\beta)$$

پ) کار نیروی اصطکاک:

با توجه به آن‌که نیروی اصطکاک در خلاف جهت حرکت است، پس زاویه‌ی بین این نیرو و جابه‌جایی ۱۸۰ درجه می‌باشد.



$$W_{f_k} = f_k d\cos 180^\circ = -f_k d$$

ت) در صورتی‌که بردار نیرو به‌صورت $\vec{F} = F_x\vec{i} + F_y\vec{j}$ و جابه‌جایی به‌صورت $\vec{d} = x\vec{i} + y\vec{j}$ باشد، می‌توان کار نیروی $\vec{F}$ را در این جابه‌جایی به‌صورت زیر به‌دست آورد:

$$W = F_x x + F_y y$$

مثلاً کار نیروی $\vec{F} = 2\vec{i} + 5\vec{j}$ در جابه‌جایی $\vec{d} = -3\vec{i} + 2\vec{j}$ برابر است با:

$$W = 2(-3) + 5(2) = -6 + 10 = 4\ J$$

تمرین ۷: شخصی در طبقه‌ی سوم ساختمان، سوار آسانسور می‌شود و به طبقه‌ی دهم می‌رود. جرم شخص ۷۰ kg است و یک کوله‌پشتی به جرم ۵ kg بر دوش دارد. آسانسور بین طبقات پنجم تا هفتم مسافت ۶ m را در مدت ۲ ثانیه با سرعت ثابت طی می‌کند، در این ۲ ثانیه کار نیرویی که آسانسور به شخص وارد می‌کند، چند ژول است؟ $(g = 10\frac{m}{s^2})$

۱) صفر ۲) ۳۹۰۰ ۳) ۴۲۰۰ ۴) ۴۵۰۰

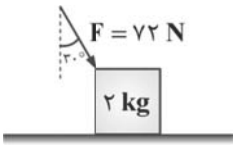
تمرین ۸: جسمی به جرم ۳ kg روی سطح افقی به حال سکون قرار دارد. نیروی ثابت $\vec{F} = 15\vec{i} + 20\vec{j}$ (در SI) به جسم وارد می‌شود و جسم روی محور x، ۱۰ متر جابه‌جا می‌شود. کار نیروی F در این جابه‌جایی چند ژول است؟

۱) ۲۵۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۱۵۰ ۴) ۹۰

تمرین ۹: نیروی $\vec{F} = (30N)\vec{i} + (40N)\vec{j}$ به جسمی به جرم ۵ kg وارد می‌شود و آن را روی سطح افقی به اندازه $\overrightarrow{\Delta x} = (6m)\vec{i}$ جابه‌جا می‌کند. کار نیروی $\vec{F}$ در این جابه‌جایی چند ژول است؟

۱) ۱۸۰ ۲) ۲۵۰ ۳) ۳۰۰ ۴) ۴۲۰

تمرین ۱۰: در شکل مقابل جسم به جرم $2\ kg$ تحت اثر نیروی ۷۲ نیوتنی، ۱۰ متر جابه‌جا می‌گردد. کار حاصل از این نیرو چند کیلو وات ساعت است؟



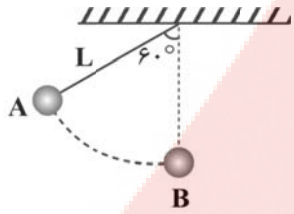
۱) ۳۶۰

۲) 10^{-4}

۳) $360\sqrt{3}$

۴) $10^{-4}\sqrt{3}$

تمرین ۱۱: در شکل مقابل گلوله آونگ به جرم $1\ kg$ از A تا B جابه‌جا می‌شود. کار نیروی وزن در این جابه‌جایی چند ژول است؟ $(L = 2m\ ,\ g = 10\frac{N}{kg}\ ,\ \cos 60^\circ = \frac{1}{2})$



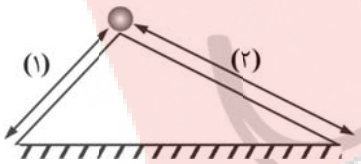
۱) ۴

۲) ۶

۳) ۸

۴) ۱۰

تمرین ۱۲: مطابق شکل گلوله‌ای را یک بار از سطح (۱) و بار دیگر از سطح (۲) از بالای سطح شیب‌دار رها می‌کنیم. کدام گزینه درباره کار نیروی وزن و قدرمطلق کار نیروی اصطکاک روی گلوله درست است؟ (اندازه نیروی اصطکاک در هر دو مسیر برابر است.)



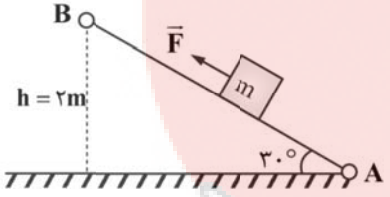
۱) $|W_{f_{(2)}}| > |W_{f_{(1)}}|\ ,\ W_{mg_{(1)}} > W_{mg_{(2)}}$

۲) $|W_{f_{(2)}}| > |W_{f_{(1)}}|\ ,\ W_{mg_{(1)}} = W_{mg_{(2)}}$

۳) $|W_{f_{(1)}}| > |W_{f_{(2)}}|\ ,\ W_{mg_{(2)}} > W_{mg_{(1)}}$

۴) $|W_{f_{(1)}}| > |W_{f_{(2)}}|\ ,\ W_{mg_{(1)}} = W_{mg_{(2)}}$

تمرین ۱۳: مطابق شکل زیر جسمی به جرم $5\ kg$ از نقطه‌ی A تا B توسط نیروی $\vec{F}$ به بزرگی $100\ N$ که در راستای سطح شیب‌دار است جابه‌جا می‌شود. اگر بزرگی نیروی اصطکاک در مقابل حرکت جسم $30\ N$ باشد، کار کل انجام شده روی جسم در این جابه‌جایی چند ژول است؟



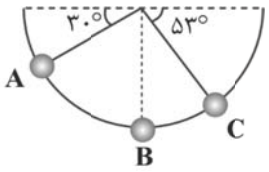
۱) ۶۲۰

۲) ۱۸۰

۳) ۵۲۰

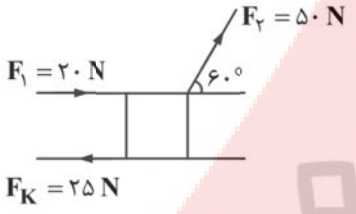
۴) ۲۸۰

تمرین ۱۴: مطابق شکل زیر،گلوله‌ای به جرم ۲۰۰ گرم درون نیم‌کره‌ای بدون اصطکاک به قطر ۸۰ cm می‌لغزد، نسبت اندازه‌ی کار نیروی وزن در مسیر A تا B به اندازه‌ی کار نیروی وزن در مسیر B تا C کدام است؟



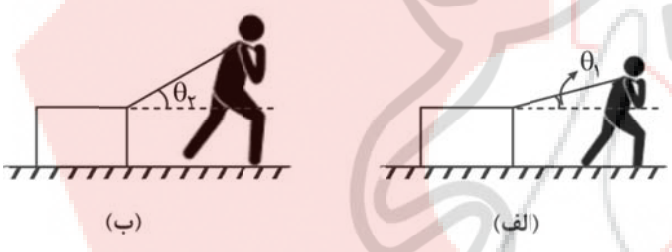
۱) ۲/۵
۲) ۵
۳) ۷/۵
۴) ۱۰

تمرین ۱۵: مطابق شکل زیر، دو نیروی $\vec{F_1}$ و $\vec{F_2}$ به جسم اثر می‌کند و آن را ۵ متر جابه‌جا می‌کند. نسبت کل کار انجام شده به کار نیروی اصطکاک کدام است؟



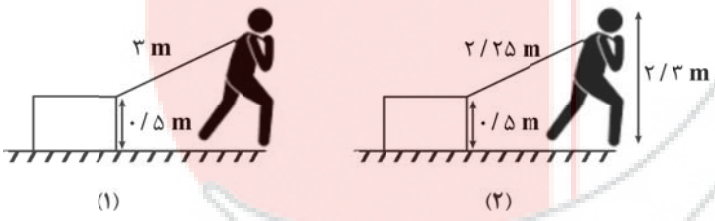
۱) −۰/۲
۲) −۰/۶
۳) −۰/۸
۴) −۰/۹

تمرین ۱۶: شخصی جسمی را یک‌بار با طناب بلند (شکل الف) و بار دیگر با طناب کوتاه‌تر (شکل ب) روی سطح افقی بدون اصطکاکی با نیروی یکسان می‌کشد. برای یک جابه‌جایی یکسان در هر دو حالت کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست است؟ ($\theta_2 > \theta_1$)



۱) کاری که شخص انجام می‌دهد در هر دو حالت یکسان است و شتاب جسم در هر دو حالت یکسان است.
۲) در حالت (الف) شتاب جسم بیشتر است اما کار انجام شده توسط شخص در هر دو حالت یکسان است.
۳) نسبت کار انجام شده در حالت (ب) به کار انجام شده در حالت (الف) کمتر از ۱ است.
۴) شتاب جسم در هر دو حالت یکسان است اما کاری که شخص انجام می‌دهد در حالت (ب) بیشتر است.

تمرین ۱۷: مطابق شکل زیر شخصی که ارتفاع شانه‌اش تا زمین برابر ۲/۳ متر است. در حالت (۱) جعبه‌ای به ارتفاع ۰/۵ متر را با طنابی به طول ۳ متر می‌کشد و به اندازه d جابه‌جا می‌کند. در حالت (۲) همان شخص آن جعبه را با طنابی به طول ۲/۲۵ متر می‌کشد و به همان اندازه حالت (۱) جابه‌جا می‌کند. اگر نیروی وارد بر جعبه در حالت (۱) و (۲) به ترتیب F و F′ باشد، نسبت F′ به F چقدر باشد تا کار نیروی F و F′ با هم برابر شود؟



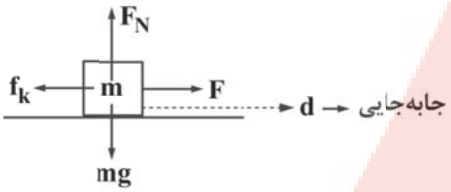
۱) $\frac{۳}{۴}$
۲) $\frac{۴}{۳}$
۳) $\frac{۵}{۶}$
۴) $\frac{۶}{۵}$

* روش‌های به‌دست آوردن کار کل:

در صورتی‌که چند نیرو به جسمی وارد شود، می‌توان از روش‌های مختلفی برای به‌دست آوردن کار نیرو برآیند استفاده کرد.

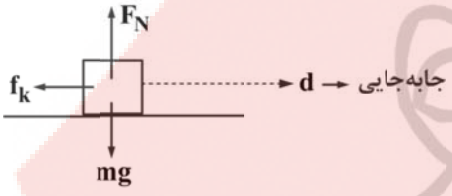
الف) ابتدا کار هر نیرو را با استفاده از رابطه‌ی $W = Fd\cos\theta$ به‌دست آورده و سپس این کارها را با هم جمع می‌کنیم.

مثلاً در شکل مقابل به جسم چهار نیرو وارد می‌شود.



$$\left.\begin{aligned} W_F &= Fd\cos 0 = Fd \\ W_{F_N} &= F_N d\cos 90 = 0 \\ W_{mg} &= mgd\cos 90 = 0 \\ W_{f_k} &= f_k d\cos 180 = -f_k d \end{aligned}\right\} \Rightarrow W_t = W_F + W_{F_N} + W_{mg} + W_{f_k} = Fd - f_k d$$

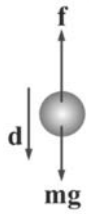
به اتومبیلی که روی سطح افقی ترمز می‌کند و یا جسمی که روی سطح افق پرتاب می‌شود، سه نیرو وارد می‌شود:



$$\left.\begin{aligned} W_{F_N} &= F_N d\cos 90 = 0 \\ W_{mg} &= mgd\cos 90 = 0 \\ W_{f_k} &= f_k d\cos 180 = -f_k d \end{aligned}\right\} \Rightarrow W_t = W_{F_N} + W_{mg} + W_{f_k} = -f_k d$$

در واقع در این دو حالت تنها نیرویی که کار انجام می‌دهد نیروی اصطکاک است.

* بر جسمی که در هوا سقوط می‌کند دو نیرو وارد می‌شود.

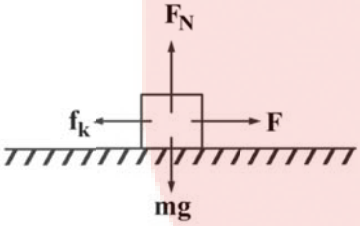


$$\left.\begin{aligned} W_f &= fd\cos 180 = -fd \\ W_{mg} &= mgd\cos 0 = mgd \end{aligned}\right\} \Rightarrow W_t = W_{mg} + W_f = mgd - fd$$

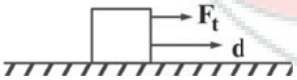
ب) می‌توان برآیند نیروها را به‌دست آورده و سپس کار این نیروی برآیند را پیدا کرد.

در صورتی‌که نیروی برآیند در جهت حرکت باشد، کار آن مثبت و اگر خلاف جهت حرکت باشد، کار آن منفی است.

در صورتی‌که نیروی برآیند عمود بر مسیر حرکت باشد، مقدار کار این نیرو صفر است.

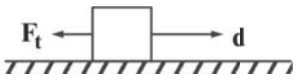


مثلاً در شکل مقابل که بر جسم ۴ نیرو وارد می‌شود، F_N و mg یکدیگر را خنثی می‌کنند. در صورت بزرگ‌تر بودن مقدار نیروی F از اصطکاک، برآیند نیروهای وارد بر جسم، هم‌جهت با جابه‌جایی است و خواهیم داشت:



$$F_t = F - f_k$$
$$W_t = (F - f_k)d\cos 0 = (F - f_k)d$$

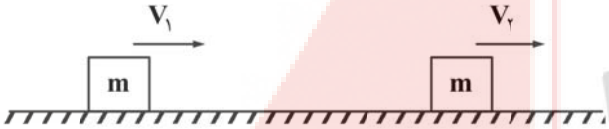
امّا اگر نیروی اصطکاک از نیروی F بزرگ‌تر باشد، برآیند نیروهای وارد بر جسم، در خلاف جهت جابه‌جایی خواهد بود و خواهیم داشت:



$$F_t = f_k - F$$
$$W_t = (f_k - F)d\cos 180^\circ = -(f_k - F)d$$

پ) با استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی:

طبق این قضیه کار کل انجام شده روی یک جسم با تغییر انرژی جنبشی آن برابر است.

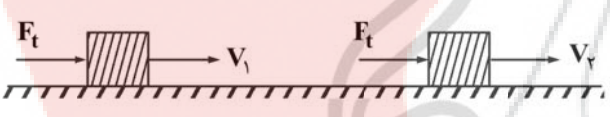


$$W_t = \Delta K = K_2 - K_1 = \frac{1}{2}m(V_2^2 - V_1^2)$$

ـ در صورتی‌که جسم از حال سکون شروع به حرکت کرده باشد، سرعت اولیه و انرژی جنبشی اولیه هر دو برابر با صفر می‌باشند. $(V_1 = 0 , K_1 = 0)$

ـ در صورتی‌که جسم متوقف شود، سرعت ثانویه و انرژی جنبشی ثانویه برابر با صفر می‌باشد. $(V_2 = 0 , K_2 = 0)$

در صورتی‌که برآیند نیروهای وارد بر جسم، در جهت حرکت باشد، تندی جسم افزایش می‌یابد.



$$W_t > 0 \Rightarrow V_2 > V_1 \Rightarrow K_2 > K_1$$

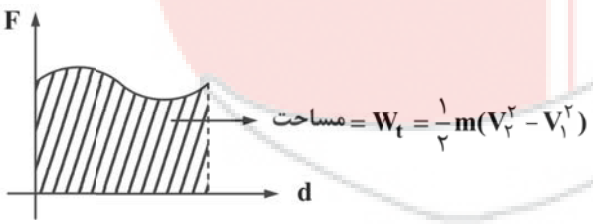
ـ در صورتی‌که برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر باشد، جسم با تندی ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد.

$$W_t = 0 \Rightarrow V_1 = V_2 \Rightarrow K_1 < K_2$$

ـ در صورتی‌که برآیند نیروهای وارد بر جسم در خلاف جهت حرکت باشد، تندی جسم کاهش می‌یابد.

$$W_t < 0 \Rightarrow V_2 < V_1 \Rightarrow K_2 < K_1$$

ـ در صورتی‌که نمودار نیروی خالص بر حسب جابه‌جایی را داشته باشیم، مساحت محصور بین نمودار و محور جابه‌جایی برابر با کار کل در این جابه‌جایی است.



تمرین ۱۸: برای این‌که سرعت وزنه‌ای با جرم معین از صفر به v برسد، باید کار W_1 روی آن انجام شود و برای این که سرعت این وزنه از v به $3v$ برسد، باید کار W_2 روی آن انجام شود، نسبت $\frac{W_2}{W_1}$ چقدر است؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۸ ۴) ۹

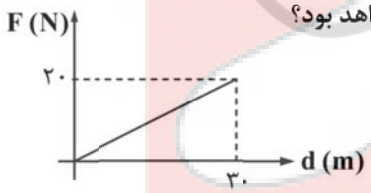
تمرین ۱۹: راننده خودرویی به جرم ۲ تن که با سرعت $۳۶\frac{km}{h}$ در یک مسیر مستقیم و افقی در حرکت است. با دیدن مانعی ترمز می‌کند، در اثر ترمز خودرو با طی مسافت ۴ متر می‌ایستد. نیروی اصطکاک وارد شده بر خودرو چند نیوتن است؟

۱) ۷۵۰۰ ۲) ۱۲۵۰۰ ۳) ۱۵۰۰۰ ۴) ۲۵۰۰۰

تمرین ۲۰: جسمی به جرم $2kg$ را از پایین سطح شیب‌داری که با افق زاویه‌ی ۳۰ درجه می‌سازد، با سرعت اولیه‌ی $۵\frac{m}{s}$ مماس با سطح رو به بالا پرتاب می‌کنیم. جسم روی سطح به اندازه‌ی $2m$ بالا می‌رود و سپس به نقطه پرتاب برمی‌گردد. کار نیروی اصطکاک در این مسیر رفت و برگشت چند ژول است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^2})$

۱) صفر ۲) ۵- ۳) ۱۰- ۴) ۲۰-

تمرین ۲۱: نمودار نیرو برحسب جابه‌جایی مربوط به جسمی ۲ کیلوگرمی مطابق شکل است. اگر جسم از حال سکون شروع به حرکت نماید، سرعت آن پس از ۳۰ متر جابه‌جایی چند متر ثانیه خواهد بود؟



۱) $۱۰\sqrt{۳}$
۲) $۱۰\sqrt{۶}$
۳) ۳۰۰
۴) ۶۰۰

تمرین ۲۲: جسمی بدون سرعت اولیه در شرایط خلاء، از ارتفاع h سقوط می‌کند. اگر تندی جسم در ارتفاع $\frac{۱}{۵}h$ برابر $۶\frac{m}{s}$ باشد، تندی جسم در ارتفاع $\frac{۲}{۹}h$ چقدر خواهد بود؟

۱) $۵\frac{m}{s}$ ۲) $\sqrt{۳۰}\frac{m}{s}$ ۳) $\sqrt{۳۵}\frac{m}{s}$ ۴) $\sqrt{۳۷}\frac{m}{s}$

تمرین ۲۳: چتر بازی به جرم کل $100\,kg$ از بالونی در ارتفاع ۵۰۰ متر از سطح زمین با سرعتی به بزرگی $1/5\,\frac{m}{s}$ به بیرون بالون می‌پرد. اگر او با سرعتی به بزرگی $4/5\,\frac{m}{s}$ به زمین برسد، کار نیروی مقاومت هوا روی چترباز در طول مسیر سقوط چند کیلوژول است؟ $(g = 10\,\frac{m}{g^2})$

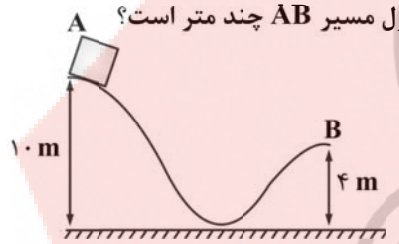
۱) -۹۰۰

۲) -۵۰۰/۹

۳) -۵۰۰

۴) -۴۹۹/۱

تمرین ۲۴: در شکل مقابل جسمی به جرم $4\,kg$ از نقطه A از حال سکون شروع به حرکت می‌کند و در نقطه B تندی‌اش به $\sqrt{40}\,\frac{m}{s}$ می‌رسد. اگر نیروی متوسط اصطکاک برابر ۵ نیوتن باشد، طول مسیر AB چند متر است؟



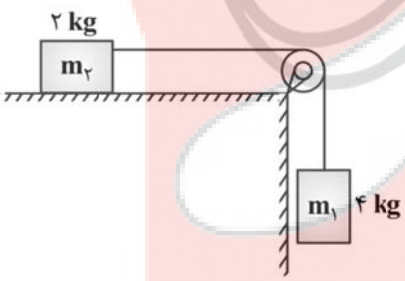
۱) ۲۲

۲) ۴۸

۳) ۳۲

۴) قابل محاسبه نیست.

تمرین ۲۵: در شکل مقابل دستگاه از حال سکون شروع به حرکت می‌کند و نیروهای مقاوم ناچیز هستند. تندی جسم‌ها بعد از ۳ متر جابه‌جایی آن‌ها برابر چند متر بر ثانیه است؟ $(g = 10\,\frac{N}{kg})$



۱) $\sqrt{40}$

۲) $\sqrt{30}$

۳) $\sqrt{20}$

۴) $\sqrt{10}$

تمرین ۲۶: خودرویی به جرم $1500\,kg$ با تندی $10\,\frac{m}{s}$ روی سطح افقی در حرکت است. راننده با دیدن مانعی در فاصله‌ی ۱۲۰ متری، بلافاصله ترمز می‌کند، اگر اندازه‌ی نیروی اصطکاک بین چرخ‌ها و زمین ثابت و برابر $750\,N$ باشد، کدام گزینه درباره خودرو صحیح است؟

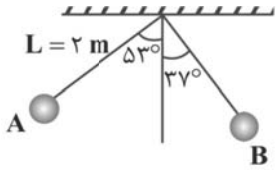
۱) در فاصله‌ی ۱۰۰ متری مانع متوقف می‌شود.

۲) به مانع برخورد می‌کند.

۳) دقیقا در محل مانع متوقف می‌شود.

۴) در فاصله‌ی ۲۰ متری مانع متوقف می‌شود.

تمرین ۲۷: در شکل مقابل گلوله با سرعت $۴\frac{m}{s}$ از نقطه B عبور می‌کند. مقدار انرژی تلف شده در طول مسیر AB چند ژول است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})(V_A = ۳\frac{m}{s})(\sin ۵۳ = \cos ۳۷ = ۰/۸)$



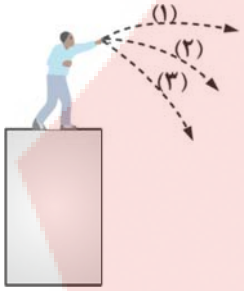
۱) ۷/۸

۲) ۶

۳) ۶/۸

۴) ۱

تمرین ۲۸: مطابق شکل زیر، سه توپ مشابه از بالای ساختمانی، از یک نقطه با سرعت یکسان پرتاب می‌شوند، اگر کار نیروی وزن روی سه توپ از لحظه پرتاب تا رسیدن به زمین $W_۱$ و $W_۲$ و $W_۳$ باشد، کدام رابطه درست است؟



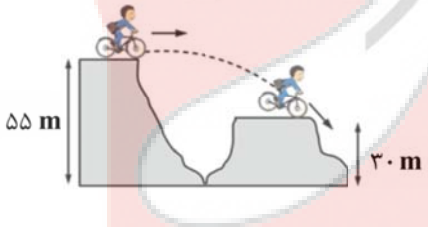
۱) $W_۱ = W_۲ = W_۳$

۲) $W_۲ > W_۱ > W_۳$

۳) $W_۳ < W_۲ < W_۱$

۴) $W_۲ = W_۳ > W_۱$

تمرین ۲۹: در شکل زیر، موتورسوار با سرعتی به بزرگی $۲۰\frac{m}{s}$ از تپه اول جدا می‌شود، اگر تنها نیروی موثر، نیروی وزن باشد، بزرگی سرعت آن در لحظه رسیدن به تپه‌ی دوم، چند متر بر ثانیه است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$



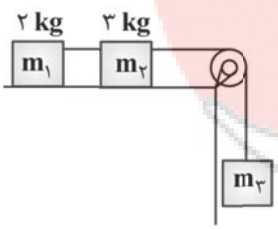
۱) ۲۵

۲) ۲۸

۳) ۳۰

۴) ۴۰

تمرین ۳۰: در شکل زیر، وزنه‌ی $m_۳$ از حال سکون رها می‌شود. اگر تا لحظه‌ای که وزنه‌ی $m_۳$، ۹۰ سانتی‌متر پایین می‌آید، مجموع انرژی جنبشی دو وزنه‌ی $m_۱$ و $m_۲$ روی سطح افقی به ۲۲/۵ ژول برسد، $m_۳$ چند کیلوگرم است؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$ و کلیه‌ی اصطکاک‌ها و جرم نخ و قرقره ناچیز است.)



۱) ۴

۲) ۵

۳) ۸

۴) ۱۰

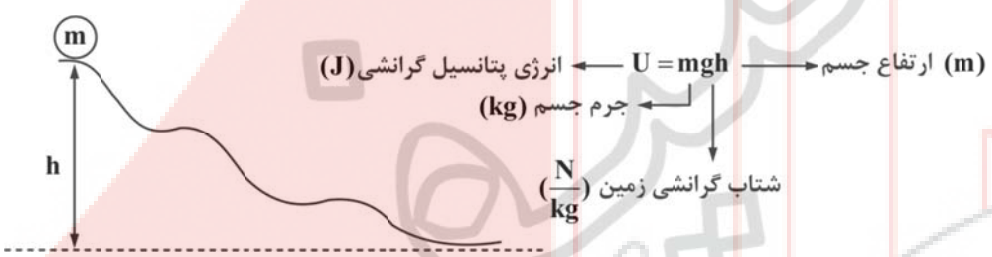
کار و انرژی پتانسیل:

ـ انرژی جنبشی به حرکت یک جسم وابسته است، امّا انرژی پتانسیل برخلاف انرژی جنبشی، به یک سامانه بستگی دارد. اگر جسمی در یک سامانه درجهت طبیعی خود حرکت کرد، انرژی پتانسیل سامانه کاهش و انرژی جنبشی آن افزایش می یابد. امّا اگر در خلاف جهت طبیعی خود حرکت کند، انرژی پتانسیل سامانه افزایش وانرژی جنبشی آن کاهش می‌یابد.

ـ در صورتی‌که جسم در یک سامانه رها شود، حتماً در جهت طبیعی حرکت کرده و انرژی پتانسیل سامانه کاهش و انرژی پتانسیل جسم افزایش می‌یابد.

انرژی پتانسیل گرانشی:

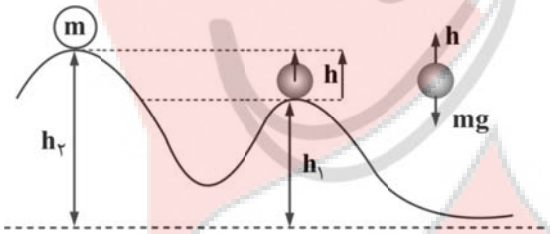
در صورتی‌که سامانه‌ای شامل زمین و جسم باشد، انرژی پتانسیل گرانشی آن به‌صورت زیر تعریف می‌شود.



با تغییر ارتفاع یک جسم، انرژی پتانسیل گرانشی آن تغییر خواهد کرد. تغییر انرژی پتانسیل گرانشی یک جسم برابر با منفی کار نیروی وزن آن جسم است.

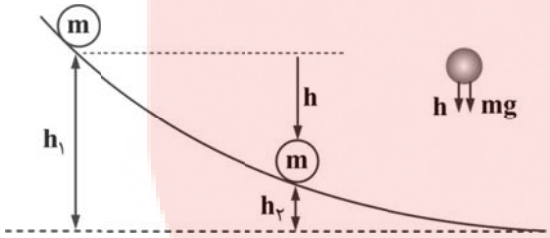
$$\Delta U = U_2 - U_1 = -W_{mg}$$

ـ هنگامی که ارتفاع جسم افزایش می‌یابد (با توجه به خلاف جهت بودن نیروی وزن و جابه‌جایی) کار نیروی وزن منفی خواهد بود، بنابراین انرژی پتانسیل گرانشی جسم افزایش می‌یابد.



$$W_{mg} = mgh\cos 180^\circ$$
$$W_{mg} = -mgh$$
$$\Delta U = -W_{mg} = mgh$$

ـ امّا هنگامی که ارتفاع جسم کاهش یابد، با توجه به آن‌که نیروی وزن و جابه‌جایی هم‌جهت هستند، کار نیروی وزن مثبت خواهد بود. بنابراین انرژی پتانسیل گرانشی جسم کاهش می‌یابد.



$$W_{mg} = mgh\cos 0^\circ = mgh$$
$$\Delta U = -Wmg = -mgh$$

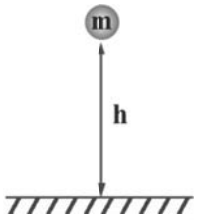
ـ در صورتی که جسم بروی سطح افق حرکت کند، با توجه به آن‌که تغییر ارتفاع ندارد، پس کار نیروی وزن و تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی آن صفر می‌باشد.

ـ باید توجه داشت که تغییرا نرژی پتانسیل گرانشی جسم به مسیر حرکت بستگی ندارد و صرفاً به اختلاف ارتفاع دو مکان بستگی دارد.

ـ باید توجه داشت که مقدار انرژی پتانسیل گرانشی، با توجه به انتخاب مبدأ ارتفاع، دارای مقادیر متفاوت است.

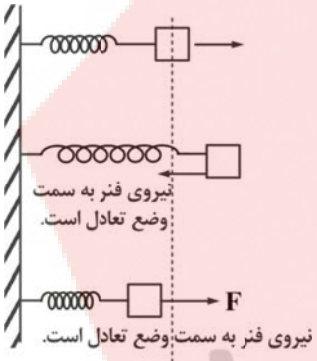
به‌عنوان مثال در شکل زیر (سامانه‌ی جسم ـ زمین) اگر مبدأ ارتفاع را سطح زمین در نظر بگیریم انرژی پتانسیل گرانشی جسم برابر با mgh خواهد بود.

امّا اگر در این سامانه، مبدأ ارتفاع را مکان جسم در نظر بگیریم، انرژی پتانسیل گرانشی جسم برابر با صفر است. در بحث انرژی پتانسیل گرانشی، تغییرات انرژی پتانسیل اهمیت دارد، نه خود انرژی پتانسیل.



انرژی پتانسیل کشسانی:

در صورتی‌که فنری را بکشیم و یا فشرده کنیم، فنر از حالت عادی‌اش خارج می‌شود. در این حالت در فنر نیرویی به‌وجود می‌آید که سعی می‌کند فنر را به حالت عادی بازگرداند. یعنی در فنر نیرویی خلاف جهت جابه‌جایی به‌وجود می‌آید.



فنر را به سمت راست می‌کشیم

چون فنر در سمت راست در حالت تعادل قرار دارد، پس نیروی فنر به سمت چپ است.

چون فنر در سمت چپ حالت تعادل قرار دارد، پس نیروی فنر به سمت راست است.

ـ تغییر انرژی پتانسیل کشسانی فنر برابر با منفی کار نیروی فنر است. $\Delta U_{\text{فنر}} = -W_{\text{فنر}}$

ـ هنگامی که فنر را نسبت به حال آزادش فشرده کنیم و یا آن را بکشیم، انرژی پتانسیل کشسانی فنر افزایش یافته و کار نیروی فنر منفی است. امّا هنگامی که فنر در حال بازگشت به حالت عادی است، انرژی پتانسیل کشسانی فنر کاهش یافته و کار نیروی فنر مثبت است.

ـ هنگامی‌که طول فنر روی سطح افقی به اندازه‌ی d تغییر کرده و دوباره به حالت اولیه‌اش برگردد، کار نیروی فنر برابر صفر و کار نیروی اصطکاک برابر $-2f_k d$ خواهد بود. به کمک این نکته و ترکیب آن با قضیه‌ی کار و انرژی جنبشی می‌توان مسائل جابه‌جایی فنر روی سطح افق را به سادگی حل کرد.

انرژی پتانسیل الکتریکی:

ـ برابر بررسی نحوه‌ی تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی به حرکت‌های طبیعی و غیرطبیعی دقت می‌کنیم. در صورتی‌که حرکت طبیعی باشد $\Delta U < 0$ و اگر حرکت غیرطبیعی باشد $\Delta U > 0$ است.

* نزدیک شدن دو بار هم‌نام حرکت غیرطبیعی است. $\Delta U > 0$
* دور شدن دو بار هم‌نام حرکت طبیعی است. $\Delta U < 0$
* نزدیک شدن دو بار غیرهم‌نام حرکت طبیعی است. $\Delta U < 0$
* دور شدن دو بار هم‌نام حرکت طبیعی است. $\Delta U > 0$

انرژی مکانیکی:

ـ مجموع انرژی‌های جنبشی و پتانسیل یک جسم را انرژی مکانیکی آن جسم می‌گویند.

ـ هنگامی که جسمی در حال حرکت باشد، دارای انرژی جنبشی می‌باشد و با توجه به اطلاعات سؤال می‌تواند دارای هر یک از انواع انرژی پتانسیل باشد یا نباشد. مثلاً هنگامی‌که جسم از مبدأ پتانسیل بالاتر باشد، دارای انرژی پتانسیل گرانشی خواهد شد و یا هنگامی‌که فنری فشرده یا کشیده شود، در آن انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره خواهد شد.

اصل پایستگی انرژی مکانیکی:

ـ در دو حالت بررسی می‌شود: ۱- بدون انرژی تلف شده ۲- با انرژی تلف شده.

اصل پایستگی انرژی بدون انرژی تلف شده:

ـ در صورتی‌که از نیروهای تلف کننده‌ی انرژی مانند نیروی اصطکاک و یا مقاومت هوا صرف‌نظر کنیم، انرژی مکانیکی جسم در تمام نقاط مسیر ثابت خواهد بود.

ـ برای حل مسائل اصل پایستگی انرژی مکانیکی به نکات زیر توجه می‌کنیم:

۱- در نقطه‌ی شروع حرکت E_1 را تشکیل می‌دهیم: $E_1 = K_1 + U_1$

۲- در نقطه‌ی دیگری، E_2 را تشکیل می‌دهیم: $E_2 = K_2 + U_2$

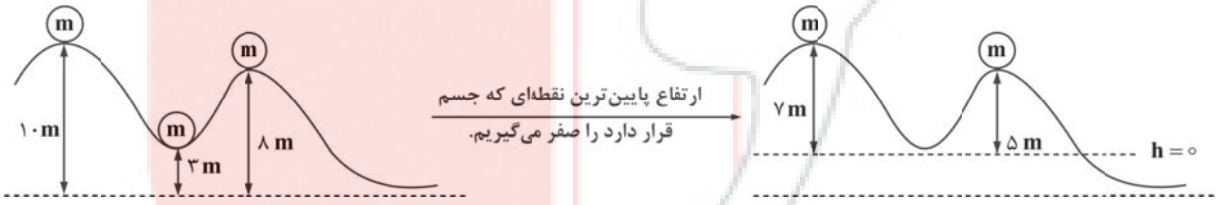
(البته گاهی در برخی مسائل به تشکیل $E_3 = K_3 + U_3$ هم‌احتیاج پیدا می‌کنیم)

۳- مقدار انرژی مکانیکی را در نقاط مختلف برابر قرار می‌دهیم.

۴- چون انرژی تلف نشده، بنابراین تغییرات انرژی جنبشی با تغییرات انرژی پتانسیل برابر ولی دارای علامت‌های متفاوت هستند. در واقع به همان اندازه که انرژی پتانسیل کاهش یا افزایش یافته، به همان اندازه هم انرژی جنبشی افزایش یا کاهش می‌یابد. $\Delta U = -\Delta K$

۵- در نقطه‌ای که جسم رها می‌شود و یا متوقف می‌شود، سرعت و انرژی جنبشی آن صفر است. اگر جسم رها شد، $K_1 = 0$ و اگر جسم متوقف شد، $K_2 = 0$، است.

۶- بهتر است پایین‌ترین ارتفاعی که جسم در آن‌جا قرار می‌گیرد را صفر گذاشته و ارتفاع سایر نقاط را بر مبنای آن تعیین کنیم. به این دو شکل دقت کنید:



۷- در صورتی‌که جسم در راستای قائم به سمت بالا پرتاب شود، در نقطه‌ی اوج سرعت آن صفر خواهد بود.

۸- هنگامی که جسمی در شرایط خلا از ارتفاع مشخصی رها شود، پس از سقوط به اندازه‌ی ارتفاع h، مقدار سرعت آن از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید: $V = \sqrt{2gh}$

۹- اگر جسمی با تندی V_1 به سمت بالا پرتاب شود، تندی آن پس طی ارتفاع h به سمت بالا، از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

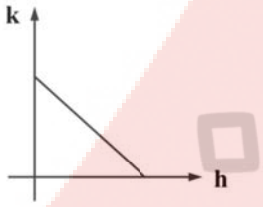
$$V_2 = \sqrt{V_1^2 - 2gh}$$

۱۰- اگر جسمی با تندی V_1 به سمت پایین پرتاب شود، تندی آن، پس از طی ارتفاع h به سمت پایین، از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

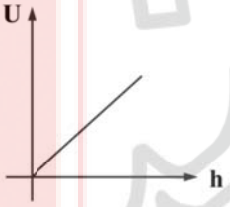
$$V_2 = \sqrt{V_1^2 + 2gh}$$

۱۱- هنگامی که از حداکثر فشردگی فنر صحبت شد، انرژی جنبشی صفر است.

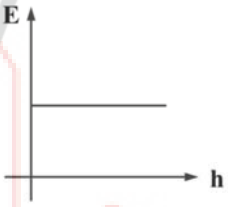
۱۲- هنگامی که یک جسم در شرایط خلأ از جایی با ارتفاع صفر به سمت بالا پرتاب شود، انرژی پتانسیل آن افزایش و انرژی جنبشی آن کاهش می‌یابد.



با افزایش ارتفاع انرژی جنبشی کاهش می‌یابد.



با افزایش ارتفاع انرژی پتانسیل گرانشی افزایش می‌یابد.



در صورتی‌که انرژی تلف شده نداشته باشیم، انرژی مکانیکی ثابت می‌ماند.

۱۳- هنگامی‌که جسمی در شرایط خلاء از ارتفاع h رها شود، انرژی جنبشی آن به تدریج افزایش یافته و انرژی پتانسیل آن به تدریج کاهش می‌یابد.

* اصل پایستگی انرژی مکانیکی با انرژی تلف شده (کار و انرژی درونی):

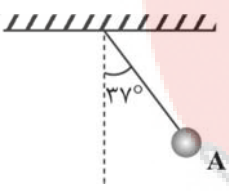
ـ انرژی درونی یک جسم برابر مجموع انرژی‌های ذرات تشکیل‌دهنده‌ی آن جسم است. در صورتی‌که در طی مسیر حرکت یک جسم، نیروهای تلف‌کننده‌ی انرژی وجود داشته باشد، مقدار انرژی مکانیکی ثابت نمانده و کاهش می‌یابد. مقدار تغییرات انرژی مکانیکی برابر کار نیروی تلف‌کننده است که معمولاً به‌صورت گرما ظاهر می‌شود.

ـ در حل مسائل این قسمت در شروع حرکت $E_1 = K_1 + U_1$ و در نقطه‌ی دیگری $E_2 = K_2 + U_2$ را تشکیل می‌دهیم.

با توجه به آن‌که، کار نیروی تلف‌کننده، برابر W_f است، خواهیم داشت: $E_2 - E_1 = W_f$

ـ توجه داشته باشید که در مسئله، کار نیروی اصطکاک را با عناوین مختلفی مانند انرژی تلف‌شده، انرژی به گرما تبدیل شده و ... مطرح می‌کنند. شما به خاطر داشته باشید که با هر عنوانی، به کار نیروی اصطکاک اشاره شد، باید مقدار آن‌را منفی بگذارید. یعنی اگر انرژی تلف‌شده را برابر ۵ ژول داده بود، خواهیم داشت: $W_f = -5\ J$

تمرین ۳۱: مطابق شکل زیر، آونگی به طول ۱/۲۵ متر، با سرعت v از وضعیت نشان داده شده (نقطه A) عبور می‌کند. کمترین مقدار v چند متر بر ثانیه باشد، تا ریسمان بتواند به وضعیت افقی برسد؟ (از مقاومت هوا صرف‌نظر شود، $\sin 37^\circ = 0/6\ ,\ g = 10\frac{m}{s^2}$)



۱) ۲

۲) $2\sqrt{5}$

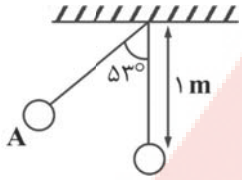
۳) $\sqrt{5}$

۴) ۴

تمرین ۳۲: گلوله‌ای در شرایط خلاء، از سطح زمین با سرعت اولیه‌ی $۳۰\frac{m}{s}$ در امتداد قائم بـه طـرف بـالا پرتـاب می‌شود، در چند متری سطح زمین انرژی جنبشی گلوله نصف انرژی پتانسیل گرانشی آن است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s})$

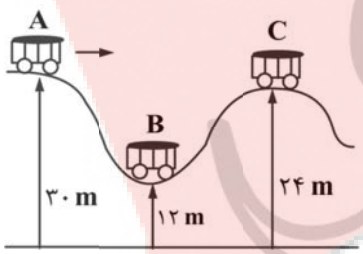
۱) ۲۰ ۲) ۱۵ ۳) ۳۰ ۴) ۳۵

تمرین ۳۳: در شکل زیر، گلوله‌ی آونگ از نقطه‌ی A رها می‌شود و با سرعت v از پایین‌ترین نقطه مسیر می‌گـذرد. هنگامی‌که سرعت گلوله به $\frac{\sqrt{۲}}{۲}v$ می‌رسد، زاویه‌ی نخ با راستای قائم چند درجه است؟ (از مقاومت هوا صـرف‌نظـر شـود، $\cos ۵۳^\circ = ۰/۶ \, , \, g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)



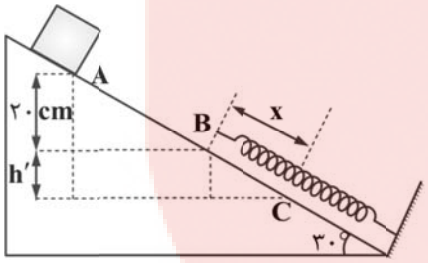
۱) ۶۰
۲) ۴۵
۳) ۳۷
۴) ۳۰

تمرین ۳۴: در شکل روبه‌رو اصطکاک ناچیز است و ارابه بدون سرعت اولیه از حالت A رها می‌شود، نسبت سـرعت ارابه در حالت B به سرعت آن در حالت C کدام است؟



۱) ۲
۲) ۳
۳) $\sqrt{۲}$
۴) $\sqrt{۳}$

تمرین ۳۵: جسمی به جرم ۲ کیلوگرم روی سطح شیب‌دار با اصطکاک ناچیز به سمت پایین می‌لغـزد و بـا سـرعت $۲\frac{m}{s}$ از نقطه‌ی A عبور کرده و در نقطه‌ی B به فنر برخورد می‌کند. اگر حداکثر فشردگی فنر x و بیشینه انـرژی ذخیـره شده در فنر ۱۰ ژول باشد، x چندسانتی‌متر است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

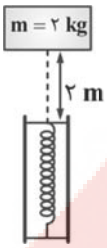


۱) ۱۰
۲) ۲۰
۳) ۳۰
۴) ۴۰

تمرین ۳۶: جسم A به جرم m از ارتفاع ۱۰ متری سطح زمین و جسم B به جرم ۲ m از ارتفاع ۲۰متری سطح زمین رها می‌شوند، انرژی جنبشی جسم B در لحظه رسیدن به زمین چند برابر انرژی جنبشی جسم A در لحظه رسیدن به زمین است؟ (از مقاومت هوا صرف‌نظر می‌شود.)

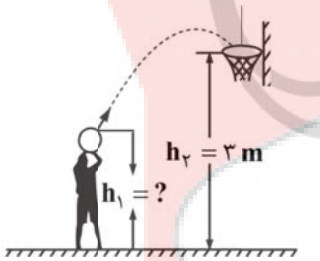
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۴
۴) $\frac{۱}{۴}$

تمرین ۳۷: مطابق شکل زیر، وزنه‌ای به جرم ۲ کیلوگرم را با سرعت اولیه $۲\frac{m}{s}$ از ۲ متری بالای یک فنر قائم، به سمت فنر پرتاب می‌کنیم. اگر از جرم فنر و مقاومت هوا صرف‌نظر کنیم و بیشینه انرژی ذخیره شده در فنر ۴۶ J باشد، بیشینه تراکم طول فنر چند سانتی‌متر است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$



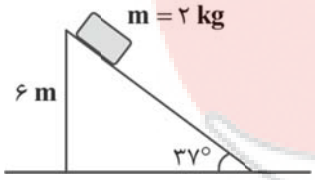
۱) ۱/۳
۲) ۵
۳) ۸
۴) ۱۰

تمرین ۳۸: در شکل زیر، ورزشکار توپ را با تندی (سرعت) اولیه‌ی $۶\frac{m}{s}$ پرتاب می‌کند و اندازه سرعت توپ در لحظه‌ی ورود به سبد $۵\frac{m}{s}$ است. فاصله‌ی نقطه‌ی پرتاب توپ تا سطح زمین $(h_۱)$ چند متر است؟ (مقاومت هوا ناچیز است و $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)



۱) ۲/۴۵
۲) ۲/۴۶
۳) ۲/۵۵
۴) ۲/۶۴

تمرین ۳۹: در شکل روبه‌رو، جسم از بالاترین نقطه سطح شیب‌دار بدون سرعت اولیه رها می‌شود. اگر نیروی اصطکاک جنبشی در طول مسیر ۴ N باشد، سرعت جسم لحظه رسیدن به پایین سطح چند متر بر ثانیه خواهد شد؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶ \ , \ g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$



۱) $۴\sqrt{۵}$
۲) $۴\sqrt{۱۰}$
۳) $۲\sqrt{۵}$
۴) $۲\sqrt{۱۰}$

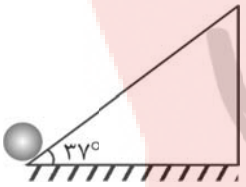
تمرین ۴۰: گلوله‌ای به جرم $200\ g$ با سرعت اولیه‌ی $30\ \frac{m}{s}$ در راستای قائم، رو به بالا پرتاب می‌شود، مقاومت هوا باعث می‌شود، $10\ J$ از انرژی گلوله تا رسیدن به اوج تلف شود، اگر مقاومت هوا وجود نمی‌داشت، گلوله چند متر بالا تر می‌رفت؟ $(g = 10\ \frac{m}{s^2})$

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

تمرین ۴۱: گلوله‌ای به جرم ۱۰۰ گرم از ارتفاع ۱۰ متری سطح زمین با سرعت $2\ \frac{m}{s}$ به‌طور قائم رو به پایین پرتاب می‌شود. اگر کار نیروی مقاومت هوا در طول مسیر، $-2\ J$ باشد، انرژی جنبشی گلوله در لحظه برخورد به زمین چند ژول است؟ $(g = 10\ \frac{m}{s^2})$

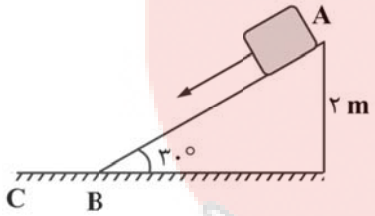
۱) ۸ ۲) ۸/۲ ۳) ۱۰/۲ ۴) ۱۲/۲

تمرین ۴۲: مطابق شکل جسمی به جرم $2\ kg$ را با تندی $30\ \frac{m}{s}$ به سمت بالای سطح شیب‌دار پرتاب می‌کنیم. اگر اندازه نیروی اصطکاک بین جسم و سطح شیب‌دار $6\ N$ باشد، هنگام بازگشت به محل پرتاب، تندی جسم چند متر بر ثانیه است؟ $(g = 10\ \frac{N}{kg})(\sin 37^\circ = 0/6)$



۱) $10\sqrt{3}$ ۲) ۱۰
۳) $20\sqrt{3}$ ۴) ۲۰

تمرین ۴۳: جسمی به جرم $2\ kg$، با سرعت اولیه‌ی $6\ \frac{m}{s}$ مطابق شکل مقابل، به طرف پایین سطح شیب‌دار پرتاب می‌شود. اگر نیروی اصطکاک در مسیر AB برابر با $3\ N$ و سطح افقی بدون اصطکاک باشد، سرعت جسم در نقطه‌ی C چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۶
۲) ۸
۳) ۱۰
۴) ۱۲

تمرین ۴۴: جسمی از ارتفاع ۲۰ متری سطح زمین از حال سکون رها می‌شود. اگر ۲۰ درصد انرژی مکانیکی اولیه جسم نسبت به سطح زمین تا رسیدن جسم به سطح زمین بر اثر مقاومت هوا تبدیل به انرژی درونی شود، تندی جسم هنگام برخورد به زمین چند متر بر ثانیه خواهد شد؟ $(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$

۱) ۲۰ ۲) $۱۰\sqrt{۲}$ ۳) $۸\sqrt{۵}$ ۴) $۵\sqrt{۸}$

توان:

ـ واحد توان، وات است و از آن با عنوان آهنگ انجام کار یاد می‌کنند. امّا توجه داشته باشید که اگر هر کمیتی با یکای ژول را بر مدت زمان برحسب ثانیه تقسیم کنیم، به توان می‌رسیم. $P_{av} = \frac{W}{t}$

ـ یکای SI توان وات است، امّا یکای قدیمی آن اسب بخار (hp) می‌باشد. امروزه، اسب بخار همچنان استفاده شده و هر اسب‌بخار معادل ۷۴۶ ژول است. $۱\,hp = ۷۴۶\,J$

ـ سؤالات مطرح شده از بحث توان عموماً به چهار دسته تقسیم می‌شوند.

الف) اگر جسمی تحت تأثیر نیروی F با تندی ثابت V حرکت کند، خواهیم داشت: $P = FV$

ب) اگر جسمی تحت تأثیر نیروی F با شتاب ثابت حرکت کرده و سرعت آن از $V_۱$ به $V_۲$ برسد، خواهیم داشت:

$$P_{av} = FV_{av} = F(\frac{V_۱ + V_۲}{۲})$$

پ) با توجه به آن‌که طبق قضیه‌ی کار و انرژی جنبشی، کار کل نیروهای وارد بر جسم برابر با تغییرات انرژی جنبشی است، در صورتی‌که تغییرات انرژی جنبشی را داشته باشیم، خواهیم داشت: $P = \frac{\Delta K}{\Delta t}$

ت) در صورتی‌که جسمی به جرم m، توسط یک بالابر یا توسط نیروی F با تندی ثابت به اندازه‌ی h بالا برده شود:

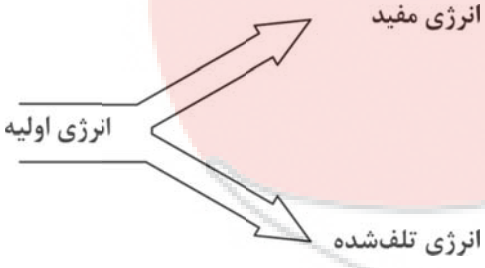
$$P = \frac{mgh}{t}$$

ـ به‌صورت کلی باید توجه داشته باشید که به جسم چه نوع انرژی می‌دهید. مثلاً اگر جسم را تا ارتفاعی بالا برده و سپس آن‌را پرتاب کنیم، به جسم هم انرژی پتانسیل گرانشی داده‌ایم و هم انرژی جنبشی، بنابراین خواهیم داشت:

$$P = \frac{mgh + \Delta k}{\Delta t}$$

بازده:

در شرایط آرمانی و ایده‌آل انرژی تلف نمی‌شود. امّا در واقعیت مقداری از انرژی تلف می‌شود. یعنی بخشی از انرژی اولیه تلف شده و مابقی به‌صورت مفید قابل استفاده خواهد بود.



ـ انرژی مفید صرف انجام کار خواهد شد و انرژی تلف‌شده اغلب به‌صورت گرما به محیط داده می‌شود. نسبت انرژی مفید به کل انرژی (انرژی خروجی به انرژی ورودی) را در یک سامانه بازده می‌گویند.

$$Ra = \frac{\text{مفید } W}{\text{کل } W} \times ۱۰۰ \qquad Ra = \frac{\text{مفید } E}{\text{کل } E} \times ۱۰۰$$

$$Ra = \frac{\text{مفید } P}{\text{کل } P} \times ۱۰۰$$

هنگامی که ارتفاع جسمی افزایش یابد، کار مفید انجام شده روی آن برابر با تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی جسم است. یا وقتی که سرعت جسمی افزایش می‌یابد، انرژی مفید آن برابر با تغییرات انرژی جنبشی جسم است.

با تقسیم کردن انرژی مفید بر مدت زمان به توان مفید می‌رسیم.

تمرین ۴۵: 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 کیلو وات است؟ $(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$

۱) ۷/۵ ۲) ۸ ۳) ۸/۴ ۴) ۱۰/۵

تمرین ۴۶: پمپ آبی در هر دقیقه ۳متر مکعب 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؟

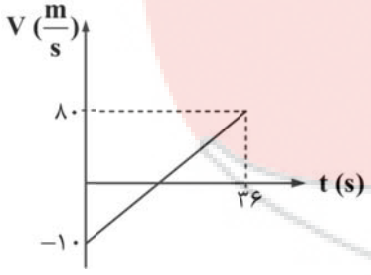
$(\rho = ۱ \frac{g}{cm^۳} , g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$

۱) ۷۰ ۲) ۶۰ ۳) ۴۰ ۴) ۳۰

تمرین ۴۷: یک بالابر الکتریکی با صرف ۳۰۰ J انرژی، جسمی به جرم ۴ kg را تا ارتفاع h بالا می‌برد. اگر در شرایط خلاء، جسم از این جسم ارتفاع سقوط کند، سرعتش به هنگام رسیدن به زمین برابر ۱۰ $\frac{m}{s}$ خواهد بود، بازده بالابر برابر با کدام گزینه است؟

۱) ۶۰٪ ۲) ۶۶٪ ۳) ۷۰٪ ۴) ۸۰٪

تمرین ۴۸: نمودار سرعت زمان متحرکی به جرم ۴ kg مطابق شکل مقابل است. توان متوسط متحرک در مدت ۲۰s چند وات است؟



۱) ۱۵۰ W
۲) ۶۳۰ W
۳) ۶۴۰ W
۴) ۶۵۰ W

تمرین ۴۹: بازده‌ی یک پمپ برقی $1/2\,kW$ برابر با ۵۰ درصد است. این پمپ در مدت ۱۰ دقیقه، چند لیتر آب را با سرعت ثابت از عمق ۲متری به ارتفاع ۶ متری سطح زمین می‌برد؟

۱) $6000\,L$ ۲) $1800\,L$ ۳) $4500\,L$ ۴) $8000\,L$

تمرین ۵۰: کامیونی با توان $20\,kW$ طی ۱۰دقیقه سرعتش از $72\frac{km}{h}$ به $108\frac{km}{h}$ می‌رسد، جرم کامیون چند تن است؟

۱) ۲۴ ۲) ۴۸ ۳) ۷۲ ۴) ۹۶

تمرین ۵۱: پمپی با بازده‌ی ۷۵ درصد، در مدت یک دقیقه، ۵۰ لیتر آب را با سرعت $30\frac{m}{s}$ از دهانه‌ی لوله‌ی خود به بیرون می‌فرستد. توان کل این پمپ چند کیلو وات است؟

۱) ۰/۵ ۲) ۰/۳۷۵ ۳) ۰/۴ ۴) ۰/۶

تمرین ۵۲: خودرویی با توان P از حالت سکون در مسیر افقی شروع به حرکت می‌کند و در مدت Δt تندی‌اش را به $3v$ می‌رساند، سپس در مدت Δt_2 بعدی تندی‌اش را به $5v$ می‌رساند، نسبت $\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}$ کدام گزینه است؟

۱) $\frac{25}{9}$ ۲) $\frac{32}{19}$ ۳) $\frac{32}{5}$ ۴) $\frac{16}{9}$

تمرین ۵۳: توان مفید تولیدی در یک نیروگاه برق ۴۰ درصد و توان مفید خطوط انتقال ۹۰ درصد است. برای آن‌که تعداد 72×10^5 لامپ رشته‌ای $100\,W$ را روشن نگه داریم. توان ورودی به این نیروگاه باید چند گیگاوات باشد؟

۱) ۰/۸ ۲) ۱ ۳) ۱/۲ ۴) ۲