

به نام خدا

سازمان آموزش و پرورش استان اصفهان

مدیریت آموزش و پرورش شهرستان کاشان

دیرستان حاج عباس کریم

فیزیک سال دهم ریاضی-تجربی

فصل دوم ( کاروانرژی)

تهیه کننده: محمد انصاری تبار

# فهرست

انرژی جنبشی

رابطه کار و انرژی پتانسیل

فرمول کار

اصل پایستگی انرژی مکانیکی

معرفی چند نیرو و کار آنها

قانون پایستگی انرژی

رابطه کار و انرژی جنبشی

توان و بازده



# موضوع : انرژی جنبشی



Physicsclass.blogspot.com  
telegram.me/Fizikclass

## انرژی جنبشی:

به انرژی که یک جسم صرفاً (فقط) به علت حرکت دارد انرژی جنبشی گویند.



پرسش

دوتوپ باجرم های متفاوت با تندی های یکسان پرتاب می شوند، انرژی جنبشی کدام در لحظه ی پرتاب بیشتر است؟

پاسخ:

هر کدام از توپ ها که جرم بیشتری داشته باشد انرژی جنبشی آن نیز بیشتر خواهد بود.



پرسش:

انرژی جنبشی کدام اتومبیل بیشتر است؟

پاسخ:

هر کدام اتومبیلی که تندی بیشتری داشته باشد انرژی جنبشی آن نیز بیشتر خواهد بود.



پرسش

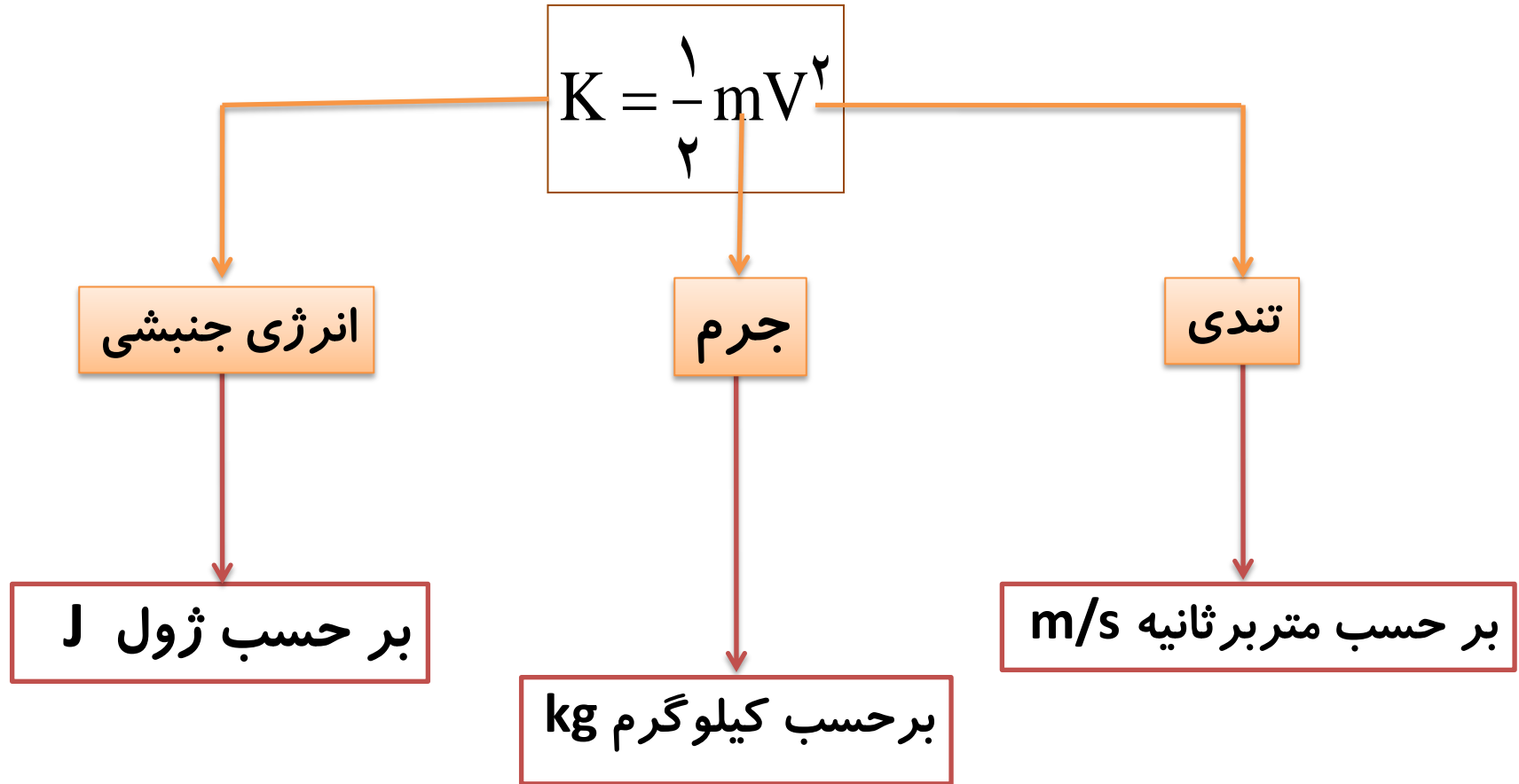
انرژی جنبشی به چه عواملی بستگی دارد؟

پاسخ:

۱- با جرم جسم  $M$  رابطه مستقیم دارد  $k \propto m$ ۲- با مجذور تندی  $V$  رابطه مستقیم دارد  $k \propto V^2$ 

اگر تندی جسمی ۳ برابر شود، انرژی جنبشی آن ۹ برابر می شود.

# انرژی جنبشی از رابطه زیر بدست می آید :





تمرین:

گلوله ای به جرم  $200 \text{ g}$  با تندی  $108 \text{ km/h}$  در حرکت است  
انرژی جنبشی آن چند ژول می باشد؟



پاسخ

$$\left\{ \begin{array}{l} m = 200 \cdot \text{g} \div 1000 = \frac{2}{10} \text{ kg} \\ v = 108 \text{ km/h} \div 3.6 = 30 \text{ m/s} \\ k = ? \end{array} \right.$$

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

$$k = 90 \text{ J}$$

$$K = \frac{1}{2} \times \frac{2}{10} \times 30^2$$

$$K = \frac{1}{10} \times 900$$

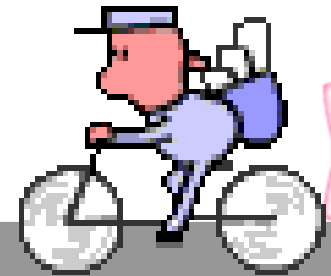
$$K = 90 \text{ J}$$

تمرین:

دوچرخه سواری به جرم  $50 \text{ kg}$  بر روی دوچرخه‌ای به جرم  $30 \text{ kg}$  با تندی  $36 \text{ km/h}$  در حال حرکت است. انرژی جنبشی (شخص و دوچرخه) را حساب کنید

پاسخ

$$k = 4000 \text{ J}$$



تمرین:

گلوله ای به جرم  $100\text{g}$  و انرژی جنبشی  $20\text{J}$  با تندی ثابت در حال حرکت است. تندی این گلوله چقدر است؟

$$m = 100\text{g} \div 1000 = 0.1\text{kg}$$

$$k = 20\text{J}$$

$$V = ?$$

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

$$20 = \frac{1}{2} \times 0.1 \times V^2$$

$$20 = \frac{0.1 \times V^2}{2}$$

$$V^2 = \frac{40}{0.1}$$

$$V^2 = 400$$

$$V = \sqrt{400} = 20\text{m/s}$$

پاسخ

$$V = 20\text{m/s}$$

نکته:

## تغییرات انرژی جنبشی



$$K_1 = \frac{1}{2} m V_1^2 \quad \text{انرژی جنبشی جسم در نقطه ی اول}$$

$$K_2 = \frac{1}{2} m V_2^2 \quad \text{انرژی جنبشی جسم در نقطه ی دوم}$$

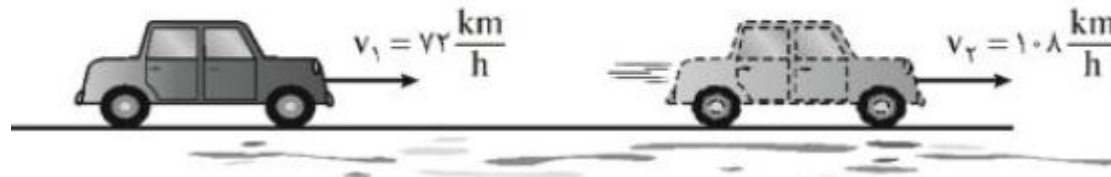
$$\Delta k = K_2 - K_1$$

تغییر انرژی جنبشی:

تمرین:

جرم خودرویی به همراه راننده اش  $800 \text{ kg}$  است. مطابق شکل تندی خودرو در نقطه از مسیری که روی آن در حال حرکت است نشان داده شده است. تغییرات انرژی جنبشی خودرو را بدست آورید

پاسخ:



نکته:

رابطه مقایسه انرژی جنبشی دو جسم با جرمها و تندی های متفاوت :

$$K = \frac{1}{2} m V^2 \quad \rightarrow \quad \frac{K_2}{K_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^2$$

نکته:

در تمرینات انرژی جنبشی اگر خواسته شود:

انرژی جنبشی چقدر می شود.  $K = \frac{1}{2} m V^2 = ?$ انرژی جنبشی چقدر تغییر می کند.  $\Delta K = K_2 - K_1 = ?$ انرژی جنبشی چند برابر می شود.  $\frac{K_2}{K_1} = ?$ انرژی جنبشی چند درصد تغییر می کند  $\frac{K_2 - K_1}{K_1} \times 100\% = ?$

تمرین:

اتومبیلی باتندی  $5 \text{ m/s}$  حرکت می کند و انرژی جنبشی آن  $10 \text{ kJ}$  است. جرم اتومبیل را بر حسب کیلوگرم تعیین کنید.

پاسخ

$$V = 5 \text{ m/s}$$

$$K = 10 \text{ kJ} \times 1000 = 10000 \text{ J}$$

$$m = ?$$

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

$$m = 800 \text{ kg}$$

$$10000 = \frac{1}{2} \times m \times 5^2$$

$$10000 = \frac{25m}{2}$$

$$m = \frac{2 \times 10000}{25}$$

$$m = 800 \text{ kg}$$



تمرین:

انرژی جنبشی جسمی به جرم  $400\text{ g}$  برابر  $2\text{ kJ}$  می باشد، تندی جسم چند  $\text{m/s}$  است؟

$$m = 400\text{ g} \div 1000 = 0.4\text{ kg}$$

$$K = 2\text{ kJ} \times 1000 = 2000\text{ J}$$

$$V = ?$$

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

$$2000 = \frac{1}{2} \times 0.4 \times V^2$$

$$2000 = 0.2 \times V^2$$

$$V^2 = \frac{2000}{0.2}$$

$$V^2 = 10000$$

$$V = \sqrt{10000} = 100\text{ m/s}$$

پاسخ

$$V = 100\text{ m/s}$$

تمرین:

اگر تندی جسمی ۲ برابر و جرم آن نصف شود، انرژی جنبشی آن چند برابر می شود؟

پاسخ:

$$K_2 = 2K_1$$

$$\left\{ \begin{array}{l} V_2 = 2V_1 \\ m_2 = \frac{1}{2} m_1 \\ \frac{K_2}{K_1} = ? \end{array} \right.$$

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^2$$

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{\cancel{\frac{1}{2}} m_1}{\cancel{m_1}} \times \left( \frac{\cancel{2} V_1}{\cancel{V_1}} \right)^2$$

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{1}{2} \times (2)^2 = 2$$

تمرین:

انرژی جنبشی جسم A و جسم B یکسان است. اگر جرم جسم A ،  
 $\frac{1}{4}$  جرم جسم B باشد، تندی جسم A چند برابر تندی جسم B است؟

پاسخ:

$$V_A = 2V_B$$

$$K_A = K_B$$

$$m_A = \frac{1}{4} m_B$$

$$\frac{V_A}{V_B} = ?$$

$$\frac{K_A}{K_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \left( \frac{V_A}{V_B} \right)^2$$

$$\frac{\cancel{K_B}}{\cancel{K_B}} = \frac{\frac{1}{4} \cancel{m_B}}{\cancel{m_B}} \times \left( \frac{V_A}{V_B} \right)^2$$

$$1 = \frac{1}{4} \times \left( \frac{V_A}{V_B} \right)^2 \rightarrow \left( \frac{V_A}{V_B} \right)^2 = 4 \xrightarrow{\text{از طرفین جذر}} \frac{V_A}{V_B} = 2$$

تمرین:

جسمی در مسیر مستقیم با تندی  $v$  در حال حرکت است. اگر تندی این جسم  $5 \text{ m/s}$  افزایش یابد، انرژی جنبشی آن در صد  $44$  افزایش می یابد  $v$  چند  $\text{m/s}$  است؟

پاسخ:

$$V_1 = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$V_2 = V_1 + 5$$

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^2$$

$$K_2 = K_1 + .44K_1 = 1.44K_1$$

$$\frac{1.44K_1}{K_1} = \frac{m_1}{m_1} \times \left( \frac{V_1 + 5}{V_1} \right)^2$$

$$V_1 = ?$$

$$m_2 = m_1$$

$$1.44 = \left( \frac{V_1 + 5}{V_1} \right)^2 \xrightarrow{\text{از طرفین جذر}} 1.2 = \left( \frac{V_1 + 5}{V_1} \right)$$

$$1.2V_1 = V_1 + 5 \rightarrow .2V_1 = 5 \rightarrow V_1 = \frac{5}{.2} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

تمرین:

اگر تندی اتومبیلی ۲۰ درصد افزایش یابد، انرژی جنبشی آن چند درصد افزایش می یابد؟

پاسخ:

$$V_2 = V_1 + .2V_1$$

$$\frac{K_2 - K_1}{K_1} \times 100\% = ?$$

$$m_2 = m_1$$

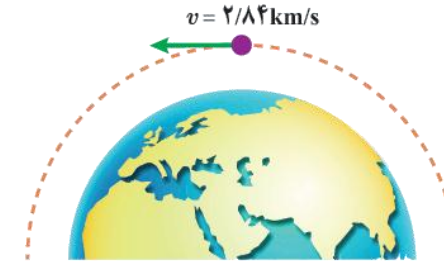
$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^2$$

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{m_1}{m_1} \times \left( \frac{1.2V_1}{V_1} \right)^2 \rightarrow \frac{K_2}{K_1} = 1.44$$

$$\frac{K_2 - K_1}{K_1} = \frac{1.44K_1 - K_1}{K_1} = \frac{.44K_1}{K_1} = 44\%$$

تمرین:

ماهواره ای به جرم  $224\text{kg}$ ، با تندی ثابت  $2/84\text{km/s}$  دور زمین می چرخد. انرژی جنبشی ماهواره را بر حسب ژول و مگاژول حساب کنید.



پاسخ

$$m = 224\text{kg}$$

$$V = 2/84\text{km/s} = 284\text{m/s}$$

$$K = ?$$

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

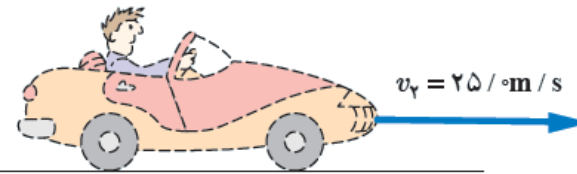
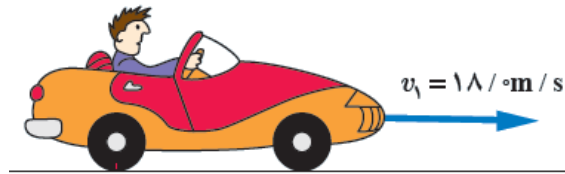
$$K = \frac{1}{2} \times 224 \times 284^2$$

$$K \approx 9.3 \times 10^6 \text{ J}$$

$$K \approx 9.3 \text{ MJ}$$

تمرین:

جرم خودرویی به همراه راننده اش  $8/40 \times 10^2 \text{ kg}$  است. تندی خودرو در دو نقطه از مسیرش روی شکل زیر داده شده است. تغییرات انرژی جنبشی خودرو را بین این دو نقطه حساب کنید.



پاسخ

$$m = 8/4 \times 10^2 \text{ kg}$$

$$V_1 = 18 \text{ m/s} \rightarrow K_1 = \frac{1}{2} \times 8/4 \times 10^2 \times 18^2 \rightarrow K_1 \approx 136 \times 10^3 \text{ J} \approx 136 \text{ kJ}$$

$$V_2 = 25 \text{ m/s} \rightarrow K_2 = \frac{1}{2} \times 8/4 \times 10^2 \times 25^2 \rightarrow K_2 \approx 262 \times 10^3 \text{ J} \approx 262 \text{ kJ}$$

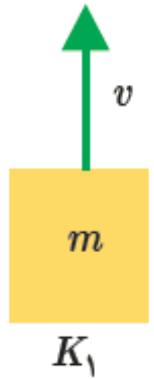
$$K = ?$$

$$\Delta K = K_2 - K_1 \rightarrow \Delta K = 262 - 136 = 126 \text{ kJ}$$

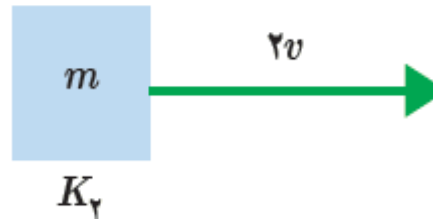
پرسش:

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

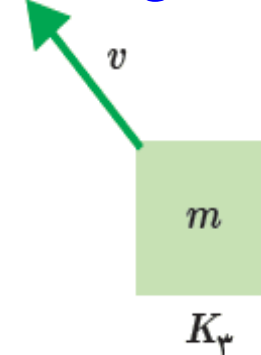
$$\left\{ \begin{array}{l} k \propto m \\ k \propto V^2 \end{array} \right.$$



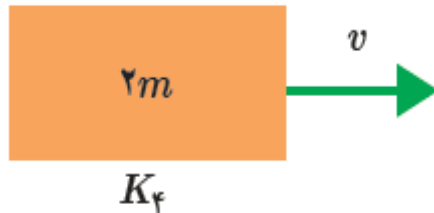
$$k_1 = k$$



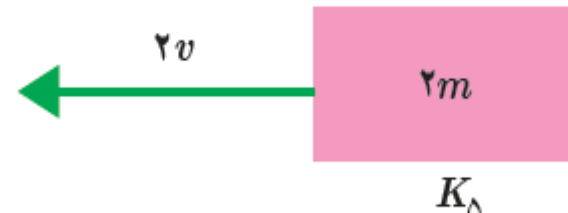
$$k_2 = 4k$$



$$k_3 = k$$



$$k_4 = 2k$$



$$k_5 = 8k$$

$$k_3 = k_1 < k_4 < k_2 < k_5$$

پاسخ



تمرین:

شهاب سنگی به جرم  $1.0 \times 10^5 \text{ kg}$  / ۳۵ / ۱ نشان می دهد که با تندی  $4/12 \text{ km/s}$  وارد جو زمین شده است. انرژی جنبشی این شهاب سنگ را به دست آورید. این انرژی را با انرژی جنبشی یک هواپیمای مسافربری به جرم  $7/25 \times 10^4 \text{ kg}$  که با تندی  $936 \text{ km/h}$  در حرکت است مقایسه کنید.

$$m_1 = 1/35 \times 10^5 \text{ kg} \quad K = \frac{1}{2} mV^2$$

$$V_1 = 4/12 \text{ km/s} = 412.0 \text{ m/s}$$

$$K_1 = ? \rightarrow K_1 = \frac{1}{2} \times 1/35 \times 10^5 \times 412.0^2 \approx 1/15 \times 10^{12} \text{ J}$$

$$m_2 = 7/25 \times 10^4 \text{ kg}$$

$$V_2 = 936 \text{ km/h} = 260.0 \text{ m/s}$$

$$K_2 = ? \rightarrow K_2 = \frac{1}{2} \times 7/25 \times 10^4 \times 260.0^2 \approx 2/45 \times 10^9 \text{ J}$$

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{1/15 \times 10^{12} \text{ J}}{2/45 \times 10^9 \text{ J}} \approx 47.0$$

تمرین:

جرم یک شهاب سنگ حدود  $1/4 \times 10^4 \text{ kg}$  بوده و با تندی  $12/0 \text{ km/s}$  به زمین برخورد کرده است. انرژی جنبشی این شهاب سنگ هنگام برخورد به زمین چقدر بوده است؟  
(خوب است بدانید انرژی آزاد شده توسط هر تن TNT برابر  $4/18 \times 10^9 \text{ J}$  است.)



پاسخ

$$m = 1/4 \times 10^4 \text{ kg}$$

$$V = 12 \text{ km/s} = 12000 \text{ m/s}$$

$$K = ?$$

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

$$K = \frac{1}{2} \times 1/4 \times 10^4 \times 12000^2$$

$$K \approx 1.01 \times 10^{14} \text{ J}$$

مقایسه بزرگی انرژی شهاب  
سنگ نسبت به هر تن TNT

$$= \frac{1.01 \times 10^{14} \text{ J}}{4/18 \times 10^9 \text{ J}} = \frac{1.01}{4/18} \times 10^5 \approx 2/4 \times 10^6$$



## موضوع : فرمول کار



Physicsclass.blogspot.com  
telegram.me/Fizikclass

برگشت

قبلی

بعدی

خروج

پرسش:

این شخص اتومبیل را چگونه هل دهد تا بیشتر جابجا شود؟

پاسخ

نیروی شخص، افقی (موازی سطح زمین) وارد شود.



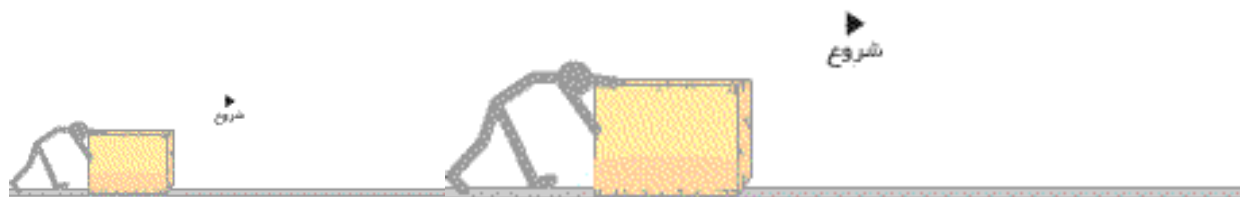
پرسش:

کدام از این دو نفر کاری بیشتری انجام می دهند. چرا؟

پاسخ

۱- نیروی برآیندی که بزرگتر باشد

۲- جابه جایی جسمی که بیشتر باشد. شکل B



شکل A

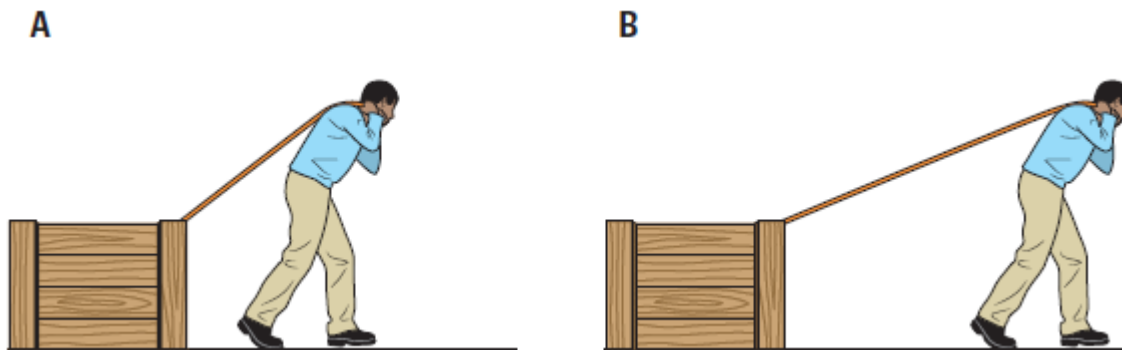
شکل B

پرسش:

# این مرد صندوق را چگونه بکشد تا بیشتر جابجا شود؟

پاسخ

هر کدام که زاویه نیرو ، با راستای جابجایی به صفر نزدیکتر باشد. (شکل B)

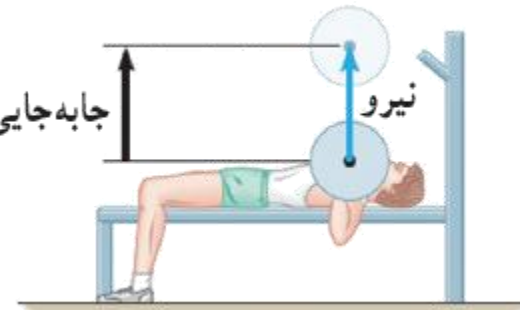


# مفهوم کار



جابجایی نقطه اثر نیرو

جابجایی



نیرو

جابجایی نقطه اثر نیرو

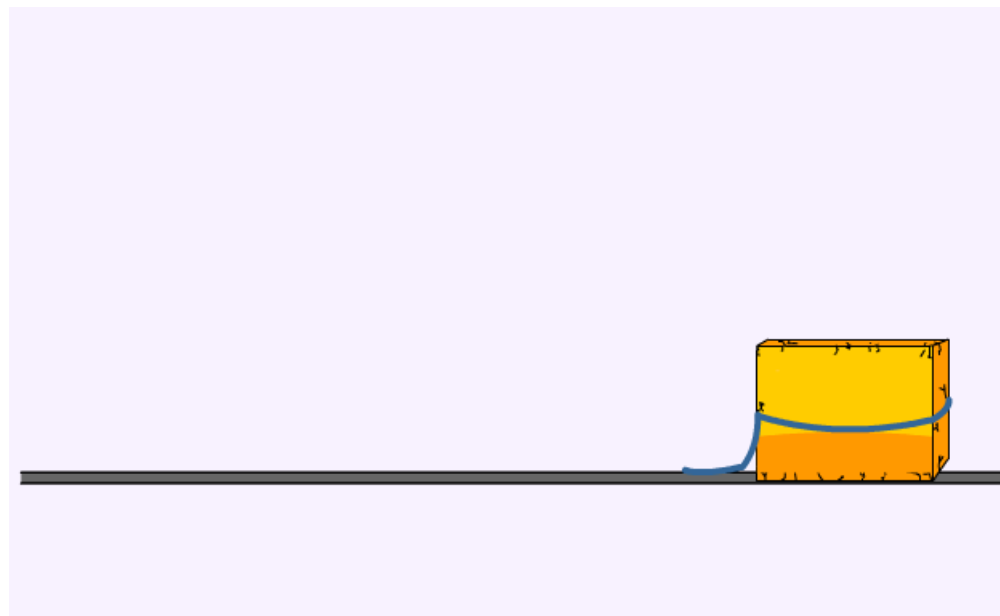


پرسش:

## مفهوم جابجایی نقطه اثر نیرو چیست؟

پاسخ

یعنی با جابجایی نقطه اثر نیرو، هم جسم جابه جا شده، هم نیروی متصل به جسم جابه جا می شود

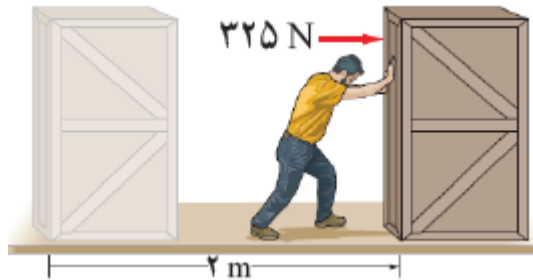




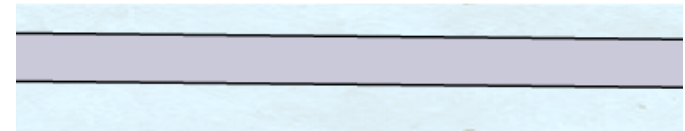
# تعریف کار از دید فیزیک

جابجایی نقطه اثر نیرو که برابرست با :

کار = حاصلضرب (نیرو در راستای جابجایی) در جابجایی



$$W = F_x \cdot d$$



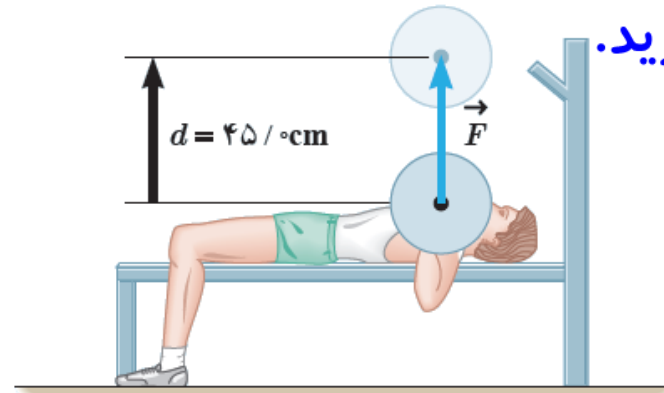
**Work** →



Physicsclass.blogspot.com  
telegram.me/Fizikclass

تمرین:

ورزشکاری وزنه ای به جرم  $68/0 \text{ kg}$  را به طور یکنواخت،  $45/0 \text{ cm}$  بالای سر خود می برد کاری که این ورزشکار روی وزنه انجام داده است را محاسبه کنید. اندازه شتاب گرانش زمین را  $g = 9/81 \text{ N/kg}$  بگیرید.



پاسخ:

$$W \approx 30.1 \text{ J}$$

$$m = 68 \text{ kg}$$

$$d = 0.45 \text{ m}$$

$$W = ?$$

$$g = 9.81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

چون وزنه به طور یکنواخت جابه جا می شود

$$F = mg$$

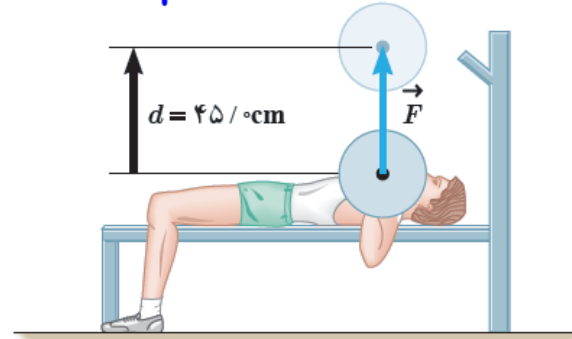
$$F = 68 \times 9.81 = 668 \text{ N}$$

$$W_F = Fd \cos \theta$$

$$W_F = 668 \times 0.45 \times 1 \approx 30.1 \text{ J}$$

تمرین:

کار انجام شده توسط ورزشکار را روی وزنه برای حالتی، وزنه را به آرامی پایین می آورد حساب کنید که ورزشکار با وارد کردن همان نیروی  $F$  توضیح دهید که در این دو حالت، چه تفاوتی بین مقادیر به دست آمده برای کار انجام شده توسط ورزشکار وجود دارد.



پاسخ:

$$W \approx -30.1 \text{ J}$$

$$m = 68 \text{ kg}$$

$$d = 0.45 \text{ m}$$

$$W = ?$$

$$g = 9.81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$F = mg$$

چون وزنه به آرامی پائین می آورد

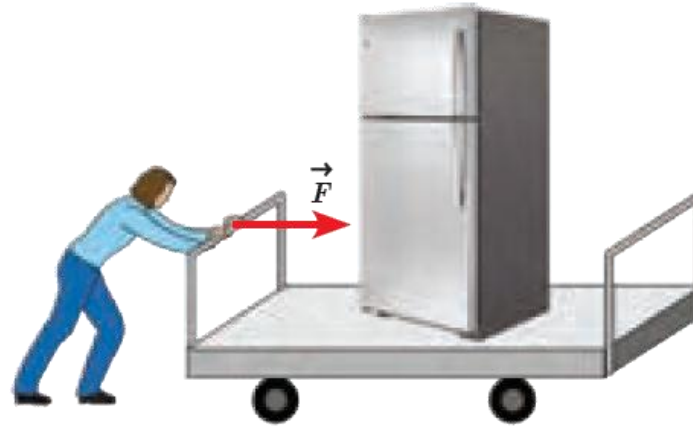
$$F = 68 \times 9.81 = 667 \text{ N}$$

$$W_F = Fd \cos 180^\circ$$

$$W_F = 667 \times 0.45 \times (-1) \approx -30.1 \text{ J}$$

تمرین:

شکل روبه رو شخصی را در حال هل دادن یک گاری حمل بار روی سطحی هموار و بدون اصطکاک بانبرویی به بزرگی  $F = 660\text{N}$  نشان می دهد. اگر گاری  $m = 18/4$  در جهت نیرو جابه جا شود، کاری را که شخص روی گاری انجام می دهد چقدر است؟



پاسخ:

$$W \approx 1214\text{J}$$

$$F = 660\text{N}$$

$$d = 18/4\text{m}$$

$$\alpha = 0$$

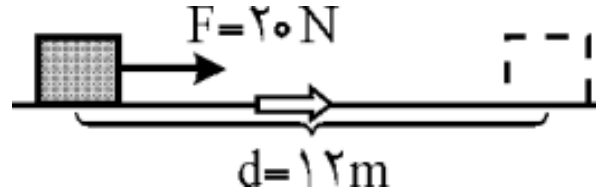
$$W = ?$$

$$W_F = Fd \cos \alpha$$

$$W_F = 660 \times 18/4 \times 1 \approx 1/21 \times 10^3\text{J}$$

تمرین:

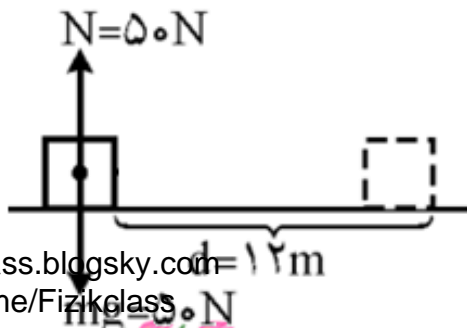
جسم نشان داده شده در شکل زیر، روی سطح افقی در جهت نیروی  $F$  حرکت می کند. اگر جابه جایی جسم  $۱۲$  متر باشد، کار هر یک از نیروهای وارد بر جسم را محاسبه کنید



پاسخ:

$$\left\{ \begin{array}{l} F_x = 20 \text{ N} \\ d = 12 \text{ m} \\ W = ? \end{array} \right. \rightarrow W_F = F_x \cdot d \rightarrow W = 20 \times 12 = \boxed{240 \text{ J}}$$

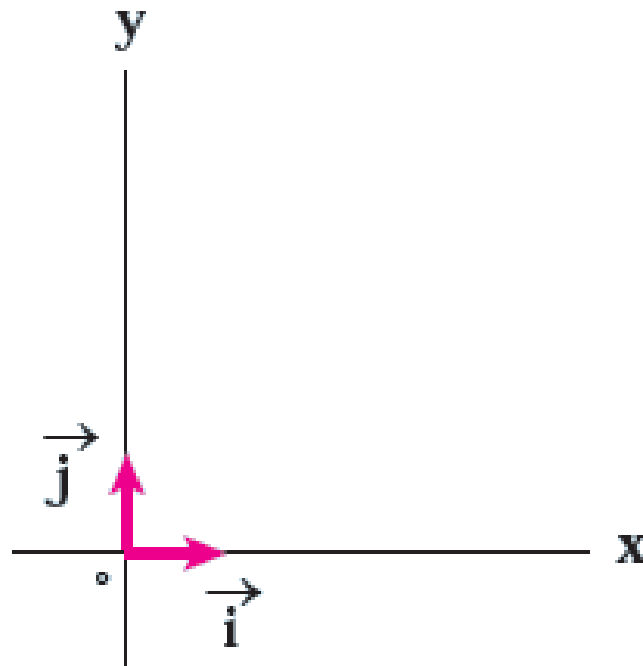
چون جسم در راستای افقی جابه جا می شود، نیروی وزن  $mg$  و عمودی تکیه گاه  $F_N$  باعث انجام جابه جایی جسم نشده پس کار این دو نیرو صفر است.



## برداریکه :

$\vec{i}$  برداری است به طول واحد و در جهت محور X ها

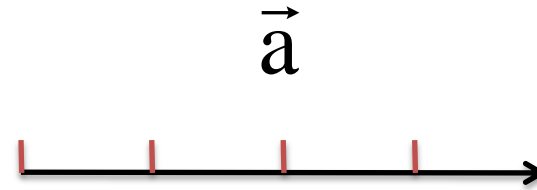
$\vec{j}$  برداری است به طول واحد و در جهت محور Y ها



$$|\vec{i}| = |\vec{j}| = 1 \text{ واحد}$$

نمایش بردار:  $\vec{a}$ 

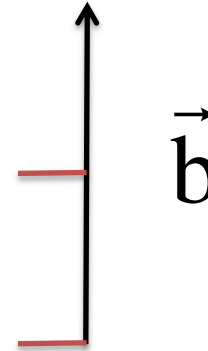
$$\vec{a} \left\{ \begin{array}{l} |\vec{a}| = a = 4 \\ \text{به طرف شرق} \end{array} \right.$$



$$\vec{a} = 4\vec{i}$$

# نمایش بردار: $\vec{b}$

$$\vec{b} \left\{ \begin{array}{l} |\vec{b}| = b = 2 \\ \text{به طرف شمال} \end{array} \right.$$

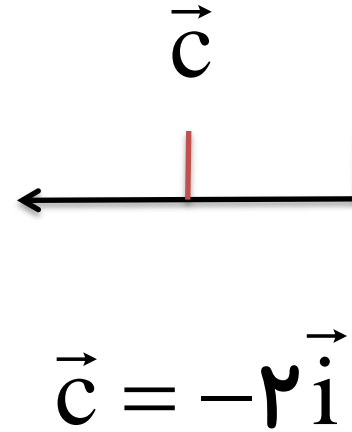


$$\vec{b} = 2\vec{j}$$

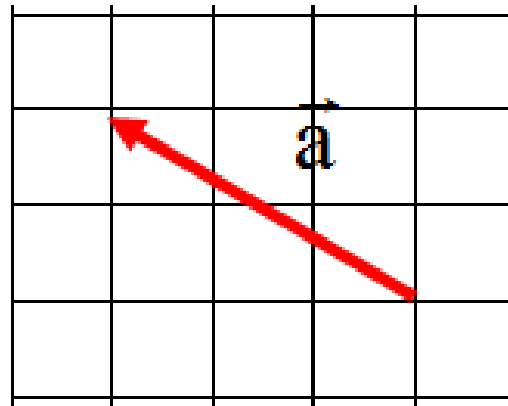


نمایش بردار:  $\vec{c}$ 

$$c \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} |\vec{c}| = c = 2 \\ \text{به طرف غرب} \end{array} \right.$$

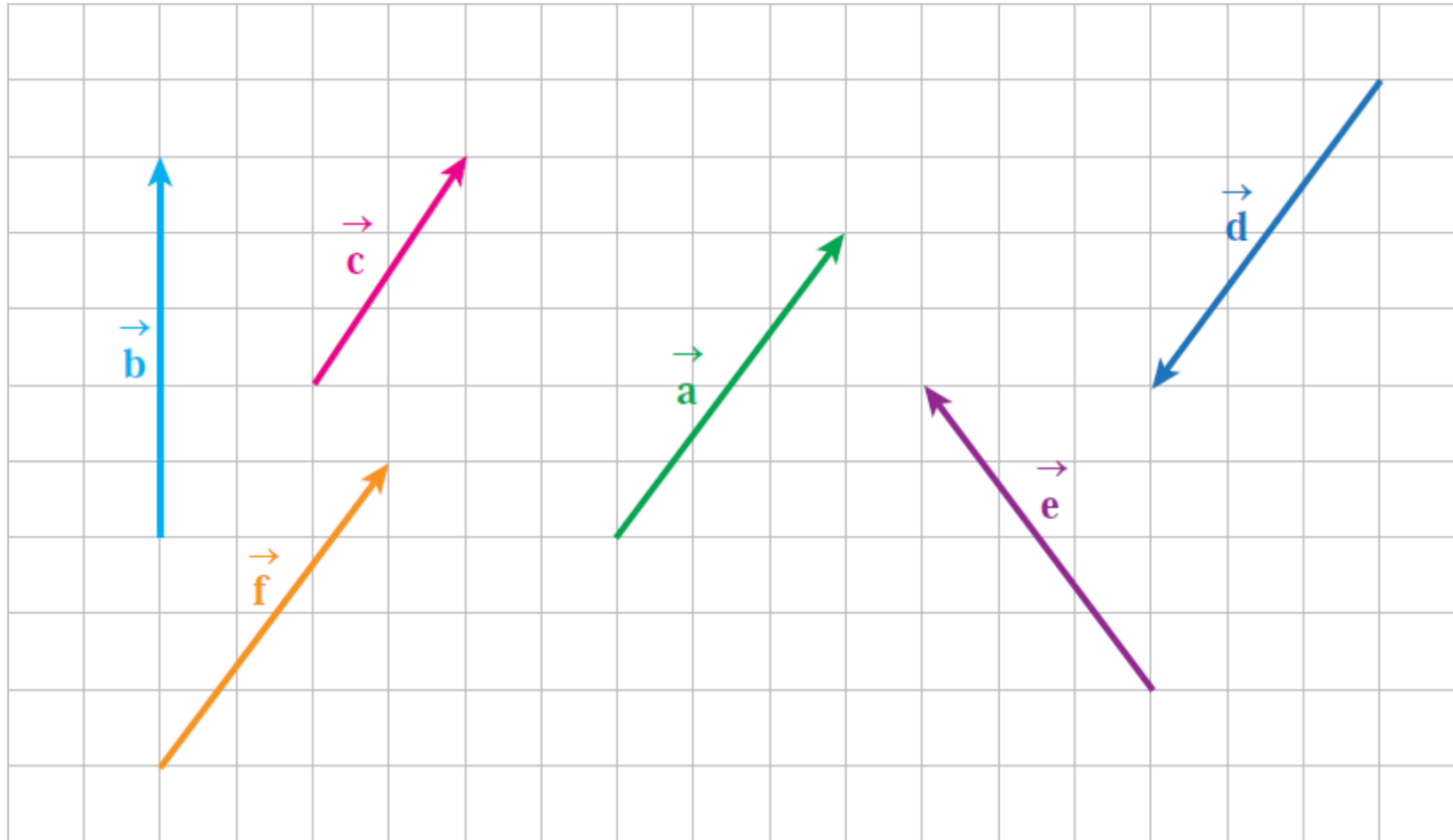


$$\vec{c} = -2\vec{i}$$

نمایش بردار:  $\vec{a}$ 

$$\vec{a} = -3\vec{i} + 2\vec{j}$$

# بردارها را به صورت برداریکه بنویسید

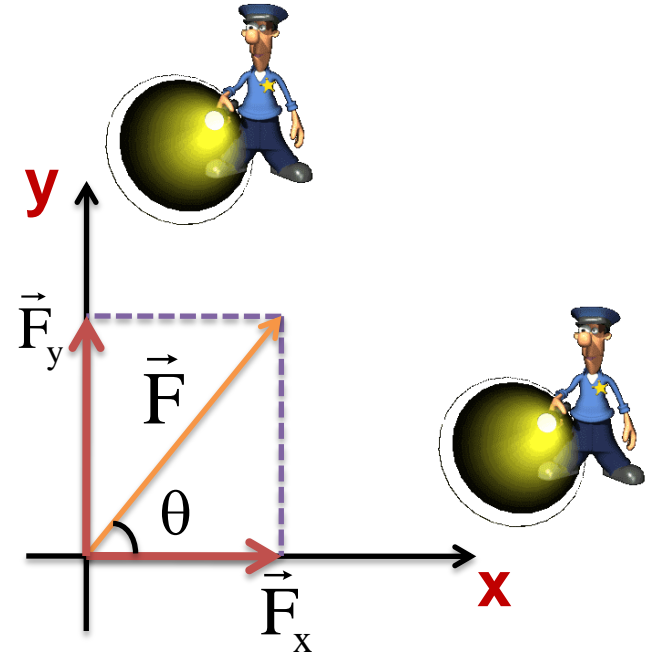


## تجزیه ی بردار :

یک بردار را به دو مؤلفه ی افقی  $F_x$  و عمودی  $F_y$  تجزیه می کنیم و به جای آن، این دو مؤلفه را درمسأله به کار می بریم

$$\left\{ \begin{array}{l} \cos \theta = \frac{F_x}{F} \rightarrow F_x = F \cos \theta \\ \sin \theta = \frac{F_y}{F} \rightarrow F_y = F \sin \theta \end{array} \right.$$

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



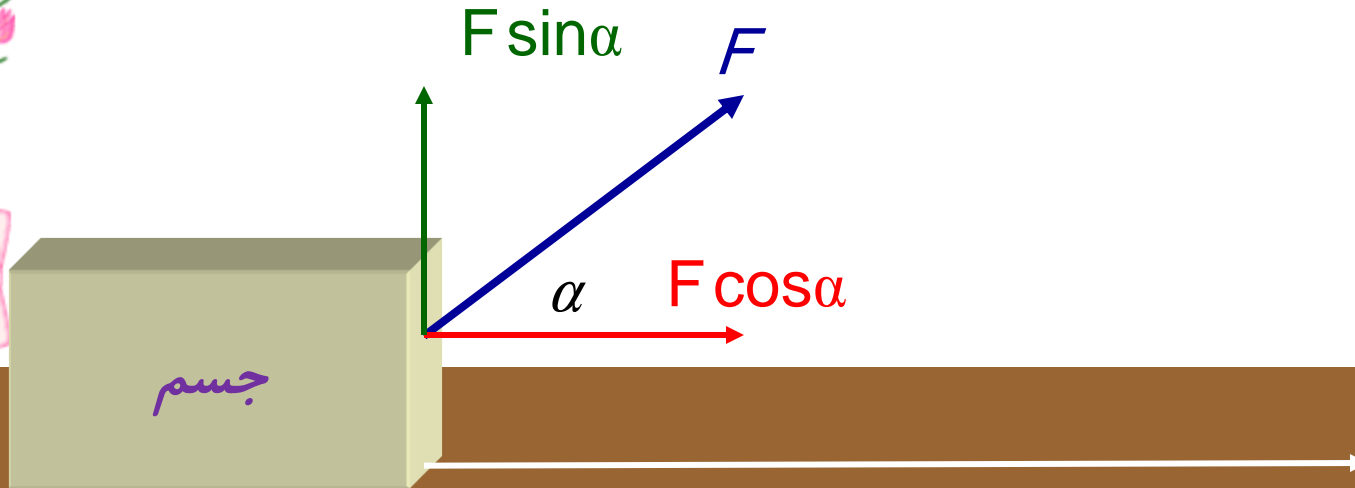
پرسش:

به نظر شما کدام مولفه ی نیروی  $F$  کار انجام می دهد؟

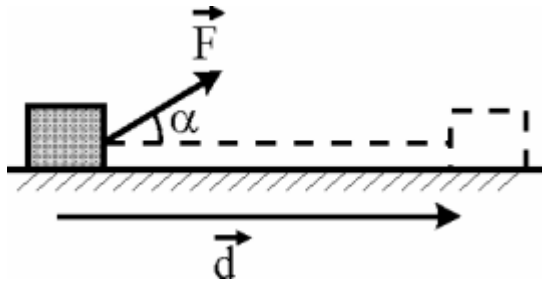
پاسخ

$$W = F d \cos\alpha$$

مولفه ی نیروی افقی (موازی سطح زمین)



# فرمول کار نیروی $F$ :



نیرو

$$W_F = F \cdot d \cdot \cos \alpha$$

کار نیروی  $F$ 

جابه جایی جسم

زاویه بین نیرو و جابه جایی

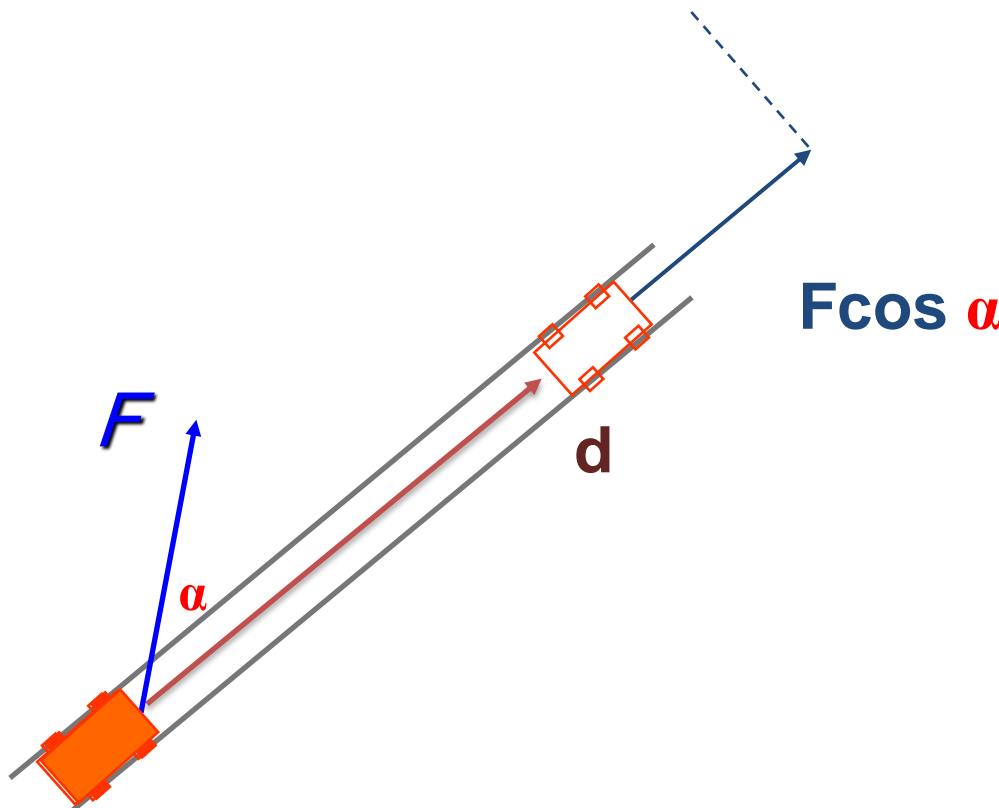


پرسش:

قطار روی ریل با نیروی  $F$  کشیده می شود چه مولفه ای از نیرو کار انجام می دهد؟

پاسخ

فقط مولفه  $F \cos \alpha$ ، در امتداد جابه جایی کار انجام می دهد.



پرسش:

## کار چه کمیتی است چرا؟

پاسخ

چون کار جهت و راستا ندارد بنابراین کمیتی نردهای است.



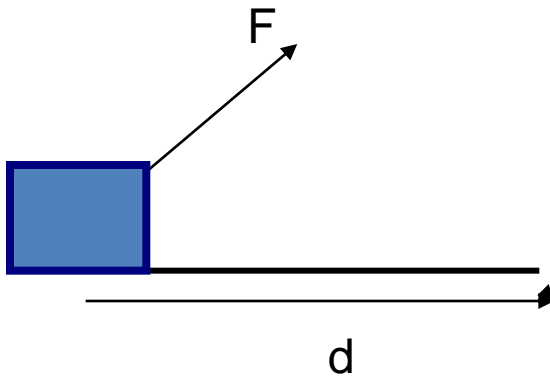


تمرین:

نیروی  $100\text{ N}$  که با سطح افق زاویه  $60^\circ$  درجه می سازد، جسمی را به اندازه  $20\text{ m}$  در سطح افقی جابجا می کند. کار انجام شده چقدر است؟  $\cos 60^\circ = .5$

پاسخ:

$$W = 100\text{ J}$$



$$W_F = F \cdot d \cos \alpha$$

$$W_F = 100 \times 20 \times \cos 60^\circ$$

$$W_F = 100 \times 20 \times .5 = 1000\text{ J}$$

$$F = 100\text{ N}$$

$$d = 20\text{ m}$$

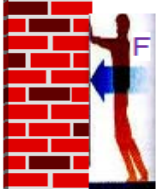
$$\alpha = 60^\circ$$

$$\cos 60^\circ = .5$$

پرسش:

در فیزیک کار وارد بر یک جسم چه هنگامی صفر می باشد؟  $W_F = Fd \cos \alpha$

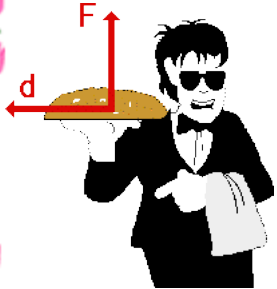
پاسخ



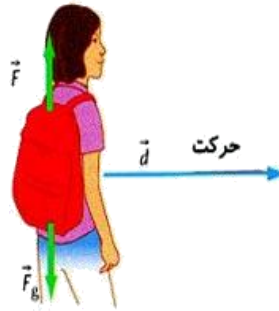
۱- نیرو وارد شود ولی جسم جابه جا نشود، مانند: هل دادن دیوار  $d = 0$



۲- بر یک جسم نیرو وارد نشود  $F = 0$



۳- راستای نیرو و جابه جایی بر هم عمود باشند  $\cos 90 = 0$



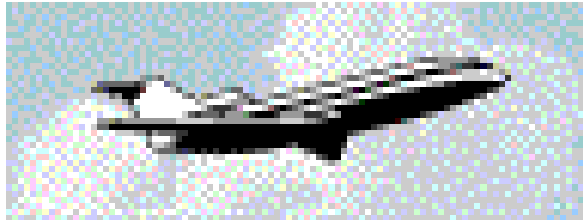
پرسش:

کار چه نیروهایی، منفی است؟

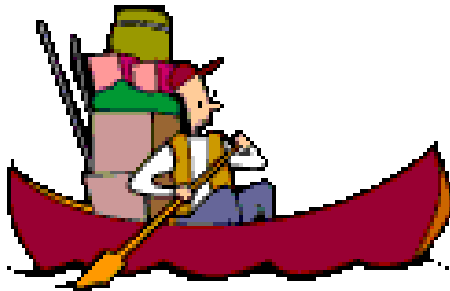
پاسخ



کار نیروی اصطکاک



کار نیروی مقاومت هوا



کار نیروی مقاومت شاره

پرسش:

هر گاه به جسمی بیش از یک نیرو اثر نماید؛ کل کار چگونه بدست می آید؟

پاسخ

برابر جمع جبری کار تک تک نیروهای وارد بر جسم است:

$$W_T = W_1 + W_2 + W_3 + \dots$$

همچنین برابر با کار نیروی برآیند وارد بر جسم است

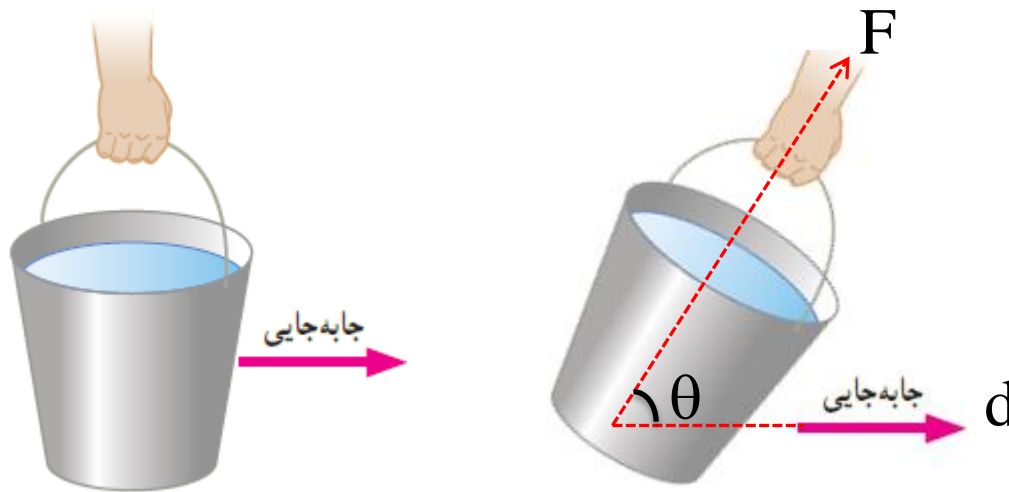
$$W_T = F_T d \cos \alpha$$

کار برآیند نیروها



پرسش:

اگر مطابق شکل زیر اگر تندی حرکت شما در طول مسیر کم و زیاد شود آیا نیروی دست شما روی سطل کاری انجام می دهد؟ توضیح دهید.



پاسخ

در حالتی که سطل آب تغییر تندی پیدا می کند زاویه بین نیروی دست و راستای جابه جایی دیگر ۹۰ درجه نخواهد بود در این صورت دست ما روی سطل کار انجام می دهد.

# موضوع: معرفی چند نیرو و کار آنها

حل چند مسأله

Physicsclass.blogspot.com  
telegram.me/Fizikclass

برگشت

قبلی

بعدی

خروج

## انواع نیروها

۱- نیروی محرک:  $F$

۲- نیروی وزن:  $W$

۳- نیروی عمودی تکیه گاه:  $F_N$

اصطکاک ایستایی  $f_s$

اصطکاک جنبشی  $f_k$

۴- نیروی اصطکاک:

# ۱- نیروی محرک:

نیروهایی که باعث حرکت یک جسم می شوند. **نیروی محرک** نام دارد

نکته:

تمام نیروهایی که در جهت حرکت محرک محسوب می شوند.

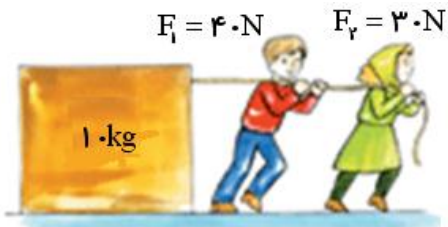
و تمام نیروهایی که **در خلاف جهت حرکت مقاوم** محسوب می شوند.





تمرین:

در شکل های زیر صندوق ۱۰ Kg تحت تاثیر چند نیرو قرار می گیرد، شتاب حرکت این صندوق چقدر است؟

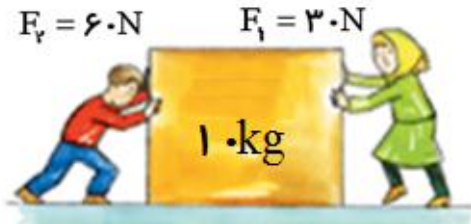


$$\Sigma F = F_1 + F_2$$

$$\Sigma F = 4 + 3 = 7 \text{ N} \Rightarrow a = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{7}{1} = 7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

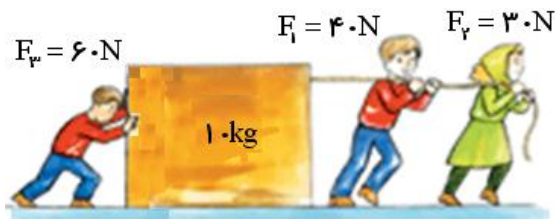
پاسخ

$$a = 7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



$$\Sigma F = 6 - 3 = 3 \text{ N} \Rightarrow a = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{3}{1} = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



$$\Sigma F = 6 + 4 + 3 = 13 \text{ N} \Rightarrow a = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{13}{1} = 13 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a = 13 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

۲- نیروی وزن:  $W$ 

نیروی گرانشی که زمین به جسم وارد می کند **نیروی وزن** جسم نام دارد



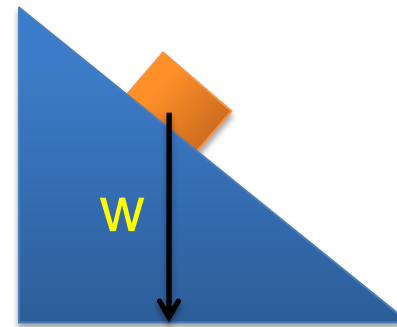
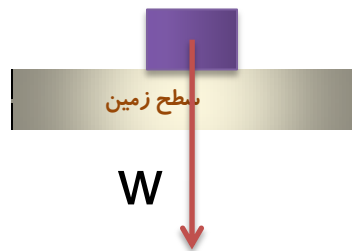
نکته:

جهت نیروی وزن همیشه به سمت مرکز زمین است



پرسش:

## جهت نیروی وزن رادرشکلهای زیر مشخص کنید؟



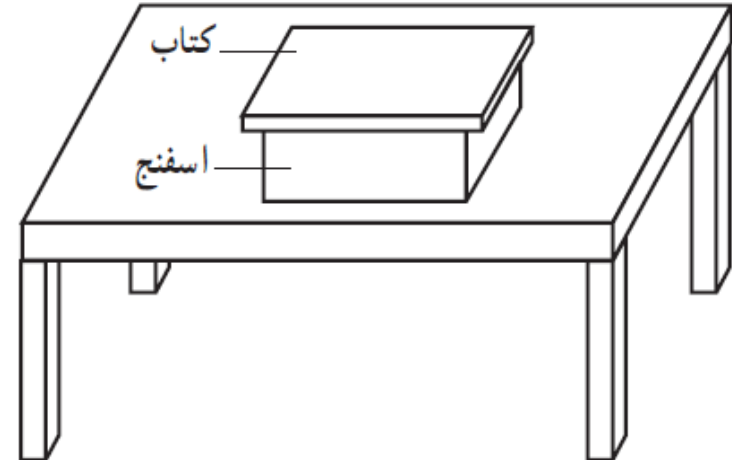
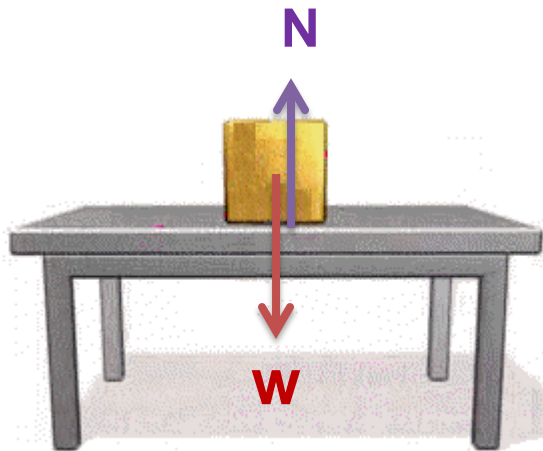
پاسخ

نکته:

جهت نیروی وزن بستگی به طرز قرار گرفتن جسم روی سطح جسم دیگر ندارد.

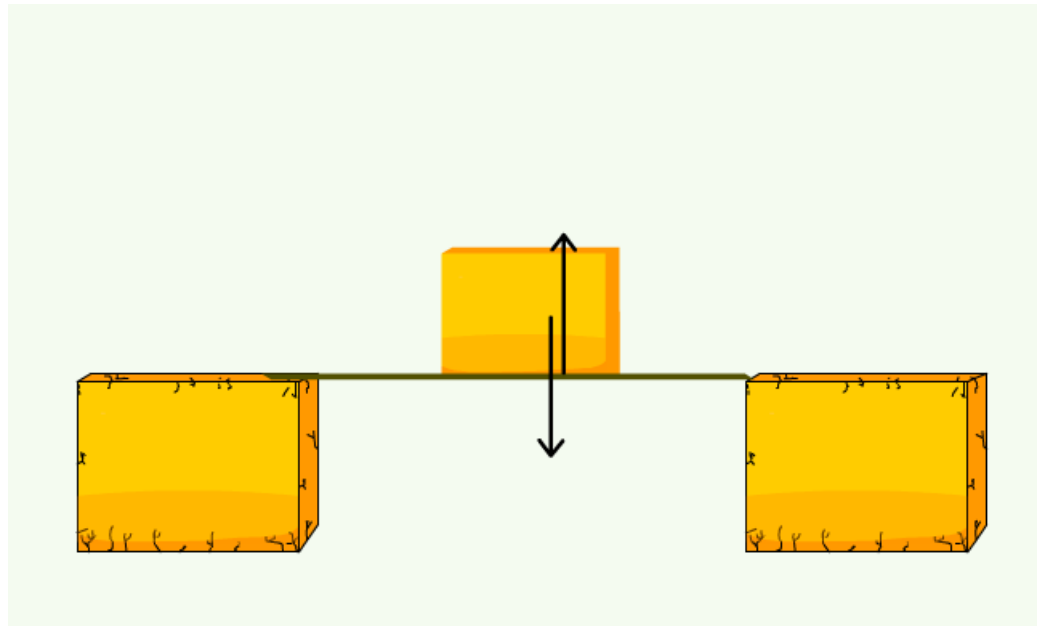
## ۴- نیروی عمودی تکیه گاه: N

نیروی قائمی که از طرف تکیه گاه بر جسم اثر می کند.



نکته:

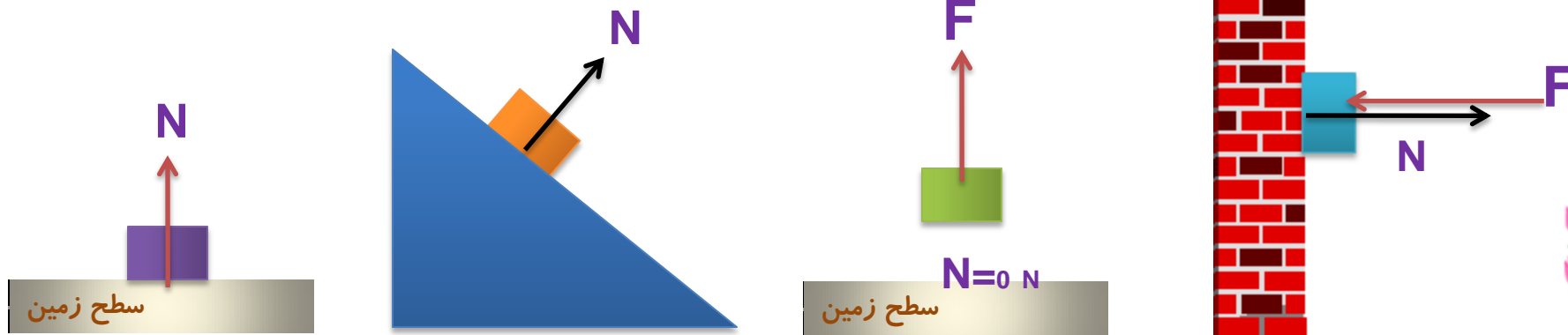
این نیرو ناشی از تغییر شکل سطح تماس دو جسم است.



پرسش:

جهت نیروی عمودی تکیه گاه رادرشکلهای مشخص کنید؟

پاسخ

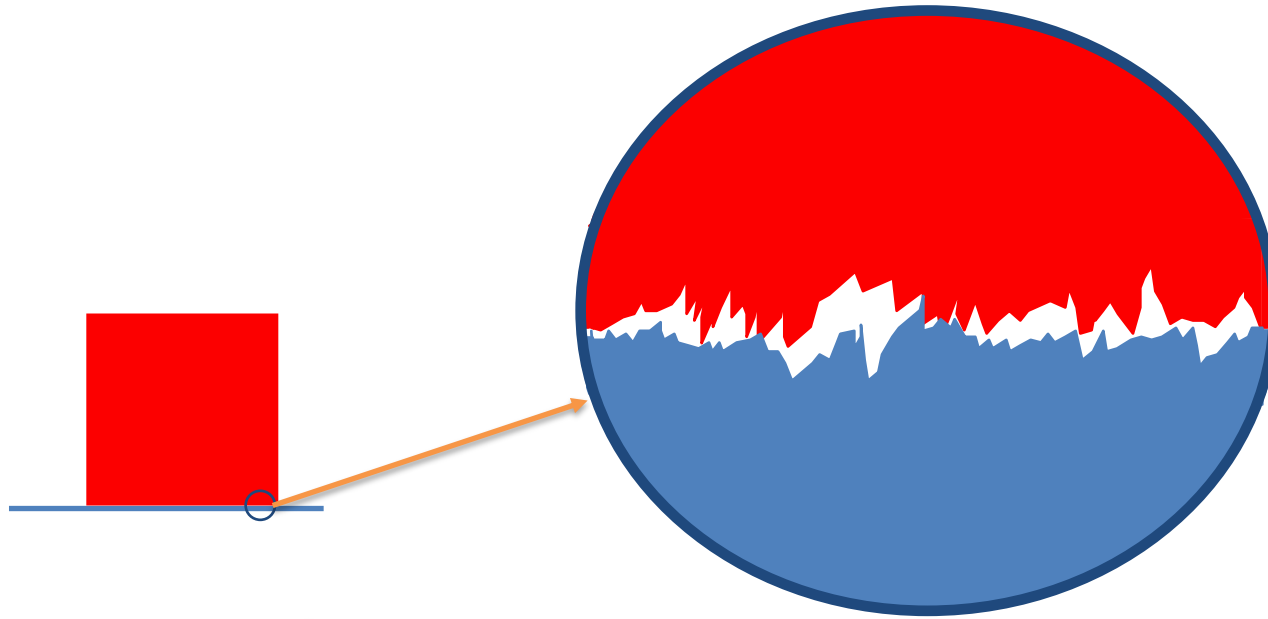


نکته:

جهت نیروی عمودی تکیه گاه بستگی به طرز قرار گرفتن جسم روی سطح جسم دیگر دارد.

## ۴- نیروی اصطکاک:

نیروی در سطح تماس دو جسم، که با حرکت جسم نسبت به جسم دیگر مخالفت می کند که به آن نیروی اصطکاک می گوئیم



موازی با سطح

عمود بر نیروی قائم  $N$  است

نیروی اصطکاک در خلاف جهت حرکت نسبی اثر می کند که:



## انواع نیروی اصطکاک:

الف-نیروی اصطکاک ایستایی: به اصطکاک جسم در حال **سکون** می گویند.



ب-نیروی اصطکاک جنبشی: به اصطکاک جسم در حال **حرکت** می گویند.



## کار نیروهای مختلف

۱- کار نیروی محرک (نیروی موتوری)

درجابه جایی افقی:

به سمت بالا:

به سمت پایین:

درجابه جایی قائم:

۲- کار نیروی وزن

درجابه جایی افقی:

به سمت بالا:

به سمت پایین:

درجابه جایی قائم:

۳- کار نیروی عمودی تکیه گاه

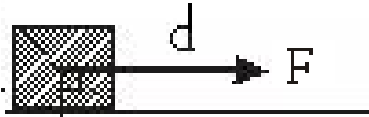
ایستایی

جنبشی

۴- کار نیروی اصطکاک

# ۱- کار نیروی محرک (نیروی موتوری) $W_F$

اگر نیروی جلوران با راستای جابه جایی موازی باشد کار نیروی جلوران ماکزیمم است.



$$W_F = F \times d \times \cos \cdot$$

$$W_F = F \times d \times 1$$

$$W_F = Fd$$

## ۲) کار نیروی وزن $W_{mg}$

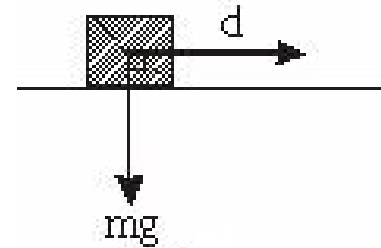
الف- در جابه جایی افقی:

چون نیروی وزن بر راستای جابه جایی عمود می باشد کار نیروی وزن صفر است.

$$W_{mg} = mg \cdot d \cdot \cos \alpha$$

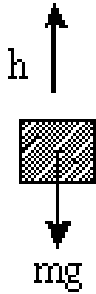
$$W_{mg} = mg \cdot d \cdot \cos 90^\circ$$

$$W_{mg} = 0$$



## ب- در جابه جایی قائم بسمت بالا :

چون راستای نیروی وزن با جابه جایی **در خلاف جهت** هم هستند پس  $\alpha = 180^\circ$  می باشد و کار نیروی وزن در این جابه جایی از رابطه زیر محاسبه می شود:



$$W_{mg} = mg \cdot d \cdot \cos \alpha$$

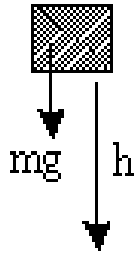
$$W_{mg} = mg \cdot h \cdot \cos 180^\circ$$

$$W_{mg} = -mg \cdot h$$



## ج- در جابه جایی قائم به سمت پایین:

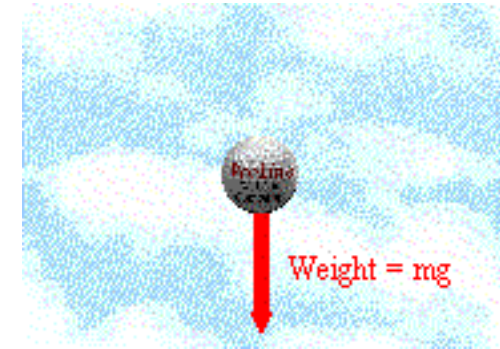
در این حالت نیروی وزن با جابه جایی هم جهت است. در نتیجه  $\alpha = 0$  می باشد و کار نیروی وزن نیز از رابطه زیر محاسبه می شود:



$$W_{mg} = mg \cdot d \cdot \cos \alpha$$

$$W_{mg} = mg \cdot h \cdot \cos 0$$

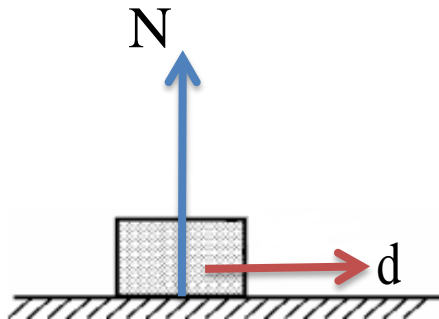
$$W_{mg} = mg \cdot h$$



### (۳) کار نیروی عمودی تکیه گاه: $W_N$

#### (الف) در جابه جایی افقی:

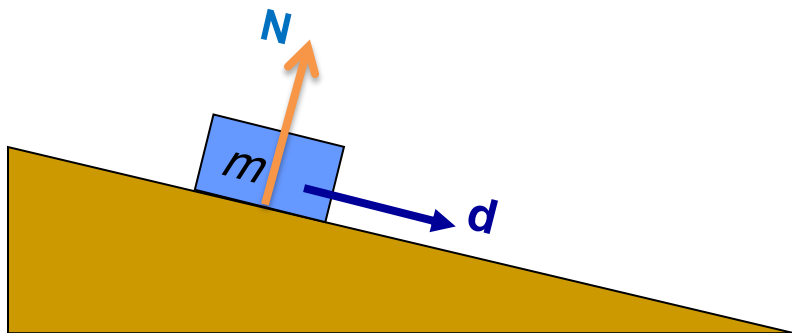
چون نیروی عمودی تکیه گاه  $N$  همیشه عمود بر سطح است بنابراین زاویه آن با جابه جایی روی هر سطحی برابر  $90^\circ$  است، در نتیجه کار نیروی عمودی تکیه گاه  $W_N$  برابر صفر می باشد



$$W_N = F_N \cdot d \cdot \cos \alpha$$

$$W_N = F_N \cdot d \cdot \cos 90^\circ$$

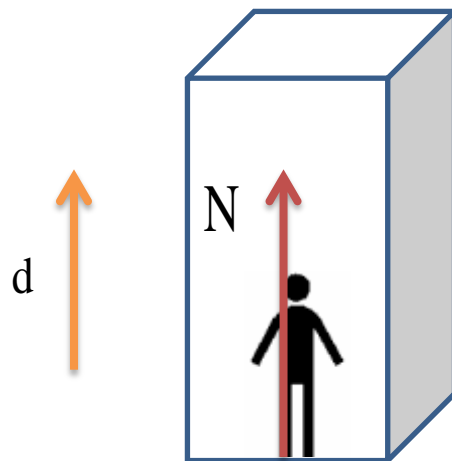
$$W_N = 0$$



## (ب) در جابه جایی قائم به سمت بالا:

چون زاویه‌ی نیروی عمودی تکیه‌گاه با جابه جایی  $\bullet^\circ$  است، در نتیجه کار نیروی عمودی تکیه‌گاه  $W_N$  مثبت می‌باشد

مانند: حرکت آسانسور یا حرکت بالون



$$W_N = F_N \cdot d \cdot \cos \alpha$$

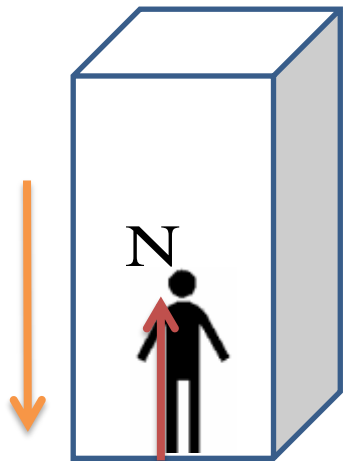
$$W_N = F_N \cdot d \cdot \cos \bullet$$

$$W_N = F_N \cdot d$$



## ج) در جابه جایی قائم به سمت پایین:

چون زاویه نیروی عمودی تکیه گاه با جابه جایی  $180^\circ$  است، در نتیجه کار نیروی عمودی تکیه گاه  $W_N$  منفی می باشد



$$W_N = F_N \cdot d \cdot \cos \alpha$$

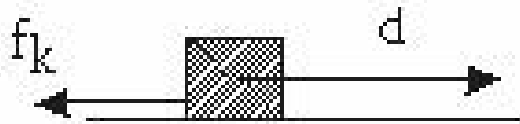
$$W_N = F_N \cdot d \cdot \cos 180^\circ$$

$$W_N = -F_N \cdot d$$



## (۴) کار نیروی اصطکاک جنبشی: $W_{f_k}$

چون نیروی اصطکاک جنبشی همیشه در خلاف جهت حرکت است پس زاویه  $\alpha$  برای هر سطحی برابر  $180^\circ$  می باشد در نتیجه کار آن همیشه منفی است.



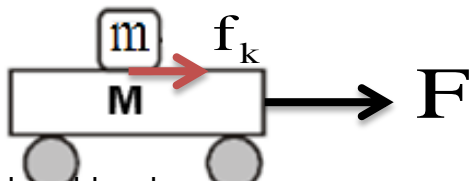
$$W_{f_k} = f_k \cdot d \cdot \cos \alpha$$

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

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

نکته:

هنگامی که یک جسم روی جسم دیگر قرار گیرد نیروی اصطکاک جنبشی روی جسم بالایی می تواند کار مثبت انجام دهد



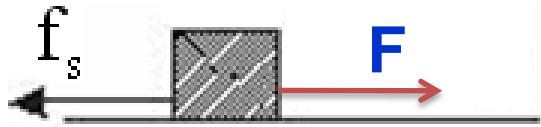
## (۵) کار نیروی اصطکاک ایستایی: $W_{f_s}$

در این حالت جسم ساکن می باشد بنابراین کار نیروی اصطکاک ایستایی صفر است.

$$W_{f_s} = f_s \cdot d \cdot \cos \alpha$$

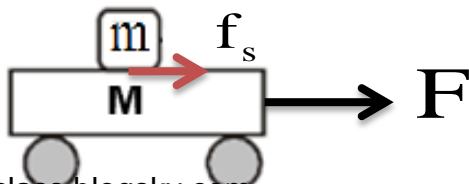
$$W_{f_s} = f_s \cdot d \cdot \cos 180^\circ$$

$$W_{f_s} = -j$$



نکته:

هنگامی که یک جسم روی جسم دیگر قرار گیرد نیروی اصطکاک ایستایی روی جسم بالایی می تواند کار مثبت انجام دهد



## انواع کار نیروها

۱- کار نیروی محرک (نیروی موتوری)  $W_F = Fd$

۲- کار نیروی وزن

در جابه جایی افقی:  $W_{mg} = \cdot j$

به سمت بالا:  $W_{mg} = -mg \cdot h$

در جابه جایی قائم:  $W_{mg} = mg \cdot h$  به سمت پایین

در جابه جایی افقی:  $W_N = \cdot$

به سمت بالا:  $W_N = F_N \cdot d$

به سمت پایین:  $W_N = -F_N \cdot d$

۳- کار نیروی عمودی تکیه گاه

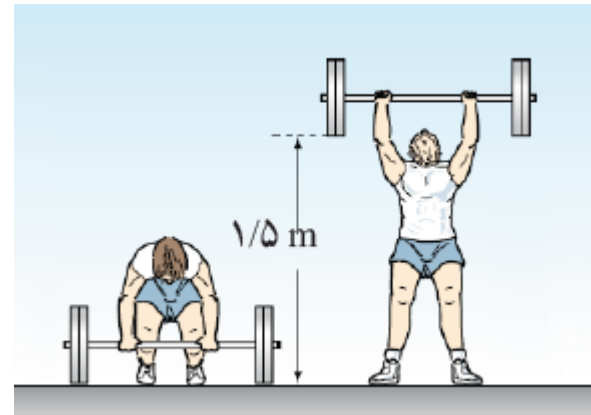
ایستایی  $W_{fs} = \cdot j$

جنبشی  $W_{fk} = -f_k d$

۴- کار نیروی اصطکاک

تمرین:

ورزشکاری وزنه ای به جرم  $40 \text{ kg}$  را به طور یکنواخت  $1/5 \text{ m}$  بالای سر خود می برد. کاری که این ورزشکار روی وزنه انجام می دهد چند ژول است؟



پاسخ:

$$W_F = 196 \text{ ج}$$

تمرین:

کشاورزی توسط تراکتور، گاری پر از هیزم را در راستای یک زمین هموار به اندازه  $m = 235$  جابه جا می کند وزن کل گاری و بار آن  $mg = 1/47 \times 10^4 N$  است. تراکتور نیروی ثابت  $F_1 = 5/00 \times 10^3 N$  را در زاویه  $\theta = 45^\circ$  بالای افق به گاری وارد می کند. نیروی اصطکاک جنبشی  $f_k = 3/50 \times 10^3 N$  است کار کل انجام شده روی گاری را محاسبه کنید.

پاسخ:

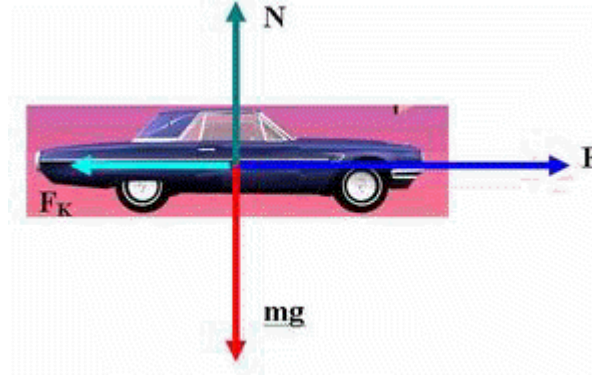
$$W_t = 8/35 \times 10^3 \text{ J}$$



تمرین:

نیروی موتوری به اتومبیل یک تنی  $20000\text{ N}$  و نیروی اصطکاک جنبشی  $4000\text{ N}$  است. کار نیروی وزن، کار نیروی اصطکاک جنبشی، کار نیروی عمود تکیه گاه و کار نیروی موتور در جابجایی  $500\text{ m}$  را حساب کنید.

پاسخ:



$$W_F = 1 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$W_{mg} = 0 \text{ J}$$

$$W_N = 0 \text{ J}$$

$$W_{f_k} = -2 \times 10^6 \text{ J}$$



# موضوع : رابطه کار و انرژی جنبشی

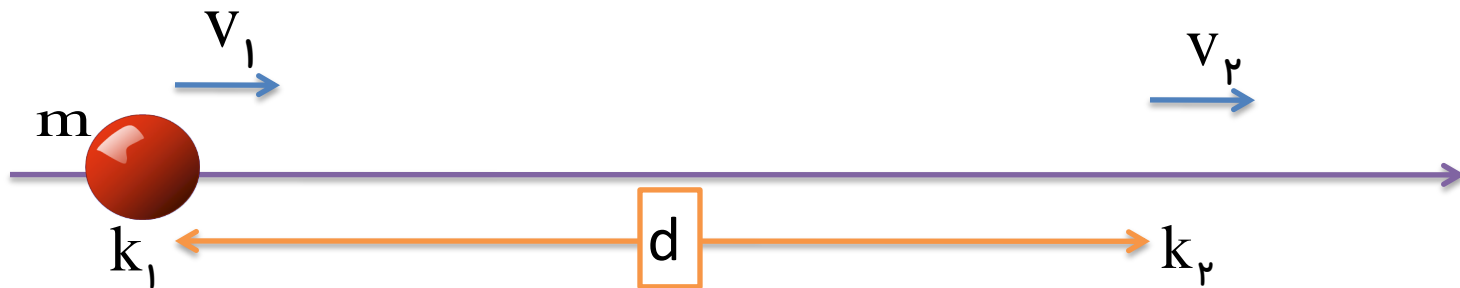




# قضیه‌ی کار و انرژی جنبشی

مجموع کارهای نیروهای وارد بر جسم در یک جابه جایی معین، برابر تغییر انرژی جنبشی جسم در همان جابه جایی است

$$W_T = K_2 - K_1 \quad \rightarrow \quad W_F + W_N + W_{mg} + W_{f_k} = K_2 - K_1$$



نکته:

قضیه‌ی کار-انرژی جنبشی نه تنها برای حرکت یک جسم روی مسیر مستقیم معتبر است بلکه اگر جسم روی مسیر خمیده نیز حرکت کند می‌توان از آن استفاده کرد.

نکته:

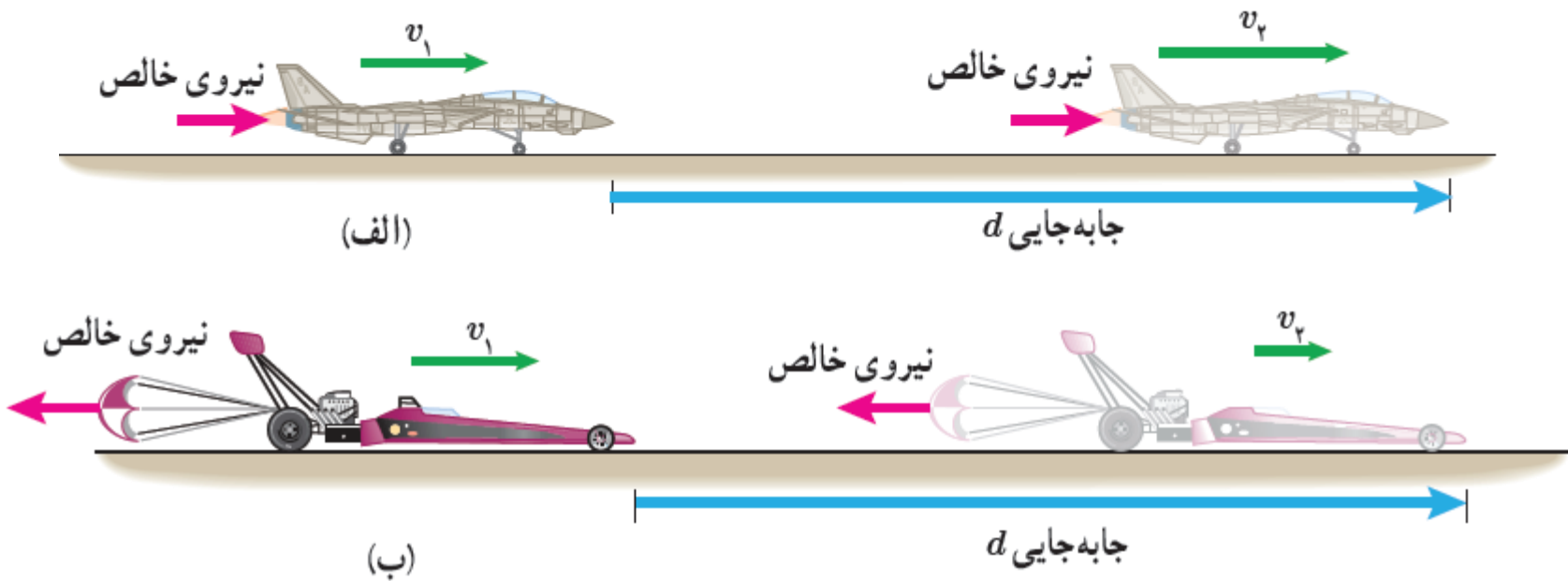
هنگامی که  $W_T > 0$  است، **انرژی جنبشی آن افزایش** می یابد  $K_2 > K_1$  بنابراین **تندی** جسم در پایان جابه جایی بیشتر از **تندی آن در ابتدای حرکت** است  $V_2 > V_1$

هنگامی که  $W_T < 0$  است، **انرژی جنبشی آن کاهش** می یابد  $K_2 < K_1$  بنابراین **تندی** جسم در **انتهای جابه جایی کمتر** از **تندی آن در آغاز حرکت** است  $V_2 < V_1$

هنگامی که  $W_T = 0$  است، **انرژی جنبشی جسم در آغاز و پایان جابه جایی یکسان** است  $K_2 = K_1$  بنابراین **تندی جسم در این دو نقطه یکسان** است  $V_2 = V_1$

تمرین:

# فرق این دو شکل زیر چیست؟



پاسخ:

(الف) کار مثبت روی هواپیما انجام شده و انرژی جنبشی آن افزایش یافته است.

(ب) کار منفی روی خودرو انجام شده و انرژی جنبشی آن کاهش یافته است.

تمرین:

تندی جسمی به جرم  $1.0 \text{ kg}$  تحت تاثیر نیروی  $F$  از  $4 \text{ m/s}$  به  $6 \text{ m/s}$  می رسد، کار این نیرو چند ژول است؟

پاسخ:

$$W_F = 10.0 \text{ J}$$

$$m = 1.0 \text{ kg}$$

$$V_1 = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$K_1 = \frac{1}{2} m V_1^2 \rightarrow K_1 = \frac{1}{2} \times 1.0 \times 4^2 = 8.0 \text{ J}$$

$$V_2 = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$K_2 = \frac{1}{2} m V_2^2 \rightarrow K_2 = \frac{1}{2} \times 1.0 \times 6^2 = 18.0 \text{ J}$$

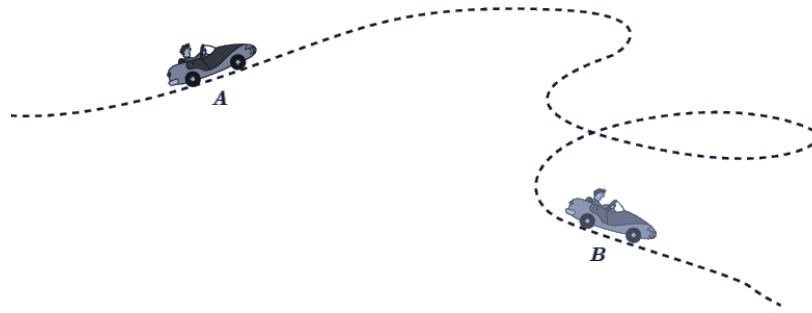
$$W_T = K_2 - K_1 = 18.0 - 8.0 = 10.0 \text{ J}$$

تمرین:

جرم یک خودروی الکتریکی به همراه راننده اش  $600 \text{ kg}$  است. این خودرو از موقعیت A به موقعیت B می رود، اگر تندی خودرو در موقعیت A برابر  $54 \text{ km/h}$  و تندی آن در موقعیت B،  $20 \text{ km/h}$  باشد کل کار انجام شده روی این خودرو چند کیلوژول است؟

پاسخ:

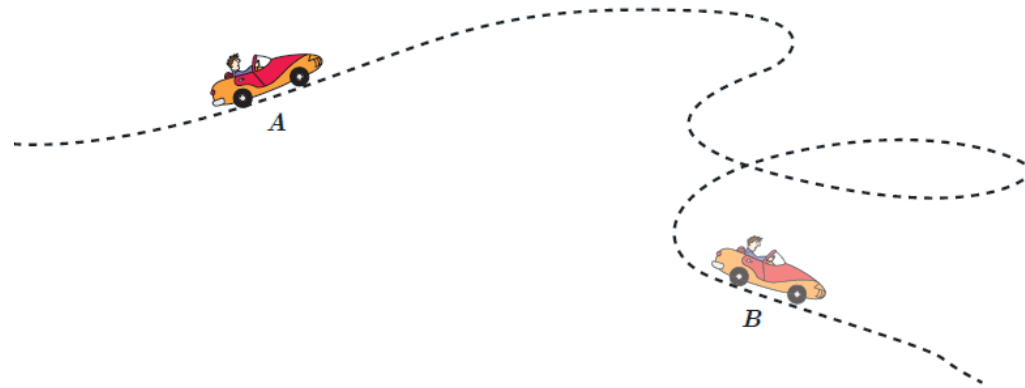
$$W_T = 52/5J$$



تمرین:

جرم یک خودروی الکتریکی به همراه راننده اش  $10^2 \text{ kg} \times 8/40$  است. وقتی این خودرو از موقعیت A به موقعیت B می رود، کار کل انجام شده روی خودرو  $10^4 \times 7/35$  است. اگر تندی خودرو در موقعیت A برابر  $54/0 \text{ km/h}$  باشد، تندی آن در موقعیت B چند متر بر ثانیه است؟

پاسخ:



تمرین:

اتومبیلی به جرم  $1200 \text{ kg}$  با تندی  $108 \text{ km/h}$  در حرکت است. اگر راننده ترمز کند، اتومبیل بعد از طی مسافت  $20 \text{ m}$  می ایستد. کار نیروی اصطکاک را بدست آورید.



پاسخ:

$$W_{f_k} = -54000 \text{ J}$$

$$m = 1200 \text{ kg}$$

$$V_1 = 108 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{108}{3.6} = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$d = 20 \text{ m}$$

$$V_2 = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$W_{f_k} = ?$$

$$K_1 = \frac{1}{2} m V_1^2 \rightarrow K_1 = \frac{1}{2} \times 1200 \times 30^2 = 540000 \text{ J}$$

$$K_2 = \frac{1}{2} m V_2^2 \rightarrow K_2 = \frac{1}{2} \times 1200 \times 0^2 = 0 \text{ J}$$

$$W_T = K_2 - K_1$$

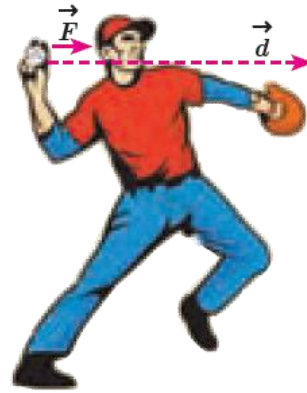
$$W_T = \cancel{W_F} + \cancel{W_N} + \cancel{W_{mg}} + W_{f_k}$$

$$W_{f_k} = 0 - 540000 = -540000 \text{ J}$$

تمرین:

ورزشکاری سعی می کند توپ بیسبالی به جرم  $145g$  را با بیشترین تندی ممکن پرتاب کند به این منظور، ورزشکار نیرویی به بزرگی  $F=75/0N$  تا لحظه پرتاب توپ و در امتداد جابه جایی  $d = 1/45m$  بر آن وارد می کند. تندی توپ هنگام جدا شدن از دست ورزشکار

چقدر است؟



پاسخ:

$$V = 38/7 \frac{m}{s}$$

$$m = .145 \text{ kg}$$

$$F = 75 \text{ N}$$

$$d = 1/45 \text{ m}$$

$$V_1 = 0 \frac{m}{s}$$

$$V_2 = ?$$

$$W_T = K_2 - K_1 \quad \rightarrow \quad F_T d \cos \theta = K_2 - K_1$$

$$75 \times 1/45 = \frac{1}{2} \times .145 \times V_2^2 \quad \rightarrow \quad 1.08/75 = .0725 \times V_2^2$$

$$V_2^2 = \frac{1.08/75}{.0725} = 1500 \quad \rightarrow \quad V_2 = 38/7 \frac{m}{s}$$



پرسش:

در شکل های (الف) و (ب) جرم ارابه ها یکسان است. برای اینکه تندی ارابه ها از صفر به مقدار معین  $V$  برسد، کار انجام شده در هر دو حالت را با هم مقایسه کنید.



پاسخ

(الف)

(ب)

در شکل الف

$$W_{1T} = K_2 - K_1 \quad \frac{m_2 = m}{V_2 = V} \rightarrow W_{1T} = \frac{1}{2} m V^2$$

در شکل ب

$$W_{2T} = K_2 - K_1 \quad \frac{m_2 = 2m}{V_2 = V} \rightarrow W_{2T} = \frac{1}{2} (2m) V^2$$

$$\frac{W_{2T}}{W_{1T}} = \frac{\frac{1}{2} 2m V^2}{\frac{1}{2} m V^2} = 2$$

پرسش:

آیا کار کل انجام شده بر یک جسم در یک جابه جایی می تواند منفی باشد؟ توضیح دهید.

پاسخ

با توجه به  $W_T = K_2 - K_1$  اگر  $W_T < 0$  باشد به این معنی است که  $K_2 < K_1$  یعنی تندی جسم کاهش پیدا کرده است و این موقعی است که خودرو ترمز می گیرد.

تمرین:

برای آنکه نیروی خالصی، بتواند تندی جسم را از صفر به  $V$  برساند باید مقدار کار  $W$  را روی آن انجام دهد. اگر قرار باشد تندی این جسم از صفر به  $3V$  برسد کاری که روی جسم باید انجام شود چند برابر  $W$  است؟

پاسخ:

$$W_2 = 9W_1$$

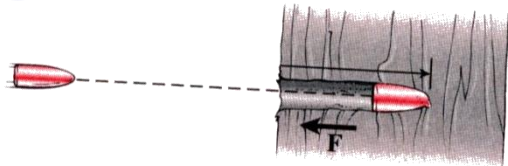
در مرحله اول  $W_{1T} = K_2 - K_1 \xrightarrow{V_2 = V} W_{1T} = \frac{1}{2} m V^2$

در مرحله دوم  $W_{2T} = K_2 - K_1 \xrightarrow{V_2 = 3V} W_{2T} = \frac{1}{2} m (3V)^2$

$$\frac{W_{2T}}{W_{1T}} = \frac{\frac{1}{2} m (3V)^2}{\frac{1}{2} m V^2} = \frac{9V^2}{V^2} = 9$$

تمرین:

گلوله ای به جرم  $24\text{ g}$  با تندی  $500\text{ m/s}$  به طور افقی وارد تنه درختی می شود. اگر گلوله به اندازه  $12\text{ cm}$  در تنه درخت فرو رود و متوقف شود، کار نیرویی که



تنه به آن وارد می کند چقدر است؟  $g = 10\text{ N/kg}$

پاسخ:

$$W_{f_R} = -3000\text{ J}$$

$$m = 0.024\text{ kg}$$

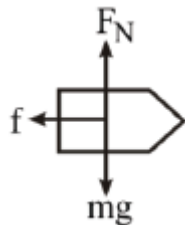
$$v_1 = 500\text{ m/s}$$

$$d = 0.12\text{ m}$$

$$v_2 = 0$$

$$W_{f_R} = ?$$

$$\cancel{W_F} + \cancel{W_N} + \cancel{W_{mg}} + W_{f_R} = \cancel{K_2} - K_1$$



$$W_{f_R} = -\frac{1}{2}mv_1^2$$

$$W_{f_R} = -\frac{1}{2} \times 0.024 \times 500^2$$

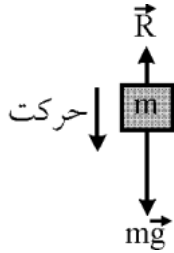
$$W_{f_R} = -3000\text{ J}$$

تمرین:

جسمی به جرم  $2\text{kg}$ ، از ارتفاع  $10\text{m}$  سطح زمین رها می شود و با تندی  $12\text{ m/s}$  به زمین می رسد. در این حرکت، کار نیروی مقاومت هوا چند ژول است؟  $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

پاسخ:

$$W_{f_R} = -56\text{J}$$

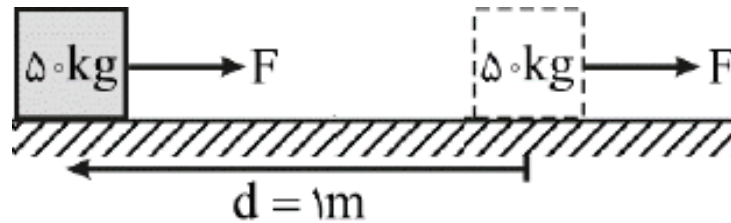


$$\left. \begin{array}{l} m = 2\text{kg} \\ h_1 = 10\text{m} \\ V_1 = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ V_2 = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ W_{f_R} = ? \end{array} \right\} \begin{array}{l} K_1 = \frac{1}{2} m V_1^2 \rightarrow K_1 = \frac{1}{2} \times 2 \times 0^2 = 0\text{J} \\ K_2 = \frac{1}{2} m V_2^2 \rightarrow K_2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 12^2 = 144\text{J} \end{array} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} W_T = K_2 - K_1 \\ W_T = 144\text{J} \\ \\ \\ \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{l} W_T = W_F + W_N + W_{mg} + W_{f_R} \\ W_{mg} = mg\Delta h \rightarrow W_{mg} = 2 \times 10 \times 10 = 200\text{J} \end{array} \right\} \begin{array}{l} 144 = 200 + W_{f_R} \\ W_{f_R} = -56\text{J} \end{array}$$

تمرین:

صندوقی به جرم  $50 \text{ kg}$  با تندی ثابت  $1 \text{ m/s}$  توسط یک نیروی افقی روی کف اتاق کشیده می شود. اگر نیروی اصطکاک در مقابل حرکت  $200$  نیوتن باشد، مقدار گرمایی که در هر متر جابه جایی جسم در اثر اصطکاک تولید می شود چند ژول است؟



پاسخ:

$$W_f = -200 \text{ J}$$



## موضوع : رابطه کاروانرژی پتانسیل

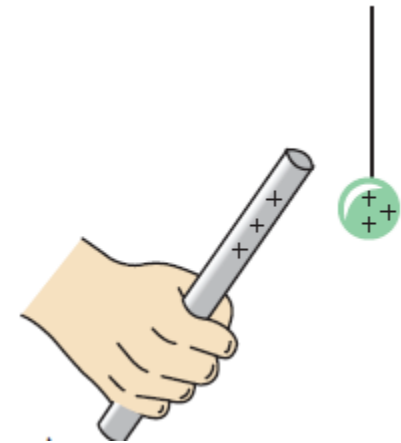
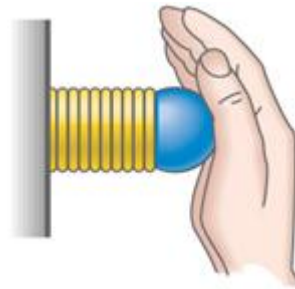
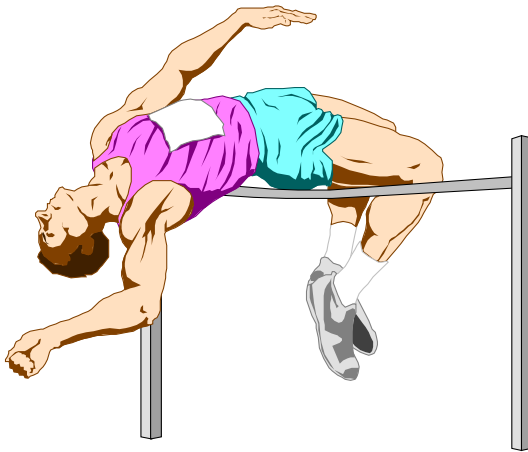


# انرژی پتانسیل

به معنی انرژی ذخیره شده در سامانه (دستگاه یا سیستم) است

نکته:

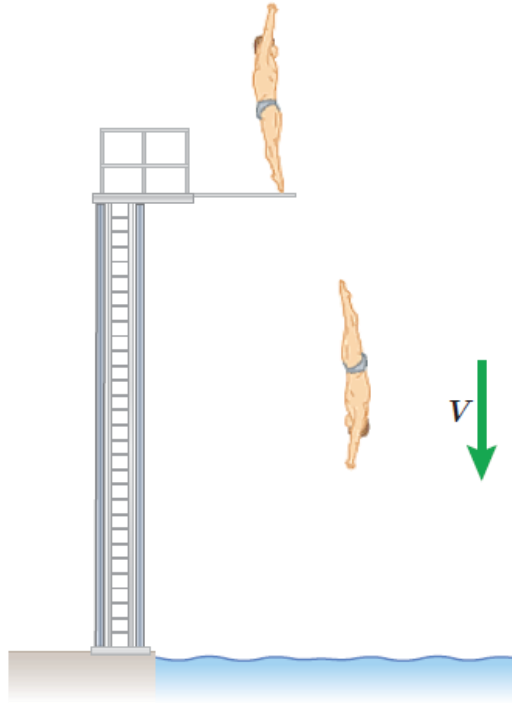
وقتی دو یا چند جسم به یکدیگر نیرو وارد می کنند به دلیل موقعیت مکانی شان در سامانه، انرژی پتانسیل دارند.





پرسش:

شخصی از یک تخته پرش به درون استخری پر از آب شیرجه می زند، چه تبدیل انرژی صورت می گیرد

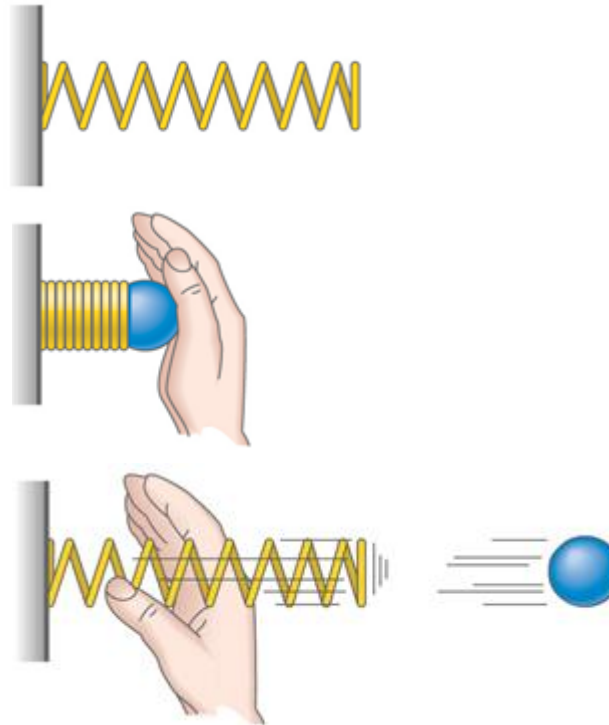


پاسخ

انرژی پتانسیل گرانشی سامانه شخص-زمین به تدریج به انرژی جنبشی شخص تبدیل می شود و شخص با تندی نسبتاً زیادی با سطح آب برخورد می کند.

پرسش:

فنری را توسط توپی فشرده ورها می کنیم،چه تبدیل انرژی صورت می گیرد

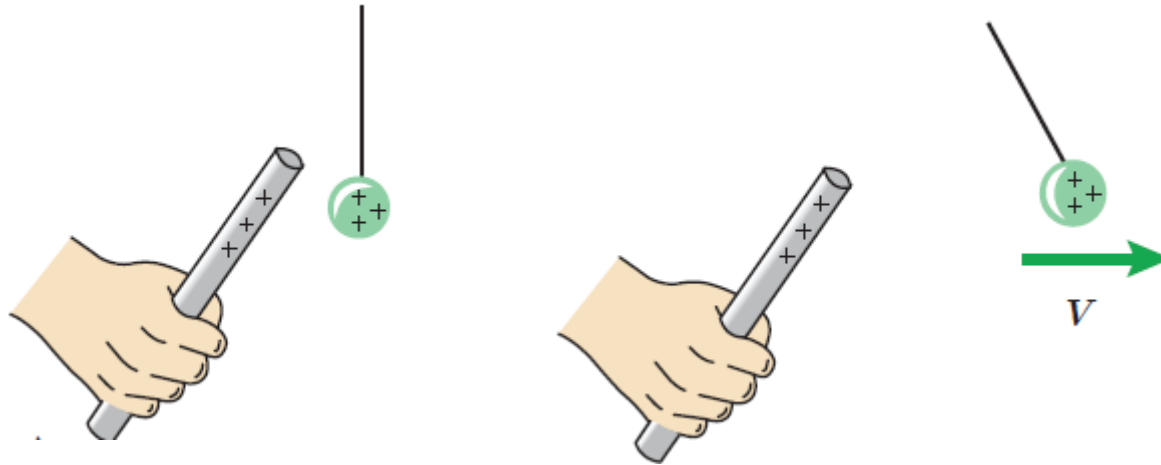


پاسخ

انرژی پتانسیل کشسانی سامانه توپ- فنربه انرژی جنبشی توپ تبدیل می شود و توپ با تندی زیادی پرتاب می شود

پرسش:

یک جسم باردار را به آونگ باردار نزدیک می کنیم، چه تبدیل انرژی صورت می گیرد



پاسخ

انرژی پتانسیل الکتریکی سامانه دو جسم باردار تغییر می کند و تبدیل به انرژی جنبشی جسم می شود

## رابطه کار و انرژی پتانسیل

وقتی جسم از ارتفاع  $h_1$  به ارتفاع  $h_2$  از سطح زمین می رسد کار نیروی وزن در این جابه جایی برابر است با:

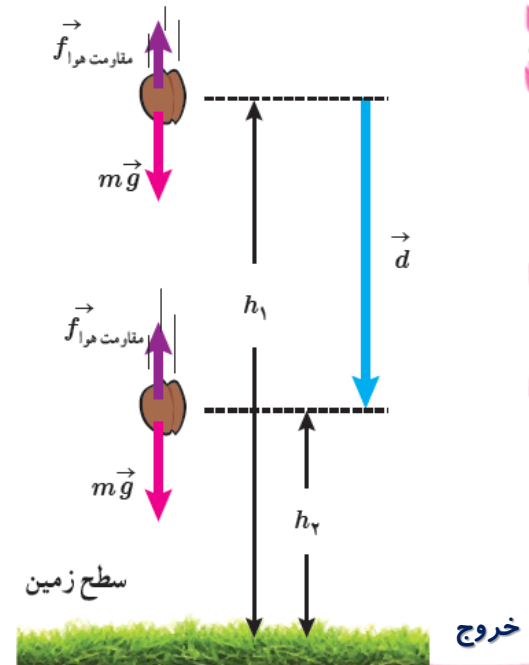
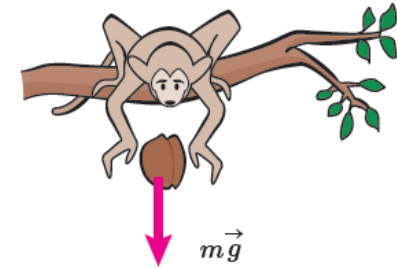
$$W_{\text{وزن}} = mg \cdot d \cdot \cos \theta$$

$$W_{\text{وزن}} = mg(h_1 - h_2)$$

$$W_{\text{وزن}} = -(mgh_2 - mgh_1)$$

$$W_{\text{وزن}} = -(U_2 - U_1)$$

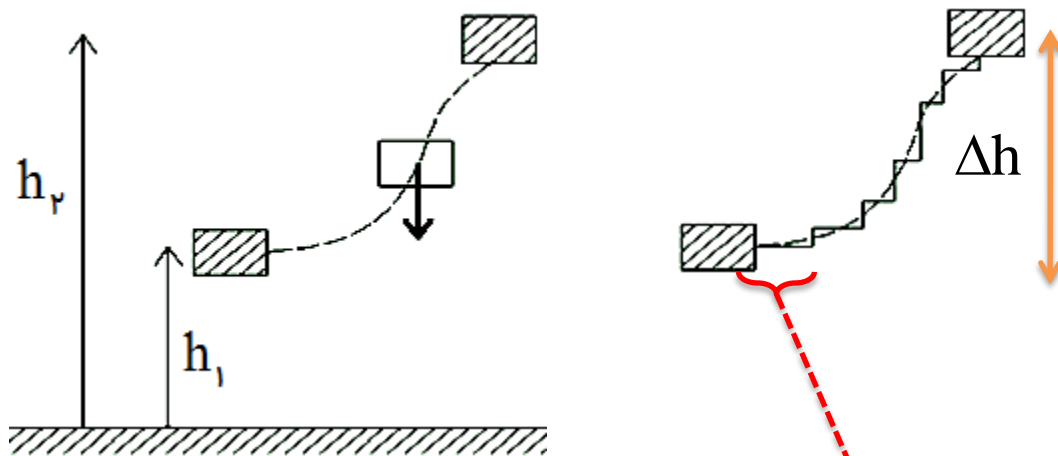
$$W_{\text{وزن}} = -\Delta U$$



نکته:

کار نیروی وزن برابر با منفی تغییر انرژی پتانسیل گرانشی است.

$$W_{\text{وزن}} = -\Delta U$$

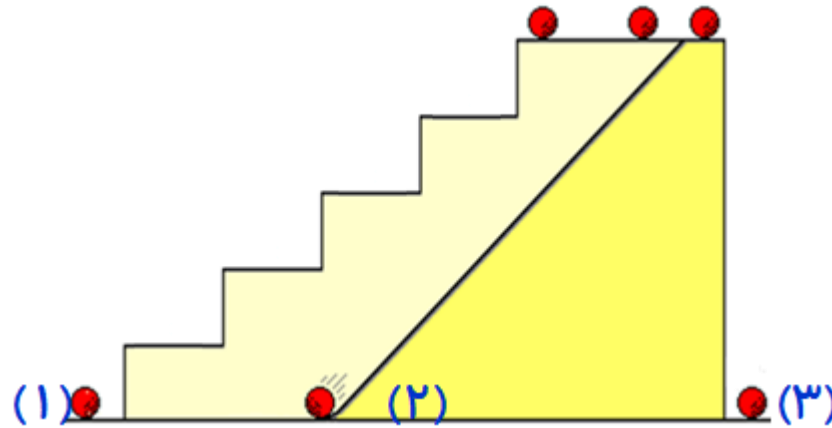


نکته:

چون کار نیروی وزن در مسیرهای افقی صفر است پس به شکل مسیر حرکت بستگی ندارد.

پرسش:

تویی را از مسیر مختلف به بالای تپه ای می رسانیم کارنیروی وزن رادرمسیر های مختلف مقایسه کنید؟

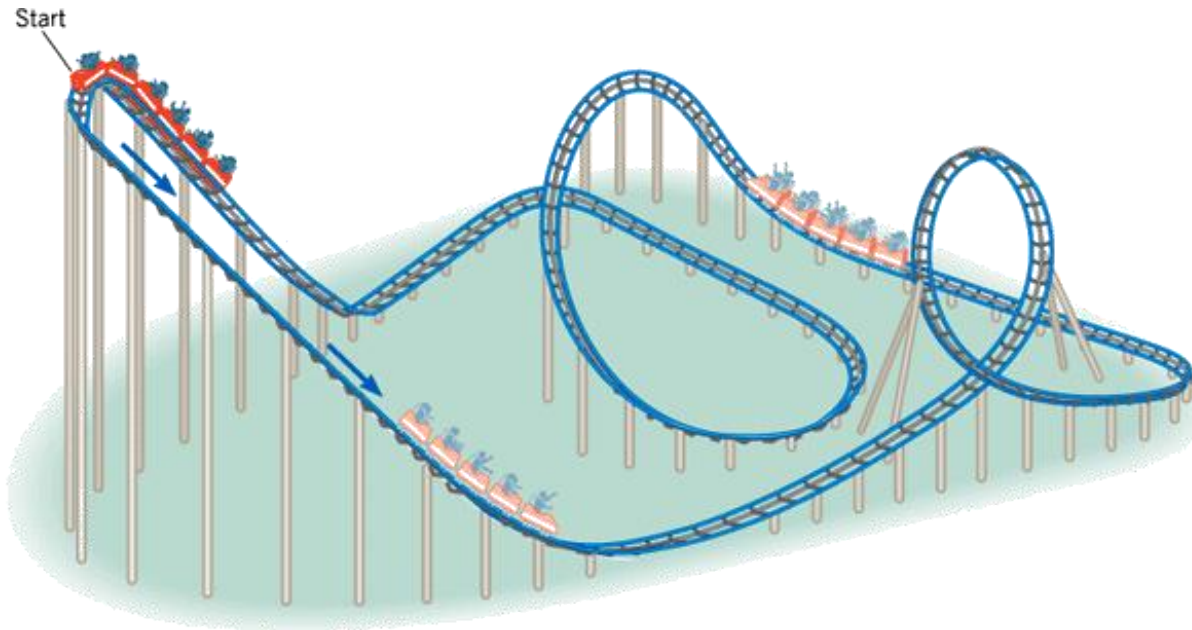


پاسخ

کار نیروی وزن فقط به اندازه جابه جایی جسم در راستای قائم بستگی دارد.

نکته:

کار نیروی وزن در یک مسیر بسته **صفر** است .



$$h_1 = h_2 \rightarrow U_1 = U_2 \rightarrow W_{\text{وزن}} = -\Delta U = 0$$

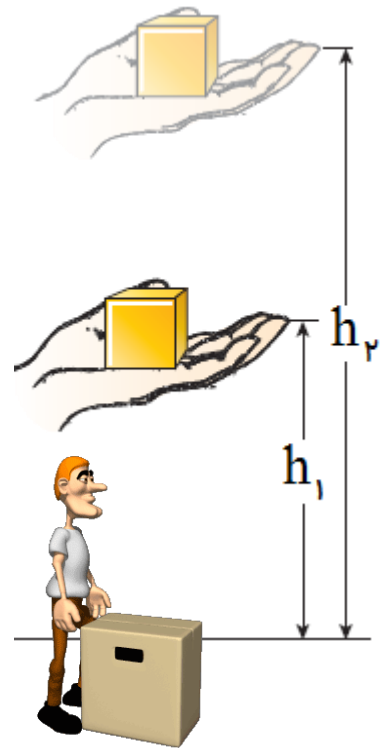
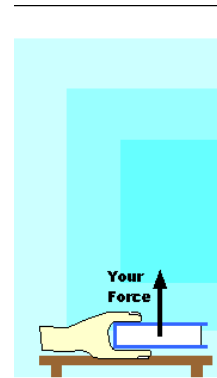
تمرین:

جسمی به جرم  $m$  را مانند شکل با دستمان از ارتفاع  $h_1$  به ارتفاع  $h_2$  می بریم و دوباره به حالت سکون می رسانیم. با چشم پوشی از مقاومت هوا کار نیروی دست در این جابه جایی را بیابید.

پاسخ:

$$W_T = K_2 - K_1$$

$$W_{\text{وزن}} + W_{\text{دست}} = \cancel{K_2} - \cancel{K_1}$$



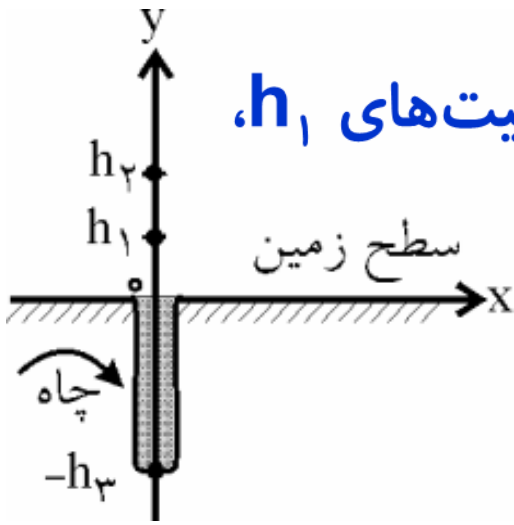
$$\left. \begin{aligned} W_{\text{وزن}} &= -W_{\text{دست}} \\ W_{\text{وزن}} &= -\Delta U \end{aligned} \right\}$$

$$W_{\text{دست}} = \Delta U \quad \rightarrow \quad W_{\text{دست}} = mg(h_2 - h_1)$$



تمرین:

انرژی پتانسیل گرانشی جسمی به جرم  $m$  را برای موقعیت‌های  $h_1$ ،  $h_2$  و  $h_3$  از سطح زمین بنویسید.



پاسخ:

هر سطح افقی را می‌توان **مبدأ پتانسیل گرانشی** انتخاب کرد؛ یعنی در آن سطح، پتانسیل گرانشی جسم‌ها را صفر فرض کرد. بنابراین پتانسیل گرانشی بالای آن سطح مثبت و پتانسیل گرانشی زیر آن (زیر مبدأ) منفی است.

$$U_1 = mgh_1$$

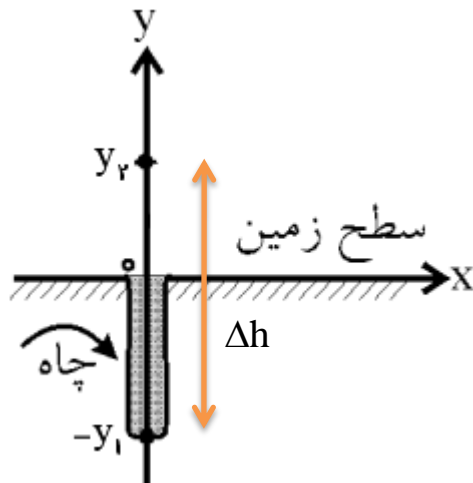
$$U_2 = mgh_2$$

$$U_0 = mg \times (0) = 0$$

$$U_3 = mg(-h_3) = -mgh_3$$

## انرژی پتانسیل گرانش بین دو نقطه:

جسمی را از ارتفاع  $y_1$  پایین سطح زمین تا ارتفاع  $y_2$  بالایی بریم، کار انجام شده در این جابجایی بصورت انرژی پتانسیل گرانشی ظاهر می شود.



$$\Delta U = mg(y_2 - y_1) = mg\Delta h$$



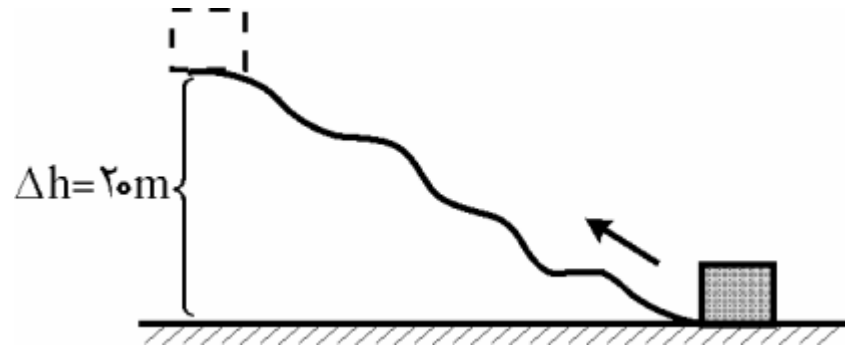
تغییر انرژی پتانسیل گرانش بین دو نقطه بستگی به مسیر افقی ندارد.

تمرین:

جسمی به جرم  $1.0 \text{ kg}$ ، از سطح زمین تا بالای یک تپه به ارتفاع  $20 \text{ m}$  از سطح زمین، بالا برده شده است. کار نیروی وزن در این جابه جایی چند ژول است؟

پاسخ:

$$\Delta W_{mg} = -200 \text{ J}$$



تمرین:

چتربازی از ارتفاع ۸۰۰ متری از حال سکون رها می شود. جرم چترباز به همراه چترش ۸۰ kg است. اگر او با تندی ۵ m/s به زمین برسد، کار نیروی مقاومت هوا در مسیر سقوط چند کیلوژول است؟  $g = 10 \frac{N}{kg}$

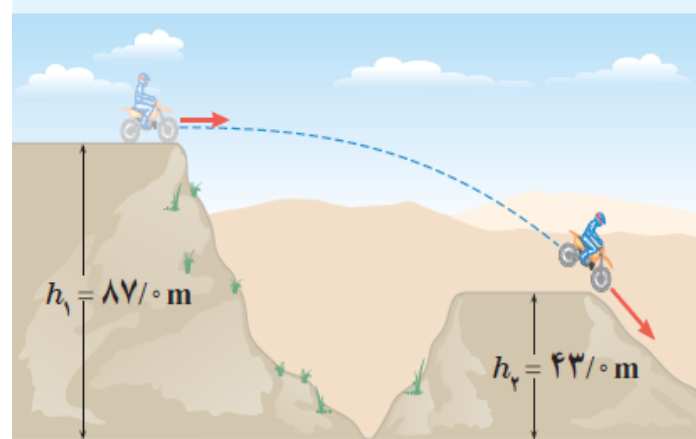
پاسخ:

$$W_{f_R} = -639 \text{ KJ}$$



تمرین:

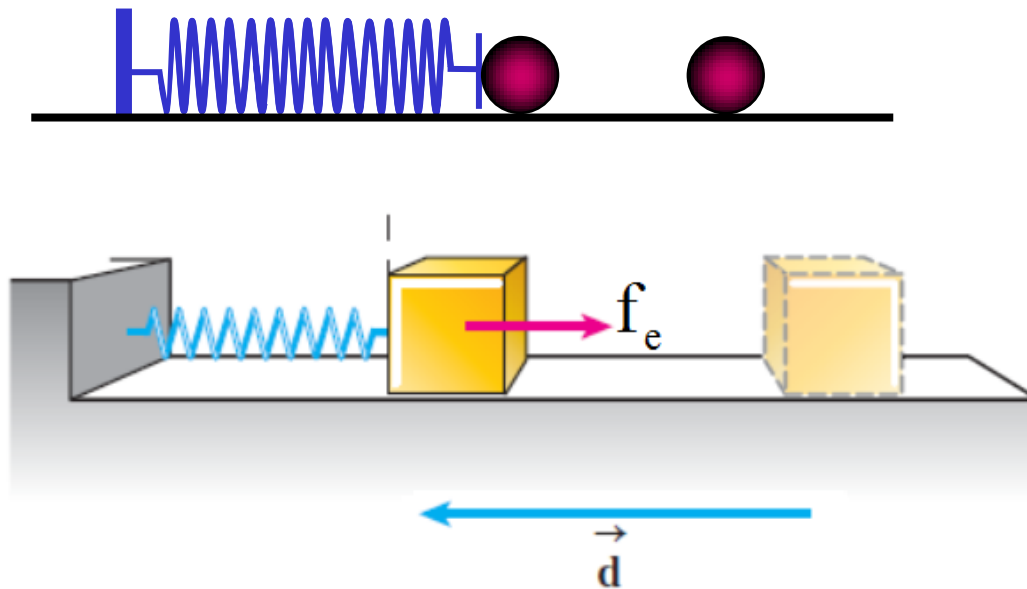
جرم موتورسواری با موتورش  $147\text{kg}$  است. این موتورسوار، پرشی مطابق شکل زیر انجام می دهد. الف- انرژی پتانسیل گرانشی موتورسوار را روی هر یک از تپه ها حساب کنید  
ب- کار نیروی وزن موتورسوار را در این جابه جایی به دست آورید.  $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$



پاسخ:

## انرژی پتانسیل کشسانی فنر:

وقتی جسمی را به سوی فنری پرتاب می‌کنیم، پس از برخورد، فنر فشرده می‌شود و انرژی پتانسیل آن افزایش می‌یابد. در مدت تماس جسم با فنر، فنر نیرویی در خلاف جهت جابه‌جایی به جسم وارد می‌کند

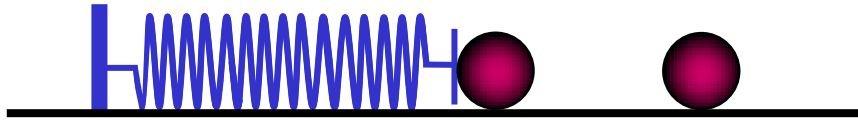




## رابطه کار و انرژی پتانسیل کشسانی فنر:

در مورد تغییر انرژی پتانسیل کشسانی سامانه جسم-فنر نیز مشابه تغییر انرژی پتانسیل گرانشی می توانیم بگوییم:

$$W_{fe} = -\Delta U$$



تمرین:

در شکل زیر جسم با انرژی جنبشی  $20\text{J}$  با فنر برخورد و آن را فشرده می کند. اگر بدانیم در لحظه توقف جسم، انرژی پتانسیل کشسانی  $15\text{J}$  است،  
الف- کار نیروی کشسانی فنر در این جابه جایی چقدر است؟  
ب- با استفاده از قضیه کار و انرژی، کار نیروی اصطکاک در این جابه جایی را به دست آورید.

پاسخ:

$$W_{f_e} = -15\text{J}$$

$$W_{f_k} = -5\text{J}$$

(الف)

$$W_{f_e} = -\Delta U = -(U_2 - U_1)$$

$$W_{f_e} = -15\text{J}$$

(ب)

$$W_{f_e} + W_N + W_{mg} + W_{f_k} = K_2 - K_1$$

$$-15 + W_{f_k} = -20$$

$$W_{f_k} = -5\text{J}$$

$$k_1 = 20\text{J}$$

$$U_1 = 0\text{J}$$

$$U_2 = 15\text{J}$$

$$W_{f_e} = ?$$

$$W_{f_k} = ?$$



تمرین:

شخصی گلوله ای برفی به جرم  $58g$  را از روی زمین برمی دارد و تا ارتفاع  $185cm$  بالا می برد و سپس آن را با تندی  $12/4 m/s$  پرتاب می کند. کار انجام شده توسط شخص روی گلوله برف چقدر است؟  $g = 10 \frac{N}{kg}$

پاسخ:

$$m = 0.058 kg$$

$$W_T = K_2 - K_1$$

$$W_{\text{دست}} = 15/06 J$$

$$h = 1/85 m$$

$$W_{\text{وزن}} + W_{\text{دست}} = K_2 - K_1$$

$$V_1 = 0 \frac{m}{s}$$

$$mgh \times \cos 180^\circ + W_{\text{دست}} = \frac{1}{2} m V_2^2$$

$$V_2 = 12/4 \frac{m}{s}$$

$$W_{\text{دست}} = \frac{1}{2} m V_2^2 + mgh$$

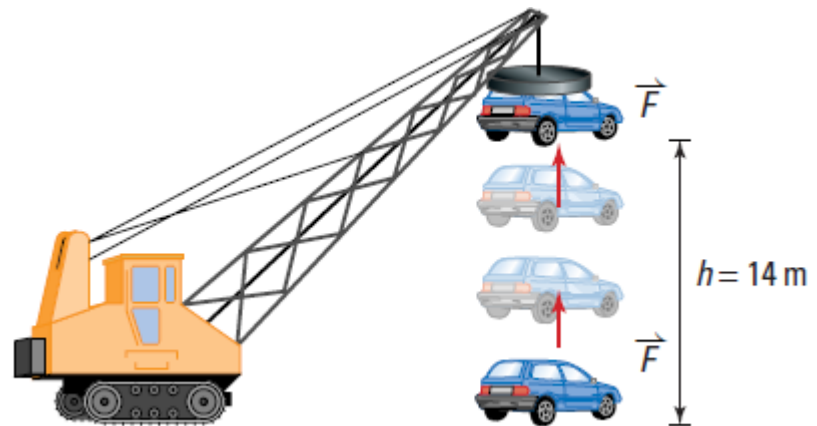
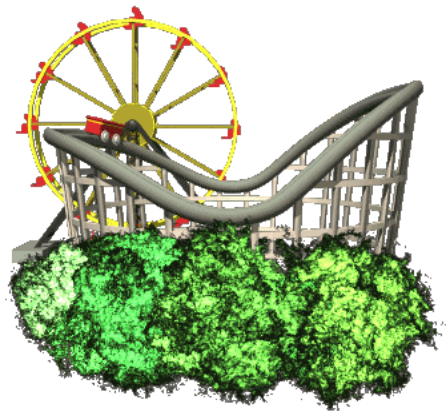
$$W_{\text{دست}} = ?$$

$$W_{\text{دست}} = \frac{1}{2} \times 0.058 \times 12/4^2 + 0.058 \times 10 \times 1/85$$

$$g = 10 \frac{N}{kg}$$

$$W_{\text{دست}} = \frac{1}{2} \times 0.058 \times 12/4^2 + 0.058 \times 10 \times 1/85 = 15/06 J$$

# موضوع : اصل پایستگی انرژی مکانیکی



## انرژی مکانیکی جسم:

مجموع انرژی های پتانسیل و جنبشی هر جسم را انرژی مکانیکی آن جسم می نامند.

$$E = K + U$$

نکته:

انرژی پتانسیل جسم ممکن است به صورت انرژی پتانسیل گرانشی، انرژی پتانسیل کشسانی یا هر دوی آنها باشد.

# اثبات اصل پایستگی انرژی مکانیکی

با چشم پوشی از نیروی مقاومت هوا، انرژی مکانیکی جسم ثابت باقی می ماند

$$W_T = K_2 - K_1 \rightarrow \cancel{W_F} + \cancel{W_N} + W_{mg} + \cancel{W_{fk}} = K_2 - K_1 \left. \vphantom{W_T} \right\} \Delta K = -\Delta U$$

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

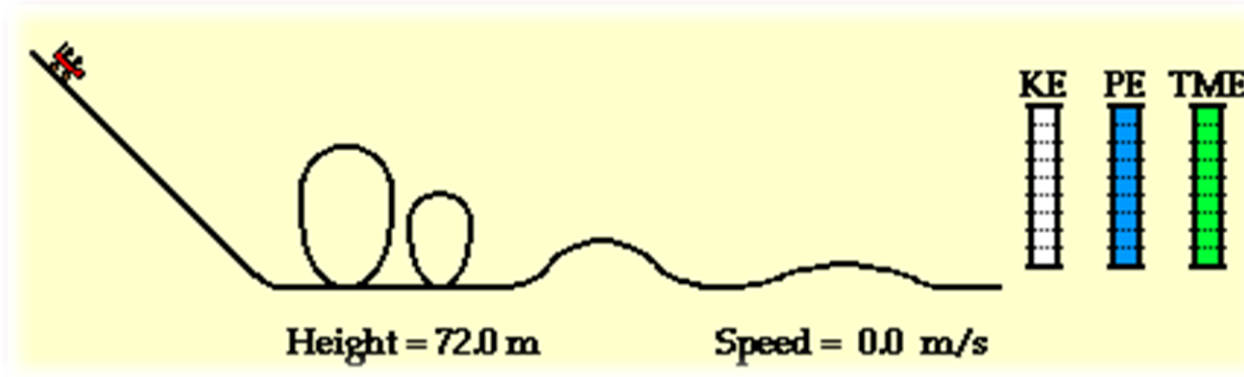
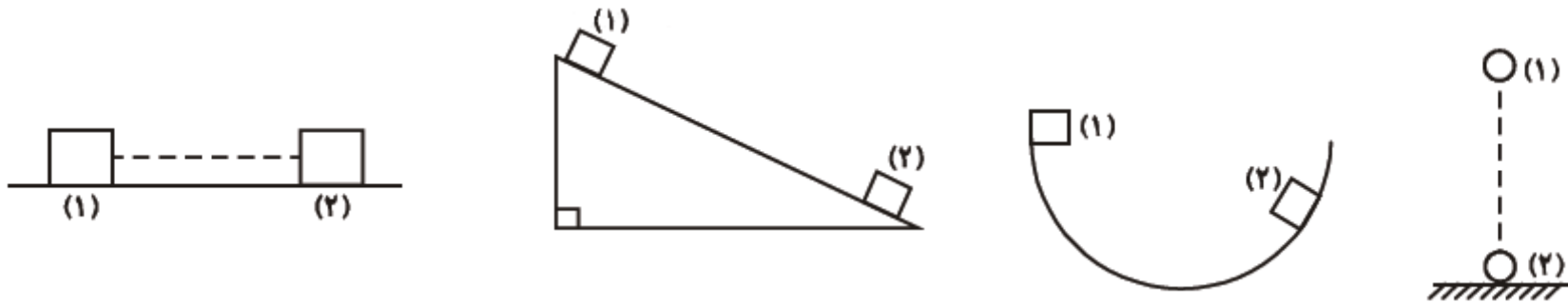
$$K_2 - K_1 = -U_2 + U_1 \rightarrow K_2 + U_2 = K_1 + U_1 \rightarrow E_2 = E_1$$

نکته:

این رابطه نشان می دهد مجموع انرژی پتانسیل و جنبشی جسم در نقطه های مختلف مسیر حرکت با هم برابر است.

نکته:

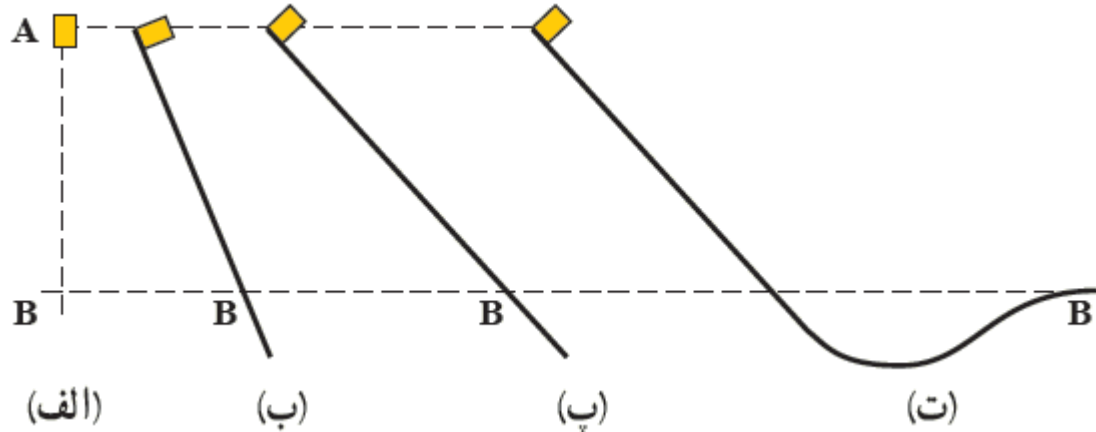
پایستگی انرژی مکانیکی، به جرم جسم، زاویه پرتاب، شکل مسیر حرکت و نحوه حرکت جسم بستگی ندارد.



پرسش:

شکل روبه رو، چهار وضعیت متفاوت را برای حرکت جسمی نشان می دهد. در وضعیت الف، جسم از حال سکون سقوط می کند و در سه وضعیت دیگر جسم از حال سکون روی مسیری بدون اصطکاک و رو به پایین حرکت می کند. تندی جسم را در نقطه B برای هر چهار وضعیت با هم مقایسه کنید.

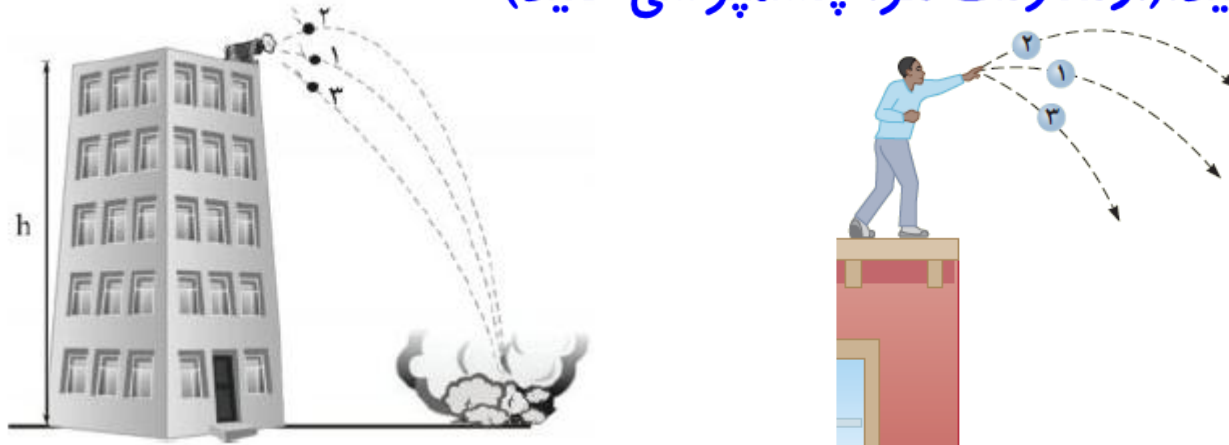
پاسخ



چون ارتفاع جسم در چهار حالت با هم برابر است پس انرژی پتانسیل گرانشی این نقاط با هم برابرند و چون اصطکاک نداریم بنابراین کل این انرژی پتانسیل گرانشی زمانی که جسم به نقطه B می رسد به انرژی جنبشی تبدیل می شود و در نتیجه تندی جسم در تمام حالتها برابر است.

پرسش:

سه گلوله مشابه، از بالای ساختمانی با تندی یکسان توسط یک توپ شلیک می شوند. و گلوله (۱) در امتداد افق، گلوله (۲) با زاویه ای بالاتر از امتداد افق و گلوله (۳) با زاویه ای زیر امتداد افق پرتاب می شود. تندی و انرژی جنبشی گلوله را هنگام برخورد با سطح زمین، با یکدیگر مقایسه کنید. (از مقاومت هوا چشمپوشی کنید)



پاسخ

چون مقاومت هوا نداریم با توجه به اصل پایستگی انرژی مکانیکی، چون ارتفاع و تندی همه آنها در ابتدا یکسان است، بنابراین انرژی جنبشی و تندی آنها در لحظه برخورد با زمین هم یکسان خواهد بود.

تمرین:

جسمی به جرم  $1 \text{ kg}$  از ارتفاع  $5 \text{ m}$  سطح زمین با سرعت  $3 \text{ m/s}$  عبور

می کند. انرژی مکانیکی جسم را در این نقطه محاسبه کنید.  $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

پاسخ:

$$m = 1 \text{ Kg}$$

$$h = 5 \text{ m}$$

$$v = 3 \text{ m/s}$$

$$E = ?$$

$$E = U + K$$

$$E = mgh + \frac{1}{2} mV^2$$

$$E = 1 \times 10 \times 5 + \frac{1}{2} \times 1 \times 3^2 = 54.5 \text{ J}$$

$$E = 54.5 \text{ J}$$

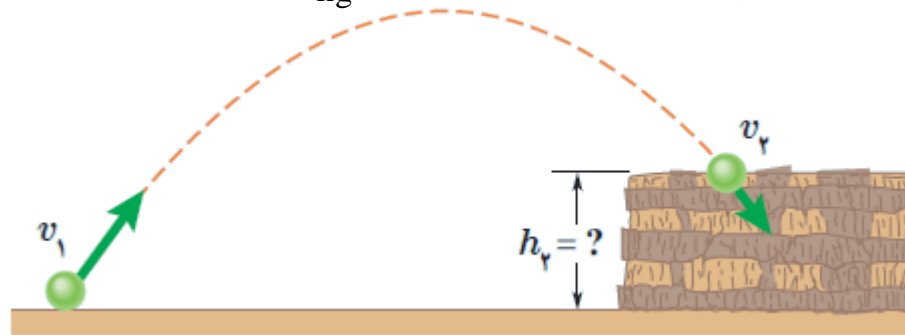


تمرین:

توپی مطابق شکل از سطح زمین با تندی  $v_1 = 42 \text{ m/s}$  به طرف صخره ای پرتاب می شود. اگر توپ با تندی  $v_2 = 24 \text{ m/s}$  به بالای صخره برخورد کند، ارتفاع  $h_2$  را به دست آورید. مقاومت هوا را هنگام حرکت توپ نادیده بگیرید.  $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

پاسخ:

$$h_2 = 59/4 \text{ m}$$



$$\begin{cases} U_1 = mgh_1 = 0 \\ K_1 = \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} \times m \times 42^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} U_2 = mgh_2 \\ K_2 = \frac{1}{2} \times m \times 24^2 \end{cases}$$

$$\frac{1}{2} \times m \times 42^2 + 0 = \frac{1}{2} \times m \times 24^2 + mgh_2 \xrightarrow[\text{جرم در طرفین}]{\text{ساده کردن}} \frac{1}{2} \times 1764 = \frac{1}{2} \times 576 + 10 \cdot h_2$$

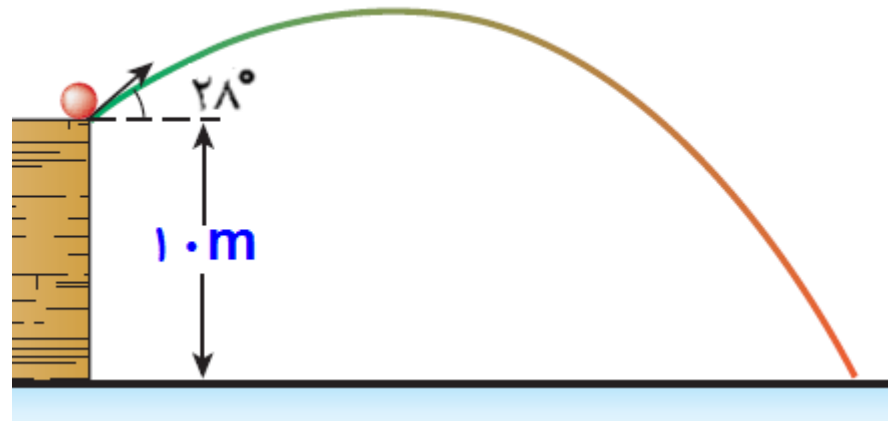
$$882 = 288 + 10 \cdot h_2 \rightarrow 882 = 288 + 10 \cdot h_2 \rightarrow h_2 = 59/4 \text{ m}$$

تمرین:

در شکل زیر، از ارتفاع  $1.0\text{ m}$  بالای سطح زمین، توپی به جرم  $5\text{ kg}$ ، با تندی  $1.0\text{ m/s}$  تحت زاویه  $28^\circ$  درجه نسبت به افق و به سمت بالا پرتاب می‌شود. تندی توپ را در ارتفاع  $5/2$  متری بالای سطح زمین، محاسبه کنید. مقاومت هوا ناچیز است.  $g = 1.0 \cdot \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

پاسخ:

$$v = 14 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

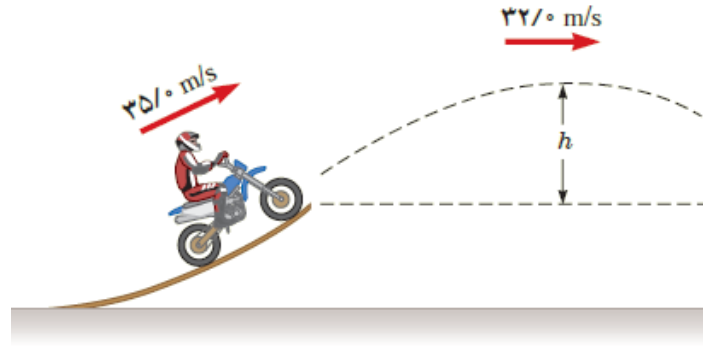


تمرین:

موتورسواری از انتهای سکویی پرشی را با تندی  $35 \text{ m/s}$  انجام می دهد. اگر تندی موتورسوار در بالاترین نقطه مسیرش به  $32 \text{ m/s}$  برسد، ارتفاع  $h$  را پیدا کنید. اصطکاک و مقاومت هوا را در طول مسیر حرکت موتورسوار نادیده بگیرید.  $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

پاسخ:

$$h_p = 10 / 0.5 \text{ m}$$



$$\begin{cases} U_1 = mgh_1 = 0 \\ K_1 = \frac{1}{2} m V_1^2 = \frac{1}{2} \times m \times 35^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} U_p = mgh_p \\ K_p = \frac{1}{2} \times m \times 32^2 \end{cases}$$

$$E_1 = E_p \rightarrow \frac{1}{2} \times m \times 35^2 + 0 = \frac{1}{2} \times m \times 32^2 + mgh_p$$

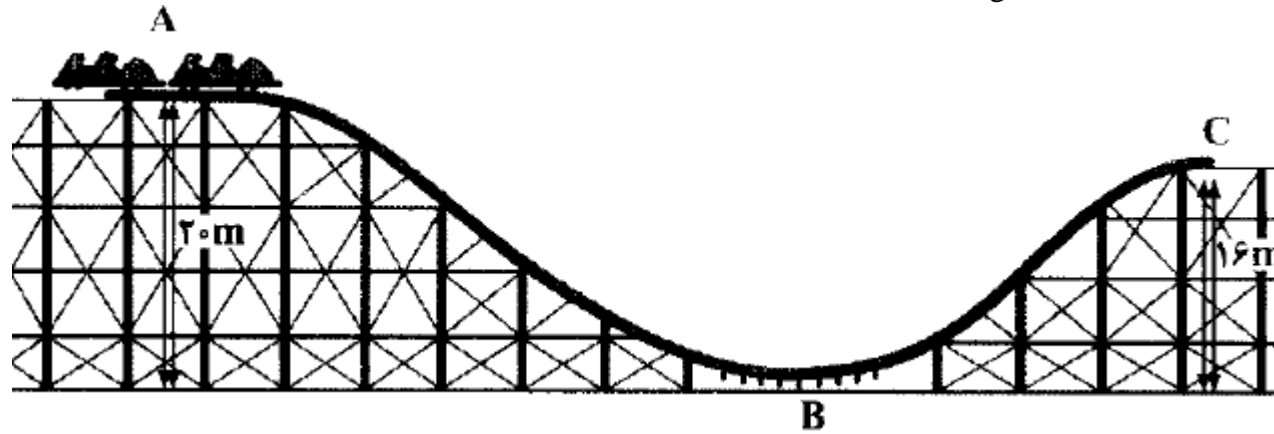
$$\frac{1}{2} \times 1225 = \frac{1}{2} \times 1024 + 10 \cdot h_p \rightarrow h_p = 10 / 0.5 \text{ m}$$

تمرین:

در شکل روبه رویک واگن تفریحی نشان داده شده است. اگر واگن در A از حال سکون شروع به حرکت کند، تندی آن در B و C چقدر است؟ از اصطکاک قطار

باریل صرف نظر کنید.  $g = 10 \frac{N}{kg}$

پاسخ



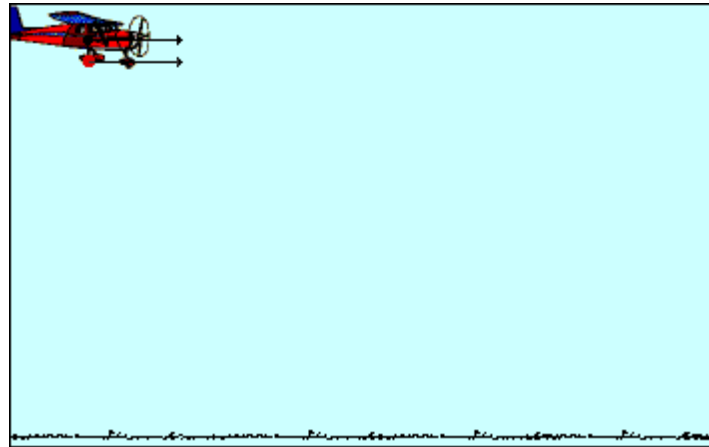
$$V_B = 20 \frac{m}{s}$$

$$V_C \approx 8/9 \frac{m}{s}$$

پرسش:

بسته ای از هواپیمای در حال حرکت رها می شود تندی بسته در لحظه ی رها شدن چقدر است؟

پاسخ



همان تندی حرکت هواپیما در آن لحظه است.

تمرین:

در شکل روبه رو هواپیما که در ارتفاع ۲۲۵m با تندی ۱۹۸km/h به طور افقی پرواز می کند، بسته ای را رها می کند. تندی بسته هنگام برخورد به زمین چقدر است؟ (از مقاومت هوا چشم پوشی کنید.)

پاسخ



$$\begin{cases} U_1 = mgh_1 \\ K_1 = \frac{1}{2} m V_1^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} U_2 = mgh_2 \\ K_2 = \frac{1}{2} m V_2^2 \end{cases}$$

$$\frac{1}{2} \times m \times 55^2 + m \times 1.0 \times 225 = \frac{1}{2} \times m \times 24^2$$

ساده کردن  
جرم در طرفین

$$\frac{1}{2} \times 55^2 + 1.0 \times 225 = \frac{1}{2} \times V_2^2$$

$$3762/5 = \frac{1}{2} \times V_2^2 \rightarrow V_2 = 86/2 \frac{m}{s}$$

تمرین:

جسمی به جرم  $m = 12/5 \text{ kg}$  در نقطه A از حالت سکون رها می شود و در مسیری بدون اصطکاک سر می خورد تعیین کنید:

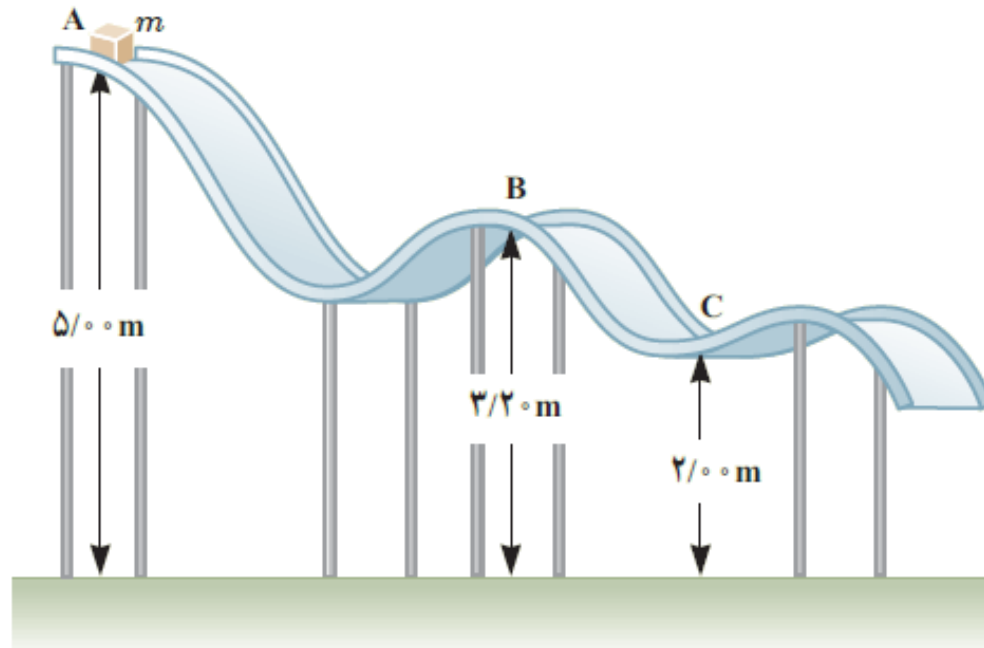
(الف) تندی جسم را در نقطه B

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

پاسخ

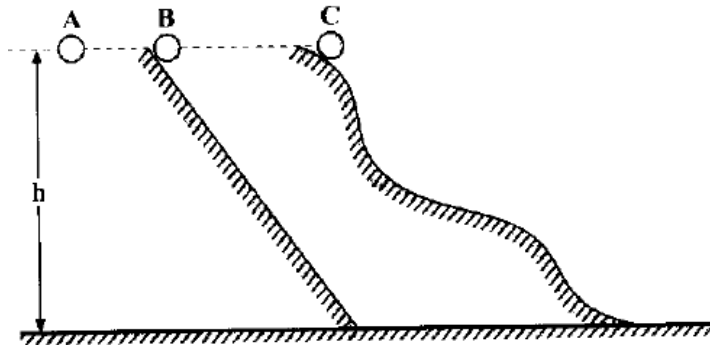
$$V_B = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$W_{mg} = 375 \text{ J}$$



پرسش:

سه گلوله ی A ، B و C با جرمهای مساوی از ارتفاع معینی رها می شوند. تندی کدام یک به هنگام رسیدن به زمین بیشتر است؟ (پاسخ خود را یک بار با در نظر گرفتن اصطکاک با سطح و بار دیگر با نادیده گرفتن اصطکاک با سطح بیان کنید)





پرسش:

شکل روبه رو گلوله ای را نشان می دهد که از سقف کلاسی آویزان شده و دانش آموزی آن را از وضعیت تعادل خارج کرده و در برابر نوک بینی خود گرفته است.

الف) وقتی دانش آموز گلوله را رها می کند هنگام برگشت به او برخورد نمی کند. چرا؟

ب) اگر دانش آموز هنگام رها کردن گلوله، آن را هل دهد، هنگام برگشت آن، چه اتفاقی می افتد؟



پاسخ

چون مقداری انرژی پتانسیل گرانشی هنگام رها شده در طول مسیر به دلیل وجود مقاومت هوای تلف شده و گلوله در برگشت کمی پائین تر از محل رها شدن بالا خواهد آمد. در این حالت احتمال برخورد با صورت دانش آموز وجود دارد.

# موضوع : قانون پایستگی انرژی



Physicsclass.blogspot.com  
telegram.me/Fizikclass

برگشت

قبلی

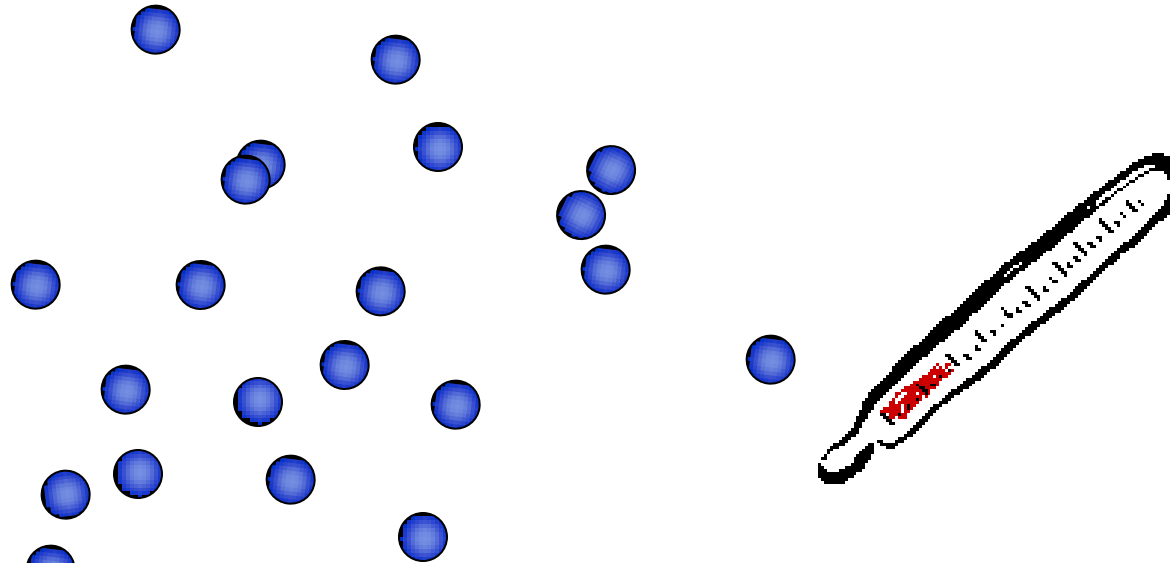
بعدی

خروج

## انرژی درونی

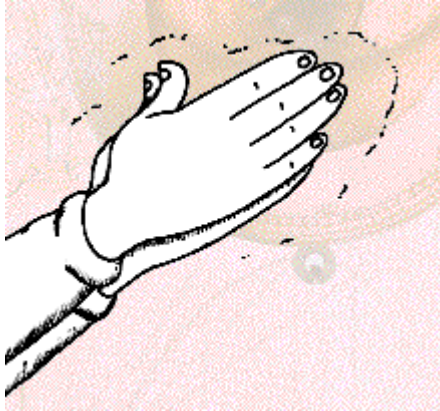
مجموع انرژی ذرات تشکیل دهنده آن جسم را می گویند .

معمولاً با گرم تر شدن یک جسم، انرژی درونی آن بالا می رود.



پرسش:

انرژی درونی یک جسم، به چه عواملی بستگی دارد؟



پاسخ

به تعداد ذرات جسم

به انرژی هر ذره بستگی دارد

نکته:

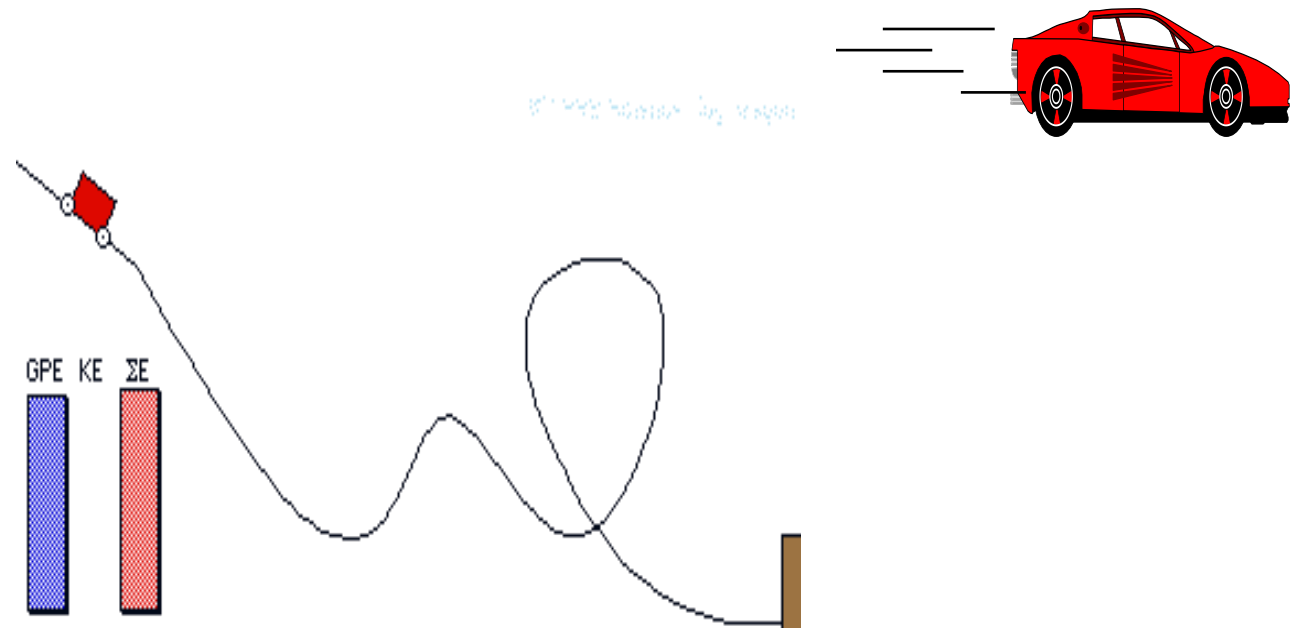
به طوری که هرچه تعداد ذرات سازنده یک جسم و انرژی هر ذره آن بیشتر باشد، انرژی درونی آن نیز بیشتر است.

پرسش:

چرا در حین ترمز گرفتن خودرو، لاستیک های آن و سطح جاده گرم تر می شوند؟

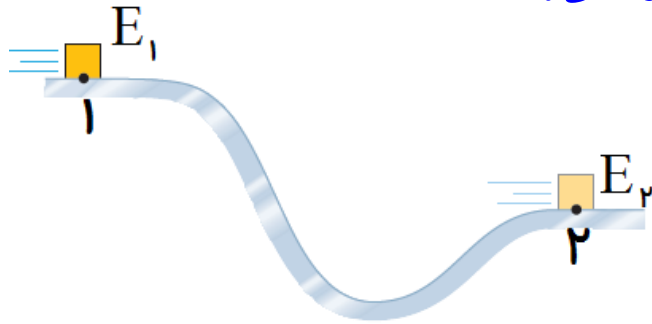
پاسخ

کار نیروی اصطکاک باعث می شود که، انرژی جنبشی خودرو به انرژی درونی لاستیک های آن و سطح جاده تبدیل شده است.



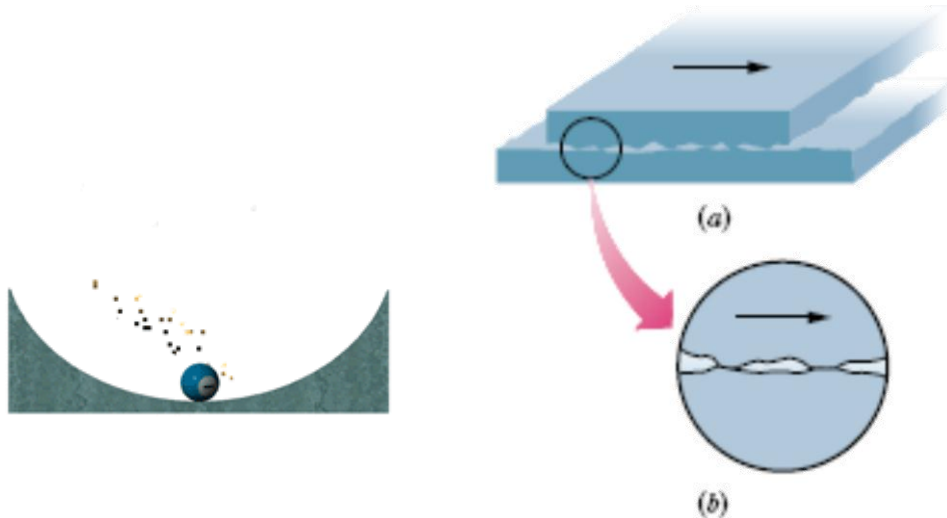
پرسش:

در شکل زیر اگر نیروهایی مانند اصطکاک و مقاومت هوا در حین حرکت بر جسم وارد شود آیا انرژی مکانیکی جسم پایسته می ماند؟



پاسخ

خیر

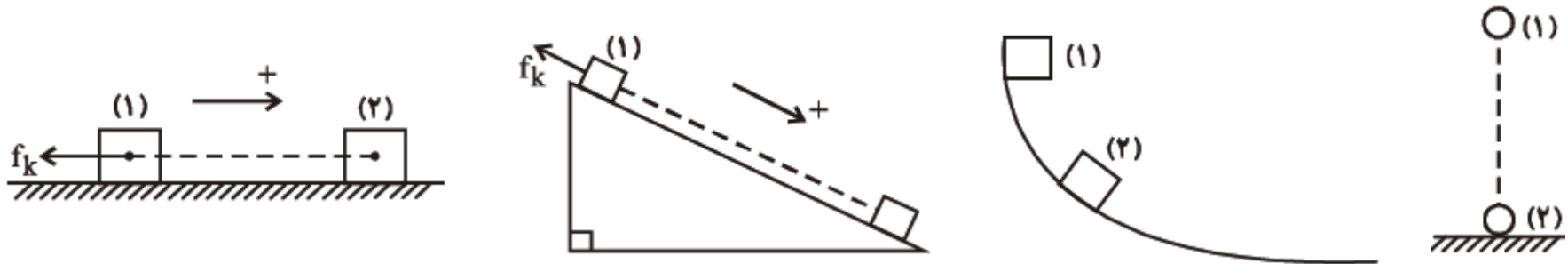


پرسش:

اگر در طول مسیر نیروهای اصطکاک و مقاومت هوا، به جسم وارد شوند کار این نیروهای اتلافی چگونه پیدا خواهد شد؟

پاسخ

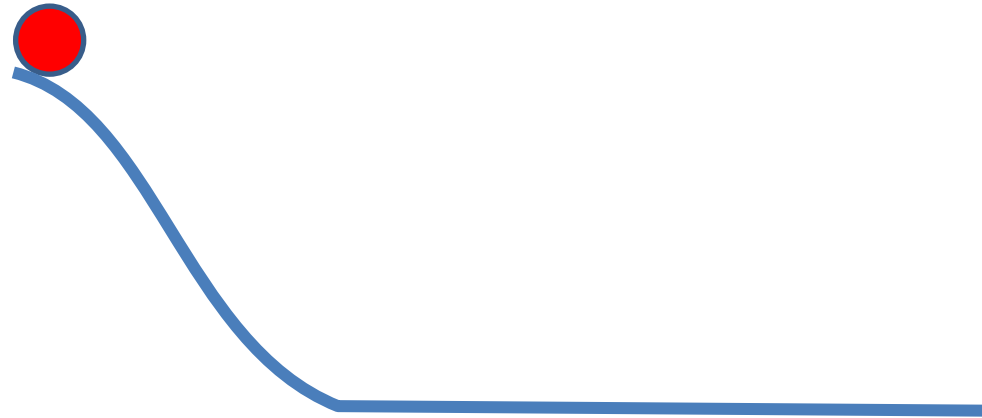
دیگر انرژی مکانیکی جسم یا سامانه پایسته نمی ماند. و تغییر می کند. این تغییر انرژی به صورت افزایش انرژی درونی جسم و محیط اطراف آن درمی آید.  $W_f = E_p - E_1$



توجه کنید، چون  $E_p < E_1$  است،  $W_f < 0$  می باشد.

## قانون پایستگی انرژی:

در یک سامانهٔ منزوی، مجموع کل انرژی‌ها پایسته می ماند. انرژی را نمی توان خلق یا نابود کرد و تنها می توان آن را از یک شکل به شکل دیگر تبدیل کرد.





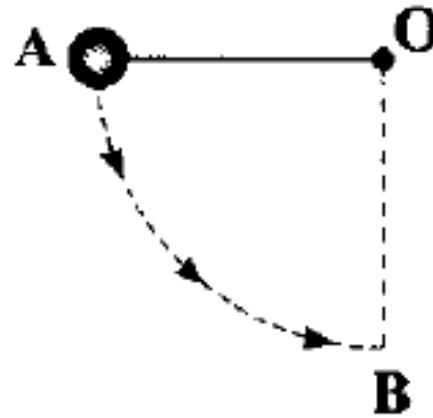
تمرین:

جرم گلوله آونگی  $200\text{g}$  و طول آونگ  $50\text{cm}$  است. اگر گلوله از نقطه A رها شود، تندی گلوله در نقطه B (پایین ترین نقطه از مسیر گلوله) چه قدر است؟ (از مقاومت هوا صرف

$$g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \quad (\text{نظر کنید})$$

پاسخ:

$$V = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

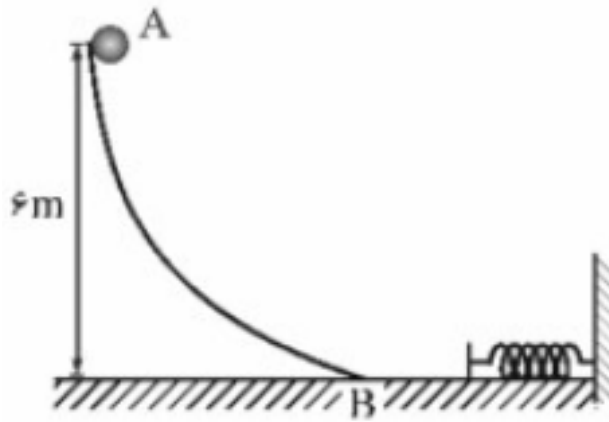


تمرین:

گلوله ای به جرم  $200$  گرم از نقطه  $A$  رها می شود و پس از برخورد به فنری در سطح افقی آن را متراکم می کند. اگر کار نیروی اصطکاک در مسیر  $AB$  برابر  $2$  - باشد و سطح افقی بدون اصطکاک باشد حداکثر انرژی پتانسیل کشسانی فنر چند ژول خواهد شد  $g = 10 \frac{N}{kg}$

پاسخ

$$U_{\text{فنر}} = 10 \text{ J}$$

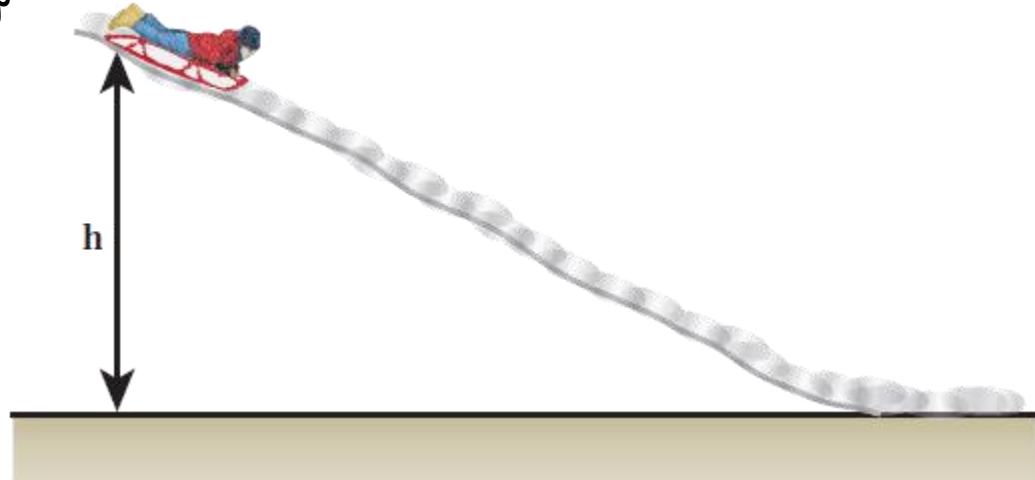


تمرین:

سورتمه ای که جرم آن به همراه سرنشین اش  $50 \text{ kg}$  است، از بالای تپه ای به ارتفاع  $100 \text{ m}$ ، از حال سکون شروع به حرکت می کند. اگر تندی سورتمه در پایین مسیر  $30 \text{ m/s}$  شود. چه مقدار انرژی بر اثر اصطکاک به انرژی درونی تبدیل می شود؟  $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

$$\begin{cases} U_1 = mgh_1 = 50 \times 10 \times 100 = 50000 \text{ J} \\ K_1 = \frac{1}{2} mV_1^2 \end{cases}$$

پاسخ



$$W_f = E_2 - E_1$$

$$W_f = 22500 - 50000$$

$$W_f = -27500 \text{ J}$$

$$\begin{cases} U_2 = mgh_2 \\ K_2 = \frac{1}{2} \times 50 \times 30^2 = 22500 \text{ J} \end{cases}$$

تمرین:

گلوله ای به جرم  $45g$  از دهانه تفنگی با تندی  $1220 \text{ km/s}$  و ارتفاع  $1/62 \text{ m}$  از سطح زمین شلیک می شود. اگر گلوله با تندی  $425 \text{ km/s}$  به زمین برخورد کند، (الف) در مدت حرکت گلوله کار نیروی مقاومت هوا چقدر است؟

(ب) مقدار به دست آمده در قسمت (الف) را با کار نیروی وزن مقایسه کنید.  $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

$$m = 0.045 \text{ kg}$$

$$V_1 = 1220 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$h_1 = 1/62 \text{ m}$$

$$V_2 = 425 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$W_f = ?$$

$$W_{mg} = ?$$

$$K_1 = \frac{1}{2} m V_1^2 = \frac{1}{2} \times 0.045 \times 1220^2 = 33489 \text{ J}$$

$$U_1 = mgh_1 = 0.045 \times 10 \times 1/62 = 18.0 \text{ J}$$

$$K_2 = \frac{1}{2} \times 0.045 \times 425^2 = 4064 \text{ J}$$

$$U_2 = mgh_2 = 0 \text{ J}$$

$$W_f = E_2 - E_1 = (K_2 + U_2) - (K_1 + U_1)$$

$$W_f = 4064 - (33489 + 18.0) = -29605 \text{ J}$$

$$W_{mg} = -\Delta U = -mg(h_2 - h_1) = 0.045 \times 10 \times 1/62 \approx 0.07 \text{ J}$$

پاسخ:

$$W_f = -29605 \text{ J}$$

(الف)

(ب)

کار نیروی وزن در برابر کار نیروی مقاومت هوا ناچیز است

تمرین:

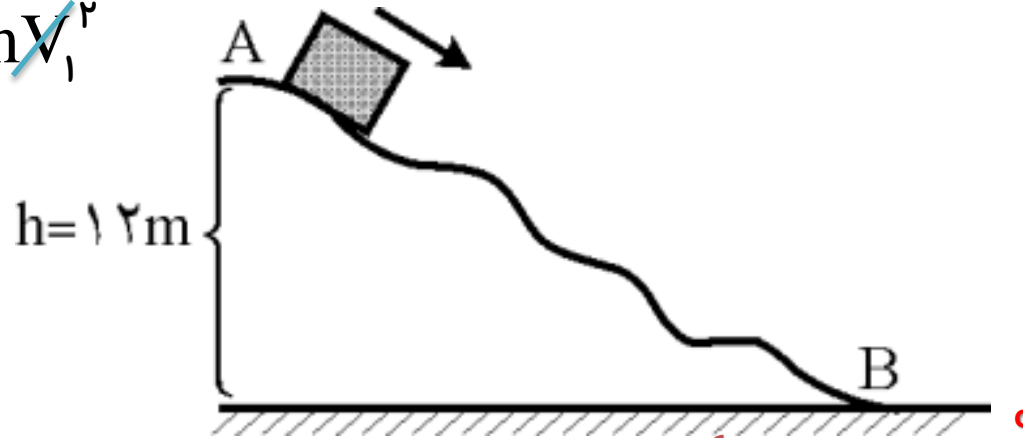
در شکل زیر، جسمی به جرم  $1/5 \text{ kg}$  از نقطه A شروع به حرکت کرده، با تندی  $10 \text{ m/s}$  به نقطه B در پایین سطح می رسد. کار نیروی اصطکاک سطح بر روی

جسم را محاسبه کنید

$$\begin{cases} U_1 = mgh_1 = 1/5 \times 10 \times 12 = 180 \text{ J} \\ K_1 = \frac{1}{2} mV_1^2 \end{cases}$$

پاسخ:

$$W_{f_k} = -105 \text{ J}$$



$$W_f = E_2 - E_1$$

$$W_f = 75 - 180$$

$$W_f = -105 \text{ J}$$

$$\begin{cases} U_2 = mgh_2 \\ K_2 = \frac{1}{2} \times 1/5 \times 10^2 = 75 \text{ J} \end{cases}$$

تمرین:

توپي به جرم  $500\text{g}$  را با تندی  $6\text{m/s}$  در راستای قائم در هوا به سمت بالا پرتاب می کنیم. توپ با تندی  $4\text{m/s}$  به نقطه پرتاب خود برمی گردد انرژی مکانیکی آن چه قدر و چگونه تغییر کرده است؟

پاسخ:

چون توپ به نقطه‌ی پرتاب برگشته است، انرژی پتانسیل گرانشی آن تغییر نمی کند و مقاومت هوا باعث اتلاف انرژی مکانیکی توپ می شود بنابراین داریم:

$$U_1 = U_2$$

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

$$\Delta E = \frac{1}{2} m (V_2^2 - V_1^2) = \frac{1}{2} \times 0.5 (16 - 36) = -5\text{J}$$

انرژی مکانیکی توپ، ۵ ژول کاهش یافته است.

تمرین:

گلوله ای به جرم  $2 \text{ kg}$  بدون تندی اولیه از نقطه  $A$  به ارتفاع  $10 \text{ m}$  بالای سطح شیبدار بدون اصطکاک رها می شود و در نقطه  $B$  وارد سطح افقی شده و در نقطه  $C$  متوقف می شود. کار انجام شده روی گلوله در مسیر  $BC$  چند ژول خواهد بود؟

$$\begin{cases} U_1 = mgh_1 = 2 \times 10 \times 5 = 100 \text{ J} \\ K_1 = \frac{1}{2} mV_1^2 = 0 \end{cases}$$

پاسخ:

$$W_R = -100 \text{ J}$$



$$W_f = E_3 - E_1$$

$$W_f = 0 - 100$$

$$W_f = -100 \text{ J}$$

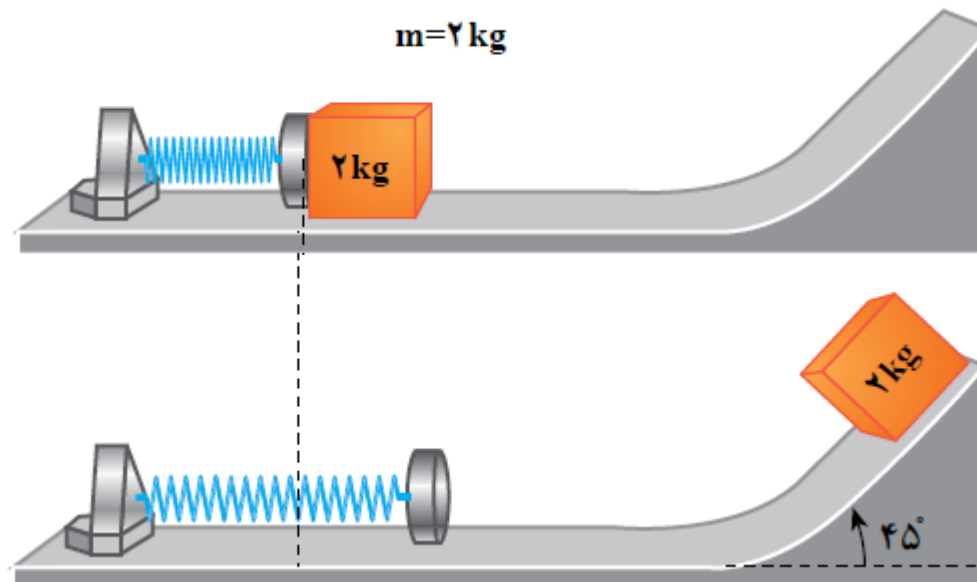
نقطه  $C$

$$\begin{cases} U_3 = mgh_3 = 0 \\ K_3 = \frac{1}{2} mV_3^2 = 0 \end{cases}$$

تمرین:

در شکل زیر جسمی را به فنر تماس داده به اندازه  $200 \text{ J}$  انرژی در فشردگی ذخیره می شود سپس جسم را رها می کنیم در صورتی که  $100 \text{ J}$  انرژی صرف غلبه بر اصطکاک شود، جسم حداکثر تا چه ارتفاعی بالا می رود  $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

پاسخ

 $h = 5 \text{ m}$ 



تمرین:

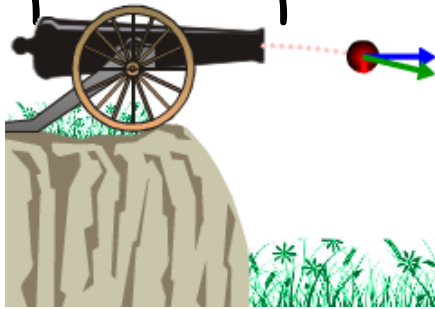
گلوله ای به جرم  $50\text{g}$  از دهانه تفنگی با تندی افقی  $1\text{km/s}$  خارج می شود و با تندی  $4\text{km/s}$  به زمین برخورد می کند. در مدت حرکت گلوله کار نیروی مقاومت هوا چقدر است؟ (ارتفاع شلیک گلوله را  $1/5\text{m}$  از سطح زمین در نظر بگیرید).

پاسخ:

$$U_1 = mgh_1 = 0.05 \times 10 \times 1/5 = 0.75\text{J}$$

$$K_1 = \frac{1}{2} m V_1^2 = \frac{1}{2} \times 0.05 \times 1000^2 = 25000\text{J}$$

$$W_R = -21000/75\text{J}$$



$$\begin{cases} U_2 = mgh_2 \\ K_2 = \frac{1}{2} \times 0.05 \times 4000^2 = 4000\text{J} \end{cases}$$

$$W_f = E_2 - E_1$$

$$W_f = 4000 - (25000 + 0.75)$$

$$W_f = 4000 - (25000 + 0.75) = -21000/75\text{J}$$

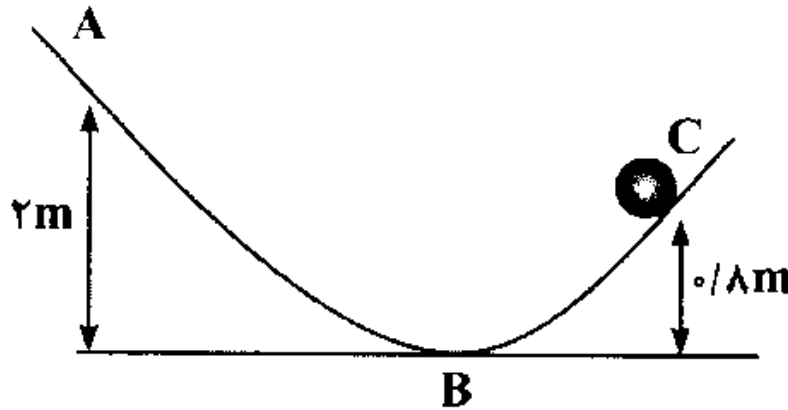
تمرین:

جسمی به جرم  $400\text{g}$  مسیر ABC را طی می کند اگر تندی جسم در نقطه A برابر  $1\text{ m/s}$  و اتلاف انرژی در طول مسیر ABC برابر  $1/5$  باشد، انرژی جنبشی جسم در نقطه C چند ژول خواهد بود؟

$$\begin{cases} U_1 = mgh_1 = 1/4 \times 10 \times 2 = 8\text{ J} \\ K_1 = \frac{1}{2} mV_1^2 = \frac{1}{2} \times 1/4 \times 1^2 = 1/2\text{ J} \end{cases}$$

پاسخ:

$$k_p = 3/5\text{ J}$$



$$W_{f_k} = E_p - E_1$$

$$-1/5 = (k_p + 3/2) - (1/2 + 8)$$

نقطه C  $\begin{cases} U_p = mgh_p = 1/4 \times 10 \times 0.8 = 3/2\text{ J} \\ K_p = ? \end{cases}$

$$k_p = 3/5\text{ J}$$

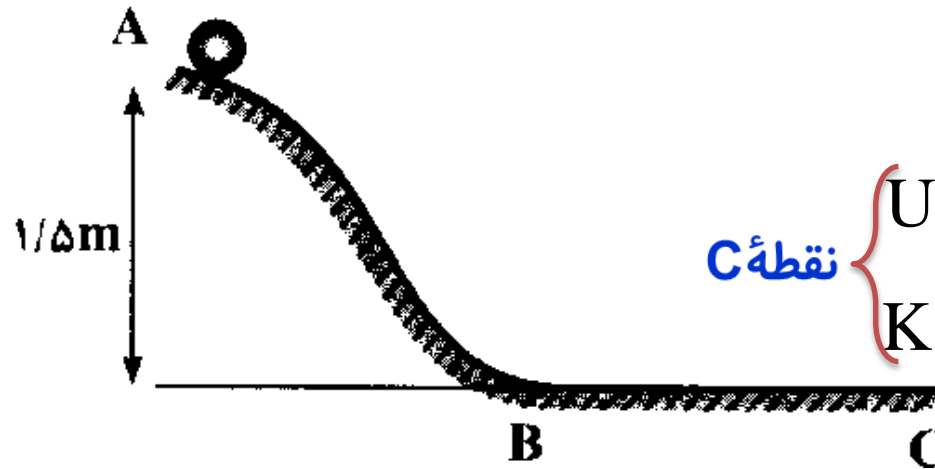
تمرین:

جسمی به جرم  $2\text{kg}$  بدون تندی اولیه از نقطه A به پایین می لغزد و پس از طی مسیر افقی  $BC=4\text{m}$  در نقطه C متوقف می شود. اگر سطح AB بدون اصطکاک باشد نیروی اصطکاک در مسیر BC چه قدر است؟

پاسخ:

$$\begin{cases} U_1 = mgh_1 = 2 \times 10 \times 1/5 = 30 \text{ J} \\ K_1 = \frac{1}{2} mV_1^2 \end{cases}$$

$$f_k = 7/5 \text{ N}$$



$$\begin{cases} U_3 = mgh_3 \\ K_3 = \frac{1}{2} mV_3^2 \end{cases}$$

$$W_{f_k} = E_3 - E_1$$

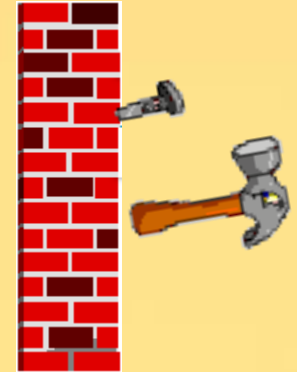
$$W_{f_k} = 0 - 30$$

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

$$-30 = -f_k \times 4 \rightarrow f_k = 7/5 \text{ N}$$



# موضوع : توان



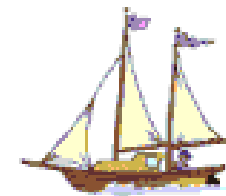


## توان متوسط:

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

کار انجام شده ، در واحد زمان ( ۱s )

یکای توان  $\frac{J}{s}$  است که آن را «وات» می نامیم :  $1 \frac{J}{s} = 1 W$



power

**نکته:**

یکای رایج و متداول برای توان خودرو **اسب بخار** است

هر اسب بخار برابر با ۷۴۶ وات است. (**horse power = hp**)

در فیزیک، سریع انجام گرفتن کار بر حسب توان توصیف می شود

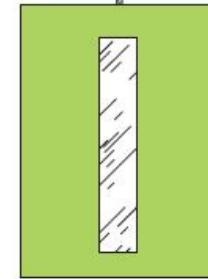
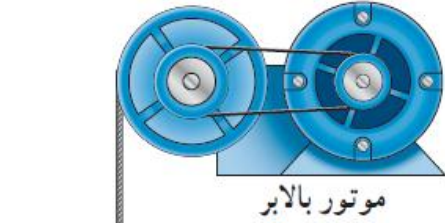
بنابراین توان یک ماشین **معیاری برای توصیف کندتر یا سریعتر انجام گرفتن** یک کار است.

## کار موتور (بالابر، جرثقیل، پمپ و...):

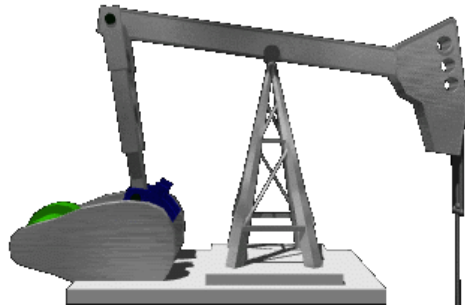
$$W_T = K_2 - K_1$$

$$W_{\text{وزن}} + W_{\text{موتور}} = \cancel{K_2} - \cancel{K_1}$$

$$\left. \begin{array}{l} W_{\text{وزن}} = -W_{\text{موتور}} \\ W_{\text{وزن}} = -mgh \end{array} \right\} W_{\text{موتور}} = mgh$$



اتاقک بالابر



## حالات توان دستگاه : یاتوان خروجی مفید دستگاه :

$$\left\{ \begin{array}{l} W = mgh \\ \bar{P} = \frac{W}{\Delta t} \end{array} \right. \rightarrow$$

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

برای جابجایی جسم در راستای قائم:

$$\left\{ \begin{array}{l} W_T = K_2 - K_1 \\ \bar{P} = \frac{W}{\Delta t} \end{array} \right. \rightarrow$$

$$\bar{P} = \frac{K_2 - K_1}{\Delta t}$$

برای جابجایی جسم در راستای افقی:



نکته:

هر وسیله‌ای مانند اتومبیل، آسانسور، تلمبه و... که کاری را انجام می‌دهد، انرژی مصرف می‌کند.

انرژی ورودی

آسانسور، پمپ: انرژی الکتریکی

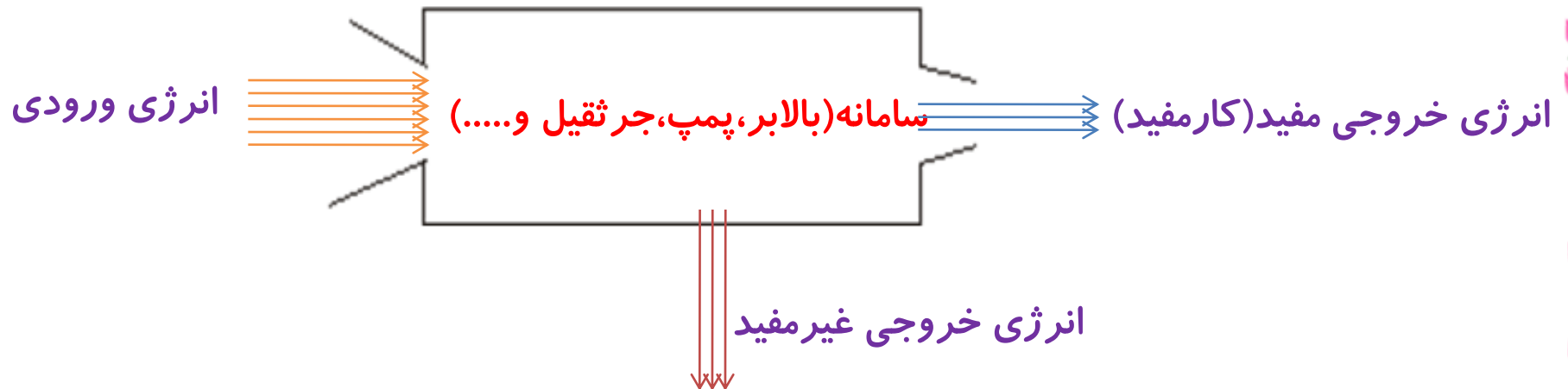
اتومبیل: انرژی سوختی (شیمیایی)



بازده: Ra

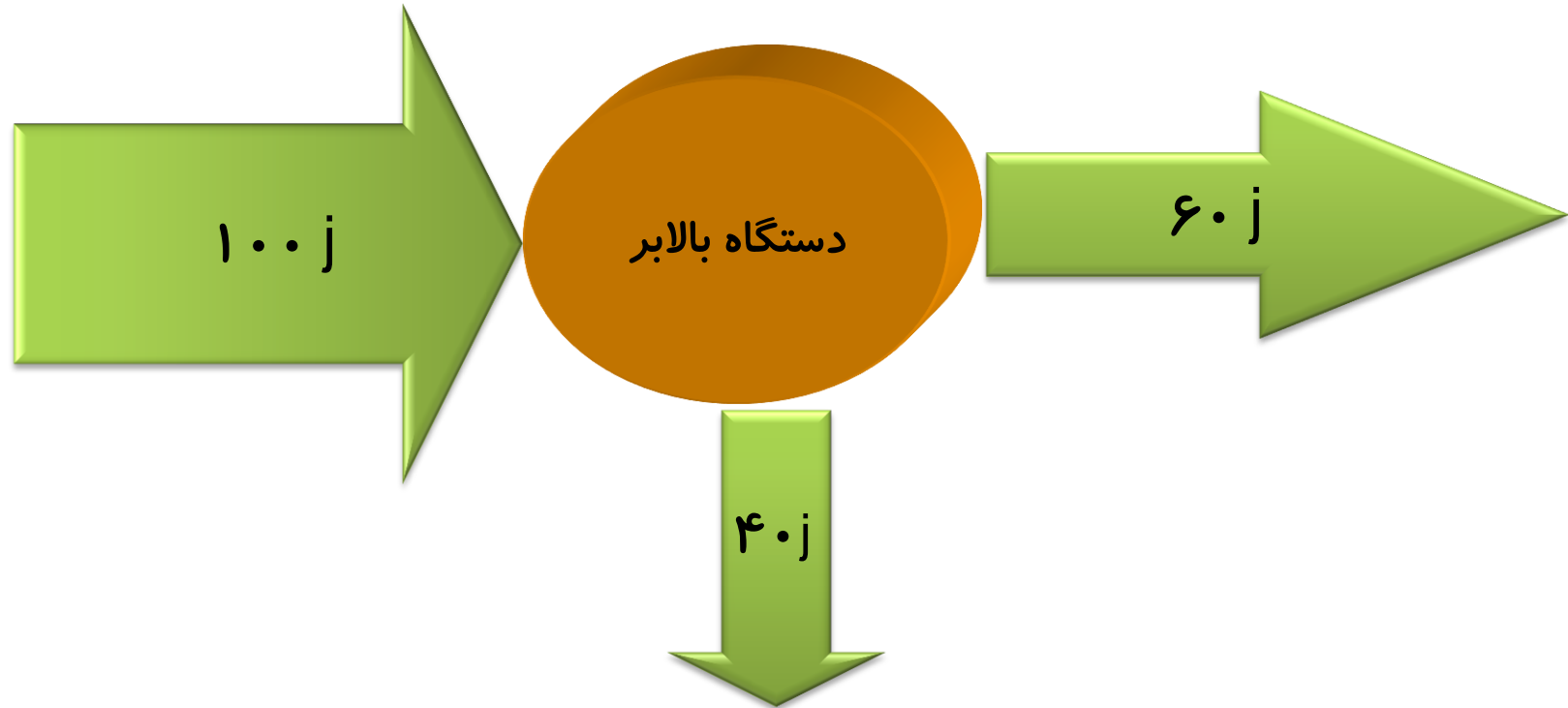
نسبت کار مفید گرفته شده به کار داده شده (انرژی ورودی) است.

$$Ra = \frac{W_{\text{خروجی مفید}}}{W_{\text{ورودی}}} \times 100\% \quad \text{بازده بر حسب درصد}$$



بازده بالابری  $Ra = 60\%$  است یعنی چه؟

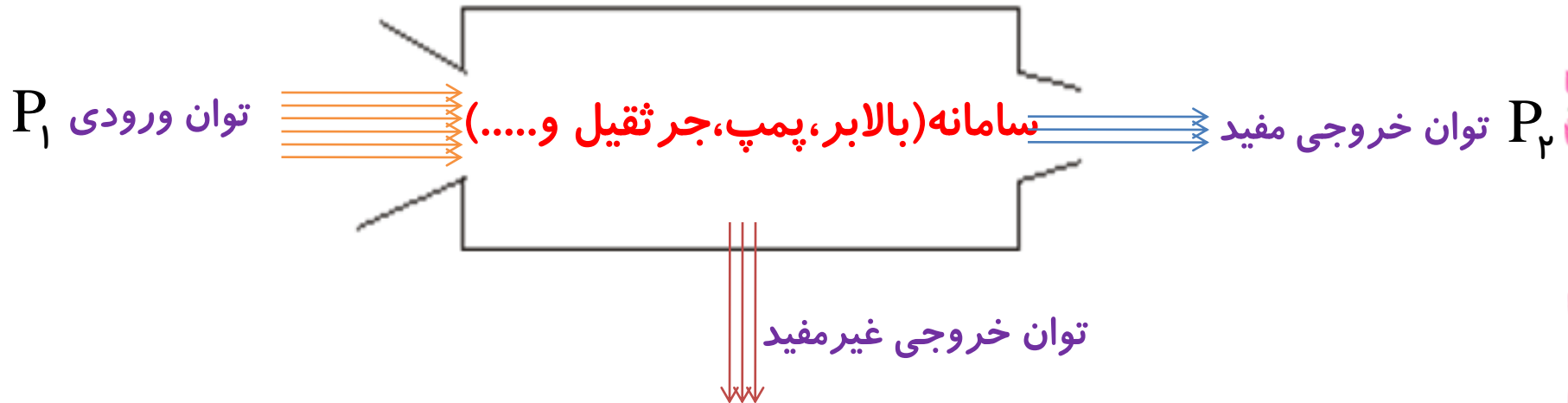
یعنی دستگاه بالابر از  $100 \text{ J}$  انرژی الکتریکی دریافتی فقط  $60 \text{ J}$  آن را به کار (باعث بالابردن اجسام) تبدیل می کند.



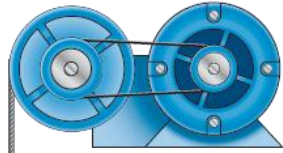
## فرمول دیگر بازده:

نسبت توان خروجی مفید به توان ورودی دستگاه است.

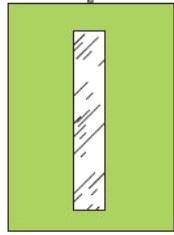
$$Ra = \frac{P_{\text{خروجی مفید}}}{P_{\text{ورودی}}} \times 100\% \quad \text{بازده بر حسب درصد}$$



# بازده وسایل بالابر (آسانسور، پمپ، جرثقیل و.....):



موتور بالابر



اتاقک بالابر

$$Ra = \frac{\frac{mgh}{\Delta t}}{P_1} \times 100 \%$$



$$P_2 = \frac{mgh}{\Delta t}$$

سامانه (آسانسور، پمپ، جرثقیل و.....)

$P_1$   
توان الکتریکی  
مصرفی (ورودی)

توان خروجی مفید

توان خروجی غیر مفید

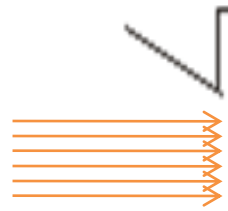


## بازده توربین های تولید برق (آبشارها):

$$Ra = \frac{P_2}{mgh} \times 100 \%$$

$$P_1 = \frac{mgh}{\Delta t}$$

توان ورودی  
(نیروی وزن)



سامانه توربین های تولید برق (آبشارها)



$$P_2$$

توان الکتریکی  
(خروجی مفید)



توان خروجی  
غیر مفید

تمرین:

اتومبیلی به جرم  $900 \text{ kg}$  در یک جاده افقی روی خط راست از حال سکون شروع به حرکت می کند و پس از  $10 \text{ s}$  اتندی آن به  $72 \text{ km/h}$  می رسد. توان متوسط اتومبیل چند کیلووات است؟ (نیروی مقاوم در مقابل حرکت اتومبیل را نادیده بگیرید.)

پاسخ:

$$m = 900 \text{ kg}$$

$$p = 18 \text{ Kw}$$

$$V_1 = 0$$

$$W_T = K_f - K_i \rightarrow W_T = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 900 \times 20^2$$

$$\Delta t = 10 \text{ s}$$

$$W_T = 180000 \text{ J}$$

$$V_f = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$P = \frac{W_T}{\Delta t} \rightarrow P = \frac{180000}{10} = 18000 \text{ W} = 18 \text{ Kw}$$

$$P = ?$$

تمرین:

شخصی بانبروی افقی  $40\text{ N}$ ، جسمی را بر روی سطحی افقی در مدت  $4\text{ s}$ ،  $10\text{ m}$  متر جابه جا کرده است. توان شخص چند کیلووات است؟

پاسخ:

$$p = 1\text{ kw}$$



$$F = 40\text{ N}$$

$$\Delta t = 4\text{ s}$$

$$d = 10\text{ m}$$

$$P = ?$$

$$W_T = F_T \times d = 40 \times 10 = 400\text{ J}$$

$$P = \frac{W_T}{\Delta t} \rightarrow P = \frac{400}{4} = 100\text{ W} = 0.1\text{ kw}$$



تمرین:

بالابری با تندی ثابت، باری به جرم  $1.0^2 \text{ kg}$  را در مدت  $186 \text{ s}$  تا ارتفاع  $78/4 \text{ m}$  بالامی برد. اگر جرم بالابر  $3/2 \times 1.0^2 \text{ kg}$  باشد، توان متوسط موتور آن چند وات و چند اسب بخار است؟

پاسخ:

$$m_{\text{بار}} = 6/8 \times 1.0^2 \text{ kg}$$

$$\bar{p} = 4215 \text{ w} = 5/65 \text{ hp}$$

$$\Delta t = 186 \text{ s}$$

$$h = 78/4 \text{ m}$$

$$m_{\text{کل}} = m_{\text{بارها}} + M = 6/8 \times 1.0^2 + 3/2 \times 1.0^2 = 1.000 \text{ kg}$$

$$M = 3/2 \times 1.0^2 \text{ kg}$$

$$\bar{P} = \frac{W}{\Delta t} \rightarrow \bar{P} = \frac{mgh}{\Delta t} \rightarrow \bar{P} = \frac{1.000 \times 10 \times 78/4}{186}$$

$$\bar{P} = ?$$

$$\bar{P} = 4215 \text{ w} \rightarrow \bar{P} = 4215 \text{ w} \times \frac{1 \text{ hp}}{746 \text{ w}} = 5/65 \text{ hp}$$

$$1 \text{ hp} = 746 \text{ w}$$

تمرین:

شخصی به جرم  $78/5 \text{ kg}$ ، در مدت زمان  $84/0 \text{ s}$  از تعداد  $50$  پله بالا می رود. توان متوسط مفید او چند وات است؟ ارتفاع هر پله را  $28/5 \text{ cm}$  فرض کنید.

پاسخ:

$$m = 78/5 \text{ kg}$$

$$\Delta t = 84 \text{ s}$$

$$h = 50 \times 28/5 \text{ cm} = 14/2 \text{ m}$$

$$\bar{P} = ?$$

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

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

$$\bar{P} = \frac{1000 \times 10 \times 78/4}{186}$$

$$\bar{P} = 1/3 \times 10^2 \text{ W}$$

$$\bar{p} = 1/3 \times 10^2 \text{ W}$$

تمرین:

آسانسوری با سرعت ثابت، ۶ نفر مسافر را در زمان ۵ دقیقه ۱۲۰ متر بالا می برد.  
اگر جرم متوسط هر مسافر ۶۰ Kg و جرم آسانسور ۱۰۰۰ Kg باشد، توان متوسط  
آسانسور چند وات است

پاسخ:

$$\Delta t = 5 \text{ min} = 5 \times 60 = 300 \text{ s}$$

$$\bar{p} = 544 \text{ w}$$

$$h = 120 \text{ m}$$

$$m_{\text{مسافر ها}} = 6 \times 60 = 360 \text{ kg}$$

$$m_{\text{کل}} = m_{\text{مسافر ها}} + M = 360 + 1000 = 1360 \text{ kg}$$

$$M = 1000 \text{ kg}$$

$$\bar{P} = ?$$

$$\bar{P} = \frac{mgh}{\Delta t} \rightarrow \bar{P} = \frac{1360 \times 10 \times 120}{300} \rightarrow \bar{P} = 544 \text{ w}$$

تمرین:

اتومبیلی به جرم  $5/1$  تن از حال سکون با شتاب ثابت به حرکت درمی آید و بعد از یک دقیقه، تندی آن به  $72 \text{ km/h}$  می رسد. توان اتومبیل در این مدت چند وات است؟

پاسخ:

$$P = 5000 \text{ W}$$

$$m = 1/5 \text{ ton} = 1500 \text{ kg}$$

$$\Delta t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

$$v = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$P = ?$$

$$W_T = K_f - K_i \rightarrow W_T = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 1500 \times 20^2$$

$$W_T = 3 \times 10^5 \text{ J}$$

$$P = \frac{W_T}{\Delta t} \rightarrow P = \frac{3 \times 10^5}{60} = 5000 \text{ W}$$

تمرین:

جرثقیلی می تواند در مدت ۵۰ s، باری به جرم ۱۰۰ kg را با سرعت ثابت در راستای قائم، ۵ m بالا ببرد. توان متوسط جرثقیل را بر حسب وات محاسبه کنید.

پاسخ:

$$\bar{P} = 100 \cdot w$$

$$\Delta t = 50 \cdot s$$

$$m = 100 \cdot kg$$

$$h = 5m$$

$$\bar{P} = ?$$

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

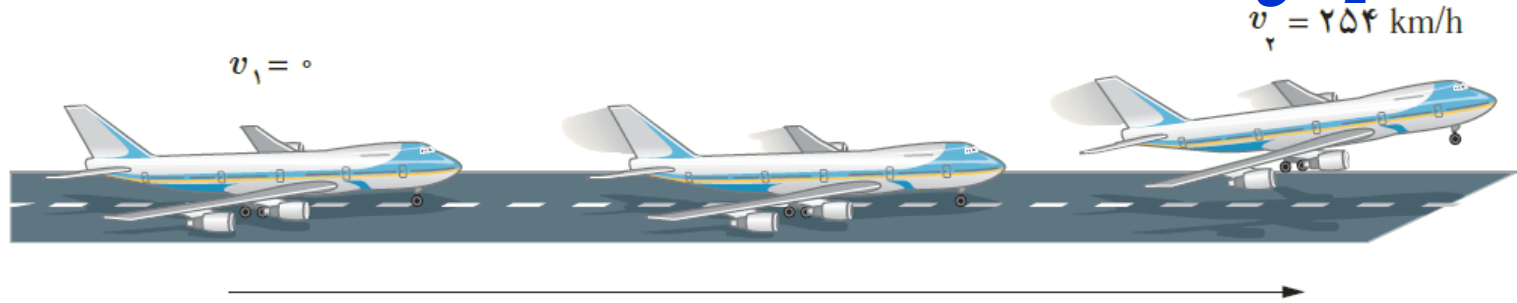
$$\bar{P} = \frac{100 \times 10 \times 5}{50}$$

$$\bar{P} = 100 \cdot w$$



## تمرین:

شکل زیر هواپیمایی به جرم  $7/20 \times 10^4 \text{ kg}$  را نشان می دهد که از حال سکون شروع به حرکت می کند و پس از  $2/05 \times 10^3 \text{ m}$  جابه جایی در امتداد باند هواپیما، به تندی برخاستن  $v_2 = 254 \text{ km/h}$  می رسد.



الف) کار کل نیروهای وارد بر هواپیما را در این جابه جایی حساب کنید.

$$m = 7/2 \times 10^4 \text{ kg}$$

$$v_1 = 0 \text{ m/s}$$

$$h = 2/05 \times 10^3 \text{ m}$$

$$v_2 = \frac{254}{3/6} \text{ m/s} = 70/5 \text{ m/s}$$

$$W_T = ?$$

Physicsclass.blogspot.com

telegram.me/Fizikclass

برگشت

$$W_T = K_2 - K_1$$

$$W_T = \frac{1}{2} m v_2^2$$

$$W_T = \frac{1}{2} \times 7/2 \times 10^4 \times 70/5^2 \approx 1/79 \times 10^8 \text{ J}$$

پاسخ:

خروج

تمرین:

یک دقیقه پس از برخاستن، هواپیما تا ارتفاع ۵۶۵ از سطح زمین اوج می گیرد و تندی آن به  $328 \text{ km/h}$  می رسد. در این مدت،  
(ب) کار نیروی وزن چقدر است؟

پاسخ:

$$m = 7/2 \times 10^4 \text{ kg}$$

$$h_2 = 2/0.5 \times 10^3 \text{ m}$$

$$W_{\text{وزن}} = ?$$

$$h_1 = 0$$

$$W_{\text{وزن}} = -\Delta U$$

$$W_{\text{وزن}} = -(mgh_2 - mgh_1)$$

$$W_{\text{وزن}} = -7/2 \times 10^4 \times 9/81 \times 565$$

$$W_{\text{وزن}} = -3/99 \times 10^9 \text{ J}$$

تمرین:

پ) به جز نیروی وزن، چه نیروهای دیگری بر هواپیما اثر می کند؟  
کار کدام یک از این نیروها مثبت و کار کدام یک از آنها منفی است؟

پاسخ:

۱- نیروی بالا بر بر هواپیما  $W_{F_1} > 0$

۲- نیروی جلو بر بر هواپیما  $W_{F_2} > 0$

۳- نیروی وزن هواپیما  $W_{mg} < 0$

۴- نیروی مقاومت هوا  $W_f < 0$



تمرین:

(ت) کار کل نیروهای وارد بر هواپیما چقدر است؟ (پس از برخاستن)

پاسخ:

$$m = 7/2 \times 10^4 \text{ kg}$$

$$V_1 = \frac{254}{3/6} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 70/5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$V_2 = \frac{328}{3/6} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 91/1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$W_T = ?$$

$$W_T = K_3 - K_1$$

$$W_T = \frac{1}{2} m (V_3^2 - V_1^2)$$

$$W_T = \frac{1}{2} \times 7/2 \times 10^4 (91/1^2 - 70/5^2)$$

$$W_T \approx 11/8 \times 10^6 \text{ J}$$

تمرین:

(ث) توان کل انجام کار توسط نیروهای غیر از وزن را بیابید. (پس از برخاستن)

پاسخ:

$$m = 7/2 \times 10^4 \text{ kg}$$

$$V_2 = \frac{254}{3/6} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 70/5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$h = 2/0.5 \times 10^3 \text{ m}$$

$$V_2 = \frac{328}{3/6} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 91/1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$P_{\text{غیروزن}} = ?$$

$$W_T = W_{\text{وزن}} + W_{\text{غیروزن}}$$

$$W_{\text{غیروزن}} = W_T - W_{\text{وزن}}$$

$$W_{\text{وزن}} = -mgh$$

$$W_{\text{غیروزن}} = 11/9 \times 10^7 + 40/6 \times 10^7$$

$$P_{\text{غیروزن}} = \frac{W_T - W_{\text{وزن}}}{\Delta t} = \frac{52/5 \times 10^7}{60}$$

$$P_{\text{غیروزن}} = 8/75 \times 10^6 \text{ W}$$

تمرین:

توان موتور جرثقیلی یک کیلووات است. این جرثقیل وزنه  $50 \text{ kg}$  را در مدت  $25 \text{ s}$  تا ارتفاع  $5 \text{ m}$  از سطح زمین بالا می برد. بازده موتور این جرثقیل چند درصد است؟

پاسخ:

$$R_a = 10\%$$



تمرین:

بالابری در هر دقیقه صندوق  $40 \text{ Kg}$  را با تندی ثابت از روی سطح زمین تا ارتفاع  $15 \text{ m}$  بالای ساختمانی منتقل می کند اگر بازده بالابر  $60\%$  درصد باشد، توان ورودی و خروجی آن را حساب کنید

پاسخ:



تمرین:

یک آسانسور، در مدت ۵ دقیقه تا ارتفاع ۶۰ m بالا می‌رود. جرم آسانسور و بار داخل آن ۵۰۰ Kg و توان مصرفی آسانسور ۲ kW است. بازده آسانسور چند درصد است؟

پاسخ:

$$\Delta t = 5 \text{ min} = 5 \times 60 = 300 \text{ s}$$

$$R_a = 50\%$$

$$h = 60 \text{ m}$$

$$M = 500 \text{ kg} \quad P_r = \frac{mgh}{\Delta t} \rightarrow P_r = \frac{500 \times 10 \times 60}{300} = 1000 \text{ W}$$

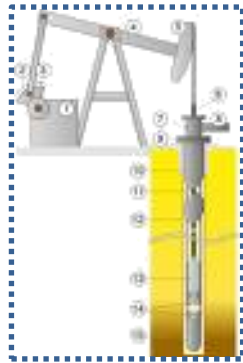
$$P_1 = 2000 \text{ W} \quad \text{توان ورودی}$$

$$R_a = ? \quad R_a = \frac{P_r}{P_1} \times 100\% \rightarrow R_a = \frac{1000}{2000} \times 100\% = 50\%$$

تمرین:

تلمبه‌ای در هر دقیقه ۳۰ لیتر آب را با تندی ثابت از چاهی به عمق ۱۰ m تا ارتفاع ۵ m بالای دهانه‌ی چاه بالا می‌فرستد. اگر بازده تلمبه ۴۰ درصد باشد، توان ورودی و خروجی آن را حساب کنید

پاسخ:



$$\Delta t = 60 \text{ s}$$

$$m = 30 \text{ kg}$$

$$h = 15 \text{ m}$$

$$R_a = 40\%$$

$$P_1 = ?$$

$$P_2 = ?$$

$$P_2 = 75 \text{ W}$$

$$P_1 = 187.5 \text{ W}$$

$$P_2 = \frac{mgh}{t} \rightarrow P_2 = \frac{30 \times 10 \times 15}{60} = 75 \text{ W}$$

$$R_a = \frac{P_2}{P_1} \times 100\% \rightarrow 40\% = \frac{75}{P_1} \times 100\%$$

$$P_1 = \frac{7500}{40} = 187.5 \text{ W}$$

تمرین:

از آبشاری در هر دقیقه  $2\text{m}^3$  آب از ارتفاع  $5\text{m}$  فرومی ریزد. این آبشار مولد (ژنراتور) الکتریکی کوچکی را به کار می اندازد. اگر بازده دستگاه  $80\%$  در صد باشد، توان مولد را به دست آورید.

پاسخ:

$$\Delta t = 60\text{ s}$$

$$m = 2 \times 1000\text{ kg} \quad \text{هر } 1\text{m}^3 \text{ آب، } 1000\text{ kg} \text{ جرم دارد}$$

$$h = 5\text{ m}$$

$$R_a = 80\%$$

$$P_r = ?$$

$$P_1 = \frac{mgh}{\Delta t} \rightarrow P_1 = \frac{2000 \times 10 \times 5}{60} = 1666.67\text{ W}$$

$$R_a = \frac{P_r}{P_1} \times 100\% \rightarrow 80\% = \frac{P_r}{1666.67}$$

$$P_r = 80\% \times 1666.67 \approx 1333.33\text{ W}$$

$$P \approx 1333.33\text{ W}$$

خروجی مفید

تمرین:

ارتفاع یک سد  $100\text{ m}$  است. توان الکتریکی مولدی که در پایین این سد قرار دارد، تقریباً برابر با  $200\text{ MW}$  است. اگر  $80\%$  در صد کار نیروی گرانش به انرژی الکتریکی تبدیل شود، در هر ثانیه چند متر مکعب آب باید روی پره های توربین بریزد؟ (جرم هر  $\text{m}^3$  آب را  $1000\text{ kg}$  بگیرید.)

پاسخ:

$$V = 25 \cdot \text{m}^3$$

$$h = 100\text{ m}$$

$$P_r = 200 \times 10^6\text{ W}$$

$$R_a = 80\%$$

$$\Delta t = 1\text{ s}$$

$$m = ?$$

$$R_a = \frac{P_r}{P_1} \rightarrow 80\% = \frac{200 \times 10^6}{P_1}$$

$$P_1 = \frac{200 \times 10^6}{80} = 250 \times 10^6$$

$$P_1 = \frac{mgh}{\Delta t} \rightarrow 250 \times 10^6 = \frac{m \times 10 \times 100}{1}$$

$$m = \frac{250 \times 10^6}{100} \rightarrow m = 250 \times 10^3\text{ kg} = 250\text{ m}^3$$

هر  $1000\text{ kg}$  آب،  $1\text{ m}^3$  حجم دارد



$$K = \frac{1}{2} mV^2 \quad \text{۱- فرمول انرژی جنبشی}$$

$$W_F = Fd \cos \alpha \quad \text{۱- کار نیروی محرک}$$

$$W_{mg} = mg \cdot d \cdot \cos \alpha \quad \text{۲- کار نیروی وزن}$$

$$W_N = F_N \cdot d \cdot \cos \alpha \quad \text{۳- کار نیروی عمودی تکیه گاه}$$

$$W_{f_k} = -f_k \cdot d \quad \text{۴- کار نیروی اصطکاک}$$

۲- فرمول کار

$$W_F + W_N + W_{mg} + W_{f_k} = K_2 - K_1 \quad \text{یا} \quad W_T = K_2 - K_1 \quad \text{۳- قضیه ی کار و انرژی جنبشی}$$

$$W_{f_e} = -\Delta U \quad \text{یا} \quad W_{\text{وزن}} = -\Delta U \quad \text{۴- رابطه کار و انرژی پتانسیل}$$

$$U = mgh \quad \text{۵- انرژی پتانسیل گرانش در یک نقطه:}$$

$$E = K + U \quad \text{۶- انرژی مکانیکی}$$

$$E_1 = E_2 \quad \text{۷- پایستگی انرژی مکانیکی (حرکت یک جسم بدون نیروی محرک یا به کمک نیروی وزن)}$$

$$W_f = E_2 - E_1 \quad \text{۸- کار نیروهای مقاوم (حرکت یک جسم بدون نیروی محرک یا به کمک نیروی وزن)}$$

$$\bar{P} = \frac{mgh}{\Delta t} \quad \text{برای جابجایی جسم در راستای قائم:}$$

$$\bar{P} = \frac{K_2 - K_1}{\Delta t} \quad \text{برای جابجایی جسم در راستای افقی:}$$

$$\bar{P} = \frac{W}{\Delta t} \quad \text{۹- توان متوسط:}$$

$$Ra = \frac{P}{P_{\text{مفید}}} \times 100\% \quad \text{یا} \quad Ra = \frac{W_{\text{مفید}}}{W_{\text{وردی}}} \times 100\% \quad \text{۱۰- بازده دستگاه بر حسب درصد:}$$

## شناسنامه کاروانرژی

یکای (SI)	علامت	نام کمیت
Kg (کیلوگرم)	m	جرم
m/s (متر بر ثانیه)	v	سرعت
J (ژول)	k	انرژی جنبشی
m (متر)	h	ارتفاع
m/s <sup>2</sup> (متر بر مجذور ثانیه)	g	شتاب گرانشی
J (ژول)	U	انرژی پتانسیل گرانشی
J (ژول)	E	انرژی مکانیکی

چون تبار

تهیه کننده : محمد انصاری تبار

ارتباط تلگرامی : @ansari132

تاریخ تنظیم : آبان ماه ۱۳۹۵