

فیزیک دهم

مستویه دوم

(نکات و خلاصه درس)



(تمامی حقوق متعلق به مجتمع
آموزشی و پژوهشی ثمین می باشد.)



$$G \propto \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$



فصل سوم: کار، انرژی، توان

تعریف کار در فیزیک: اگر نیروی یک نیوتنی به جسمی وارد شود و جسم در جهت نیرو به اندازه یک

متر جابجا شود، یک ژول کار انجام شده است.

$$w = F \cdot d$$

نکته‌ها

کار یک کمیت نرده ای است و یکای آن در SI ژول (J) نامیده می شود.

دقت کنید:

در فیزیک زمانی روی جسمی کار انجام می شود که دو شرط زیر توأماً برقرار باشند:

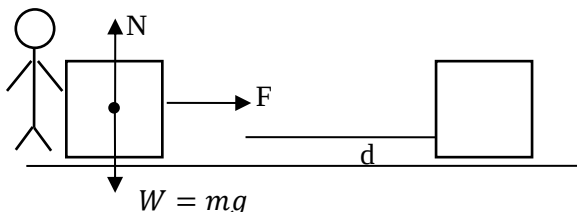
- ۱- به جسم نیرو وارد شود.
- ۲- جسم در راستای نیروی وارد شده جابه جا شود.

مثال‌ها

به جسم روبرو چه نیروهایی وارد می شود و کدام بر روی جسم کار انجام می دهد؟

نیروی F که توسط شخص وارد شده و جسم به اندازه d در جهت نیروی وارد شده جابه جا می شود و کار

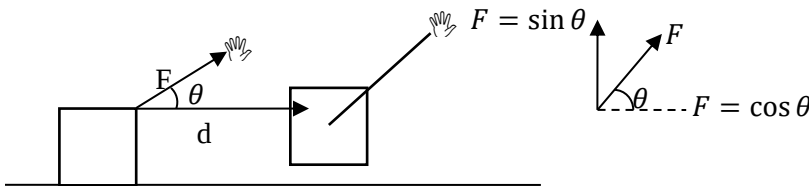
$$W = F \cdot d \quad \text{آن برابر است با:}$$



$$G_x = \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

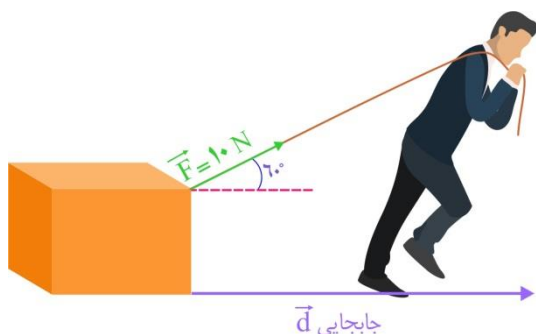
نیروی W که عمود بر جسم به طرف زمین وارد می شود و چون در راستای وارد شدن نیرو جابه جایی نداریم $W=F.d=0$ و نیروی عمودی وزن کاری انجام نمی دهد. نیروی N یا تکیه گاه که از طرف سطح بر جسم وارد می شود و این نیرو هم به دلیل عدم جابه جایی جسم در راستای وارد شدن نیرو، کاری انجام نمی دهد و صفر است، بنابراین به این نتیجه می توان رسید که: « نیرویی که بر جابه جایی عمود باشد، کاری روی جسم انجام نمی دهد.»

محاسبه ی کار یک نیروی ثابت:



هر وقت بخواهیم کار نیروی ثابت F را در یک جابه جایی به اندازه d بدست آوریم، باید مؤلفه ای از F که در جهت جابه جایی است (در این تصویر F_x نیروی در راستای جابجایی است: $F_x = F \cos \theta$ حساب کرده و آن را در جابه جایی ضرب کنیم:

$$W = (F \cos \theta)d = Fd \cos \theta$$

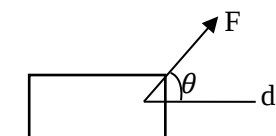


در شکل زیر نیروی F جعبه را در هر دقیقه 200 m جابه
جا می کند کار این نیرو در مدت یک ساعت چند ژول
است؟

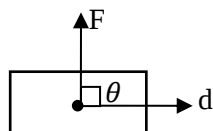
$$d = v \cdot t = \frac{200\text{ m}}{60\text{ s}} \times 3600\text{ s} = 12000\text{ m} \rightarrow v$$

$$= \frac{200\text{ m}}{1\text{ min}} = \frac{200\text{ m}}{60\text{ s}}$$

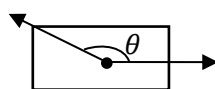
$$W = F \cdot d \cdot \cos \theta = 10\text{ N} \times 12000\text{ m} \cdot \cos(60^\circ) = 60000\text{ J}$$



اگر $0^\circ < \theta < 90^\circ$ $W > 0$



اگر $\theta = 90^\circ$ $W = 0$ کار ←



اگر $90^\circ < \theta \leq 180^\circ$ $W < 0$

کار کل:

اگر چند نیرو به صورت هم زمان به جسمی وارد شود، برای محاسبه کار کل از یکی از دو روش زیر

استفاده می کنیم:

$$G \propto \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

۱- جمع کارها (W_t): کار هر کدام از نیروها را جدا جدا محاسبه کرده و همه را با هم جمع جبری می

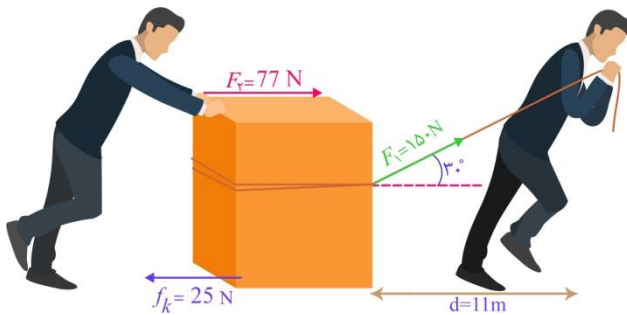
کنیم. (چون کار کمیتی اسکالر است)

مثال ها

۲- کار نیروی برآیند (W_{F_t}): ابتدا مؤلفه هر نیرو را که در امتداد جابه جایی جسم است بدست می آوریم و با توجه به جهت نیروها، اندازه ی نیروی خالص موازی با جابه جایی را بدست می آوریم یعنی برآیند همه نیروهای وارد بر جسم را بدست آورده و کار نیروی برآیند را محاسبه می کنیم.

دو نفر در جابه جا کردن یک جعبه هستند: الف) کار کل وارد بر جسم را با جمع کار تک تک نیروها

بدست آورید:



$$W_{F_1} = (F_1 \cos 3^\circ) d = (150 \cdot N) \times \frac{\sqrt{3}}{2} \times 11m = 1428\sqrt{3}J \approx 1428J$$

$$W_{F_2} = (F_2 \cos 6^\circ) d = (77N) \times 1 \times 11m = 847J$$

$$W_{F_k} = (F_k \cos 18^\circ) d = (25N) \times (-1) \times (11m) = -275J$$

$$W_t = W_{F_1} + W_{F_2} + W_{F_k} = 1428J + 847J - 275J = 2000J = 2KJ$$



$$G \propto \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$



ب) کار نیروی برآیند وارد بر جسم را محاسبه کنید:

$$F_t = (F_1 \cos 30^\circ) + F_2 - F_k = \left(150 \cdot N \times \frac{\sqrt{3}}{2}\right) + 77N - 25N \simeq 182N$$

$$W_t = F_t \times d \simeq 182N \times 11m \simeq 2KJ$$

$$\begin{array}{l} \nearrow F_1 = 150 \cdot N \\ \leftarrow F_k = 25N \searrow F_2 = 77N \end{array}$$

عکسها

با توجه به جهت نیروها که در راستای محور x علامت نیرو مثبت و اگر در خلاف جهت محور x باشد علامت منفی قرار داده می شود.

دقت کنید: نتیجه هر دو روش یکسان است یعنی :

$$W_t = W_{F_t}$$

انرژی جنبشی: هر جسم در حال حرکت دارای انرژی جنبشی است که مقدار آن به جرم جسم (m) و

تندی حرکت (v) بستگی دارد:

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

در رابطه انرژی جنبشی، جرم جسم برحسب kg و تندی آن برحسب $\frac{m}{s}$ است، بنابراین یکای انرژی

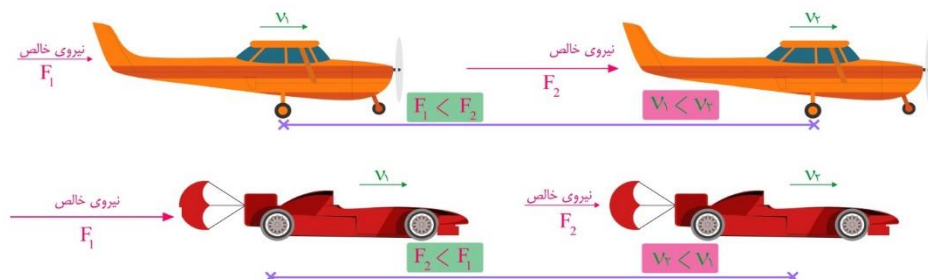
جنبشی $\frac{kg \cdot m^2}{s^2}$ یا ژول (J) است.

انرژی جنبشی یک کمیت نرده ای و همواره مثبت (یا صفر) است و جهت حرکت جسم در محاسبه انرژی جنبشی تأثیری ندارد.



$$G \propto \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

کار و انرژی جنبشی: هرگاه نیروی خالصی به یک جسم وارد شده و روی آن کار مثبت انجام دهد،



انرژی جنبشی جسم افزایش می یابد و اگر کار نیروی وارد بر جسم منفی باشد، انرژی جسم کاهش می یابد.

دقت کنید کار مثبت به معنای دادن انرژی به جسم است و کار منفی به معنای گرفتن انرژی از جسم است.

قضیه کار-انرژی جنبشی:

کار کل انجام شده روی یک جسم با تغییر انرژی جنبشی آن برابر است:

$$W_t = k_2 - k_1$$

$\downarrow$ $\searrow$
 انرژی جنبشی انرژی جنبشی
 جسم قبل جسم قبل
 از انجام کار از انجام کار

* ۱) اگر سرعت جسم در طول جابه جایی ثابت باشد ($v_1 = v_2$) آنگاه $k_1 = k_2$ و کار برآیند نیروها

صفر است: $W_t = 0$



$$G \propto \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$



(۲) اگر سرعت جسم در طول حرکت زیاد شود ($k_1 > k_2$)، کار برآیند نیروها مثبت است.

$$(W_t > 0)$$

(۳) اگر سرعت جسم در طول حرکت کم شود ($k_1 < k_2$)، کار برآیند نیروها منفی است. ($W_t < 0$)

قضیه کار-انرژی جنبشی مختص حرکت یک جسم روی مسیر مستقیم نیست و در هر مسیری (خمیده و غیرمستقیم) می توان از آن استفاده کرد.

مثال ها

به کمک چکشی به جرم $1/5 \text{ kg}$ میخی را به دیوار می کوبیم، اگر تندی برخورد چکش با میخ 10 m/s باشد و در هر بار برخورد میخ به اندازه 5 mm در دیوار فرو رود، متوسط نیرویی که در هر برخورد بر چکش وارد می شود چقدر است:

$$W_t = k_2 - k_1 = 0 - \frac{1}{2}mv^2 = -\frac{1}{2} \times (1/5 \text{ kg}) \times (10 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2$$

$$W_t = -75 \text{ J}$$

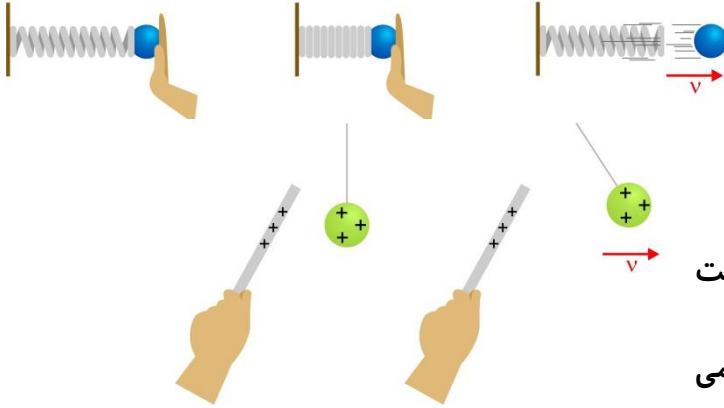
وقتی چکش به میخ برخورد می کند انرژی جنبشی k_1 را به آن منتقل می کند و میخ در دیوار فرو می رود و سپس طی 5 mm در دیوار متوقف می شود در این لحظه انرژی جنبشی چکش صفر شده $k_2 = 0$ ، بنابراین تغییرات انرژی جنبشی چکش برابر کار کل انجام شده است.

$$W = \bar{F} \cdot d \rightarrow 75 \text{ J} = \bar{F} \times 5 \times 10^{-3} \text{ m} \rightarrow \bar{F} = \frac{75 \text{ J}}{5 \times 10^{-3} \text{ m}} = 15000 \text{ N}$$



$$G \propto \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

کار و انرژی پتانسیل:



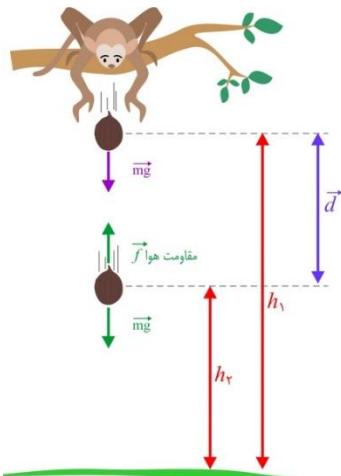
به نوعی از انرژی که به دلیل شکل یا موقعیت اجسام نسبت به یکدیگر در آن ها ذخیره می

شود، انرژی پتانسیل (u) می گوئیم. در هر سامانه ای کار انجام شده برابر با منفی تغییرات انرژی

پتانسیل است: $W = -\Delta u$

✓ سامانه: چند جسم مرتبط با هم که انرژی پتانسیل برای مجموع آن ها تعریف می شود نه برای یک جسم منفرد.

✓ انرژی پتانسیل گرانشی: نیروی وزن (mg) به تمامی اجسام نزدیک سطح زمین وارد می شود به نوعی از انرژی پتانسیل که برای سامانه ی جسم- زمین تعریف شده و تغییراتش وابسته به تغییر ارتفاع جسم از زمین است، انرژی پتانسیل گرانشی گفته می شود و از رابطه زیر بدست می آید:



$$u = mgh$$

محاسبه ی کار نیروی وزن:

(۱) نیروی وزن و جابه جایی هم جهت باشند:





$$G_x \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$



$$\theta = 0 \rightarrow \cos \theta = 1$$

$$W_{\text{وزن}} = (F \cos 0^\circ) d = mg(h_2 - h_1) \xrightarrow{h_2 < h_1} W_{\text{وزن}} = -(mgh_2 - mgh_1) \xrightarrow{\Delta u < 0}$$

کار نیروی وزن مثبت است و انرژی پتانسیل گرانشی کاهش می یابد.

(ب) نیروی و وزن جابه جایی خلاف جهت یکدیگرند.

$$\theta = 180^\circ \rightarrow \cos 180^\circ = -1$$

$$W_{\text{وزن}} = (F \cos 180^\circ) d = -mg(h_2 - h_1) \xrightarrow{\Delta u > 0}$$

کار نیروی وزن منفی است و انرژی پتانسیل گرانشی افزایش می یابد.



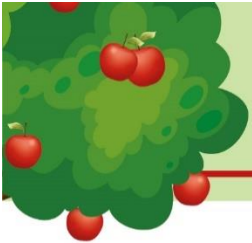
کار نیروی وزن فقط به تغییر ارتفاع جسم وابسته است و به مسیر بستگی ندارد.

✚ انرژی پتانسیل کشسانی:

انرژی ای که در اجسام کشسان مانند: فنر، کش و ... در اثر کشیدن یا فشرده شدن ذخیره می شود،

انرژی کشسانی نامیده می شود، این انرژی می تواند کاری معادل $W = -\Delta u$ انجام دهد.





$$G \propto \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$



پایستگی انرژی مکانیکی:

به مجموع انرژی های جنبشی و پتانسیل هر جسم، انرژی مکانیکی گفته می شود:

$$E = u + k$$

اصل پایستگی انرژی مکانیکی: اگر از نیروهای اتلافی مانند: اصطکاک و مقاومت هوا صرف نظر شود،

انرژی مکانیکی یک جسم در تمام طول مسیر حرکتش ثابت می ماند: $E_1 = E_2$ یعنی به هر میزان انرژی

جنبشی کاهش یابد، انرژی پتانسیل جسم افزایش می یابد و بالعکس.

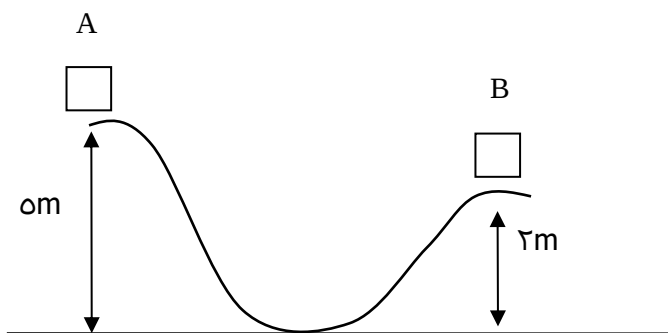
مسئله ها

مطابق شکل از نقطه A جسمی از حل سکون رها شده است تا بر روی سطح بدون اصطکاک به طرف پایین

بلغزد. تندی جسم در نقطه B چند m/s خواهد بود؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

بنابر اصل پایستگی انرژی مکانیکی:

$$E_A = E_B \rightarrow K_A + K_B = K_B + u_B$$



$$G \propto \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$mgh_A = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgh_B \rightarrow \left(1 \cdot \frac{m}{s^2}\right) \times (5m) = \frac{1}{2}v_B^2 + \left(1 \cdot \frac{m}{s^2}\right) \times 2(m)$$

$$\rightarrow 5 \cdot \left(\frac{m^2}{s^2}\right) - 2 \cdot \left(\frac{m^2}{s^2}\right) = \frac{1}{2}v_B^2 \rightarrow v_B^2 = 6 \cdot \frac{m^2}{s^2} \rightarrow v_B = \sqrt{6} \cdot \frac{m}{s}$$

$$= 2\sqrt{15} \frac{m}{s}$$

توان:



کار انجام شده $\frac{W}{\Delta T}$ بازه زمانی $\bar{P}$ توان متوسط

آهنگ انجام کار $\leftarrow$ توان

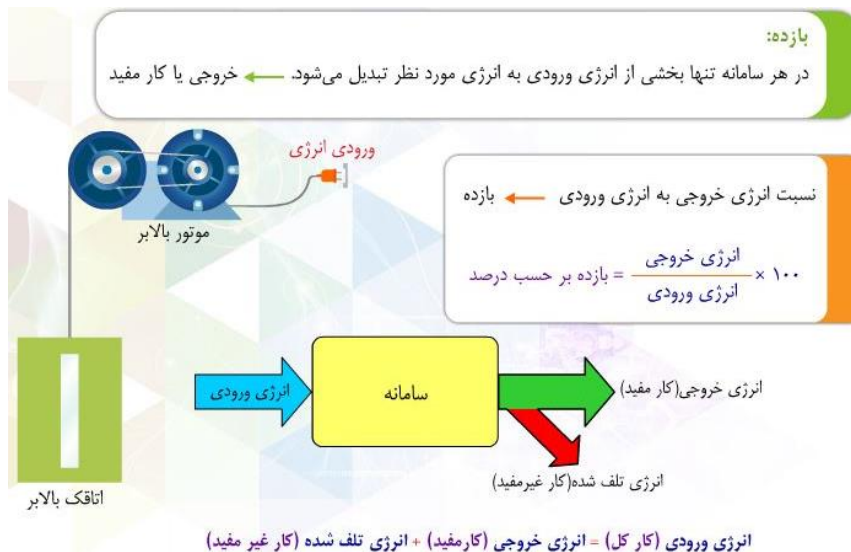
یکای توان: W (وات)

یکای معادل: $1 W = 1 J/s$

یکای قدیمی: $1 hp = 746 w$

کمیت نرده‌ای

بازده:



$$G \propto \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

عکسها

هرچه بازده یک سامانه بیشتر باشد، کارایی یا راندمان آن سامانه بیشتر است.

مثالها

موتور آبی در یک زمین کشاورزی مقداری آب را با آهنگ $0.6 \text{ m}^3/\text{s}$ از عمق ۱۰ متری بالا می آورد.

اگر بازده موتور ۰/۸ باشد توان الکتریکی مصرفی موتور را حساب کنید:

$$\text{حجم آب جابه جا شده در هر ثانیه } 0.6 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 1 \text{ s} = 0.6 \text{ m}^3$$

$$\bar{P}_{\text{مفيد}} = \frac{W}{\Delta t} = \frac{mgh}{\Delta t} \rightarrow \bar{P}_{\text{مفيد}} = \underbrace{(0.6 \text{ m}^3 \times 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \times 10 \text{ m})}_{1 \text{ s}} = 6 \times 10^4$$

$$\begin{aligned} \text{بازده} &= \frac{\bar{P}_{\text{مفيد}}}{\bar{P}_{\text{مصرفي}}} = 0.8 \rightarrow \bar{P}_{\text{مصرفي}} \times 0.8 = \bar{P}_{\text{مفيد}} \rightarrow \bar{P}_{\text{مصرفي}} = \frac{6 \times 10^4 \text{ W}}{0.8} \\ &= 7.5 \times 10^4 \text{ W} \end{aligned}$$