

انرژی جنبشی: انرژی را که اجسام متحرک، صرفاً به علت حرکتشان دارند، انرژی جنبشی می‌نامند، که با نماد K نمایش

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

میدهند و واحد آن ژول (J) است.

$M =$ جرم بر حسب Kg - $V =$ سرعت بر حسب متر بر ثانیه (m/s)

نکته: انرژی جنبشی کمیتی نرده‌ای و همواره مثبت است که تنها به جرم و سرعت بستگی دارد.

نکته: روش تبدیل gr به Kg: اگر گرم را تقسیم بر ۱۰۰۰ کنیم تبدیل به کیلو گرم می‌شود (سه رقم ممیز می‌دهیم).

نکته: روش تبدیل Km/h به m/s اگر کیلو متر بر ساعت را تقسیم بر ۳/۶ کنیم به متر بر ثانیه تبدیل می‌شود و بر عکس اگر متر بر ثانیه را ضرب در ۳/۶ کنیم به کیلومتر بر ساعت تبدیل می‌شود.

m/s	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰
Km/h	۱۸	۳۶	۵۴	۷۲	۹۰	۱۰۸

نکته: اگر جرم n برابر شود انرژی جنبشی نیز n برابر خواهد شد و اگر سرعت n برابر شود انرژی جنبشی n^2 خواهد شد.

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

مثال ۱: انرژی جنبشی جسمی ۱۲۰J است، اگر سرعت حرکتش ۲۰m/s باشد، جرم آنرا حساب کنید.

مثال ۲: انرژی جنبشی جسمی ۱۶۰J است، اگر جرم آن ۵kg باشد، سرعت آن چند m/s است؟

مثال ۳: اگر جرم متحرکی سه برابر شود، انرژی جنبشی آن چند برابر می‌شود؟

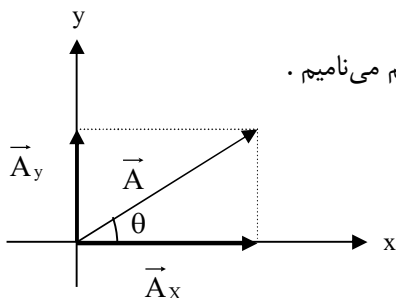
مثال ۴: اگر سرعت متحرکی دو برابر شود، انرژی جنبشی آن چند برابر می‌شود؟

مثال ۵: گلوله‌ای با سرعت ۵۰m/s بطور قائم شلیک می‌شود و دارای ۷۵۰J انرژی جنبشی است. جرم جسم چند kg است؟

روش سوم: روش تجزیه

در این روش بردارها از مبدا مختصات رسم شده و سپس تصویر آنها

روی محور ها X و محور ها Y پیدا می کنیم که به ترتیب آنها را مولفه افقی و مولفه قائم می نامیم .



$$|\vec{A}_x| = A \cos \theta \quad \text{اندازه مولفه افقی}$$

$$|\vec{A}_y| = A \sin \theta \quad \text{اندازه مولفه قائم}$$

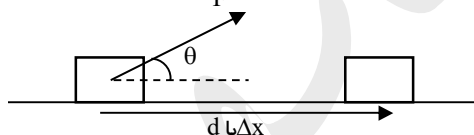
بردار واحد (یکه): بردارهایی به طول واحد هستند که روی محورهای مختصات قرار دارند که با نمادهای \hat{i} و \hat{j} نشان داده

می شوند که جهت مولفه ها را با آنها مشخص می کنیم . $\vec{A} = \vec{A}_x + \vec{A}_y$ یا $\vec{A} = A \cos \theta \hat{i} + A \sin \theta \hat{j}$

کار و انرژی

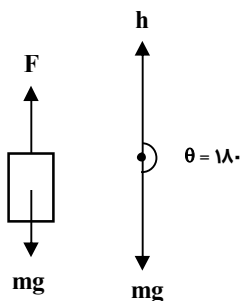
کار: به حاصلضرب نیرو در جابجایی نقطه اثر نیرو را کار گویند ، که یک کمیت نرده ای است و آن را با نماد W نشان می دهند

$$W = Fd \cos \theta \quad \text{و واحد آن در SI ژول می باشد .}$$



مثال	اگر نیروی 30 N با زاویه 60° درجه نسبت به افق به جسمی وارد شود و آن را 10 m جابجا کند ، کار انجام شده چند ژول است ؟
------	---

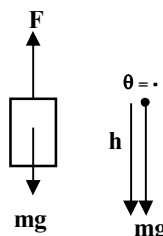
کار نیروی وزن: از آنجایی که نیروی وزن همواره رو به پایین به اجسام وارد می شود ، جسمی که در راستای قائم جابجا می شود نیروی وزن روی جسم کار انجام می دهد :



الف) کار نیروی وزن در جابجایی رو به بالا :

جابجایی جسم رو به بالا و نیروی وزن رو به پایین است .

$$W = (mg)h(\cos 180^\circ) = mgh(-1) \rightarrow \boxed{W = -mgh}$$



ب) کار نیروی وزن در جابجایی رو به پایین :

جابجایی جسم رو به پایین و نیروی وزن نیز رو به پایین است .

$$W = (mg)h(\cos 0^\circ) = mgh(1) \rightarrow \boxed{W = mgh}$$

<p>مثال ۷ جسمی به جرم ۳Kg تحت نیروی ۲۵N رو به بالا قرار دارد، کار نیروی F و نیروی وزن را پس از ۸m جابجایی حساب کنید.</p>	
--	--

محاسبه کار کل :

الف) محاسبه کار تک تک نیروها و جمع آنها : $W_t = W_1 + W_2 + W_3 + \dots$

ب) محاسبه کار برآیند نیروها : ابتدا برآیند نیروها را محاسبه کرده و سپس آن را در جابجایی ضرب می‌کنیم

$W_t = F_t \cdot d = F_t \cdot \Delta x$

ج) بجای محاسبه برآیند نیروها از حاصلضرب جرم در شتاب استفاده می‌کنیم : $W_t = ma\Delta x$ → $F_t = ma$

د) استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی که در ادامه آمده است : $W_t = \Delta K$

انواع کارهای صفر :

الف) کاری که در مسیر بسته انجام گیرد، یعنی جابجایی متحرک صفر باشد ($\Delta x = 0$)

ب) اگر نیرویی عمود بر مسیر جابجایی باشد، کار آن نیرو صفر است. ($\cos 90^\circ = 0$)

ج) اگر کاری با سرعت ثابت انجام گیرد ($a = 0$)، در این صورت کار کل صفر است. ($W_T = 0$)

نکته : اگر نیرویی خلاف جهت جابجایی به جسم وارد شود، کار آن نیرو منفی است. ($\frac{\pi}{2} < \theta < \pi \Rightarrow \cos \theta < 0$)

انواع کارهای منفی :

الف) کار منفی بعضی از نیروها به صورت انرژی تلف شده است و تبدیل به گرما می‌شود، مانند کار نیرو اصطکاک.

$W = -f_k \Delta x$

ب) کار منفی بعضی از نیروها به صورت انرژی پتانسیل ذخیره می‌شود و قابلیت انجام کار مجدد را دارد. مانند کار نیروی وزن

هنگام بالا رفتن جسم ($W = -mgh$). (در ادامه با این حالت بیشتر آشنا می‌شویم)

<p>مثال ۸ جسمی به جرم ۳Kg روی سطح افقی، با نیروی اصطکاک جنبشی ۲نیوتن، با نیروی افقی F شتاب ۲m/s² پیدا می‌کند:</p> <p>الف) نیروهای وارد بر جسم را با رسم یک شکل نشان دهید.</p> <p>ب) پس از ۱۰ m جابجایی کار نیروهای رسم شده در قسمت الف را محاسبه کنید.</p> <p>ج) کل کار انجام شده را محاسبه کنید.</p>	
--	--

	<p>مثال ۹ مطابق شکل جعبه‌ای روی سطحی هموار و افقی ۱۰m جابه‌جا می‌شود. با توجه به نیروهای وارد شده بر جسم کار کل انجام شده چند ژول است؟ ($\cos 37^\circ = 0.8$)</p>	<p>مثال ۹</p>
--	---	---------------

	<p>مثال ۱۰ جسمی به جرم ۱۵۰Kg با نیروی ۱۰۰ N با زاویه افقی ۶۰ درجه کشیده می‌شود و ۵۰m روی سطح افق جابجا می‌شود. اگر کل کار ۵۰۰J باشد نیروی اصطکاک جنبشی چقدر است؟</p>	<p>مثال ۱۰</p>
--	--	----------------

قضیه کار و انرژی:

تعریف: کار برابرند نیروها در یک جابجایی، برابر با تغییرات انرژی جنبشی جسم در آن جابجایی است. $W_t = \Delta K$

<p>مثال ۱۱ جسمی به جرم ۲Kg با سرعت ۱۰m/s، روی سطح افقی پرتاب می‌شود و پس از طی مسافتی می‌ایستد. کار نیروی اصطکاک چند ژول است؟</p>	<p>مثال ۱۱</p>
---	----------------

<p>مثال ۱۲ جسمی از ارتفاع ۲۰m سطح زمین در شرایط خلأ رها می‌شود. با استفاده از قضیه کار و انرژی سرعت برخورد جسم با زمین را محاسبه کنید.</p>	<p>مثال ۱۲</p>
--	----------------

<p>مثال ۱۳ جسمی به جرم ۰/۵Kg از ارتفاع ۴۵m سطح زمین رها می‌شود و با سرعت ۲۵m/s به زمین می‌رسد، کار نیروی اصطکاک و نیروی اصطکاک را محاسبه کنید.</p>	<p>مثال ۱۳</p>
--	----------------

<p>مثال ۱۴ جسمی به جرم 2Kg، با سرعت 10 m/s روی سطح افقی پرتاب می‌شود، و پس از طی 6m سرعت آن به 4m/s می‌رسد: الف) کار انجام شده روی جسم چند ژول است؟ ب) چه نیرویی کار انجام داده است؟ ج) نیروی اصطکاک سطح را محاسبه کنید.</p>	<p>مثال ۱۴</p>
--	----------------

<p>مثال ۱۵ جسمی به جرم 2Kg از ساختمانی به ارتفاع 30m سطح زمین رها می‌شود و با تندی $20\frac{m}{s}$ به زمین می‌رسد. الف) کار کل نیروهای وارد بر جسم، چه مقدار است؟ ($g = 10\frac{m}{s^2}$) ب) کار نیروی وزن را بیابید. پ) کار نیروی مقاومت هوا را در مسیر حرکت بیابید.</p>	<p>مثال ۱۵</p>
---	----------------

انرژی پتانسیل گرانشی: انرژی پتانسیل گرانشی یک جسم در یک نقطه نسبت به زمین، برابر است با کاری که انجام می‌دهیم تا، با

$$W_{\text{وزن}} = -\Delta U_g$$

سرعت ثابت از سطح زمین تا نقطه یاد شده منتقل کنیم. **انرژی پتانسیل کشسانی:** انرژی پتانسیل فنر، در یک وضعیت کشیده یا فشرده نسبت به حالت آزاد فنر، برابر است با کاری که

$$W_{\text{فنر}} = -\Delta U_e$$

انجام می‌دهیم تا آن را از حالت آزاد با سرعت ثابت به وضعیت یاد شده برسانیم. **انرژی پتانسیل الکتریکی:** کاری که با سرعت ثابت، برای نزدیک کردن دو بار همنام و دور کردن دو بار غیر همنام انجام می-

دهیم، به صورت انرژی پتانسیل الکتریکی در دو بار ذخیره می‌شود.

انرژی مکانیکی: مجموع انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل را انرژی مکانیکی می‌نامند، و با نماد E نمایش می‌دهند.

$$E = K + U$$

پایستگی انرژی مکانیکی: اگر در جابجایی جسمی اصطکاک وجود نداشته باشد، به عبارت دیگر اتلاف انرژی نباشد، انرژی

مکانیکی پایسته است، یعنی مقدار انرژی مکانیکی در طول مسیر ثابت است ولی از نوعی به نوع دیگر تبدیل می‌شود.

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

① U_1, K_1



② U_2, K_2



③ U_3, K_3

$$U_1 + K_1 = U_2 + K_2 = U_3 + K_3 = \text{ثابت}$$

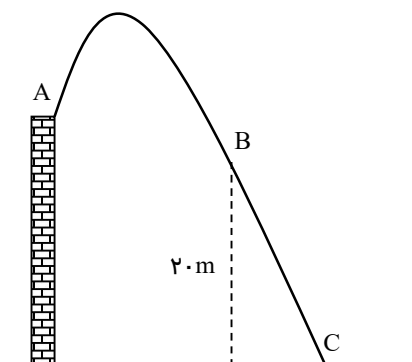
بطور مثال، جسمی را که در شکل مقابل در حال سقوط است.

را، در سه موقعیت ۱ و ۲ و ۳ در نظر بگیرید.

<p>مثال ۱۶ هواپیمایی از ارتفاع 200m متری با سرعت 80m/s در حال حرکت است، بسته ای را رها می‌کند، تعیین کنید با چه سرعتی به زمین می‌رسد.</p>	<p>مثال ۱۶</p>
---	----------------

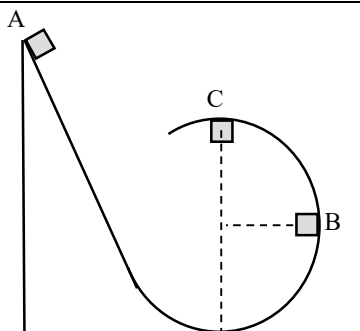
مثال ۱۷ از ارتفاع h در شرایط خلأ جسمی به جرم m را رها می‌کنیم جدول زیر را برای ارتفاع های مختلف کامل کنید .

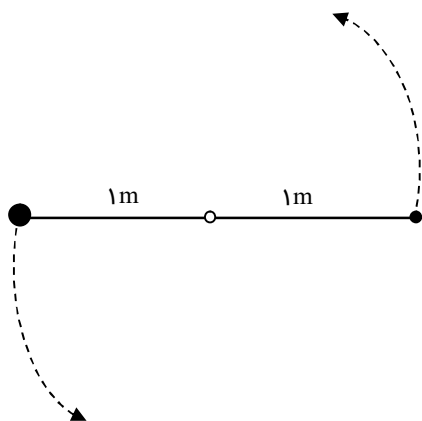
ارتفاع	انرژی پتانسیل گرانشی (U)	انرژی جنبشی (K)	سرعت (V)
h			
$\frac{3}{5}h$			
$\frac{1}{5}h$			
صفر			



مثال ۱۸ در شکل مقابل جسمی از نقطه A با سرعت 20 m/s از ارتفاع 30 m پرتاب می‌شود، سرعت آن در نقاط B و C چقدر است؟

مثال ۱۹ در شکل مقابل جسمی از نقطه A به ارتفاع 15 m رها می‌شود و در دایره، به شعاع 6 m به چرخش می‌افتد، سرعت آن در نقاط B و C چقدر است؟





مثال ۲۰ دو جرم 2Kg و 4Kg را مطابق شکل به دو سر میله افقی به طول 2m متصل می‌کنیم، میله می‌تواند حول محوری که در وسط میله است آزادانه بچرخد. اگر میله را از حال تعادل افقی رها کنیم سرعت وزنه‌ها هنگام عبور از وضع تعادل چقدر است؟

مثال ۲۱ جسمی با سرعت $3 \cdot \frac{m}{s}$ در راستای قائم از سطح زمین به سمت بالا پرتاب می‌شود. به دو روش زیر تعیین کنید، جسم تا چه ارتفاعی بالا می‌رود؟
الف) با استفاده از قضیه کار و انرژی
ب) با استفاده از پایستگی انرژی مکانیکی

کار و انرژی درونی: انرژی درونی یک جسم، مجموع انرژی‌های ذره‌های تشکیل دهنده آن است که معمولاً با گرم‌تر شدن یک جسم، انرژی درونی بالا می‌رود. کار نیروهای اصطکاک و مقاومت هوا بصورت اتلاف انرژی است که به انرژی درونی تبدیل می‌شود.

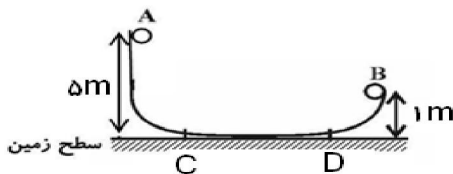
نکته: اگر اتلاف انرژی وجود داشته باشد تغییرات انرژی مکانیکی برابر با کار نیروی اصطکاک (W_f) است.

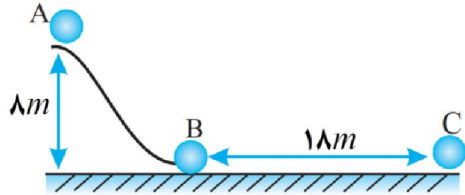
$$E_2 - E_1 = W_f < 0$$

چون E_2 کمتر از E_1 است مقدار W_f همواره منفی است.

مثال ۲۲ جسمی از ارتفاع h_A رها می‌شود و پس از طی مسافت افقی d تا ارتفاع h_B بالا می‌رود. اگر نیروی اصطکاک جنبشی بین جسم و مسیر CD برابر 0.2 نیروی وزن جسم باشد و بقیه‌ی سطوح بدون اصطکاک باشند، طول مسیر

$$CD \text{ را بیابید. } (g = 10 \frac{m}{s^2})$$



<p>در شکل زیر، جسم به جرم 5kg / 0 از نقطه‌ی A شروع به حرکت می‌کند. اگر نیروی اصطکاک سطح افقی برابر 2N و سطح AB بدون اصطکاک باشد.</p> <p>الف) تندی جسم در نقطه‌ی B چند $\frac{m}{s}$ است؟</p> <p>ب) تندی جسم در نقطه‌ی C چند $\frac{m}{s}$ است؟</p> 	<p>مثال ۲۳</p>
---	----------------

توان: به طور کلی آهنگ تبدیل انرژی را توان می‌نامند، به عبارت دیگر توان، مقدار انرژی تبدیل یافته در واحد زمان است. توان را با نماد P نمایش می‌دهند و واحد آن در SI برابر وات (w) است.

توان متوسط: در این فصل با توان متوسط که نسبت کار انجام شده به زمان انجام کار است، آشنا می‌شویم.

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

<p>بالابری به جرم 150Kg، در مدت یک دقیقه می‌تواند، 250Kg بار را به ارتفاع 40m ببرد. توان این بالابر چند وات است؟</p>	<p>مثال ۲۴</p>
--	----------------

<p>شخصی به جرم 50Kg در مدت 100s می‌تواند 60 پله به ارتفاع 25cm را بالا رود. توان متوسط این شخص را محاسبه کنید.</p>	<p>مثال ۲۵</p>
---	----------------

مثال ۲۶	یک پمپ آب با توان 2000W در عمق 20m چاهی قرار دارد، محاسبه کنید این پمپ در مدت یک ساعت چند Kg آب را می‌تواند به 10m سطح زمین برساند؟
---------	---

مثال ۲۷	برای بالا بردن باری به جرم 200kg و به ارتفاع 10m از جرثقیلی با توان 200W استفاده می‌کنیم. چه مدت طول می‌کشد، تا بار را تا این ارتفاع بالا ببریم؟ از اتلاف ناشی از اصطکاک صرف‌نظر کنیم. $(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$
---------	--

بازده یا راندمان: نسبت کار مفید انجام گرفته به کل کار ورودی (انرژی مصرف شده) را بازده می‌نامند که با نماد Ra نمایش

میدهند و بصورت درصد بیان می‌شود و واحد ندارد. $Ra = \frac{W_2}{W_1} \times 100$ و یا $Ra = \frac{P_2}{P_1} \times 100$

$W_2 =$ کار مفید انجام یافته و $W_1 =$ انرژی مصرف شده

مثال ۲۸	الف) اگر بازده یک بالابر 70% باشد چند ژول انرژی لازم دارد تا 4kg کیسه سیمان 50kg را تا ارتفاع 30m بالا ببرد ؟ ب) اگر توان بالابر 1500W باشد، انجام این کار چند ثانیه طول می‌کشد؟
---------	--

مثال ۲۹	تلمبه‌ای در هر دقیقه 6kg آب را از عمق 4m به ارتفاع 6m بالای سطح زمین می‌برد. $(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$ الف) توان مفید تلمبه را بیابید. ب) اگر راندمان 80% باشد، توان تلمبه را بیابید.
---------	--

مثال ۳۰	توان ورودی یک پمپ آب 2kW و بازده آن 70% درصد است، این پمپ در هر دقیقه چند کیلوگرم آب را از عمق 28 متری چاه با تندی ثابت بالا می‌آورد؟
---------	---