فیزیک دهم	تعداد تست‌های ارائه‌شده در ۵ سال اخیر	ریاضی (داخل و خارج)	۹
فصل دوم		تجربی (داخل و خارج)	۷

۱۴ـ انرژی جنبشی

انرژی وابسته به حرکت یک جسم را انرژی حرکتی یا انرژی جنبشی می‌نامند.

رابطه

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

K: انرژی جنبشی (J) $\quad m$: جرم جسم (kg) $\quad v$: تندی (m/s)

یادآوری کنید سازگاری یکاها رو باید خوب بلد باشیا.

همارز یکا

$$J \approx kg.m^2/s^2$$

نوع کمیت: انرژی جنبشی کمیتی **نرده‌ای** و همواره **مثبت** است.

تبدیل یکاها کاربردی

$$km/h \xrightarrow[\times\frac{10}{36}]{\times\frac{36}{10}} m/s$$

تغییرات انرژی جنبشی

$$\Delta K = K_2 - K_1 = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

گلو که اینم باید توضیح بدم!!!

www.GajmarKet.com

تست

شکل زیر کامیونی به جرم ۳۰ تن و خودرویی به جرم ۱۲۰۰kg را نشان می‌دهد که در امتداد مسیر مستقیمی حرکت می‌کنند. اگر کامیون با تندی ۵۴km/h در حرکت باشد، خودرو باید با چه تندی‌ای در SI حرکت کند تا انرژی جنبشی آن با انرژی جنبشی کامیون برابر شود؟

۱) ۱۵ ۲) ۲۵ ۳) ۴۵ ۴) ۷۵

پاسخ

کامیون را با اندیس ۱ و خودرو را با اندیس ۲ نشان می‌دهیم.

$$K_1 = K_2 \Rightarrow \frac{1}{2}m_1v_1^2 = \frac{1}{2}m_2v_2^2$$

($\frac{1}{2}mv^2$: خودش گفته)

$$m_1 = 30\times10^3 kg,\ v_1 = 54km/h \quad ;\quad m_2 = 1200kg$$

$$(30\times10^3)(54\times\frac{10}{36})^2 = (1200)(v_2^2) \Rightarrow v_2 = 75m/s$$

(گزینه ۴)

تست

اگر تندی متحرکی به جرم m به اندازهٔ $5m/s$ افزایش یابد، افزایش انرژی جنبشی آن $\frac{5}{9}$ انرژی جنبشی اولیه می‌شود. سرعت اولیهٔ متحرک چند متر بر ثانیه بوده است؟ (تجربی خارج ۹۵ و مشابه ۹۳)

۱) ۶/۲۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

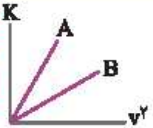
حل

$$K=\frac{1}{2}\underbrace{m}_{\text{ثابت}}v^2 : \frac{K_2}{K_1}=(\frac{v_2}{v_1})^2 \xrightarrow[v_2=v_1+5]{K_2-K_1=\frac{5}{9}K_1 \Rightarrow K_2=\frac{9}{9}K_1}$$

$$\frac{\frac{9}{9}K_1}{K_1}=(\frac{v_1+5}{v_1})^2 \Rightarrow v_1=10m/s$$

(گزینهٔ ۲)

تست



نمودار تغییرات انرژی جنبشی دو توپ به جرم‌های m_A و m_B بر حسب مجذور تندی آن‌ها مطابق شکل مقابل است. چند مورد از موارد زیر نادرست است؟

الف) وقتی انرژی جنبشی دو متحرک برابر باشد، تندی B بیش‌تر از A است.

ب) وقتی تندی دو متحرک برابر باشد، انرژی جنبشی B بیش‌تر از A است.

ج) جرم B بیش‌تر از A است.

۱) ۳ ۲) ۲ ۳) ۱ ۴) صفر

حل

الف) صحیح

ب) غلط ـ اگه یه خط عمودی تو نمودار بکشیم، می‌بینیم که در تندی مساوی، $K_A > K_B$ است.

ج) غلط ـ در تندی برابر:

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

$$K_A > K_B \Rightarrow \frac{1}{2}m_A v_A^2 > \frac{1}{2}m_B v_B^2 \Rightarrow m_A > m_B$$

پس گزینهٔ (۲) صحیح است.

www.Gajmarket.com

۱۳ـ قوانین نیوتون

این قسمت پرتکراری علوم نهمه پس سریع دوره‌شون می‌کنیم و می‌ریم سراغ درس خودمون.

قانون اول نیوتون

تا زمانی که نیروهای وارد بر جسم متوازن باشند جسم ساکن، هم‌چنان ساکن باقی می‌ماند (شکل الف). اگر در حال حرکت باشد، هم‌چنان به حرکت خود ادامه خواهد داد و تغییری در نحوهٔ حرکت آن ایجاد نخواهد شد، یعنی سرعت آن تغییر نخواهد کرد (شکل ب).

(الف) (ب)

قانون دوم نیوتون

هرگاه بر جسم نیروی خالصی وارد شود، جسم تحت تأثیر آن نیرو شتاب می‌گیرد که این شتاب نسبت مستقیم با نیروی وارد بر جسم دارد و در همان جهت نیرو است و با جرم جسم نسبت وارون دارد.

رابطه $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \Rightarrow \vec{F} = m\vec{a}$

$\vec{F}$: نیروی خالص (N)، m: جرم جسم (kg)، $\vec{a}$: شتاب جسم (N/kg)

همارزها $1N = 1kg.m/s^2$

قانون سوم نیوتون

هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز به جسم اول، نیرویی هم‌اندازه و در خلاف جهت وارد می‌کند.

www.Gajmarket.com

تست

مهره‌ای را روی میز بدون اصطکاکی در فضای خلأ سُر می‌دهیم، چه اتفاقی می‌افتد؟

۱) بسته به جرم مهره پس از مدتی از حرکت می‌ایستد.

۲) با همان تندی اولیه به حرکت خود ادامه می‌دهد.

۳) بسته به نیرویی که وارد کردیم با شتاب ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد.

۴) بسته به نیرویی که وارد کردیم با شتاب متغیر به حرکت خود ادامه می‌دهد.

حل طبق قانون اول نیوتون، در این حالت هیچ نیرویی به جسم وارد نمی‌شود ⇐ مهره با همان تندی اولیه‌اش به حرکت خود ادامه می‌دهد. پس گزینهٔ (۲) صحیح است.

تست

در شکل مقابل، شخص جعبه را با نیروی ثابت و افقی $\vec{F}$ روی سطح هموار و بدون اصطکاکی هل می‌دهد و مجموعهٔ شخص و جعبه با شتاب $5m/s^2$ حرکت می‌کنند. اندازهٔ نیروی $\vec{F}$ چند نیوتون است؟

۱) ۶۰ ۲) ۸۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۲۰

حل قانون دوم نیوتون: $F = ma \xrightarrow[a=5m/s^2]{m=24kg} F = (24)(5) = 120N$ (گزینهٔ ۴)

تست

کدام مفهوم زیر نادرست است؟

۱) اگر نیروی وارد بر جسمی را نصف کنیم، شتاب آن $\frac{1}{2}$ برابر می‌شود.

۲) در به‌وجود آمدن نیرو همواره دو جسم شرکت دارند.

۳) وقتی به دیوار ضربه می‌زنیم، دیوار نیرویی چند برابر به پای ما وارد می‌کند.

۴) جسمی که از یک فنر آویزان است، نیرویی برابر وزن خود به فنر وارد می‌کند.

حل طبق قانون سوم نیوتون، وقتی به دیوار ضربه بزنیم، دیوار نیرویی برابر با نیروی ما به پای ما وارد می‌کند. پس گزینهٔ (۳) نادرست است.

www.Gajmarket.com

۱۴ـ انواع نیروها

این قسمتم یارتلوری علوم تجربه پس بریم سریع دوره‌شون کنیم.

نیروی وزن

وقتی جسمی را از بالای یک ساختمان رها می‌کنیم، نیروی وزن باعث می‌شود تا جسم به طرف زمین شتاب پیدا کند.

رابطه: نیروی وزن $= mg$

m: جرم جسم (kg)، g: شتاب جاذبه در سطح زمین $(N/kg$ یا $m/s^2)$

نکته: وزن جسم را با نیروسنج اندازه می‌گیرند.

نیروی عمودی سطح ($\vec{F}_N$)

در این حد بدونی کافیه که تمامی اجسامی که روی سطح قرار دارند، بهشون نیروی عمودی سطح وارد می‌شه.

نیروی اصطکاک جنبشی (f_k)

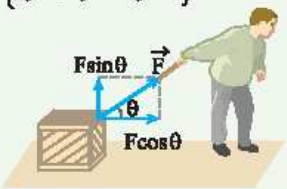
نیرویی که در خلاف جهت حرکت جسم از طرف سطح به آن وارد می‌شود.

نیروی سطح (R)

برایند نیروهایی که از طرف سطح به جسم وارد می‌شه.

نیروی زاویه‌دار: اگر نیرو $(\vec{F})$ با زاویهٔ θ به جسم وارد شود، خواهیم داشت:

$$\begin{cases} F_x = F\cos\theta : \text{مؤلفهٔ افقی نیرو} \\ F_y = F\sin\theta : \text{مؤلفهٔ عمودی نیرو} \end{cases}$$



رمزگذاری: اون که به θ نزدیکه، cos می‌شه. اون که از θ دوره، sin می‌شه. فک کن به کسی که لزت دوره پیام فرستادی و seen (تلفظش یکیه با sin) شده.

www.GajmarKet.com

مثال

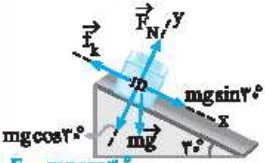
مطابق شکل، جسمی به جرم ۲kg روی سطح شیبداری به سمت پایین در حال حرکت است. اگر اندازهٔ نیروی اصطکاک جنبشی برابر یک‌دهم وزن جسم باشد؛ نیروی وزن، نیروی اصطکاک جنبشی و نیروی عمودی سطح را رسم کرده و اندازهٔ هر کدام را محاسبه کنید. $(g = 10N/kg)$

حل

نیروی وزن و نیروی اصطکاک به سطح شیبدار یا معمولی ربطی ندارد. پس داریم:

$$\text{نیروی وزن} = mg \xrightarrow[g=10N/kg]{m=2kg}$$

$$\text{نیروی وزن} = (2)(10) = 20N$$



$$\Sigma F_y = ma_y \xrightarrow[a_y=0]{\text{چون در جهت } y \text{، جسم ثابته}} F_N = mg\cos 30^\circ \xrightarrow{\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}}$$

$$\xrightarrow[g=10N/kg]{m=2kg} F_N = (2)(10)(\frac{\sqrt{3}}{2}) = 10\sqrt{3}N$$

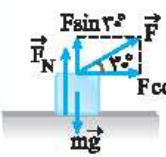
خودش گفته: $f_k = \frac{1}{10}(mg) \xrightarrow[g=10N/kg]{m=2kg} f_k = \frac{1}{10}(2)(10) = 2N$

مثال

در شکل مقابل جسمی به جرم ۱۵kg تحت تأثیر نیروی $F = 40N$ روی سطح افقی حرکت می‌کند. در این حالت نیروی عمودی سطح چند نیوتون است؟ $(g = 10m/s^2)$

۱) ۱۳۰ ۲) ۱۴۰ ۳) ۱۵۰ ۴) ۱۶۰

حل



$$\Sigma F_y = ma_y \Rightarrow F\sin 30^\circ + F_N - mg = 0$$

$$\xrightarrow[g=10m/s^2]{F=40N, m=15kg} (40)(\frac{1}{2}) + F_N - (15)(10) = 0 \Rightarrow F_N = 130N$$

(گزینهٔ ۱)

www.Gajmarket.com

۱۵ـ کار انجام‌شده توسط نیروی ثابت

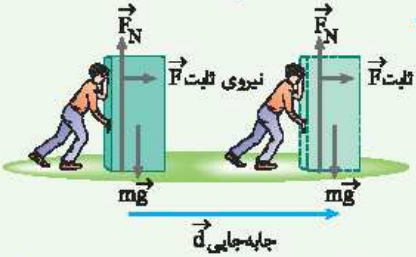
همون تیتر رو یادتون اگذار توضیحش خودتی. فالا برو سراغ رابطش.

رابطه $W = (F\cos\theta)d$

W، کار انجام‌شده (J) — F، نیروی وارد بر جسم (N)،

θ، زاویهٔ بین نیرو و جابه‌جایی — d، جابه‌جایی (m)

نکته همین فرمول بالا کافیه تا به همهٔ کستا پاسخ بدی. فقط بد نیست سه تا کار نیروی پایین رو خوب بفهمی.



۱) $W_F = (F\cos\theta)d$، برای نیروی ثابت F $\xrightarrow[\text{نیرو هم‌جهت با جابه‌جایی}]{\theta=0^\circ}$

$W_F = (F\cos 0^\circ)d \Rightarrow W_F = Fd$

۲) $W_{F_N} = (F_N\cos\theta)d$: برای نیروی F_N $\xrightarrow[\text{نیرو عمود بر جابه‌جایی}]{\theta=90^\circ}$

$W_{F_N} = (F_N\cos 90^\circ)d \Rightarrow W_{F_N} = 0$

۳) $W_{mg} = 0$ نیروی وزن (mg) مثل F_N، بر جابه‌جایی عمود. پس:

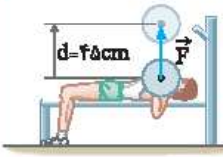
نکته اگر $\vec{F}$ و $\vec{d}$ بر حسب $\vec{i}$ و $\vec{j}$ باشند کار نیروی $\vec{F}$ را به‌صورت زیر به‌دست می‌آوریم:

$\vec{F} = F_x\vec{i} + F_y\vec{j}$ ، $\vec{d} = d_x\vec{i} + d_y\vec{j}$

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

www.Gajmarket.com

تست



در شکل روبه‌رو، ورزشکاری وزنه‌ای به جرم $65\,kg$ را به طور یکنواخت، $45\,cm$ بالای سر خود می‌برد. کاری که ورزشکار روی وزنه انجام می‌دهد، چند ژول است؟ (برگرفته از کتاب درسی)

$(g = 10\,N/kg)$

۱) $292/5$ ۲) $-292/5$ ۳) 29250 ۴) -29250

حل: اول مدل‌سازی می‌کنیم و نیروهای وارد به وزنه رو می‌کشیم:

$\vec{F}$

$\vec{mg}$

چون حرکت وزنه یکنواخت است، خواهیم داشت:

$$\Sigma F_y = ma \xrightarrow{a=0} F = mg$$

کار ورزشکار (حواستون باشه که نیرو با جابه‌جایی، هم‌جهته $\Leftarrow \theta = 0^\circ$):

$$W = (\overbrace{F}^{mg}\cos\theta)d \Rightarrow W = (mg\cos\theta)d \xrightarrow[\theta=0^\circ\ ,\ d=45cm]{m=65kg\ ,\ g=10N/kg}$$

$$W = [(65)(10)(\cos 0^\circ)](45\times10^{-2}) = 292/5J$$ (گزینهٔ ۱)

تست

در تست قبل، اگر ورزشکار وزنه را به آرامی پایین آورد، کار نیروی F چند ژول می‌شود؟ (برگرفته از کتاب درسی)

۱) $292/5$ ۲) $-292/5$ ۳) 29250 ۴) -29250

حل: (اینجا حواستون باشه نیرو و جابه‌جایی خلاف جهتن $\Leftarrow \theta = 180^\circ$) باز هم خواهیم داشت:

$$W = (\overbrace{F}^{mg}\cos\theta)d \Rightarrow W = (mg\cos\theta)d \xrightarrow[\theta=180^\circ\ ,\ d=45cm]{m=65kg\ ,\ g=10N/kg}$$

$$W = [(65)(10)(\cos 180^\circ)](45\times10^{-2}) = -292/5J$$ (گزینهٔ ۲)

الان دیگه باید گفت: فعله لباقی دلاور، خدا قوت پولوان.

www.Gajmarket.com

۱۶ـ کار انواعی نیروها

کار هر نیرویی رو خواستن مثل خودم بنویس:

کار نیروی وزن (W_{mg}):

$$W_{mg} = (mg\cos\theta)d$$

کار نیروی عمودی سطح (W_{F_N}):

$$W_{F_N} = (F_N\cos\theta)d$$

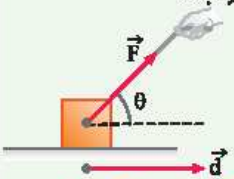
کار نیروی اصطکاک جنبشی (W_{f_k}):

$$W_{f_k} = (f_k\cos\theta)d$$

هر چی می‌خواد بده بده ما کاری نداریم، اصن کار نیروی مقاومت هوا:

$$W_{\text{نیروی مقاومت هوا}} = (\text{نیروی مقاومت هوا}\times\cos\theta)d$$

کار نیروی زاویه‌دار: نیرو $\vec{F}$ با زاویهٔ θ به جسم وارد بشه:



به طور قسمت ۱۲:

اونجا گفتیم مؤلفهٔ افقی نیرو میشه $F\cos\theta$.

پس کارشم میشه:

$$W_F = (F\cos\theta)d$$

که این رابطه، همون رابطهٔ اصلیه.

نکته: کار نیروی اصطکاک (W_{f_k}) به مسیر حرکت جسم بستگی دارد.

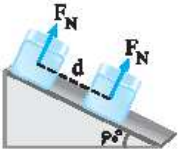
www.GajmarKet.com

تست

مطابق شکل روبه‌رو، جسمی به جرم ۴kg از بالای سطح شیبداری به پایین می‌لغزد. کار نیروی عمودی سطح، پس از ۱۰m جابه‌جایی جسم چند ژول است؟

۱) صفر ۲) ۲۰ ۳) $۲۰\sqrt{۳}$ ۴) ۴۰

پاسخ: مطابق شکل، نیروی عمودی سطح بر جابه‌جایی عمود است.



$$W_{F_N} = (F_N\cos\theta)d \xrightarrow{\theta=۹۰^\circ} W_{F_N} = ۰$$

(گزینهٔ ۱)

مثال ۳

در شکل روبه‌رو، جسم تحت تأثیر نیروی $\vec{F}$ به اندازهٔ ۵ متر روی سطح افقی جابه‌جا می‌شود. کار نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، در این جابه‌جایی چند ژول است؟ ($\sin 37^\circ = 0/6$ ، $g = 10 N/kg$ ، وزن جسم ۵ برابر نیروی اصطکاک است.)

(زیاضی شاریع ۹۷)

۱) ۲۰۰ ۲) صفر ۳) −۵۰ ۴) −۲۵۰

حل: خواست باشه تو این سؤال، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کنه، هم نیروی اصطکاک جنبشیه هم نیروی عمودی سطح.

خودش گفته: $mg = 5f_k \xrightarrow{m=5kg,\ g=10N/kg} (5)(10) = 5f_k \Rightarrow f_k = 10N$

$W_{f_k} = (f_k \cos\theta)d \xrightarrow{f_k=10N,\ \theta=180^\circ,\ d=5m} W_{f_k} = (10\times\cos 180^\circ)(5) = -50J$

کار نیروی عمودی سطح صفره چون جابه‌جایی بر نیروی عمودی سطح عموده. پس:

$W_{\text{نیروی سطح}} = W_{f_k} + W_{f_N} = -50J$

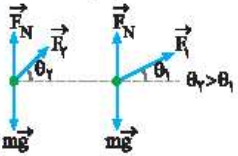
(گزینهٔ ۳)

مثال ۴

مطابق شکل زیر، شخصی جسمی را با دو زاویهٔ متفاوت روی سطح هموار می‌کشد. اگر جابه‌جایی و کاری که این شخص در هر دو بار روی جعبه انجام می‌دهد یکسان باشد، در کدام حالت شخص نیروی بزرگ‌تری وارد کرده است؟ (اصطکاک ناچیز فرض شود.)

(پژوهش (کتاب درسی))

حل:



$W_1 = W_2$: خودش گفته $\Rightarrow (F_1 \cos\theta_1)d = (F_2 \cos\theta_2)d$

$\xrightarrow{\theta_1 < \theta_2 \Rightarrow \cos\theta_1 > \cos\theta_2} F_2 > F_1$

www.Gajmarket.com

۱۷ـ کار کل

روش اول: اگه چند تا نیرو داشتیم، کار هر کدوم حساب می‌کنیم، سپس همه رو با هم جمع جبری و کار کل رو حساب می‌کنیم.

رابطه $W_t = W_1 + W_2 + \cdots$

W_t : کار کل (J)

نکته چون کار کمیت نردهایه برای به‌دست‌آوردن W_t باید W ها رو با هم جمع جبری کنیم.

روش دوم: این یکم طولانی‌تره. خُلاصش اینه که:

۱) نیروهایی که هم‌راستا با جابه‌جایی هست رو به‌دست بیار.

۲) بعدش اندازهٔ نیروی خالص رو به‌دست بیار.

۳) آخرشم بذار تو فرمول $W = (F\cos\theta)d$.

تست

شخصی توپی به جرم ۲۰۰g را با نیروی ثابت ۱۲۰N از روی زمین بر می‌دارد و تا ارتفاع ۱۵۰cm بالا می‌برد. کار کل انجام‌شده روی توپ چند ژول است؟

۱) ۱۷۲ ۲) ۱۷۷ ۳) ۱۸۰ ۴) ۱۸۳

حل تست

$W_F = (F\cos\theta)d$

$\xrightarrow[d=۱۵۰cm]{F=۱۲۰N\ ,\ \theta=۰^\circ} W_F = (۱۲۰\times\cos۰^\circ)(۱۵۰\times۱۰^{-۲}) = ۱۸۰J$

$W_{mg} = (mg\cos\theta)d \xrightarrow[\theta=۱۸۰^\circ\ ,\ d=۱۵۰cm]{m=۲۰۰g\ ,\ g=۱۰N/kg}$

$W_{mg} = [(۲۰۰\times۱۰^{-۳})(۱۰)(\cos۱۸۰^\circ)](۱۵۰\times۱۰^{-۲}) = -۳J$

$W_t = W_F + W_{mg} = ۱۸۰ - ۳ = ۱۷۷J$ (گزینهٔ ۲)

www.Gajmarket.com

اول برو قسمت بعدُ بلدون بعد یا اینا رو حل کن.

تست

در شکل زیر، دروازه‌بان سعی می‌کند توپ را با بیش‌ترین تندی پرتاب کند. اگر جرم توپ ۲۰۰g باشد و ورزشکار نیرویی به بزرگی ۴۰N تا لحظهٔ پرتاب توپ و در امتداد جابه‌جایی (d = ۳m) بر آن وارد کند؛ با چشم‌پوشی از مقاومت هوا، تندی توپ هنگام جدا شدن از دست ورزشکار چند متر بر ثانیه است؟

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

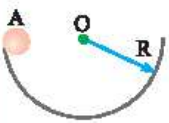
پاسخ

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_F = K_۲ - K_۱ \xrightarrow[m=۲۰۰g]{F=۴۰N\ ,\ \theta=۰^\circ\ ,\ d=۳m} (۴۰\times\cos۰^\circ)(۳) = \frac{۱}{۲}(۲۰۰\times۱۰^{-۳})(v^۲) \Rightarrow v = ۲۰\sqrt{۳}\ m/s$$

(گزینهٔ ۴)

تست

گلوله‌ای به جرم m درون سطح نیم‌کره‌ای مطابق شکل روبه‌رو، از نقطهٔ A رها می‌شود و پس از چند حرکت رفت و برگشتی، در پایین سطح می‌ایستد. نسبت کار نیروی گرانشی زمین به کار نیروی اصطکاک کدام است؟



۱) ۱ ۲) ۱- ۳) صفر ۴) R

پاسخ

$$W_t = K_۲ - K_۱ \Rightarrow W_{mg} + W_{f_k} = ۰ \Rightarrow W_{mg} = -W_{f_k} \Rightarrow \frac{W_{mg}}{W_{f_k}} = -۱$$

(گزینهٔ ۲)

www.Gajmarket.com

۱۸ـ قضیهٔ کار ـ انرژی جنبشی

وقتی نیروی خالصی به جسم وارد می‌شود:

۱) $W_t > 0$: نیرو انرژی می‌دهد ⇐ انرژی جنبشی افزایش می‌یابد $(K_2 > K_1)$.

۲) $W_t < 0$: نیرو انرژی می‌گیرد ⇐ انرژی جنبشی کاهش می‌یابد $(K_2 < K_1)$.

۳) $W_t = 0$: انرژی جنبشی ثابت می‌ماند $(K_1 = K_2)$.

قضیهٔ کار ـ انرژی جنبشی ⇐ **رابطه** $W_t = K_2 - K_1$

W_t : کار کل (J) K_2, K_1 : انرژی جنبشی وضعیت اول و دوم (J)

نکته رابطهٔ بالا برای هر نوع مسیری (از جمله خمیده) قابل استفاده است.

تست

چند مورد از موارد زیر صحیح است؟

الف) کار برایند نیروهای وارد بر جسم در یک جابه‌جایی با تغییر انرژی جنبشی جسم در این جابه‌جایی برابر است.

ب) اگر کار برایند نیروهای وارد بر جسم مثبت باشد، تندی جسم کاهش می‌یابد.

ج) اگر کار برایند نیروهای وارد بر جسم صفر باشد، جسم با تندی ثابت در حرکت است.

د) رابطهٔ کار ـ انرژی جنبشی فقط برای مسیر مستقیم کاربرد دارد.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

پاسخ

الف) صحیح ـ طبق رابطهٔ $W_t = K_2 - K_1$

ب) غلط ـ $W_t > 0 \Leftarrow K_2 > K_1 \Leftarrow v_2 > v_1$

ج) صحیح ـ $W_t = 0 \Leftarrow K_1 = K_2 \Leftarrow v_1 = v_2$

د) غلط ـ نکتهٔ آخر بخون.

پس گزینهٔ (۲) صحیح است.

www.GajmarKet.com

تست

مطابق شکل زیر، گلوله‌ای به جرم ۱۶g با تندی ۲۵۰m/s به تنهٔ درختی برخورد می‌کند و پس از طی مسافت ۱۲/۵cm درون تنهٔ درخت، متوقف می‌شود. نیروی میانگین وارد بر گلوله هنگام حرکت درون تنهٔ درخت چند نیوتون است؟

۱) ۲ ۲) ۵۰۰ ۳) ۱۶ ۴) ۴۰۰۰

پاسخ

$$W_t = K_2 - K_1 \Rightarrow W_t = \left(\frac{1}{2}mv_2^2\right) - \left(\frac{1}{2}mv_1^2\right)$$

$$\xrightarrow[v_1=250\,m/s]{m=16\,g} W_t = 0 - \left(\frac{1}{2}(16\times10^{-3})(250)^2\right) = -500\,J$$

$$W_t = W_F = (F\cos\theta)d \xrightarrow[d=12/5cm]{W_F=-500J,\ \theta=180^\circ}$$

$$-500 = (F\cos180^\circ)(12/5\times10^{-2}) \Rightarrow F = 4000\,N$$

(گزینهٔ ۴)

تست

شخصی در طبقهٔ سوم ساختمان، سوار آسانسور می‌شود و به طبقهٔ دهم می‌رود. جرم شخص ۷۰kg است و یک کوله‌پشتی به جرم ۵kg بر دوش دارد. آسانسور بین طبقات پنجم تا هفتم مسافت ۶m را در مدت ۲ ثانیه با سرعت ثابت طی می‌کند. در این ۲ ثانیه کار نیرویی که آسانسور به شخص وارد می‌کند، چند ژول است؟ $(g = 10\,N/kg)$ (تجربی داخل ۹۷)

۱) صفر ۲) ۳۶۰۰ ۳) ۴۲۰۰ ۴) ۴۵۰۰

پاسخ

$$W_t = K_2 - K_1 \xrightarrow[(mg\cos\theta)d]{v_1=v_2} W_t = 0$$

$$W_t = W_{F_N} + W_{mg} \xrightarrow[g=10\,N/kg,\ \theta=180^\circ,\ d=6m]{W_t=0,\ m=75kg}$$

$$0 = W_{F_N} + [(75)(10)\cos180^\circ](6) \Rightarrow W_{F_N} = 4500\,J$$

(گزینهٔ ۴)

www.Gajmarket.com

۱۹ـ کار و انرژی پتانسیل (۱)

باطری قسمت ۱۳ انرژی جنبشی به حرکت یک جسم وابسته است.
انرژی پتانسیل بر خلاف انرژی جنبشی، ویژگی یک سامانه است. تا ویژگی یک جسم منفرد. یعنی انرژی پتانسیل به مکان اجسام یک سامانه نسبت به یکدیگر بستگی دارد.
تبدیل انرژی: وقتی انرژی پتانسیل کاهش می‌یابد به شکل‌های دیگری از انرژی تبدیل می‌شود. حالا بریم سراغ انواع انرژی پتانسیل:

الف) انرژی پتانسیل گرانشی

در شکل مقابل، وقتی شخصی به درون استخر شیرجه می‌زند، انرژی پتانسیل سامانهٔ شخص ـ زمین به تدریج به انرژی جنبشی شخص تبدیل می‌شود و شخص با تندی نسبتاً زیادی با سطح آب برخورد می‌کند.

رابطه

$$U = mgh$$

U: انرژی پتانسیل گرانشی (J) — m: جرم جسم (kg)
g: شتاب گرانشی زمین (m/s^2) — h: ارتفاع (m)

تغییر انرژی پتانسیل گرانشی، رابطه

$$\Delta U = U_2 - U_1 = mg(h_2 - h_1)$$

کار نیروی وزن، رابطه

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

W_{mg}: کار نیروی وزن (J) — ΔU: تغییر انرژی پتانسیل گرانشی (J)

نکته کار نیروی وزن (W_{mg}) و تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی (ΔU) به مسیر بستگی ندارد (مثل انرژی جنبشی) و برای هر مسیر دلخواهی برقرار است.

نکته انرژی پتانسیل گرانشی به انتخاب مبدأ پتانسیل بستگی دارد. ولی تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی به انتخاب مبدأ پتانسیل بستگی ندارد.

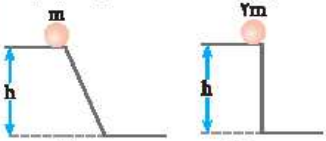
جسم رو به پایین حرکت کند $\Leftarrow$ h کاهش می‌یابد $\Leftarrow$ $W_{mg} > 0$ ، $\Delta U < 0$
جسم رو به بالا حرکت کند $\Leftarrow$ h افزایش می‌یابد $\Leftarrow$ $W_{mg} < 0$ ، $\Delta U > 0$

باطری قسمت ۱۴ اونجام کار نیروی وزن داشتیم: $W_{mg} = (mg\cos\theta)d$
یه تکهٔ طلایی، اگه نیروی اصطکاک وجود نداشته باشه، در صورتی که جسم رها بشه تندی در پایین هر ارتفاعی به جرم بستگی نداره و از رابطهٔ مقابل به‌دست میاد: $v = \sqrt{2gh}$

www.GajmarKet.com

مثال

در شکل‌های زیر دو توپ از حالت سکون رها می‌شوند. اگر برای شکل‌های (۱) و (۲) به ترتیب تندی هنگام رسیدن به سطح زمین را با v_1 و v_2، مقدار انرژی جنبشی توپ‌ها هنگام رسیدن به زمین را با K_1 و K_2 و مقدار کار نیروی وزن هنگام جابه‌جایی را با W_{mg_1} و W_{mg_2} نشان دهیم، کدام گزینه صحیح است؟ (از اصطکاک صرف‌نظر شود.)



۱) $W_{mg_2} < W_{mg_1}$ ، $K_2 < K_1$ ، $v_1 < v_2$

۲) $W_{mg_2} > W_{mg_1}$ ، $K_2 > K_1$ ، $v_1 < v_2$

۳) $W_{mg_2} < W_{mg_1}$ ، $K_2 < K_1$ ، $v_1 = v_2$

۴) $W_{mg_2} > W_{mg_1}$ ، $K_2 > K_1$ ، $v_1 = v_2$

حل سطح بدون اصطکاک است.

v: طبق نکتهٔ طلایی، تندی (v) رهایی به جرم (m) نداره و به ارتفاع بستگی داره:

$$v = \sqrt{2gh} \xrightarrow{\text{یکسان}} v_1 = v_2$$

K: طبق رابطهٔ زیر، چون تندی‌ها برابر است، هر کدام که جرم بیش‌تری دارد، دارای انرژی جنبشی بیش‌تری است:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \xrightarrow[\text{یکسان}]{m_2 > m_1} K_2 > K_1$$

W_{mg}:

$$W_{mg} = (mg\cos\theta)d \xrightarrow[\text{یکسان}]{m_2 > m_1} W_{mg_2} > W_{mg_1}$$

ΔU: این را دل خودم بررسی می‌کنم:

$$\Delta U = -W_{mg} \xrightarrow{W_{mg_2} > W_{mg_1}} \Delta U_2 < \Delta U_1$$

پس گزینهٔ (۴) صحیح است.

www.Gajmarket.com

۲۰ـ کار و انرژی پتانسیل (۲)

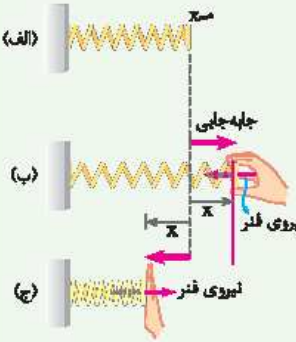
ب) انرژی پتانسیل کشسانی

مطابق شکل زیر، هنگامی که فنری را توسط جسمی فشرده و رها می‌کنیم، انرژی پتانسیل کشسانی ساماندهٔ جسم ـ فنر به انرژی جنبشی جسم تبدیل می‌شود و با تندی زیاد پرتاب می‌شود.

اما چرا این‌طور؟

۱ در شکل (الف)، فنر در وضعیت تعادلش قرار دارد ($x = 0$).

۲ با کشیدن یا فشردن فنر به اندازهٔ x از مکان تعادلش، نیرویی در خلاف جهت جابه‌جایی به دست شخص وارد می‌شود (شکل‌های (ب) و (ج)).

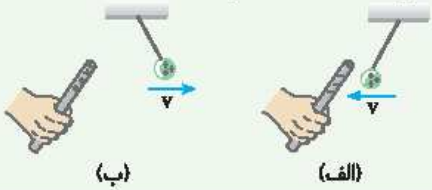


رابطه

$$W_{\text{فنر}} = -\Delta U_{\text{کشسانی}}$$

ج) انرژی پتانسیل الکتریکی

مطابق شکل زیر، وقتی یک جسم باردار را به جسم باردار دیگر نزدیک می‌کنیم، بسته به نوع بار، اجسام یکدیگر را می‌ربایند (شکل الف) یا می‌رانند (شکل ب). تو این حالت بازم تغییر انرژی رخ میده که دیگه نمی‌گم.



www.Gajmarket.com

تست

مطابق شکل زیر، جسمی به جرم ۳۰۰g با تندی ۸m/s به فنری برخورد کرده و آن را فشرده می‌کند. اگر بیش‌ترین انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره‌شده ۸/۲ ژول باشد، کار نیروی فنر و کار نیروی اصطکاک به ترتیب از راست به چپ در SI کدام است؟

۱) $-۸/۲$ ، $-۱/۴$
۲) $+۸/۲$ ، $-۱/۴$
۳) -۸۲ ، $+۱/۴$
۴) $+۸۲$ ، $+۱/۴$

پاسخ

$$W_{\text{فنر}} = -\Delta U \xrightarrow[U_1=0]{U_2=8/2J} W_{\text{فنر}} = -(8/2 - 0) = -8/2J$$

$$W_t = K_2 - K_1 \xrightarrow[m=300g\,,\,v_1=8m/s]{W_{\text{فنر}}=-8/2J} -8/2 + W_{f_k} = -\frac{1}{2}(300\times10^{-3})(8)^2 \Rightarrow W_{f_k} = -1/4J$$

(گزینهٔ ۱)

تست

در شکل زیر جسمی به جرم ۳kg از نقطهٔ A رها شده و در مسیری بدون اصطکاک در نقطهٔ B فنری را کاملاً فشرده می‌سازد. حداکثر انرژی پتانسیل کشسانی در فنر چند ژول است؟ ($g = 10m/s^2$)

۱) -۱۵
۲) $+۱۵$
۳) -۱۵۰
۴) $+۱۵۰$

پاسخ

$$W_t = \Delta K$$

$$\Rightarrow W_{mg} = -W_{\text{فنر}} \Rightarrow -\Delta U_{\text{گرانشی}} = +\Delta U_{\text{فنر}}$$

$$\Rightarrow -mg(h_B - h_A) = U_{e_2} - U_{e_1} \xrightarrow[h_A=30m\,,\,h_B=25m]{m=3kg\,,\,g=10m/s^2} -(3)(10)(25-30) = U_{e_2} \Rightarrow U_{e_2} = +150J$$

(گزینهٔ ۴)

www.Gajmarket.com

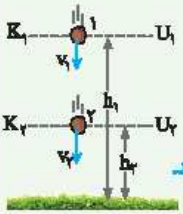
۲۱ ـ انرژی مکانیکی

مجموع انرژی‌های پتانسیل و جنبشی هر جسم.

رابطه $E = K + U$

E: انرژی مکانیکی (J)، K: انرژی جنبشی (J)، U: انرژی پتانسیل (J)

پایستگی انرژی مکانیکی



اگر اتلاف انرژی نداشته باشیم، انرژی مکانیکی جسم در نقاط مختلف مسیر حرکت با هم برابر است.

رابطه $E_1 = E_2 \Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2$

نکته رابطهٔ بالا را اصل پایستگی انرژی مکانیکی می‌نامند.

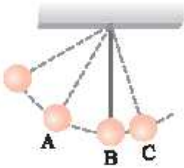
نکته این رابطه برای شرایطی است که نیروهایی مانند اصطکاک و مقاومت هوا را بتوان نادیده گرفت.

به تکتهٔ طلایی: در نبود مقاومت هوا ارتفاع اوج از رابطهٔ مقابل به‌دست می‌آید: $h_0 = \frac{v_0^2}{2g}$

www.GajmarKet.com

تست

در شکل مقابل، آونگی در حال نوسان است. اگر نقطهٔ B، مبدأ انرژی پتانسیل در نظر گرفته شود، چند مورد از موارد زیر صحیح است؟



الف) در نقطهٔ A، آونگ دارای انرژی جنبشی و پتانسیل است.
ب) در نقطهٔ B، آونگ دارای انرژی پتانسیل است.
ج) انرژی جنبشی در نقطهٔ C کم‌تر از نقطهٔ A است.
د) تندی آونگ در نقطهٔ B، کمینه است.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

پاسخ الف) صحیح

ب) غلط ـ چون B مبدأ پتانسیل است ⇐ $U_B = 0$

ج) غلط ـ چون ارتفاع در A بیش‌تر از C هست، پس در A تندی کم‌تری دارد ⇐ در A انرژی جنبشی کم‌تری دارد.

د) غلط ـ در نقطهٔ B تمام انرژی پتانسیل به انرژی جنبشی تبدیل شده است. $K_B = K_{max} \Rightarrow v_B = v_{max}$

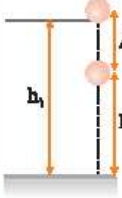
پس گزینهٔ (۴) صحیح است.

مسئله

گلوله‌ای بدون سرعت اولیه از ارتفاع h_1 رها می‌شود و پس از طی Δh، انرژی جنبشی آن با $\frac{1}{9}$ انرژی پتانسیل گرانشی آن برابر می‌شود. $\frac{\Delta h}{h_1}$ چقدر است؟ (مبدأ پتانسیل سطح زمین است و مقاومت هوا ناچیز فرض می‌شود.) (پرسش داخل ۹۷)

۱) $\frac{1}{5}$ ۲) $\frac{1}{4}$ ۳) $\frac{3}{4}$ ۴) $\frac{4}{5}$

حل



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

$$K_2 = \frac{1}{4}U_2 \text{ ؛ خودش گفته} \xrightarrow{mgh} U_1 = \frac{1}{4}U_2 + U_2 = \frac{5}{4}U_2$$

$$\Rightarrow mgh_1 = \frac{5}{4}mgh_2 \Rightarrow h_1 = \frac{5}{4}h_2$$

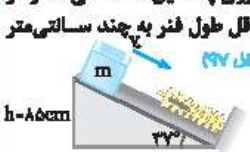
$$\Delta h = h_1 - h_2 = \frac{5}{4}h_2 - h_2 = \frac{1}{4}h_2 \,,\ \frac{\Delta h}{h_1} = \frac{\frac{1}{4}h_2}{\frac{5}{4}h_2} = \frac{1}{5}$$

(گزینهٔ ۱)

مسئله

در شکل زیر، وزنه‌ای به جرم m با سرعت اولیهٔ $v_0 = 4m/s$ مماس با سطح بدون اصطکاک، رو به پایین پرتاب می‌شود. اگر بیش‌ترین انرژی پتانسیل کشسانی فنر در این برخورد ۱/۸ انرژی جنبشی اولیهٔ وزنه باشد، حداقل طول فنر به چند سانتی‌متر می‌رسد؟ $(\sin 37^\circ = 0/6 \,,\ g = 10m/s^2)$ (پرسش داخل ۹۷)

۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) ۳۰ ۴) ۳۵



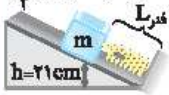
حل

وقتی طول فنر به حداقل می‌رسد که انرژی پتانسیل کشسانی بیشینه باشد.

$$E_0 = E_1 \Rightarrow K_0 + U_0 = K_1 + U_1 + U_{e_{max}} \xrightarrow{U_{e_{max}} = 1/8K_0}$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + mgh_0 = mgh_1 + 1/8 \times \frac{1}{2}mv_0^2 \xrightarrow[g=10m/s^2]{v_0=4m/s \,,\ h_0=85cm}$$

$$\left(\frac{1}{2}\right)(4)^2 + (10)(85 \times 10^{-2}) = (10)h_1 + (1/8)\left(\frac{1}{2}\right)(4)^2 \Rightarrow h_1 = 0/21m = 21cm$$



$$\sin 37^\circ = \frac{21}{L_{فنر}} \Rightarrow L_{فنر} = 35cm$$

(گزینهٔ ۴)

www.Gajmarket.com

۲۳ ـ کار و انرژی درونی

انرژی درونی

مجموع انرژی‌های ذره‌های تشکیل‌دهندهٔ جسم است.

۱) معمولاً با گرم‌تر شدن یک جسم، انرژی درونی آن بیش‌تر می‌شود.

۲) انرژی درونی یک جسم، هم به تعداد ذرات جسم و هم به انرژی هر ذره بستگی دارد.

۳) انرژی درونی تلف نمی‌شود، اما چون نمی‌توان دوباره از آن استفاده کرد، معمولاً از اصطلاح تلف شدن استفاده می‌کنند.

کار و انرژی درونی

اگر در طول مسیر، نیروهای اتلافی (مثلاً اصطکاک و مقاومت هوا) داشته باشیم:

رابطه $W_f = E_2 - E_1$

W_f : کار نیروهای اتلافی (J)، E_2 ، E_1 : انرژی مکانیکی وضعیت اول و دوم (J)

نکته ۱) با حضور نیروهای اتلافی، انرژی مکانیکی جسم یا سامانه پایسته نمی‌ماند و تغییر می‌کند ($E_1 \neq E_2$). ۲) کاهش انرژی مکانیکی، به‌صورت افزایش انرژی درونی جسم و محیط اطراف آن درمی‌آید.

قانون پایستگی انرژی

در یک سامانهٔ منزوی، مجموع کل انرژی‌ها پایسته می‌ماند.

به عبارت دیگر، انرژی را نمی‌توان خلق یا نابود کرد و تنها می‌توان آن را از یک شکل به شکل دیگر تبدیل کرد.

www.Gajmarket.com

مثال

شکل زیر قطعه‌ای به جرم ۲۰۰g را نشان می‌دهد که روی مسیری ناصاف از نقطهٔ A به طرف نقطهٔ B در حرکت است. اگر تندی قطعه هنگام رسیدن آن به نقطهٔ B برابر ۸m/s باشد، چقدر از انرژی جنبشی قطعه به انرژی درونی قطعه و سطح تبدیل شده است؟ ۱۲m/s

حل

$$W_f = \underbrace{E_B}_{K+U} - E_A = (\underbrace{K_B}_{\frac{1}{2}mv^2} + U_B) - (K_A + U_A) = \frac{1}{2}m(v_B^2 - v_A^2)$$

$$\xrightarrow[v_A = 12\,m/s]{v_B = 8\,m/s\ ,\ m = 200\,g} W_f = \frac{1}{2}(200\times10^{-3})(8^2 - 12^2) = -8\,J$$

تست

گلوله‌ای به جرم ۲۰۰g با سرعت اولیهٔ ۳۰m/s در راستای قائم، رو به بالا پرتاب می‌شود. مقاومت هوا باعث می‌شود ۱۰J از انرژی گلوله تا رسیدن به نقطهٔ اوج تلف شود. اگر مقاومت هوا وجود نمی‌داشت، گلوله چند متر بالاتر می‌رفت؟ $(g = 10m/s^2)$ (تجربی داخل ۹۷)

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

پاسخ

$$W_f = \overbrace{E_2}^{K+U} - E_1 \Rightarrow W_f = (\cancel{K_2}^{\circ} + \overbrace{U_2}^{mgh}) - (\overbrace{K_1}^{\frac{1}{2}mv^2} + \cancel{U_1}^{\circ})$$

$$\xrightarrow[g=10m/s^2 \, , \, v=30m/s]{W_f=-10J \, , \, m=200g}$$

$$-10 = (0 + (200\times10^{-3})(10)h_2) - (\frac{1}{2}(200\times10^{-3})(30)^2 + 0) \Rightarrow h_2 = 40m$$

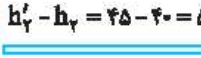
اگر مقاومت هوا نبود: ارتفاع اوج: $h_2' = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{(30)^2}{2(10)} = 45m$

$$h_2' - h_2 = 45 - 40 = 5m$$

(گزینهٔ ۱)

تست

مطابق شکل زیر، توپی به جرم ۵۰۰g با تندی ۱۰m/s از نقطهٔ A شروع به حرکت می‌کند. اگر هنگامی‌که توپ به نقطهٔ B می‌رسد ۲۰ درصد انرژی آن به انرژی درونی تبدیل شده باشد، تغییر انرژی درونی توپ و سطح در حین جابه‌جایی در SI چقدر است؟



۱) -۲۰ ۲) -۵ ۳) ۲۰ ۴) ۵

پاسخ

$$E_A = K_A + \cancel{U_A}^{\circ} = \frac{1}{2}mv_A^2 = \frac{1}{2}(\frac{5}{10})(10)^2 = 25J$$

$\frac{20}{100}$ انرژی کل، صرف انرژی درونی شده. پس با $\frac{80}{100}$ انرژی رسیده به نقطهٔ B:

خودش گفته: $E_B = \frac{80}{100}E_A = \frac{80}{100}(25) = 20J$

تغییر انرژی درونی $= E_A - E_B = 25 - 20 = 5J$

(گزینهٔ ۴)

اگه جواب منفی در کنکور برو کلیدترین نکته صفحهٔ مقابل دوباره بخون.

www.Gajmarket.com

۲۴ ـ توان و بازده

توان

همون آهنگ انجام کاره.

رابطه

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

$\bar{P}$: توان متوسط (W)، W: کار انجام‌شده (J)، Δt: زمان انجام کار (s)

هم‌ارزی‌ها

$$1W=1J/s=1kg.m^2/s^3$$

یادآوری قسمت ۵ گفتیم آهنگ یعنی نسبت کمیتی به زمان.

نوع کمیت: توان کمیتی **نردهای** است.

نکته یکای قدیمی توان اسب بخار است. $1hp = 746W$

بازده

۱ هر سامانه بخشی از انرژی ورودی (انرژی مصرفی سامانه) را به انرژی مورد نظر (انرژی خروجی یا کار مفید) تبدیل می‌کند.

۲ بخش دیگری را به‌صورت انرژی‌های ناخواسته (کار غیرمفید) در می‌آورد.

رابطه

$$\text{بازده بر حسب درصد}=\frac{\text{انرژی خروجی}}{\text{انرژی ورودی}}\times 100$$

مثال

شخصی به جرم $72kg$ در مدت زمان $90s$ از تعداد ۵۰ پله که ارتفاع هر پله $30cm$ است، بالا می‌رود. توان متوسط مفید او چند وات است؟

حل

$$h=ny \xrightarrow[y=30cm]{n=50\ \text{پله}} h=50\times 30=1500cm=15m$$

$$\bar{P}=\frac{\overbrace{W}^{mgh}}{t}=\frac{mgh}{t} \xrightarrow[h=15m\ ,\ t=90s]{m=72kg\ ,\ g=10N/kg} \bar{P}=\frac{(72)(10)(15)}{90}=120W$$

www.Gajmarket.com

مثال

هر یک از دو موتور جت هواپیمای مسافربری، پیشرانه‌ای (نیروی جلوبر هواپیما) برابر $۴\times۱۰^۵\,N$ ایجاد می‌کند. اگر هواپیما در هر دقیقه ۱۵km در امتداد این نیرو حرکت کند، توان متوسط هر یک از موتورهای هواپیما تقریباً چند اسب بخار است؟ $(۱hp = ۷۴۶W)$ (برگرفته از کتاب درسی)

حل

$$W = (F\cos\theta)d \xrightarrow[d=۱۵km\ ,\ \theta=۰^\circ]{F=۴\times۱۰^۵N} W = (۴\times۱۰^۵\times\cos۰^\circ)(۱۵\times۱۰^۳) = ۶۰\times۱۰^۸\,J$$

فقط باید زمان رو به ثانیه تبدیل کنیم:

$$\overline{P} = \frac{W}{t} = \frac{۶۰\times۱۰^۸}{۱\times۶۰} = ۱۰^۸\,W\left(\frac{۱hp}{۷۴۶W}\right) \simeq ۱/۳۴\times۱۰^۵\,hp$$

مثال

آب ذخیره‌شده در پشت سد یک نیروگاه برق آبی، از ارتفاع ۲۵۰ متری روی پره‌های توربینی می‌ریزد و آن را می‌چرخاند. اگر بازده توربین ۶۰ درصد و بازده ژنراتور ۷۵ درصد باشد، در هر ثانیه چند متر مکعب آب باید روی توربین بریزد، تا توان الکتریکی تولیدی نیروگاه ۹۰MW باشد؟ (از مقاومت هوا صرف‌نظر شود.) $(g = ۱۰m/s^۲ ,\ \rho_{آب} = ۱۰^۳kg/m^۳)$ (برگرفته از کتاب درسی)

حل

$$P_{خروجی} = P_{ورودی}(Ra_{توربین}\times Ra_{ژنراتور}) \xrightarrow[Ra_{ژنراتور}=٪۷۵]{P_{خروجی}=۹۰MW\ ,\ Ra_{توربین}=٪۶۰} ۹۰\times۱۰^۶ = P_{ورودی}(۰/۶\times۰/۷۵) \Rightarrow P_{ورودی} = ۲\times۱۰^۸\,W$$

$$P_{ورودی} = \frac{\overbrace{E}^{mg|\Delta h|}_{ورودی}}{t} \xrightarrow[\Delta h=۲۵۰m\ ,\ t=۱s]{P_{ورودی}=۲\times۱۰^۸W\ ,\ g=۱۰m/s^۲} ۲\times۱۰^۸ = \frac{m(۱۰)(۲۵۰)}{۱} \Rightarrow m = ۸\times۱۰^۴kg$$

$$\rho = \frac{m}{V} \xrightarrow[m=۸\times۱۰^۴kg]{\rho=۱۰^۳kg/m^۳} ۱۰^۳ = \frac{۸\times۱۰^۴}{V} \Rightarrow V = ۸۰m^۳$$

www.Gajmarket.com