فصل سوم: کار، انرژی و توان

((من روی صندلی در دفتر ثبت اختراعات در برن نشسته بودم که ناگهان و به یکباره این فکر به مغزم راه یافت: اگر کسی سقوط آزاد کند، او وزن خود را احساس نمی کند. من از جا پریدم. این فکر ساده اثر عمیقی بر من گذاشت و مرا به سوی ارایه قضیه‌ی جاذبه وادار کرد)).

آلبرت انیشتین

❖ ۳-۱ انرژی جنبشی:

انرژی که اجسام تنها به سبب داشتن سرعت (حرکت داشتن جسم) دارا میباشد را انرژی جنبشی گویند. هنگامیکه جسم ساکن است انرژی جنبشی آن صفر و هر چه سرعت حرکت جسم بیشتر باشد انرژی جنبشی آن بیشتر است. اگر جسمی به جرم m با سرعت(تندی)V در حال حرکت باشد انرژی جنبشی آن از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید:

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

یکای جرم و سرعت در SI به ترتیب kg و m/s است. لذا واحد انرژی $\frac{kg.m^2}{s^2}$ است که به اختصار به آن ژول می‌گویند.

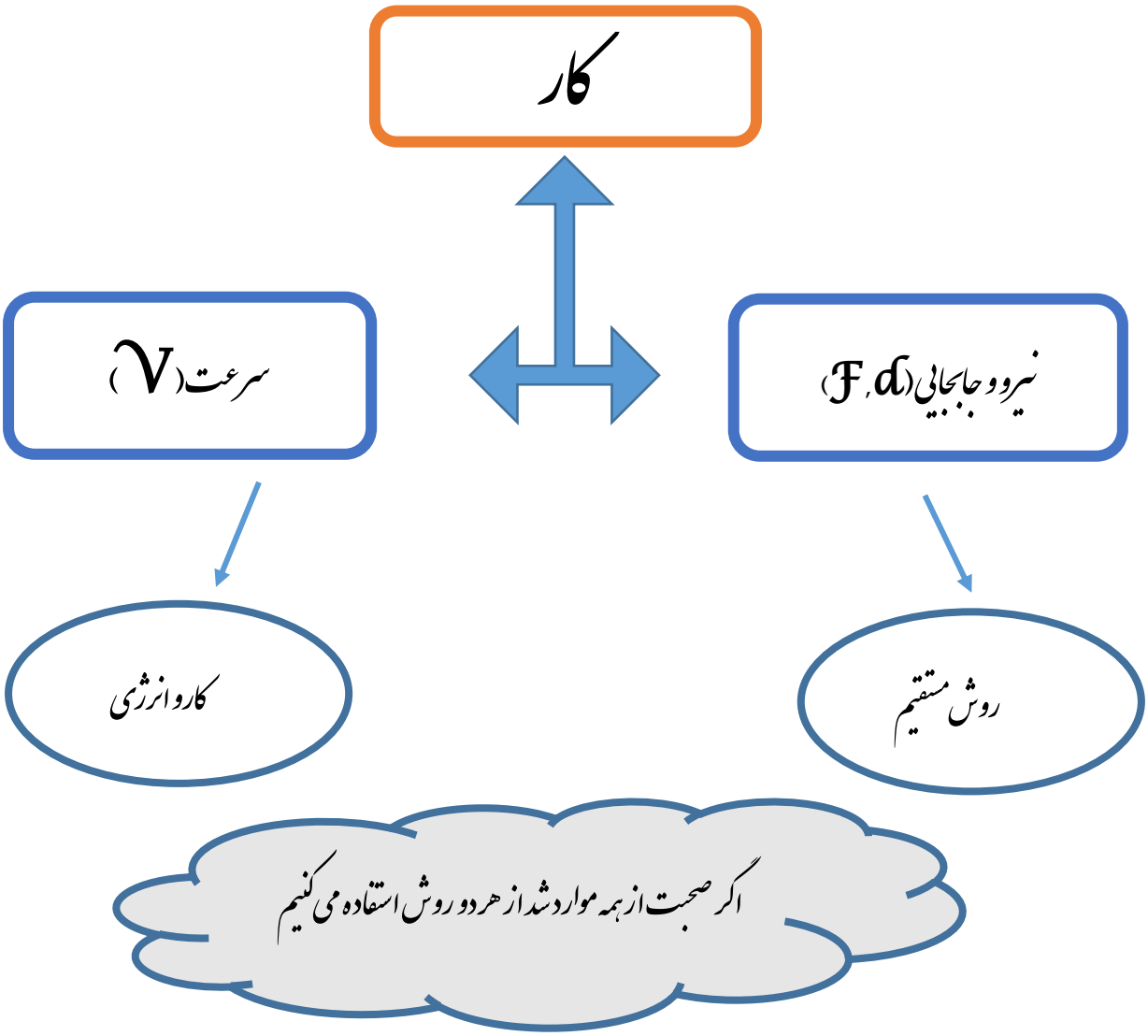
> ✓ **نکته‌ی ۱:**
>
> **انرژی جنبشی کمیتی نرده‌ای(فقط دارای مقدار) و مثبت است و فقط به تندی و جرم جسم بستگی داشته و به جهت حرکت جسم بستگی ندارد.**

مثال۱: جسمی به جسم ۵۰ کیلوگرم با سرعت ۵۴ کیلومتر بر ساعت در حال حرکت است. انرژی جنبشی جسم را بیابید.

مثال۲: ماهواره‌ای با تندی ۲/۸۴ کیلومتر بر ثانیه به دور زمین میگردد. اگر جرم ماهواره ۲۲۴ کیلوگرم باشد انرژی جنبشی این ماهواره را بیابید.

❖ ۳-۲ مفهوم کار:

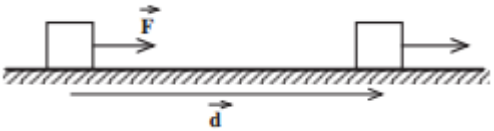
به مقدار انرژی که تحت یک نیروی در حال اثر طی یک فاصله انتقال پیدا می‌کند گفته می‌شود. لذا کار در بیان ساده مقدار انرژی است که توسط یک نیرو باعث جابجایی جسم خاصی می‌شود. برای بدست آوردن کار در یک مسئله دو راه کلی وجود دارد. اگر در صورت سوال از مفاهیمی مانند نیرو و جابجایی سخن آورده شد روش مستقیم بهترین روش برای بدست آوردن کار است. اما اگر از سرعت در صورت سوال سخن آورده شد استفاده از قضیه کار و انرژی برای حل سوال کارآمد است. در مواردی که هم سرعت و هم نیرو و جابجایی مطرح میشود نیاز به تلفیق این دو روش با هم داریم.



➢ **روش مستقیم برای بدست آوردن کار در یک جابجایی:**

(I)

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



که در آن θ زاویه بین نیروی وارد شده و جابجایی است.

✓ **نکته‌ی ۲:**

در سه حالت کار انجام شده در یک حرکت صفر است:

۱) نیرویی به جسم وارد نشود.

۲) نیروی وارد شده نتواند جسم را جابجا کند.

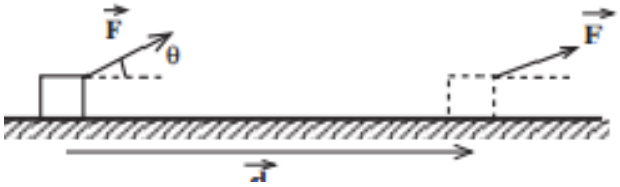
۳) راستای نیروی وارد شده بر راستای جابجایی عمود باشد یعنی زاویه‌ی θ نود درجه باشد.

مثال۳: اگر به جسم ۲ کیلویی نیروی ۱۰ نیوتن وارد شود و آن را ۳ متر جابجا کند چه میزان کار انجام شده است؟

مثال۴: جسمی ۲ کیلوگرمی را از سطح زمین به ارتفاع ۱۰ متری بالا می‌بریم. کار نیروی وزن را محاسبه کنید.

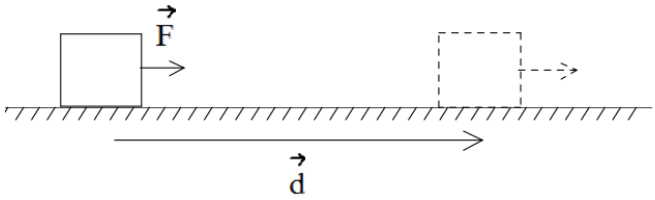
✓ نکته‌ی ۳:

اگر نیرو با راستای جابجایی زاویه‌ی θ *بسازد. نیروی وارد شده را در راستای جابجایی تصویر میکنیم و سپس قوانین نیوتن را برای سیستم می‌نویسیم*

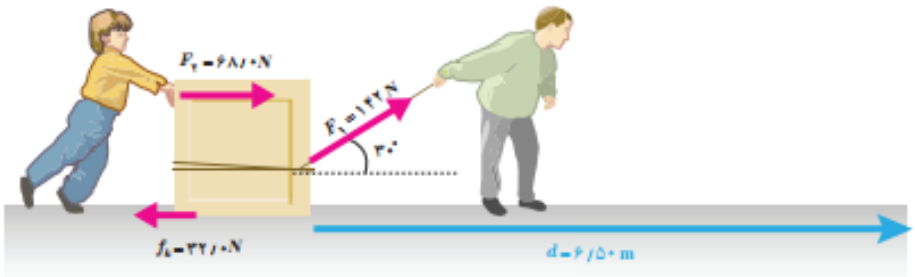


$$W_F = Fd\cos(\theta)$$

مثال۵: کار برآیند نیروهای وارد درر شکل زیر را به صورت پارامتری بیابید.



مثال۶: در شکل زیر کار برآیند را بیابید.



❖ ۳-۳ قضیه کار و انرژی:

کار برآیند انجام شده در یک جسم برابر است با تغییر در انرژی جسم. یا به عبارتی کار برآیند نیروهای وارد بر یک جسم در یک جابجایی برابر است با تغییر در انرژی جنبشی جسم در آن جابجایی.

$$F = ma$$

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

$$W = Fd$$

$$V_2^2 - V_1^2 = 2ad \longrightarrow a = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2d}$$

$$F = m\left(\frac{V_2^2 - V_1^2}{2d}\right)$$

$$W = m\left(\frac{V_2^2 - V_1^2}{2d}\right)d = K_2 - K_1$$

$$\boxed{W = \Delta k = k_2 - k_1}$$

(۲)

✓ **نکته‌ی ۴:**

در قضیه‌ی کار و انرژی W نشانگر کار برآیند در کل مسیر است.

مثال۷: گلوله‌ای با سرعت ۱۰ متر بر ثانیه از دهانه‌ی تفنگی خارج شده و با تنه‌ی درختی برخورد کرده و در آن فرومی‌رود. میزان کار انجام شده در این حرکت را با فرض اینکه جرم گلوله ۳ کیلوگرم باشد را بیابید.

مثال۸: گلوله‌ای با جرم ۲۴ گرم با سرعت ۵۰۰ متر بر ثانیه وارد تنه‌ی درختی می‌شود. اگر گلوله به میزان ۱۲ سانتی‌متر وارد تنه‌ی درخت شود، نیرویی را که تنه‌ی درخت به گلوله وارد می‌کند چند نیوتن است؟

مثال۹: جسمی به جرم ۲۰ کیلوگرم از حال سکون با شتاب ثابت به حرکت درمی‌آید و پس از طی ۱۰ متر سرعت آن به ۳۶ کیلومتر بر ساعت می‌رسد. برآیند نیروهای وارد بر جسم چند نیوتن است؟

۱) ۱۰۰ ۲) ۱۲۹۶۰ ۳) ۱۰۰۰ ۴) ۳۶۰

مثال۱۰: اتومبیلی به جرم یک تن با سرعت ۷۲ کیلومتر بر ساعت در حرکت است. در اثر ایراد موتور خاموش می‌شود و بعد از مدتی اتومبیل متوقف می‌شود. مقدار کار نیروی اصطکاک در این جابجایی برابر چند مگاژول است؟

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۳ ۳) ۰/۲ ۴) ۰/۴

مثال۱۱: اتومبیلی به جرم ۵۰۰ کیلوگرم با سرعت ۳۳ متر بر ثانیه ناگهان ترمز میزند. کار نیروی اصطکاک را بیابید.

❖ ۳-۴ انرژی پتانسیل:

انرژی یک جسم به علت ارتفاعش از سطح زمین داراست. به بیان دیگر انرژی پتانسیل یک جسم نسبت به زمین مقدار کاریست که انجام میدهیم تا جسم را با سرعت ثابت به آن ارتفاع مشخص برسانیم.

$$W = mgh\cos(0) = mgh = U \qquad (۳)$$

✓ **نکته‌ی ۵:**

به همین ترتیب انرژی کشسانی را نیز میتوان کار انجام شده برای فشرده یا کشیدن یک فنر از وضع آزاد آن با سرعت ثابت تعریف کرد. همچنین کاری که برای نزدیک کردن دو بار همنام و یا دور کردن دوبار همنام به یکدیگر انجام میشود به صورت انرژی پتانسیل الکتریکی در آنها ذخیره میشود.

مثال۱۲: جسمی را از سطح زمین به ارتفاع ۲ متر و سپس به ارتفاع ۴ متر می‌بریم. نسبت تغییر انرژی پتانسیل اولیه به ثانویه چقدر است؟

✓ **نکته‌ی ۶:**

کار نیروی وزن همان منفی تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی است. لذا داریم:

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

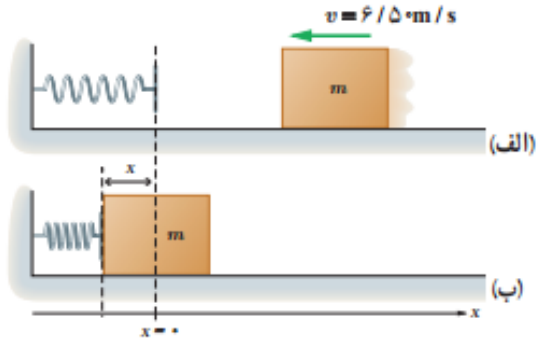
همچنین به یاد داشته باشیم این رابطه برای انرژی پتانسیل کشسانی نیز قابل استفاده است با این تفاوت که کار انجام شده، مربوط به کار انجام شده توسط فنر است.

مثال۱۳: جسمی به جرم $۴/۲\times۱۰^{۲}$ گرم مطابق شکل روبه‌رو با تندی ۶/۵ متر بر ثانیه به فنری برخورد می‌کند و آن را فشرده می‌کند.

الف) انرژی جنبشی جسم را در موقعیت شکل الف حساب کنید.

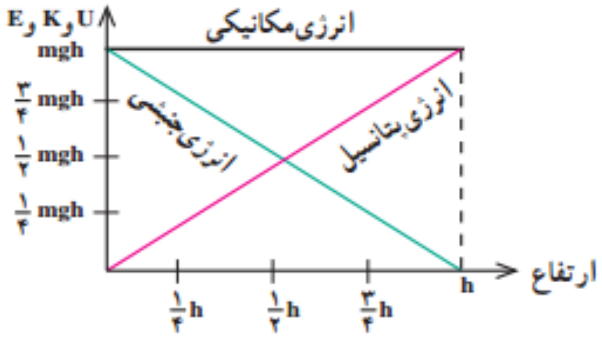
ب) اگر بیشترین انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در سامانه‌ی جسم-فنر ۵/۶ ژول باشد، کار نیرو فنر را بیابید.

ج)با استفاده از قضیه‌ی کار و انرژی جنبشی، کار نیروی اصطکاک وقتی جسم در موقعیت شکل الف بخ موقعیت شکل ب می‌رود را حساب کنید.



❖ ۳-۵ پایستگی انرژی مکانیکی:

به مجموع دو انرژی جنبشی و پتانسیل گرانشی اطلاق می‌شود. در حین یک حرکت فیزیکی همواره مقدار ثابتی دارد و این بدان معناست در طول حرکت انرژی جنبشی و پتانسیل گرانشی به یکدیگر تبدیل می‌شوند. در زمانیکه روی سطح هستیم شاهد بیشترین انرژی جنبشی و در نقطه‌ی اوج بیشترین پتانسیل گرانشی را شاهد هستیم.



$$E = K + U = const \rightarrow E_1 = E_2 \rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2$$

مثال۱۴: جسمی را از سطح زمین به ارتفاع ۲ متر و سپس به ارتفاع ۴ متر می‌بریم. نسبت تغییر انرژی پتانسیل اولیه به ثانویه چقدر است؟

مثال۱۵: جسمی را با سرعت اولیه ۱۰ متر بر ثانیه رو به بالا پرتاب می‌کنیم. نسبت انرژی پتانسیل در حداکثر ارتفاع به انرژی جنسی در لحظه‌ی پرتاب را بیابید.

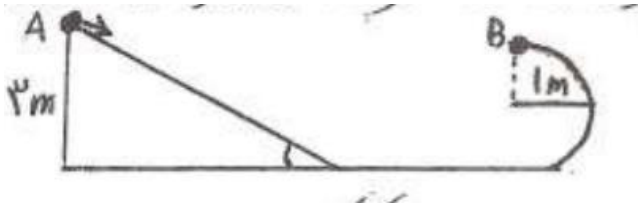
مثال۱۶: جسمی در شرایط خلا از ارتفاع h رها می‌گردد. در چه ارتفاعی انرژی جنبشی آن دو برابر انرژی پتانسیل آن خواهد شد؟

۱) $\frac{h}{2}$ ۲) $\frac{h}{3}$ ۳) $\frac{2h}{3}$ ۴) $\frac{h}{4}$

مثال۱۷: جسمی را از ارتفاع d رها می‌کنیم. سرعت جسم در نیمه‌ی راه نسبت به سرعت جسم وقتی $\frac{1}{3}$ مسیر را طی کرده است بیابید.

مثال۱۸: جسمی ۱ کیلویی با سرعت ۲ متر بر ثانیه در ارتفاع ۴ متری به طرف بالا پرتاب میشود. این جسم تا چه نقطه‌ای ارتفاع میگیرد؟ سرعت جسم هنگام برگشت به زمین چقدر است؟

مثال۱۹: گلوله‌ای را از نقطه‌ی A رها کرده‌ایم. با صرف نظر از اصطکاک سرعت آن را در نقطه‌ی B بدست آورید.



مثال۲۰: جسم A به جرم $۲kg$ از ارتفاع h_A و جسم B به جرم $۵kg$ از ارتفاع h_B و از حال سکون رها می‌شود. اگر انرژی جسم B در لحظه‌ی برخورد به زمین، ۴ برابر انرژی جنبشی جسم A در لحظه‌ی برخورد به زمین باشد، h_A چند برابر h_B است؟

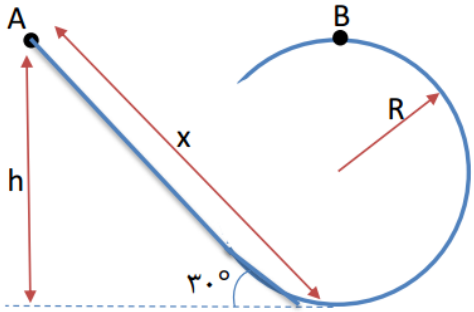
۱) $\frac{5}{8}$ ۲) $\frac{8}{5}$ ۳) $\frac{5}{2}$ ۴) $\frac{2}{5}$

مثال۲۱: اتومبیلی روی خط راست با سرعت ۱۵ متربرثانیه شروع به حرکت می‌کند. به دلیل نیروی اصطکاک سرعت آن پس از مدتی به ۱۰ متر بر ثانیه می‌رسد. اگر میزان جابجایی در این حرکت ۵ برابر جرم آن باشد، میزان نیروی اصطکاک وارد بر چرخ اتومبیل چند نیوتن است؟

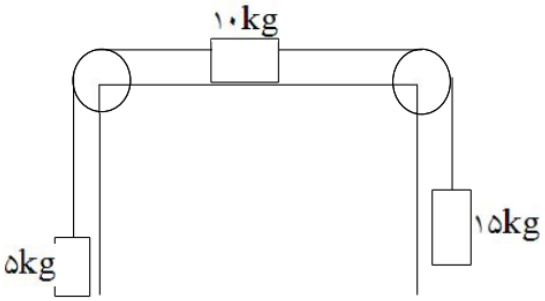
۱) ۲۲/۵ ۲) ۲۵ ۳) ۱۲/۵ ۴) ۱۰

مثال۲۲: مطابق شکل جسمی از نقطه‌ی A از حال سکون شروع به حرکت می‌کند و سرعت آن در نقطه‌ی B به $\sqrt{3Rg}$ می‌رسد. در این صورت طول x کدام است؟

۱) $۶R$ ۲) $۷R$ ۳) $۵R$ ۴) $۲R$



مثال۲۳: در شکل روبه‌رو با صرف نظر از کلیه‌ی اصطکاک‌ها اگر سیستم از حال سکون شروع به حرکت کند، پس از ۵۰ سانتی‌متر جابجا شدن، سرعت حرکت هر جسم چند متر بر ثانیه می‌شود؟($g=10m/s$)



۱) $\sqrt{\frac{5}{3}}$

۲) $\sqrt{\frac{15}{3}}$

۳) $\sqrt{\frac{20}{3}}$

۴) $\sqrt{\frac{10}{3}}$

✓ **نکته‌ی ۷:**

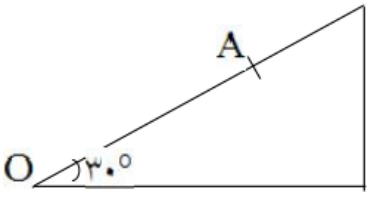
در شرایطی که سطح اصحکاک دارد و یا محیط مقاومت هوا دارد بخشی از انرژی مکانیکی به صورت انرژی درونی در جسم و یا سطح و هوا اتلاف میشود. در این حالت انرژی مکانیکی پایسته نیست.

$$E_2 - E_1 = W_f$$

در مواردی که با انرژی کشسانی و یا الکتریکی نیز سروکار داریم اگر همچنان اتلاف انرژی به هر دلیلی نداشته باشیم انرژی کل پایسته می‌ماند(قانون پایستگی انرژی برای تمامی انرژی‌ها یک مفهموم دارد).

مثال۲۴: از بالونی که در ارتفاع ۴۵ متری سطح زمین و با تندی ۴/۲ متر بر ثانیه در حال پرواز است، بسته‌ای به جرم ۲۵ کیلوگرم پرتاب می‌شود و با تندی ۲۳/۶ متر بر ثانیه به زمین برخورد می‌کند. کار انجام شده توسط نیروی مقاومت هوا بر روی بسته را از لحظه‌ی رها شدن تا هنگام رسیدن به سطح زمین را حساب کنید.

مثال۲۵: از پایین یک سطح شیب‌دار به زاویه‌ی ۳۰ درجه، جسمی به جرم ۱۰ کیلوگرم با سرعت ۱۰ متر بر ثانیه به طرف بالا پرتاب می‌شود. اگر جسم حداکثر تا نقطه‌ی A بالا برود، کار نیروی اصطکاک در مسیر OA چقدر است؟(OA=5m)



۱) ۳۰۰-

۲) ۷۵۰-

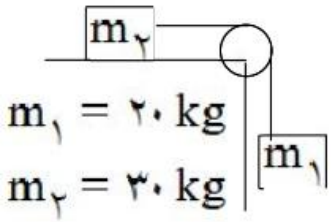
۳) ۲۵۰-

۴) ۵۰۰-

مثال۲۶: اتومبیلی به جرم ۱ تن با سرعت ۷۲ کیلومتر بر ساعت در حال حرکت است. در اثر ایرادی موتور خاموش و بعد از مدتی اتومبیل متوقف می‌شود، مقدار کار نیروی اصطکاک در این جابجایی برابر چند مگا ژول است؟

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۳ ۳) ۰/۲ ۴) ۰/۴

مثال۲۷: در شکل روبه‌رو، دستگاه از حال سکون شروع به حرکت می‌کند. اگر پس از طی مسافت ۲ متر، سرعت دستگاه به ۲ متر بر ثانیه برسد، کار نیروی اصطکاک در این حرکت چند ژول بوده است؟($g=10m/s$)



۱) -۱۰۰

۲) -۲۰۰

۳) -۲۵۰

۴) -۳۰۰

❖ ۳-۶ توان:

مقدار کار(انرژی) انجام شده در واحد زمان را توان می‌نامند. واحد آن ژول بر ثانیه است که به اختصار وات(W) نامیده می‌شود.

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

مثال ۲۸: جسمی در زمان ۱۰ ثانیه از سطح زمین به ارتفاع ۲ متری میرسد. جسمی دیگری با نصف وزن آن در همان مدت زمانی به ارتفاع ۱۰ متری میرد. توان جسم ۱ به ۲ چقدر است؟

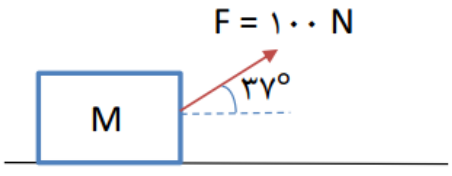
مثال۲۹: یک پمپ برقی در هر دقیقه ۱۲۰ کیلوگرم آب را از عمق ۲۰ متری چاهی بالا کشیده و با سرعت ۱۰ متر بر ثانیه داخل لوله‌ای می‌فرستد. توان پمپ چند وات است؟

✓ **نکته‌ی ۸:**

هر اسب بخار معادل ۷۴۶ وات است. $1hp = 746W$

مثال۳۰: جرم اتاقک بالابری به همراه بار آن ۵۰۰ کیلوگرم است. اگر این بالابر در مدت ۱۰ ثانیه از طبقه‌ی همکف به طبقه‌ی دوم در ارتفاع ۶/۲ متری برود، توان متوسط موتور این بالابر چند اسب بخار است؟ نیروی اتلافی را نادیده بگیرید.

مثال۳۱: نیروی $F=100N$ مطابق شکل زیر بر جسمی که روی سطح افقی قرار دارد اثر می‌کند و آن را از حال سکون در مدت ۴ ثانیه به میزان ۸ متر جابجا می‌کند. با صرف نظر از اصطکاک سطح و جسم متوسط توان مفید در این حرکت چند وات است؟



۱) ۸۰
۲) ۲۴۰
۳) ۱۶۰
۴) ۱۰۰

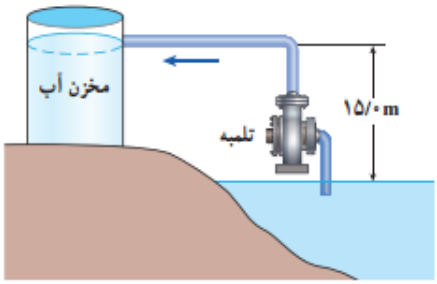
❖ ۳-۷ بازده:

مقدار کار خروجی یک دستگاه به انرژی ورودی نامیده میشود.

$$\text{بازده} = \frac{\text{کار خروجی}}{\text{انرژی ورودی}} \times ۱۰۰$$

مثال ۳۲: توان موتوری یک جسم ۱۲۰ کیلو وات است. اگر بازده‌ی این موتور ۸۰ درصد باشد چقدر زمان نیاز است تا جسم ۲۰۰ کیلویی را از سطح زمین تا ارتفاع ۱۰۰ متری بالا ببرد؟

مثال۳۳: تلمبه‌ای با توان ورودی ۱۵/۴ کیلو وات در هر ثانیه ۷۰ لیتر آب دریاچه‌ای به چگالی ۱×۱۰^{۳} کیلوگرم بر متر مکعب را مطابق شکل روبه‌رو تا ارتفاع ۱۵ متری مخزنی میفرستد. بازده‌ی تلمبه را بیابید.



مثال۳۴: یک بالابر الکتریکی با بازده‌ی ۸۰ درصد و توان الکتریکی ۲ کیلو وات وزنه‌ای به جرم ۲۰۰ کیلوگرم را در راستای قائم با سرعت ثابت بالا می‌برد. با چشم پوشی از اصطکاک، سرعت بالا بردن وزنه چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۱ ۲) ۰/۸ ۳) ۰/۵ ۴) ۰/۴

خلاصه فصل دوم (تعاریف)

انرژی جنبشی(K): انرژی که اجسام تنها به سبب داشتن سرعت (حرکت داشتن جسم) دارا میباشد را انرژی جنبشی گویند.

کار(W): به مقدار انرژی که تحت یک نیروی در حال اثر طی یک فاصله انتقال پیدا می‌کند گفته می‌شود.

قضیه کار و انرژی: کار برآیند انجام شده در یک جسم برابر است با تغییر در انرژی جسم. یا به عبارتی کار برآیند نیروهای وارد بر یک جسم در یک جابجایی برابر است با تغییر در انرژی جنبشی جسم در آن جابجایی.

انرژی پتانسل گرانشی(U): انرژی یک جسم به علت ارتفاعش از سطح زمین داراست.

انرژی مکانیکی(E): به مجموع دو انرژی جنبشی و پتانسیل گرانشی اطلاق می‌شود.

توان(P): مقدار کار(انرژی) انجام شده در واحد زمان را توان می‌نامند. واحد آن ژول بر ثانیه است که به اختصار وات(W) نامیده می‌شود.

بازده: مقدار کار خروجی(توان خروجی) یک دستگاه به انرژی ورودی(توان ورودی) نامیده میشود.

تمرین های تکمیلی فصل سوم

تمرین اول: جاهای خالی را پر کنید.

الف- کار نیروی به مسیر طی شده بستگی .....

ب- اگر مجموع نیروهای وارد بر جسمی صفر باشد آنگاه کار جسم.....می‌باشد.

ج- کار نیروی اصطکاک تفاضل بین .....و .....است.

د- برای افزایش توان یک جسم باید کار انجام شده در زمان.....انجام بگیرد.

ه- طبق قضیه‌ی کار و انرژی هر چه ارتفاع جسمی از سطح زمین بیشتر می‌شود انرژی.....کاهش و انرژی .....افزایش می‌یابد و انرژی مکانیکی .....می‌ماند.

تمرین دوم: تعریف کنید.

الف- توان

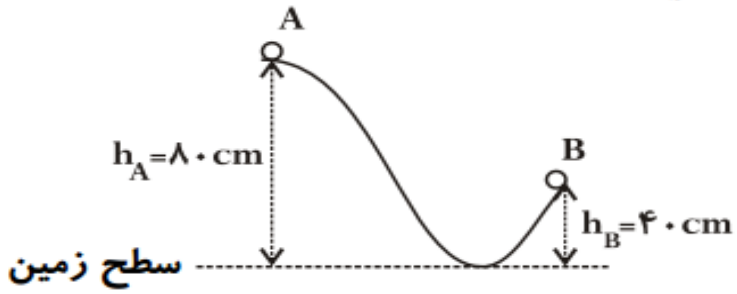
ب- قضیه‌ی کار و انرژی

ج- پاستگی انرژی مکانیکی

تمرین سوم: کار نیروی وزن را در برای یک جسم که در دورن یک نیم دایره از نقطه‌ی A در لبه‌ی بالایی آن رها میشود و به نقطه‌ی B که با سطح زاویه‌ی منفی ۳۰ درجه میسازد و همچنین نقطه‌ی C که با روی کف نیم دایره قرار دارد بیابید.

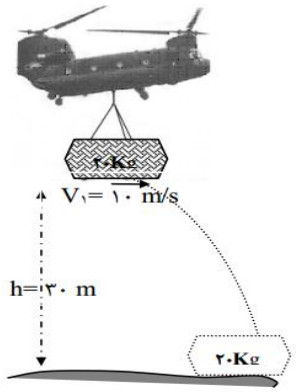
تمرین سوم: جسمی در یک نیم دایره از نقطه‌ی لبه‌ی بالایی رها شده و پس از چند رفت و برگشت در کمترین ارتفاع نیم دایره می‌ایستد. نسبت کار نیروی وزن به کار نیروی اصطکاک را بیابید.

تمرین چهارم: در شکل زیر، جسمی بخ جرم ۴۰۰ کیلوگرم از نقطه‌ی A در حال سکون رها شده و با سرعت ۲ متر بر ثانیه به نقطه‌ی B میرسد. اتلاف انرژ در طول مسیر چند ژول است؟



تمرین پنجم: جسمی به جرم ۵ کیلوگرم با سرعت ۲ متر بر ثانیه به فنری افقی برخورد می‌کند و حداکثر آن را ۱۰ سانتی متر فشرده می‌کند. اگر از اصطکاک صرف نظر شود ثابت فنر را بیابید.

تمرین ششم: از بالگردی که در ارتفاع ۳۰ متری از سطح زمین با سرعت ۱۰ متر بر ثانیه در حال پرواز است بسته‌ای به جرم ۲۰ کیلوگرم رها می‌شود و با سرعت ۱۲ متر بر ثانیه به زمین برخورد میکند. کار نیرویی مقاومت هوا بر روی بسته را بیابید.



تمرین هفتم: جسمی به جرم ۲ کیلوگرم درونی هلالی که یه سر آن دارای ارتفاع ۲ متری و سر دیگر آن دارای ارتفاع ۸۰ سانتی متر هست از ارتفاع ۲ متری رها می‌شود. اگر جسم در هنگام رسیدن به نقطه‌ی دیگر در ارتفاع ۸۰ سانتی متری سرعتی معادل ۳ متر بر ثانیه داشته باشد گرمای تولید شده در طول مسیر چند ژول است؟

تمرین هشتم: جسمی به جرم ۲ کیلوگرم از نقطه‌ای A در ارتفاع ۱ متری رها شده و به نقطه‌ی B در سطح زمین میرسد. این مسیر بدون اصطکاک و با زاویه‌ی ۳۰ درجه نسبت به افق است. سپس به سمت نقطه‌ی C که در فاصله‌ی ٤ متر از نقطه‌ی B است حرکت می‌کند. اگر در نقطه‌ی C متوقف شود اصطکاک سطح افقی را بیابید.

تمرین نهم: شخصی به جرم ۵۰ کیلوگرم در مدت ۲/۵ دقیقه از ٦۰ پله که ارتفاع هر یک ۰/۲۵ متر است بالا میرود. توان شخص چقدر است؟

تمرین دهم: یک بالابر با توان ۵ کیلو وات می‌تواند جسم ٦۰۰ کیلویی را در مدت یک دقیقه تا ارتفاع ۲۵ متری بالا ببرد. بازده موتور این بالابر چقدر است؟

تمرین یازدهم: جسمی به جرم ۲ کیلوگرم از حال سکون از ارتفاع ۲۰ متری از سطح زمین رها می‌شود و با سرعت ۱۸ متر بر ثانیه به سطح زمین برخورد می‌کند.

الف- کار برآیند انجام شده بر روی جسم چقدر است؟

ب-کار انجام شده توسط نیروی وزن چقدر است؟

ج- کار نیروی مقاومت هوا چقدر است؟

د- اندازه‌ی نیروی مقاومت هوا را بدست آورید.

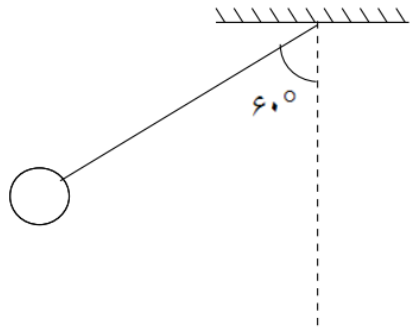
تمرین دوازدهم: یک پمپ برقی در هر دقیقه ۱۲۰ کیلوگرم آب را از عمق ۲۰ متری چاهی بالا کشیده و با سرعت ۱۰ متر بر ثانیه داخل لوله‌ای می‌فرستد. توان پمپ چند وات است؟

تمرین سیزدهم: یک پمپ برقی با توان ۵۰۰ وات در هر دقیقه ۶۰ کیلوگرم آب را از عمق ۴۰ متری چاهی بالا می‌کشد. راندمان این پمپ چند درصد است؟

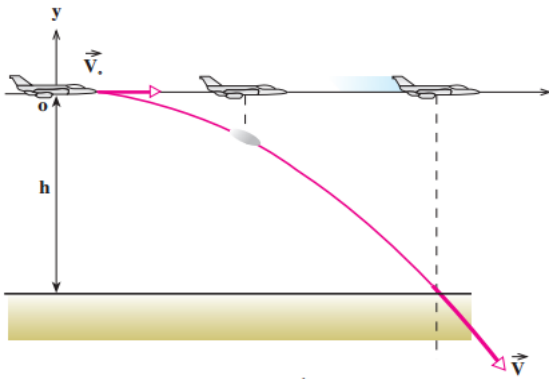
تمرین چهاردهم: آونگی به جرم m و طول L به اندازه زاویه ی ۶۰ درجه از وضعیت قائم خارج کرده و رها می‌کنیم.

الف- سرعت آونگ هنگامیکه از وضعیت قائم می‌گذرد

ب- آونگ تا چه ارتفاعی بالا می‌رود.



تمرین پانزدهم: هواپیمایی در ارتفاع ۲۰۰ متری با سرعت ۹۰ کیلومتر بر ساعت به طور افقی در حرکت است و بمبی را رها می‌کند. سرعت بمب هنگام برخورد به زمین را بیابید.



تمرین شانزدهم: کاری را که یک دستگاه با توان ۱۲ وات در مدت ۲۰ دقیقه انجام میدهد یک دستگاه با ۲۲ وات توان در چند دقیقه انجام می‌دهد؟

تمرین هفدهم: اگر کار ورودی یک دستگاه را دو برابر کنیم کار خروجی آن $\frac{2}{3}$ برابر کار خروجی اولیه می‌شود. بازده ثانویه به اولیه را بیابید.

تمرین هجدهم: قطاری با سرعت ۲۰ متر بر ثانیه در حال حرکت است. برای کاهش سرعت ترمز میگیرد و سرعت آن به ۱۰ متر بر ثانیه میرسد. میزان کار نیروی اصطکاک بین چرخ قطار و ریل و ترمز را بیابید.

تمرین نوزدهم: نسبت انرژی مکانیکی در نیمه راه به ابتدای راه برای جسمی با سرعت اولیه ۲۰ متر بر ثانیه که به سمت بالا پرتاب می‌شود را بیابید.

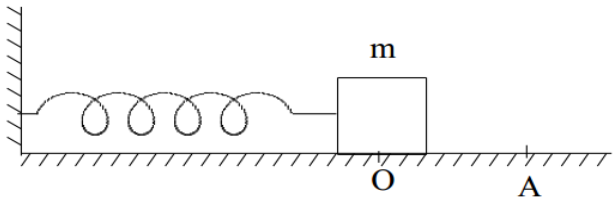
تمرین بیستم: نسبت انرژی پتانسیل در نیمه راه به نقطه‌ی اوج در یک متحرک که با سرعت اولیه ۱۰ متر بر ثانیه به سمت بالا پرتاب می‌شود را بیابید.

تمرین بیست و یکم: نسبت انرژی جنشی برای جسمی که در راستای قائم با سرعت اولیه ۳۰ متر بر ثانیه پرتاب میشود به انرژی جنشی آن در نیمه‌ی راه را بیابید.

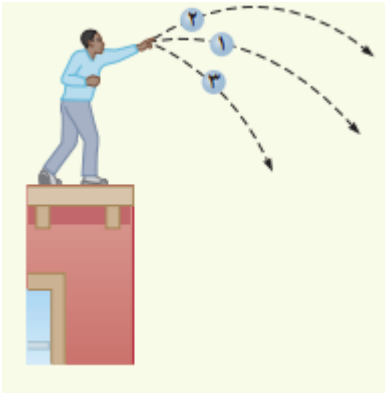
تمرین بیست و دوم: انرژی پتانسیل جسمی در نقطه‌ی اوج ۲۰۰ ژول می‌باشد. سرعت جسم هنگام برخورد به زمین را بر فرض وزن ۵ کیلویی جسم بیابید.

تمرین بیست و سوم: نیروی وارد بر جسمی با نیرویی عمودی تکیه‌گاه زاویه ۳۰ درجه می‌سازد. اگر اندازه این نیرو ۱۰ نیوتن باشد در غیاب اصطکاک کار انجام شده در ۲۰ متر توسط این نیرو چند ژول است؟

تمرین بیست و چهارم: جسمی به جرم m را که به فنری بسته شده است را تا نقطه A میکشیم و سپس رها میکنیم. با استفاده از پایستگی انرژی مکانیکی چگونگی حرکت جسم را توصیف کنید.



تمرین بیست و پنجم: سه توپ مشابه، از بالای ساختمانی با تندی یکسانی پرتاب می‌شوند. توپ (۱) در امتداد افق، توپ (۲) با زاویه‌ای بالاتر از امتداد افق و توپ (۳) با زاویه‌ای پایین‌تر از امتداد افق پرتاب می‌شود. با نادیده گرفتن مقاومت هوا، انرژی جنبشی توپ ها را هنگام برخورد با سطح زمین، با یکدیگر مقایسه کنید.



تمرین بیست و ششم: گلوله‌ای به جرم $45g$ از دهانه تفنگی با تندی $1/22km/s$ و ارتفاع $1/62m$ از سطح زمین شلیک میشود. اگر گلوله با تندی $0/425km/s$ به زمین برخورد کند،

الف) در مدت حرکت گلوله کار نیروی مقاومت هوا چقدر است؟

ب) مقدار بهدست آمده در قسمت (الف) را با کار نیروی وزن مقایسه کنید.

تمرین بیست و هفتم: بالابری با تندی ثابت، باری به جرم $۶/۸\times۱۰^{۲}$ کیلوگرم را در مدت ۱۸۶ ثانیه تا ارتفاع ۷۸/٤ متر بالامی‌برد. اگر جرم بالابر $۳/۲\times۱۰^{۲}$ کیلوگرم باشد، توان متوسط موتور آن چند وات و چند اسب بخار است؟

تمرین بیست و هفتم: شکل زیر هواپیمایی به جرم $۷/۲\times۱۰^{۲}$ را نشان می‌دهد که از حال سکون شروع به حرکت میکند و پس از $۲/۰۵\times۱۰^{۳}$ جابه‌جایی در امتداد باند هواپیما، به تندی برخاستن ۲۵٤ کیلومتر بر ساعت می‌رسد.

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

ب) یک دقیقه پس از برخاستن، هواپیما تا ارتفاع ٥٦٥ متر از سطح زمین اوج می‌گیرد و تندی آن به ۲۳۸ کیلومتر بر ساعت می‌رسد. کار نیروی وزن چقدر است در این مدت را بیابید؟

پ) به جز نیروی وزن، چه نیروهای دیگری بر هواپیما اثر میکند (با این نیروها در علوم سال ششم آشنا شدید)؟ کار کدام یک از این نیروها مثبت و کار کدام یک از آنها منفی است؟

ت) کار کل نیروهای وارد بر هواپیما چقدر است؟

ث) توان کل انجام کار توسط نیروهای غیر از وزن را بیابید