فصل سوم

کاروانرژی

انرژی جنبشی: انرژی وابسته به حرکت یک جسم را انرژی حرکتی یا انرژی جنبشی می نامیم:

$$K = \frac{۱}{۲}mv^{۲}$$

m: جرم جسم(kg)

V:تندی جسم(m/s)

K:انرژی جنبشی($\frac{kgm^{۲}}{s^{۲}}$ یا J)

نکته۱– انرژی جنبشی کمیتی نرده ای، فرعی وهمواره مثبت است.

نکته۲–انرژی جنبشی تنها به جرم و تندی جسم بستگی دارد و به جهت حرکت جسم وابسته نیست.

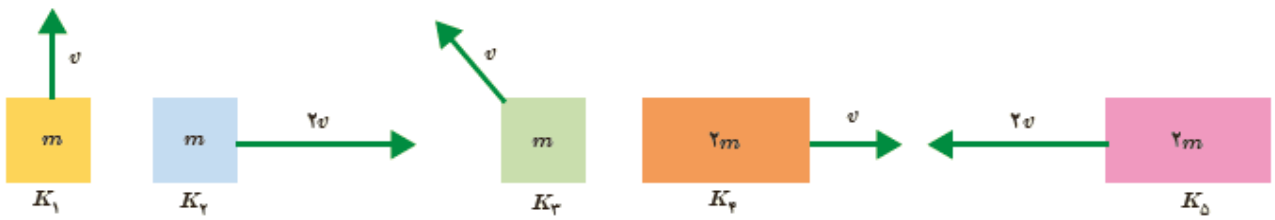
نکته۳– برای تبدیل km/h به m/s به صورت زیر عمل کنید:

$$\text{Km/h} \xrightarrow{\times\frac{۱۰}{۳۶}} \text{m/s}$$

مثال۱–جرم خودرویی به همراه راننده اش یک تن است، وقتی راننده با تندی متوسط ۵٤ Km/h در حرکت است، انرژی جنبشی آن چند ژول است؟

مثال۲–اتومبیلی به جرم ۸۰۰Kg تندی خود را از ۱۰m/s به ۲۰m/s می رساند. تغییرات انرژی جنبشی او در این مسیر چقدر است؟

مثال۳–انرژی جنبشی هریک از اجسام زیر را با هم مقایسه کنید ومقدارآنها را به ترتیب از کمترین به بیش ترین بنویسید.



مثال٤- جرم جسمی را نصف و تندی آن را ۳ برابر می کنیم . انرژی جنبشی آن چند برابر می شود؟

مثال۵- دو جسم A و B با انرژی جنبشی های برابر را در نظر بگیرید. اگر جرم A ، ۱۶ برابر جرم B باشد، تندی جسم A چند برابر تندی B است؟

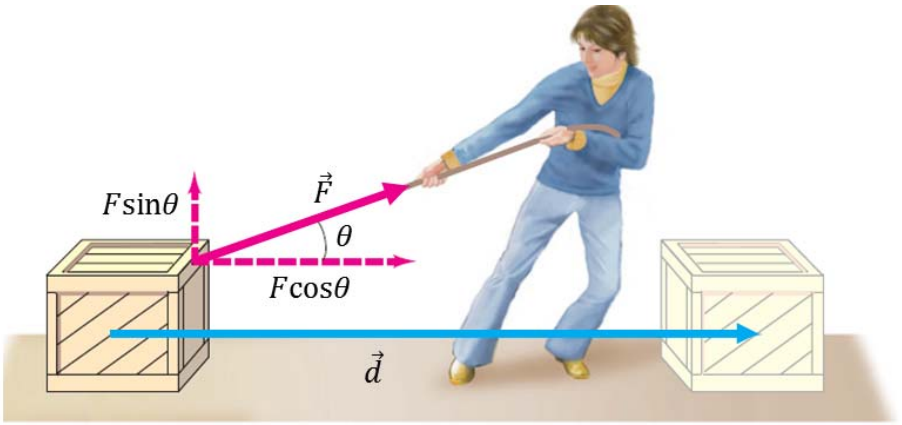
مثال۶- هنگامی که تندی جسمی را ۸ متر بر ثانیه بیش تر می کنیم، انرژی جنبشی آن ۲۵ برابر می شود. تندی جسم در ابتدا چقدر بوده است؟

تمرین۱-انرژی جنبشی جسمی به جرم ۲/۵ کیلوگرم ، برابر ۱۲۵ ژول است. تندی این جسم چند متر بر ثانیه است؟

تمرین۲- اگر تندی جسمی را نصف و جرم آن را ۲ برابر کنیم ، انرژی جنبشی جسم چند برابر می شود؟

تمرین۳- هنگامی که تندی جسمی را $2m/s$ کاهش می دهیم، انرژی جنبشی آن $\frac{۱}{۱۶}$ برابر می شود. تندی جسم در ابتدا چقدر بوده است؟

کار:حاصلضرب جابه جایی جسم با مؤلفه ای از نیرو که با جابه جایی جسم موازی است کار نامیده می شود:



F:نیرو(N)

d:جابه جایی(m)

W_F:کار(JیاN.m)

Θ: زاویه نیرو و جابه جایی

$W_F=Fd\cos\Theta$　　یا　　$W_F=(F\cos\Theta)d$

نکته۱–به جای نیروی F در فرمول فوق می توان هر نیروی دیگری (مثل نیروی وزن،نیروی عمودی سطح ونیروی اصطکاک) را قرار داد.

نکته۲–مؤلفه ای از نیرو که بر جابه جایی عمود است ($F\sin\Theta$) کاری روی جسم انجام نمی دهد.

نکته۳–درصورتی که جابه جایی درراستای نیرو صورت گیرد $\cos\Theta=\cos_0=1$ خواهد بود و می توان کار یک نیرو را به صورت زیر نوشت:

$W_F=Fd$

نکته٤–درصورتی که جابه جایی برراستای نیرو عمود باشد $\cos\Theta=\cos90=0$ خواهد بود و $W_F=0$ می گردد.

نکته۵–کار کمیتی نرده ای و فرعی است.

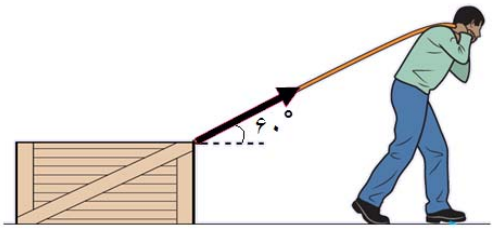
یادآوری۱–طبق قانون دوم نیوتن برآیندنیروها $F=ma$ است.

یادآوری۲–اگر تندی جسم ثابت باشد(حرکت یکنواخت باشد) $a=0$ است.

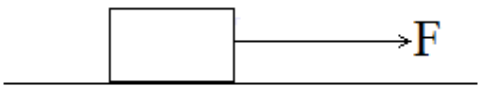
مثال۷-بیماری به جرم ۶۰kg روی تختی به جرم ۱۵kg دراز کشیده است .پرستاری با نیروی ثابت وافقی و با شتاب ۰/۰۵m/s^2 بیمار را به اندازه ی ٤ متر هل می دهد، کاری که پرستار انجام داده است چند ژول است؟

مثال۸-شخصی یک وزنه ی ۵۰ کیلوگرمی را بلندکرده به طور یکنواخت ۸۰cm بالا می آوردکاری که این شخص انجام می دهد را به دست آورید.

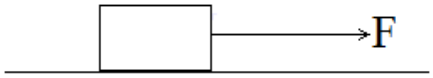
مثال۹-شکل زیر شخصی را نشان می دهدکه جعبه ای را با نیروی ثابت ۲۰۰ نیوتن روی سطحی افقی وبدون اصطکاک به اندازه ۵ متر جابه جا می کند. کار هریک از نیروهای وارد بر این جسم را به دست آورید.



مثال۱۰-مطابق شکل زیر با کمک نیروی F=۱۸N جسمی را با تندی ثابت به اندازه ۱۰m جابه جا می کنیم.کار نیروی اصطکاک در این جابه جایی چقدر است؟

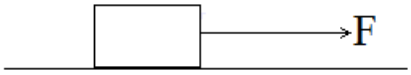


مثال۱۱– درشکل زیر با نیروی افقی ۲۰ نیوتن جسمی را به اندازه ۱۲ متر روی سطح افقی و با تندی ثابت می کشیم.کار نیروی اصطکاک در این مسیر چقدر است؟



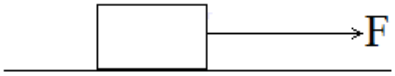
مثال۱۲–مطابق شکل زیر با نیروی F جسمی به جرم ٤Kg را با انجام ۱۰۰ژول کار و با تندی ثابت به طرف بالا می کشیم. جسم چند متر بالا می رود؟

مثال۱۳– درشکل زیر با نیروی افقی ۱۵ نیوتن جسمی را روی سطح افقی و با تندی ثابت ٤m/s می کشیم.کار نیروی اصطکاک در مدت ۱۰ ثانیه چقدر است؟



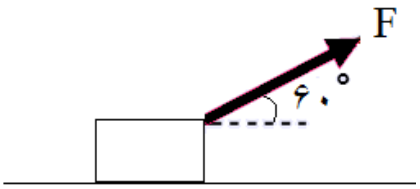
مثال۱٤– شخصی با چتر نجات خود ۱۲۰ کیلوگرم جرم دارد . اگر او با تندی ثابت ۲m/s سقوط کند کار نیروی مقاومت هوا در هر دقیقه چقدر است؟

مثال۱۵– مطابق شکل جسمی به جرم ٤Kg توسط نیروی افقیF وبا شتاب$۲m/s^{۲}$ به اندازه ۱۰ متر جابه جا می شود. اگر نیروی اصطکاک دربرابر حرکت ۶ نیوتن باشد، کار نیروی F در این مسیر چقدر است؟

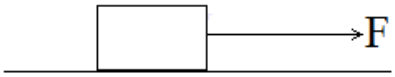


تمرین٤- شخصی جسمی را یک بار با طنابی بلند و بار دیگر با طنابی کوتاه تر روی سطحی هموار می کشد. اگر سطح بدون اصطکاک و جابه جایی و کاری که این شخص درهردو بار روی جعبه انجام می دهد یکسان باشد، توضیح دهید درکدام حالت شخص نیروی بزرگتری وارد کرده است؟

تمرین۵-جسمی به جرم ۵۰۰ گرم مطابق شکل به طور یکنواخت توسط نیروی F=۱۲N روی سطح افقی بدون اصطکاک کشیده می شود. کار هریک از نیروهای وارد بر جسم را در ۲ متر جابه جایی به دست آورید.



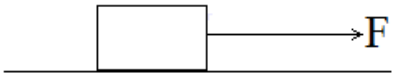
تمرین۶ – مطابق شکل جسمی به جرم ٤Kg توسط نیروی افقیF وبا شتاب$۲m/s^۲$ به اندازه ۱۰ متر جابه جا می شود. اگر نیروی اصطکاک دربرابر حرکت ۶ نیوتن باشد، کار نیروی F در این مسیر چقدر است؟



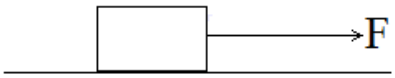
تمرین۷- شخصی به جرم ۶۰ کیلوگرم داخل آسانسوری که با شتاب $۱m/s^۲$ به طرف بالا حرکت می کند ایستاده است. کار نیروی عمودی سطح آسانسور بر روی شخص در ۲۰ متر جابه جایی چقدر است؟

تمرین۸- گلوله ای به جرم ۲۰۰ گرم از بالای یک برج به ارتفاع ۱۰۰متررها می شود. اگر گلوله با شتاب $8m/s^2$ سقوط کند، کار نیروی مقاومت هوا در کل مسیر چقدر است؟

تمرین۹- مطابق شکل جسمی به جرم ٤Kg توسط نیروی افقی$F=8N$ و با شتاب$1/5m/s^2$ به اندازه ۵ متر جابه جا می شود. ، کار نیروی اصطکاک در این مسیر چقدر است؟



تمرین۱۰- مطابق شکل جسمی به جرم ۲Kg توسط نیروی افقی$F=12N$ و با تندی ثابت $10m/s$ به مدت نیم دقیقه روی سطح افقی کشیده می شود. کار نیروی اصطکاک در این مدت چقدر است؟



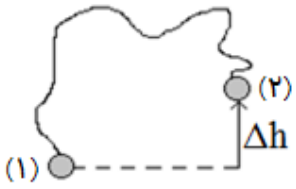
تمرین۱۱- اگر مطابق شکل زیر سطلی را در دست نگه دارید.

الف) آیا نیروی دست شما هنگامی که با تندی ثابت در مسیر افقی قدم می زنید روی سطل کاری انجام می دهد؟

ب) اگر در طول حرکت تندی حرکت کم و زیاد شود چطور؟

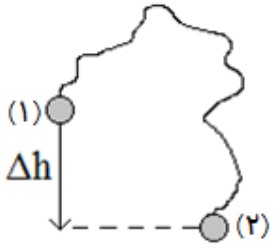
محاسبه ی کار نیروی وزن به روش ساده تر: کار نیروی وزن تنها به ارتفاع جابه جایی(Δh) جسم بستگی دارد و به مسیر حرکت وابسته نیست:

۱)اگر جابه جایی جسم روبه بالا باشد:



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

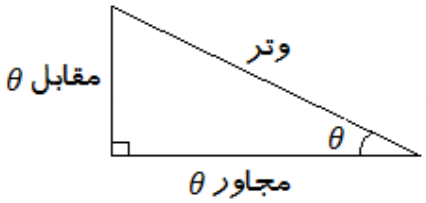
۲) اگر جابه جایی جسم رو به پایین باشد:



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

۳) اگر جسم بالا یا پایین جابه جا نشود: در اینصورت کار نیروی وزن صفر است.

یادآوری مثلثاتی: با کمک سینوس و کسینوس زوایا می توان اضلاع مثلث قائم الزاویه را به دست آورد:

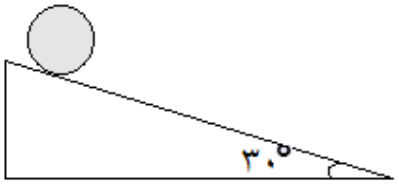


$$sin\theta = \frac{\text{ضلع مقابل}\,\theta}{\text{وتر}}$$

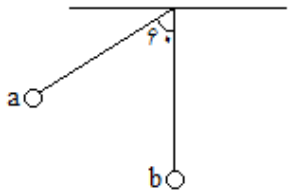
$$cos\theta = \frac{\text{ضلع مجاور}\,\theta}{\text{وتر}}$$

مثال۱۶–جسمی به جرم ۲۰۰ گرم را ابتدا ۱۰ متر بالا می بریم ، سپس آن را ٤ متر به سمت راست و در نهایت آن را ۶ متر پایین می آوریم ، کار نیروی وزن در کل مسیر چقدر است؟

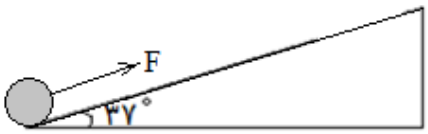
مثال۱۷- جسمی به جرم ۱/۵Kg مطابق شکل زیر از بالای سطح شیبدار رها شده و به پایین می لغزد . کار نیروی وزن در صورتیکه جسم ۳ متر جابه جا گردد را به دست آورید.



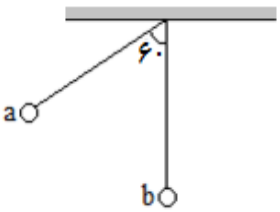
مثال۱۸- گلوله ای به جرم ۱۰۰ گرم به ریسمانی به طول ۱/۶ متر بسته شده است. مطابق شکل گلوله از نقطه a رها می شود و به نقطه b می رسد ، کار نیروی وزن را در این مسیر به دست آورید.



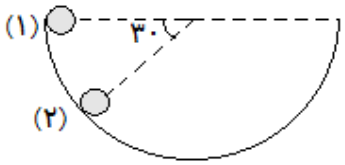
تمرین۱۱- جسمی به جرم ٤/۵Kg مطابق شکل زیر از پایین سطح شیبدار توسط نیرویی به بالا کشیده می شود . کار نیروی وزن در صورتیکه جسم ۱۰ متر جابه جا گردد را به دست آورید.(sin۳۷=۰/۶ و cos۳۷=۰/۸)



تمرین۱۲- گلوله ای به جرم ۲۰۰ گرم به ریسمانی به طول ۸۰cm بسته شده است. مطابق شکل گلوله از نقطه a رها می شود و به نقطه b می رسد ، کار نیروی وزن را در این مسیر به دست آورید.



تمرین۱۳ – جسمی به جرم ۲Kg مطابق شکل در یک مسیر نیم دایره ای به شعاع ۱۰ مترازنقطه ۱ به نقطه ۲ می رسد، کار نیروی وزن دراین مسیر چقدر است؟



محاسبه کل کار: به۳ روش زیر می توان کل کار انجام شده برروی یک جسم را به دست آورد:

۱)کار کل برابر جمع جبری کار انجام شده توسط هر نیرو است:

$$W_t=W_1+W_2+W_3+\cdots$$

۲)کار کل برابر است با کاری که نیروی کل انجام می دهد:

$$W_t=F_t d \Longrightarrow W_t=mad$$

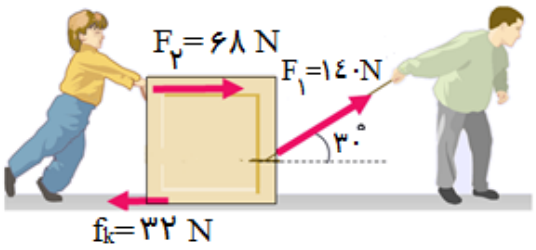
(نیروهای خلاف جهت حرکت)-(نیروهای درجهت حرکت)

۳) قضیه کار وانرژی جنبشی: طبق این قضیه کل کار انجام شده روی یک جسم با تغییر انرژی جنبشی جسم برابر است:

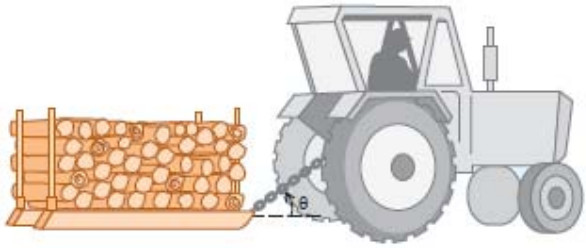
$$W_t=K_2-K_1$$

مثال۱۹–اتومبیلی به جرم یک تن با تندی ۲۰m/sروی جاده ای افقی ترمز می کند و پس از ۱۰۰ متر می ایستد. اگر نیروی اصطکاک وارد بر اتومبیل ۲۰۰۰ نیوتن باشد، کل کار انجام شده روی اتومبیل را به دو روش محاسبه کنید.

مثال۲۰- شکل زیر دو شخص را نشان می دهد که در حال جابه جا کردن یک جعبه سنگین روی سطحی هموار هستند.اگر جسم۵ /۶ متر جابه جا شود، کل کار انجام شده را به دو روش حساب کنید.(Cos۳۰=۰/۸۵)



تمرین۱٤ – کشاورزی توسط تراکتور، سورتمه ای پر از هیزم را در راستای یک زمین هموار به اندازه ی ۲۰۰m جابه جا می کند. وزن کل سورتمه و بار آن ۲×۱۰^{٤} نیوتن است. تراکتور نیروی ثابت $F=۲\times۱۰^{٤}N$ را در زاویه ی $\Theta=۶۰$ بالای افق به سورتمه وارد می کند. نیروی اصطکاک جنبشی $f_k=۳\times۱۰^{۳}N$ است که بر خلاف جهت حرکت به سورتمه وارد می شود.کل کار انجام شده روی سورتمه را به دو روش محاسبه کنید.



تمرین۱۵- جسمی به جرم ۲ کیلوگرم با تندی ۶m/s در حرکت است . اگر ۱۰۸ ژول کار کل روی این جسم انجام شود، تندی جسم به چند m/s می رسد؟

تمرین۱۶–با استفاده از قضیه کار و انرژی به پرسش های زیر پاسخ دهید:

الف) در چه صورتی کارکل منفی است؟

ب) در چه صورتی کار کل مثبت است؟

پ) در چه صورتی کار کل صفر است؟

تمرین۱۷–برای آن که تندی خودرویی از حال سکون به V برسد، باید کل کار W_{1t} روی آن انجام شود. همچنین برای آن که تندی خودرو از V به ۲V برسد باید کار کل W_{2t} روی آن انجام شود. اگرخودرو روی خط راست حرکت کند، نسبت $\frac{W_{2t}}{W_{1t}}$ چقدر است؟

استفاده از قضیه کارو انرژی و محاسبه W_{fk} ، f_k، d، Vو . . . : برای محاسبه ی چنین کمیت هایی کافی است رابطه ی قضیه ی کاروانرژی را نوشته وسپس W_t را باز کنید:

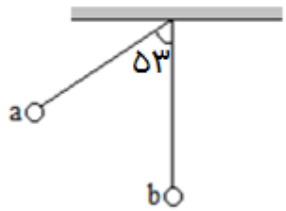
$$W_t=K_2-K_1 \Longrightarrow W_1+W_2+\cdots=K_2-K_1$$

مثال۲۱– اتومبیلی به جرم یک تن با تندی ۷۲ Km/h در حرکت است که راننده ناگهان مانعی را در ۳۰ متری خود می بیندو ترمز می کند، اگر نیروی اصطکاک وارد بر اتومبیل ۵۰۰۰ نیوتن باشد، با استفاده از قضیه ی کار وانرژی محاسبه کنید آیا اتومبیل به مانع برخورد می کندیا خیر؟

مثال۲۲- چتر بازی به جرم کل ۱۰۰Kg ، از بالونی که در ارتفاع ۸۰۰ متر از سطح زمین است ، با تندی ۱m/s به بیرون بالون می پرد. اگر او با تندی ۳m/s به زمین برسد، کار نیروی مقاومت هوا روی چتر باز در طول مسیر سقوط چقدر است؟

مثال۲۳- گلوله ای به جرم ۲۰ گرم با سرعت ۱۰۰m/s به تنه ی درختی برخورد کرده و۲۵cm داخل تنه ی درخت فرو می رود و متوقف می شود. با استفاده از قضیه ی کارو انرژی ، متوسط نیرویی که از طرف تنه ی درخت به گلوله وارد می شود را به دست آورید.

مثال ۲٤-گلوله ای به جرم ۸۰Kg به ریسمانی به طول ۱۲۰cm بسته شده است واز نقطه ی a رها می شود و با سرعت ۲m/s از نقطه ی b می گذرد ، با استفاده از قضیه ی کارو انرژی جنبشی ، کار نیروی مقاومت هوا بر روی گلوله را به دست آورید.

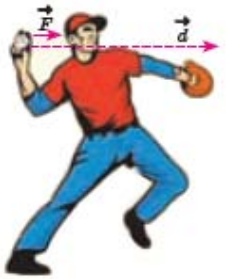


$\sin ۵۳ = ۰/۸$

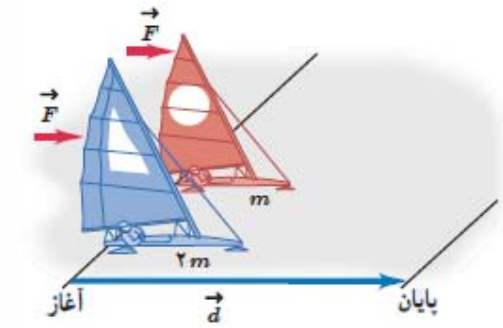
$\cos ۵۳ = ۰/۶$

تمرین۱۷-شخصی با وارد کردن نیروی ٤۸ نیوتن جعبه ای به جرم ٤Kg را از حال سکون و از سطح زمین تا ارتفاع۱/۵ متر در امتداد قائم بالا می برد . با استفاده از قضیه ی کار وانرژی تندی نهایی جعبه را به دست آورید.

تمرین۱۸ – ورزشکاری سعی می کند توپ بیسبالی به جرم ۱۴۵g را با بیش ترین تندی ممکن پرتاب کند. به این منظور ، ورزشکار نیرویی به بزرگی F=۷۵/۰N تا لحظه ی پرتاب توپ و در امتداد جابه جایی (d=۱/۴۵m) بر آن وارد می کند، تندی توپ هنگام جدا شدن از دست ورزشکار چقدر است؟(مقاومت هوا قابل چشم پوشی است)

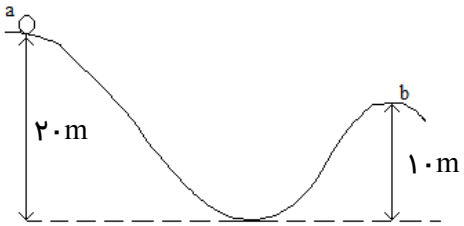


تمرین۱۹–دو قایق مخصوص حرکت روی سطوح یخ زده ، دارای جرم های m و۲m وبادبان های مشابه اند. قایق ها روی دریاچه ی افقی و بدون اصطکاکی قراردارند ونیروی ثابت و یکسان F با وزیدن باد به هردو وارد می شود. هر دو قایق از حال سکون شروع به حرکت می کنند و از خط پایان به فاصله ی d می گذرند . انرژی جنبشی ونیز تندی قایق ها را درست پس از عبور از خط پایان ، با هم مقایسه کنید.

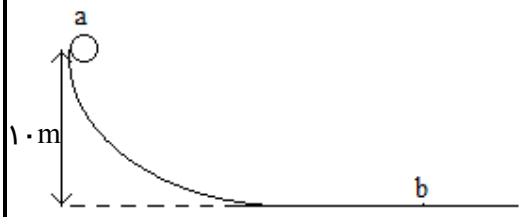


تمرین۲۰–خودرویی به جرم ۸۰۰Kg با سرعت ۱۰۸Km/h روی جاده ای افقی در حرکت است که راننده ترمز می کند و خودرو پس از طی مسافت ۱۵۰m می ایستد. نیروی اصطکاکی که سطح جاده به خودرو وارد می کند را با استفاده از قضیه ی کارو انرژی جنبشی به دست آورید.

تمرین۲۱–گلوله ای به جرم ۲۰۰ گرم مطابق شکل از نقطه ی a رها شده و با سرعت ۱۰m/s از نقطه ی b عبور می کند، با استفاده از قضیه ی کار و انرژی کار نیروی اصطکاک را در کل مسیر به دست آورید.



تمرین۲۲–گلوله ای به جرم ٤۰۰ گرم باسرعت ۵m/s از نقطه ی a عبور می کند، اگر اندازه ی کار نیروی اصطکاک در مسیر a تا b برابر ۳۷/۸ باشد ، گلوله با چه سرعتی از نقطه ی b می گذرد؟



تمرین۲۳–گلوله ای در شرایط خلأ از ارتفاع ۲۰ متری سطح زمین رها می شود، با استفاده از قضیه کار وانرژی جنبشی ، سرعت برخورد گلوله با سطح زمین را به دست آورید.

تمرین۲٤–گلوله ای به جرم ۱۰ گرم با سرعت ۲۰۰m/s به تنه ی درختی برخورد کرده و پس از طی مسیری مستقیم داخل تنه ،با سرعت ۱۰۰m/s از سمت دیگر خارج می شود. اگر متوسط نیرویی که از طرف تنه به گلوله وارد می شود ٤۰۰۰ نیوتن باشد با استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی ، قطر تنه ی درخت را به دست آورید.

تمرین۲۶ – در شکل های زیر 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.

تمرین۲۷ – شخصی گلوله ای برفی به جرم ۲۰۰g را از روی زمین بر می دارد و تا ارتفاع ۱۸۰cm بالا می برد و سپس آن را با تندی ۱۰m/s پرتاب می کند. کار انجام شده توسط شخص روی گلوله چقدر است؟

انرژی پتانسیل : انرژی های ذخیره شده درجسم انرژی پتانسیل نامیده می شوند.

انواع انرژی پتانسیل:

۱)انرژی پتانسیل کشسانی ۲) انرژی پتانسیل گرانشی ۳) انرژی پتانسیل الکتریکی

نکته: انرژی پتانسیل به مکان اجسام یک سامانه(سیستم) نسبت به یکدیگر بستگی دارد.

انرژی پتانسیل گرانشی: انرژی است که اجسام به علت ارتفاع از سطح زمین درخود ذخیره می کنند، این انرژی به صورت زیر به دست می آید:

$$U=mgh$$

U:انرژی پتانسیل گرانشی(j)

m:جرم(Kg)

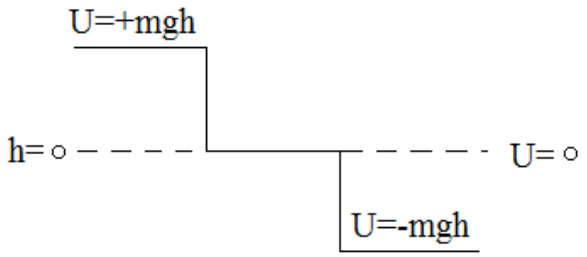
h:ارتفاع(m)

نکته۱–کار نیروی وزن دریک جابه جایی برابر تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی جسم در همان جابه جایی است:

$W_{mg}=-\Delta U_{گرانشی}$

نکته۲– درست نیست که $U=mgh$ را انرژی پتانسیل گرانشی یک جسم بدانیم، زیرا انرژی پتانسیل گرانشی یک ویژگی مشترک بین جسم و زمین است و برای سامانه ای متشکل از این دو تعریف می شود. بنابراین $U=mgh$ را انرژی پتانسیل گرانشی جسم-زمین می نامند.

مبداء انرژی پتانسیل گرانشی(ارتفاع صفر):هنگامی که با انرژی پتانسیل گرانشی سرو کا رداریم می توانیم $h=۰$ را در هر ارتفاعی انتخاب کنیم، زیرا اگر مبداءِ انرژی پتانسیل گرانشی را تغییر دهیم مقدارهای $h_۱$،$h_۲$،$U_۱$و$U_۲$ تغییر می کنند، اما این انتقال مبداءهیچ تأثیری بر اختلاف ارتفاع $(h_۲-h_۱)$ یا اختلاف انرژی پتانسیل گرانشی $(U_۲-U_۱)$ندارد:

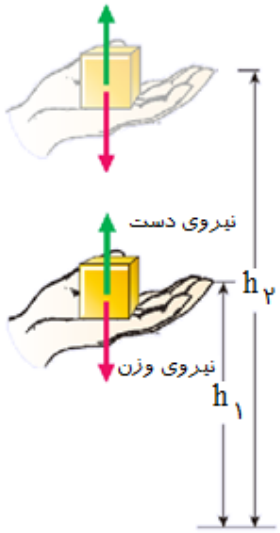


مثال۲۵– یک کوهنورد به جرم ۶۰Kg از قله ای به ارتفاع ٤Km از سطح دریا صعود می کند.تغییر انرژی پتانسیل گرانشی کوهنورددر ۱/۲ کیلومتری پایان ارتفاع صعود در دو حالت زیر چقدر است؟

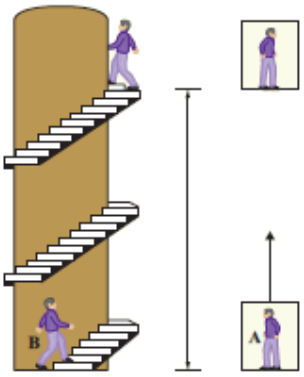
الف)مبداءِ انرژی پتانسیل گرانشی را سطح دریا فرض کنید.

ب) مبداءِ انرژی پتانسیل گرانشی را قله کوه بگیریم.

مثال۲۶– جسمی به جرم m را مانند شکل ، با دستمان از ارتفاع $h_۱$ به ارتفاع$h_۲$ می بریم ودوباره به حالت سکون می رسانیم. با چشم پوشی از مقاومت هوا نشان دهیدکار نیروی دست با تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی برابر است.



مثال ۲۷– دو شخص هم جرم A و B به طبقه ی سوم ساختمانی می روند. شخص A با آسانسور و شخص B به آرامی از پله های ساختمان بالا می روند. گزاره های درست را با ذکر دلیل مشخص کنید.



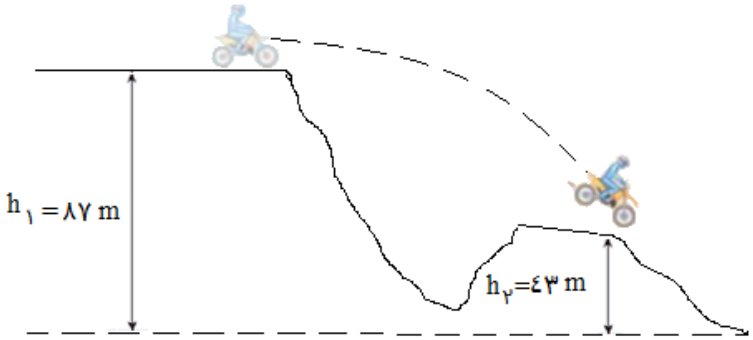
الف) در طبقه ی سوم ، انرژی پتانسیل گرانشی (نسبت به زمین) شخص A از شخص B کم تر است، زیرا آرامتر بالا رفته است.

ب)) در طبقه ی سوم ، انرژی پتانسیل گرانشی (نسبت به زمین) شخص A از شخص B کم تر است، زیرا برای رسیدن به طبقه ی سوم ساختمان مسافت کمتری پیموده است.

پ) کار نیروی وزن برای هر دو شخص در طول مسیر یکسان است.

ت) انرژی پتانسیل گرانشی هر دو شخص در طبقه ی سوم ساختمان یکسان است.

تمرین۲۸–موتورسواری به جرم کل ۱۲۰Kg از بالای تپه ای به طرف تپه ای کوتاهتر پرشی مطابق شکل انجام می دهد.کار نیروی وزن موتورسوار را باکمک تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی به دست آورید.



تمرین۲۹–یک برج ۵۰ طبقه را درنظر بگیرید که ارتفاع هر طبقه ۳ متر است. فرض کنید شخصی به جرم ۶۰کیلوگرم روی بام این برج ایستاده است. انرژی پتانسیل گرانشی او را در دو حالت زیر به دست آورید.

الف) مبداءِ انرژی پتانسیل زیر برج باشد.

ب) مبداءِ انرژی پتانسیل سقف طبقه ی بیستم باشد.

انرژی مکانیکی: مجموع انرژی ها ی جنبشی و پتانسیل هر جسم انرژی مکانیکی آن جسم نامیده می شود:

$$E=K+U$$

اصل پایستگی انرژی مکانیکی: اگر در طول مسیری نیروهایی مانند اصطکاک ،مقاومت هوا قابل صرفنظر باشد، انرژی مکانیکی در طول مسیر پایسته(ثابت) می ماند.

$$E_1=E_2$$

انرژی درونی:مجموع انرژی های ذره های تشکیل دهنده ی یک جسم انرژی درونی آن جسم نامیده می شود.

نیروهای اتلافی : نیروهایی مانند نیروی اصطکاک و مقاومت هوا که انرژی مکانیکی اجسام را در طول حرکت به انرژی درونی تبدیل می کنند نیروهای اتلافی می گویند.

نکته۱–انرژی درونی به صورت گرما نمایان می شود، به طور مثال هنگامی که یک خودرو ترمز شدید می کند انرژی جنبشی آن به انرژی درونی (گرما) تبدیل می شود چون سطح جاده ولاستیک ها گرمتر می شوند.

نکته ۲–هر چه جسم گرمتر شود انرژی درونی آن نیز بالاتر می رود.

نکته۳–هنگامی که نوعی از انرژی به انرژی درونی تبدیل می شود در اصطلاح گفته می شود انرژی تلف شده است، اما درحقیقت در این حالت انرژی از بین نرفته است ، بلکه چون این انرژی را در اغلب موارد و در عمل نمی توان دوباره مورد استفاده قرار داد معمولاً از اصطلاح انرژی تلف شده استفاده می شود.

استفاده از انرژی مکانیکی برای محاسبه ی کار نیروی اتلافی و نیروی پیشران: در صورتی که به جسمی به جز نیروی وزن ، نیروی دیگری وارد شود از رابطه ی زیر می توان استفاده نمود:

$$W_f=E_2-E_1$$

↓

کارنیروی مقاوم
یا کار نیروی پیشران

قانون پایستگی انرژی : در یک سامانه ی منزوی ، مجموع کل انرژی پایسته می ماند، نمی توان انرژی را خلق یا نابود کرد، تنها می توان انرژی را از یک شکل به شکل دیگر تبدیل نمود.(سامانه منزوی سامانه ای است که نه از بیرون انرژی می گیرد و نه به بیرون انرژی می دهد)

جمع بندی و خلاصه در نحوه ی استفاده از انرژی مکانیکی در حل مسائل:

۱) اگردر کل مسیر تنها نیروهای وارد بر جسم **نیروی وزن** باشد از قانون پایستگی انرژی مکانیکی برای حل مسأله استفاده نمایید:

$$E_1=E_2$$

۲) اگر در کل مسیر یا حتی بخشی از مسیر نیروهایی به جز **نیروی وزن** وجود داشته باشد ، از رابطه ی زیر برای حل مسأله استفاده کنید:

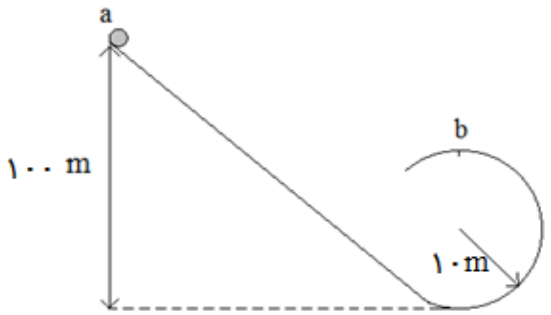
$$W_f=E_2-E_1$$

کارنیروی مقاوم
یا کار نیروی پیشران

مثال۲۸–گلوله ای در شرایط خلاءِ از ارتفاع ۸۰ متری سطح زمین رها می شود ، با کمک انرژی مکانیکی آن ، محاسبه کنید با چه سرعتی به زمین برخورد می کند؟

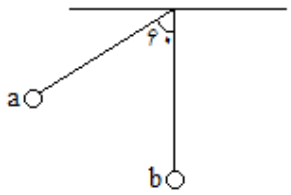
مثال۲۹– گلوله ای به جرم ۲ کیلوگرم از ارتفاع ۱۰ متری سطح زمین رها می شود و با سرعت $2m/s$ به زمین برخورد می کند، با استفاده از انرژی مکانیکی متوسط نیروی مقاومت هوا در طول مسیر را به دست آورید.

مثال۳۰– گلوله ای مانند شکل زیر از نقطه ی a روی سطح بدون اصطکاکی رها می شود و وارد یک مسیردایره ای شکل به شعاع ۱۰ متر می شود، تندی گلوله در نقطه ی b چقدر است؟

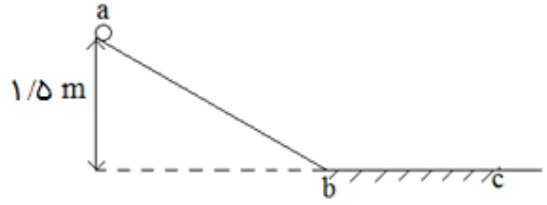


مثال۳۱–گلوله ای به جرم ٤٠٠ گرم از ارتفاع ۲۰ متری سطح زمین رها شده و با سرعت ۱۰m/s به زمین برخورد می کند، با استفاده از انرژی مکانیکی متوسط نیروی مقاومت هوای وارد بر گلوله را بدست آورید.

مثال۳۲–گلوله ای مطابق شکل به ریسمانی به طول ۱۶۰cm بسته شده است. با استفاده از انرژی مکانیکی محاسبه کنید اگر گلوله از نقطه ی a رها شود با چه سرعتی از نقطه ی b عبور می نماید؟

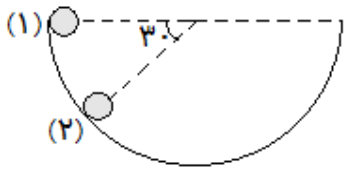


مثال۳۳–گلوله ای جرم ۱۰۰ گرم از نقطه ی a رها شده و پس از پیمودن مسیر بدون اصطکاک ab روی سطح افقی bc ، در نقطه ی c و در فاصله ی ۲ متری از نقطه ی b متوقف می شود، نیروی اصطکاکی که در مسیر bc بر گلوله وارد می شود، چند نیوتن است؟



مثال۳٤-توپی به جرم ۵۰۰ گرم مطابق شکل با تندی۸m/s از نقطه ی A می گذرد. نیروی مقاومت هوا و نیروی اصطکاک بین سطح تماس توپ با زمین ۲۰ درصد انرژی جنبشی توپ را تا رسیدن به نقطه ی B تلف می کنند. تندی توپ را در این نقطه به دست آورید.

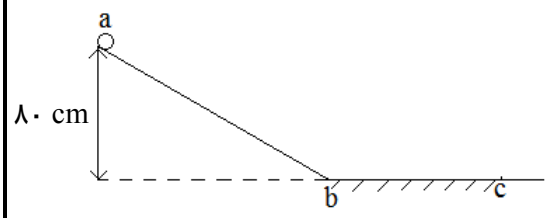
تمرین۳۱-گلوله ای به جرم ۲۰ گرم از نقطه ی (۱) روی یک مسیر دایره ای شکل به شعاع ٤m رها شده و با سرعت ۳m/s از نقطه ی (۲) عبور می کند، با استفاده از انرژی مکانیکی محاسبه کنیدکار نیروی اصطکاک در این مسیر چند ژول است؟



تمرین۳۲-گلوله ای به جرم٤۰ گرم از نقطه ی a رها می شود و در نقطه ی c متوقف می شود. اگرbc=۱m باشد:

الف) سرعت گلوله در نقطه ی b در صورتی که مسیرab بدون اصطکاک باشد چقدراست؟

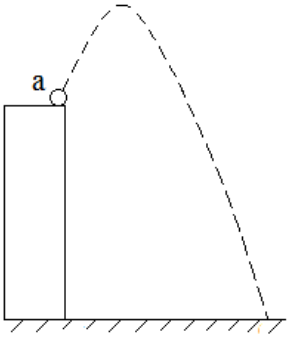
ب)کار نیروی مقاومت هوا در طول مسیر bc چقدر است؟



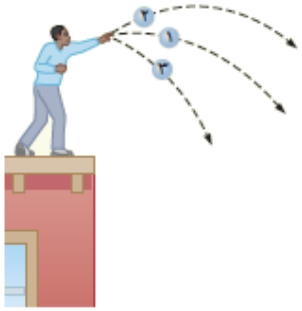
تمرین۳۳–گلوله ای به جرم ۲۰۰ گرم مطابق شکل مقابل از نقطه ی a با سرعت ۲۰ m/s از لبه ی یک برج به ارتفاع ۲۵ متررو به بالا پرتاب می شود. سرعت برخورد گلوله با زمین را در دوحالت زیر به دست آورید.

الف) مقاومت هوا ناچیز باشد.

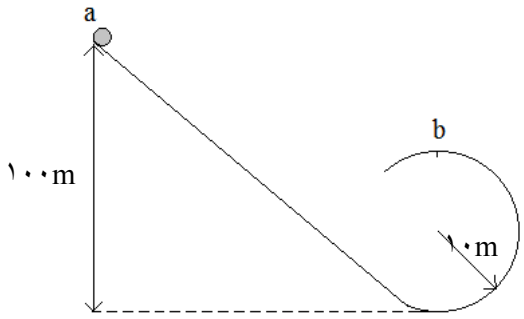
ب)کار نیروی مقاومت هوا در طول مسیر ۱۰ ژول باشد.



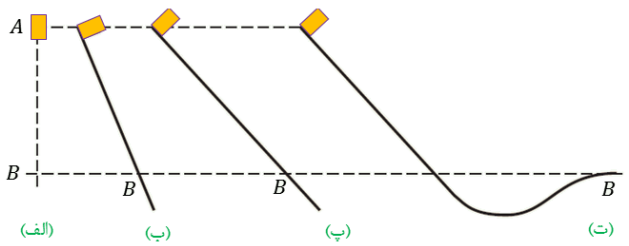
تمرین۳٤ – سه توپ مشابه ، از بالای ساختمانی با تندی یکسان پرتاب می شوند، توپ(۱) در امتداد افق، توپ (۲) با زاویه ی بالاتر از امتداد افق و توپ (۳) با زاویه ای پایین تر از امتداد افق پرتاب می شود. با نادیده گرفتن مقاومت هوا ، انرژی جنبشی توپ ها را هنگام برخورد با سطح زمین ، با یکدیگر مقایسه کنید.



تمرین۳۵– گلوله ای مانند شکل زیر از نقطه ی a رها می شود و وارد یک مسیردایره ای شکل به شعاع ۱۰ متر می شود، اگر۲۰ درصد انرژی گلوله در اثر اصطکاک و مقاومت هوا تلف شود،تندی گلوله در نقطه ی b چقدر است؟



تمرین۳۰–شکل زیر ، چهار وضعیت متفاوت را برای حرکت جسمی نشان می دهد. اگر اجسام از حال سکون سقوط کنند و نیروی مقاومت هوا و اصطکاک قابل صرفنظر باشد،تندی جسم را در نقطه B برای هر چهار وضعیت با هم مقایسه کنید.



توان متوسط: آهنگ انجام کار توان نامیده می شود.(کار انجام شده در واحد زمان نیز توان نام دارد)

$$P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$$

W:کاری که یک وسیله انجام می دهد(J))

Δt:مدت زمان انجام کار(s)

P_{av}:توان متوسط(J/s یا w)

نکته۱– برای محاسبه W در فرمول فوق می توان هم از قضیه ی کار وانرژی جنبشی($W_t=K_۲-K_۱$) وهم از انرژی مکانیکی($W_f=E_۲-E_۱$) استفاده نمود.

نکته۲–یکای قدیمی توان ،اسب بخار(hp) است که آن را به صورت زیر می توان به وات تبدیل نمود:

۱hp=۷۴۶w

مثال۳۵– خودرویی به جرم ۱/۲ تن سرعت خود را درمدت ۵ ثانیه از ۷۲Km/h به ۹۰Km/h می رساند، اگر نیروهای اتلافی را نادیده بگیریم ، متوسط توان این خودرو چند اسب بخار است؟

مثال۳۶–جرم اتاقک آسانسوری به همراه سرنشینان آن ۳۷۳Kg است. اگر این آسانسور در مدت نیم دقیقه از طبقه ی همکف به طبقه ی دوم در ارتفاع ۶ متری برود ، توان متوسط انجام کار توسط موتور این آسانسور چند اسب بخار است؟

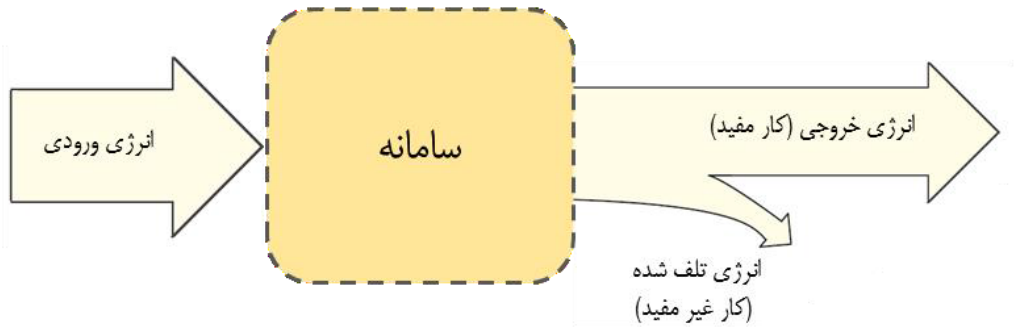
تمرین۳۶–شخصی به جرم ۶۰ کیلوگرم در مدت نیم دقیقه ٤۰ پله که ارتفاع هر کدام ۳۰cm است را بالا می رود. توان متوسط این شخص چند وات است؟

تمرین۳۷–یک پمپ آب در هر دقیقه از چاهی به عمق ۳۰ متر ، ۳ متر مکعب آب را بالا می کشد. اگرچگالی آب چاه ۱ $\frac{g}{cm^3}$ و سرعت خروج آب در بالای چاه ۱m/s باشد، متوسط توان پمپ چند کیلووات است؟ (از نیروهای اتلافی صرفنظر کنید.)

بازده: نسبت انرژی خروجی (کارمفید) به انرژی ورودی (انرژی مصرفی سامانه) بازده نامیده می شود.

$$\text{بازده} = \frac{E_{\text{مفید(خروجی)}}}{E_{\text{ورودی(مصرفی)}}} \times ۱۰۰$$

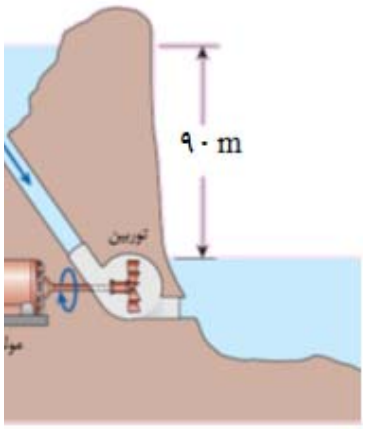
نکته: برای درک بهتر تفاوت انرژی ورودی و انرژی خروجی به نقشه ی مفهومی زیر دقت کنید:(درحقیقت هر ماشینی بخشی از انرژی مصرفی را صرف انجام کار مفید می کند و بخشی از آن به انرژی های ناخواسته ای مانند گرما تبدیل ودر حقیقت تلف می شود)



انرژی تلف شده(غیرمفید) + انرژی خروجی (کارمفید)= انرژی ورودی(مصرفی یا کل)

مثال۳۷- تلمبه ای با توان ورودی ۱۵kw در هر ثانیه ۶۰ لیتر آب دریاچه ای به چگالی $1\ g/cm^3$ را به سطح مخزنی در ارتفاع ۱۲ متری می فرستد، بازده تلمبه چند درصد است؟

مثال۳۸ –بازده بالا بری ۸۰ درصد است و با توان ۲Kw کار می کند. این بالابر در مدت یک دقیقه باری به جرم ۱۲۰Kg را با سرعت ثابت حداکثر تا چه ارتفاعی بالا می برد؟ توان تلف شده ی آن چقدر است؟



مثال۳۹–آب ذخیره شده در پشت یک نیروگاه برق آبی ، از ارتفاع ۹۰m روی پره های توربینی می ریزد و آنرا می چرخاند. با چرخش توربین، مولد می چرخد و انرژی الکتریکی تولید می شود. اگر ۸۵ درصد کار نیروی گرانش به انرژی الکتریکی تبدیل شود، در هر ثانیه چند متر مکعب آب باید روی توربین بریزد تا توان الکتریکی خروجی مولد نیروگاه به ۲۰۰MW برسد؟(جرم هر متر مکعب آب را ۱۰۰۰Kg بگیرید.)

تمرین۳۸–یک پمپ آب با توان ۰/۵KW و بازده ۶۰ درصد در مدت دو دقیقه چند لیتر آب را ازعمق ۱۰۰ متری چاه با سرعت ثابت بالا می آورد؟(چگالی آب را $1\ g/cm^3$ فرض کنید)

تمرین۳۹ – یک موتور برقی با بازده ۶۰ درصد جسمی به جرم ۵ کیلوگرم را از حال سکون می کشد وپس از طی مسافتی روی سطح افقی سرعتش به ۶m/s می رسد. محاسبه کنید در این مسیر چه مقدار انرژی تلف شده است؟

تمرین۴۰–بازده بالابری ۷۵ درصد و توان آن ٤ Kw است، این بالابر در چه مدت می تواند باری به جرم ۶۰Kg را با سرعت ثابت تا ارتفاع ۱۰۰ متر از سطح زمین بالا ببرد؟