



گروه آموزشی مشاوره‌های نوتروفیل



# درس

## فیزیک دهم - فصل ۳

نوتروپیست





# نوترفیل خونه رتبه برترها

## قبولی های کنکور ۱۴۰۴



### تک رقیمی نوترفیل

رتبه ۸



ایمان نیکانام جهرمی

### دوررقمی های نوترفیل

رتبه ۳۲



امیرمحمد رضائی

رتبه ۲۰



سینا راضی

رتبه ۱۶



آریا قهرمانی

رتبه ۱۴



امیرمحمد کیانی

رتبه ۸۰



محمد مهدی شریفی

رتبه ۷۵



محمد صالح عارفی

رتبه ۶۱



بهار هلالی

رتبه ۵۹



ایمان انفرادی

رتبه ۵۵



مهسا سیاوشی

### سه رقیمی و چهاررقمی های نوترفیل

رتبه ۲۲۲



امیرمحمد شکوهی

رتبه ۱۶۹



هانیه خواجه

رتبه ۱۶۰



اشکان کوثری

رتبه ۱۴۷



محدثه حیدری

رتبه ۴۳۲



سید محمدصادق حسینی

رتبه ۳۴۱



حمیدرضا بشیری

رتبه ۳۰۸



سید علی اکرمی

رتبه ۲۷۱



فاطمه سادات موسوی

رتبه ۲۵۹



ابوالفضل ناصران

رتبه ۵۳۹



نجمه کیخا

رتبه ۵۳۷



ریحانه حیدری

رتبه ۵۲۲



فاطمه شاهسوند

رتبه ۵۱۴



محمدپارسا عبدالله آبادی

رتبه ۴۷۳



زهرا بابائی

رتبه ۶۶۱



فاطمه اصغری

رتبه ۶۰۶



سجاد محمودی زاده

رتبه ۵۷۰



زهرا ولی نژاد

رتبه ۵۵۷



محمدصالح زارعی

رتبه ۵۴۶



حسین تفضلی نژاد

رتبه ۷۸۱



احسان قنبری

رتبه ۷۱۴



محمد یزدیان

رتبه ۶۹۱



بهار ضرغامی

رتبه ۶۷۲



محمدماهان عنبرستانی

رتبه ۶۶۷



سیاوش مصطفایی

رتبه ۹۰۹



کیمیا فدائی

رتبه ۸۹۳



فاطمه مشاوری نجف آبادی

رتبه ۸۰۴



آرمین رضایی

رتبه ۸۰۳



مانده رنجبر

رتبه ۷۸۶



نیما غفاری

رتبه ۱۱۲۷



زهرا بابائی

رتبه ۱۱۲۲



علی طاهر زاده

رتبه ۱۰۵۸



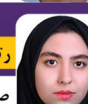
الینا جلالی فر

رتبه ۱۰۵۲



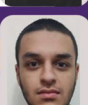
پویان فریور افشار

رتبه ۹۴۷



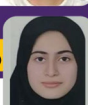
صفورا بقاءئی

رتبه ۱۳۵۰



علی زینلی

رتبه ۱۲۸۴



فاطمه معین زاده

رتبه ۱۲۸۴



بهار امیری

رتبه ۱۲۳۶



مبینا ایزدی

رتبه ۱۲۳۴



مطهره توحیدی

رتبه ۱۵۰۳



فاطمه رحیم زاده

رتبه ۱۴۹۳



محمد مهدی خرم زاده

رتبه ۱۴۸۳



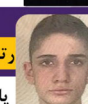
سینا خاوری خراسانی

رتبه ۱۴۲۴



سید امیرحسین حسینی

رتبه ۱۳۷۲



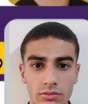
پارسا رضایی

رتبه ۱۶۹۶



ندا ملکشاهی

رتبه ۱۶۷۸



سجاد ینکی

رتبه ۱۶۳۹



ابوالفضل نیرومند

رتبه ۱۶۲۸



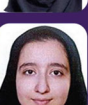
امیرمحمد فکور حقیقی

رتبه ۱۵۳۴



فاطمه عبیری

رتبه ۲۵۵۹



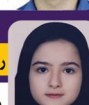
سارا حمزه

رتبه ۲۰۱۵



علی شیرزاد

رتبه ۱۹۶۶



مهسا رضایی مقدم

رتبه ۱۷۵۴



هلیا حاجیلوئی

رتبه ۱۷۳۱



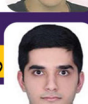
محمدرضا محسنی

رتبه ۲۷۹۴



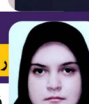
مریم بادلی

رتبه ۲۷۸۱



سعید شبانی

رتبه ۲۷۵۱



فهمیه سیدآبادی

رتبه ۲۷۱۱



محمد غلامی

رتبه ۲۶۲۵



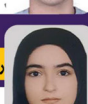
زهرة جمعی

رتبه ۳۳۴۳



سینا ارزمانی

رتبه ۳۲۴۴



هلیا سجادی

رتبه ۳۱۳۳



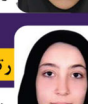
صبا شایع ثانی

رتبه ۲۸۸۱



پارسا جمال امیدی

رتبه ۲۸۱۰



هدیه رحیمی

## فصل سوم: کار و انرژی جنبشی

بریم که این فصلم بترونیم! سوالات و مثالاره سعی کردیم بیشتر از کتاب درسی واسه بیاریم. همون سوالایی که مد نظر طراحی امتحاناته ♥

### □ انرژی جنبشی:

انرژی وابسته به حرکت یک جسم را انرژی حرکتی یا انرژی جنبشی می‌نامیم که برای جسمی با جرم  $m$  که با تندی  $v$  حرکت می‌کند از رابطه زیر به دست می‌آید:

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

انرژی جنبشی کمیتی نرده‌ای و همواره مثبت است و به جهت حرکت جسم وابسته نیست.

**سوال:** خودرویی با جرم  $200$  کیلوگرم و با تندی  $54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  در حال حرکت است. انرژی جنبشی خودرو چند کیلوژول است؟

اول از همه باید تندی رو بر حسب  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$  به دست بیاریم. در پایه نهم خوندم که برای تبدیل  $\frac{\text{km}}{\text{h}}$  به  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$  باید تندی رو تقسیم بر  $3/6$  کنیم.

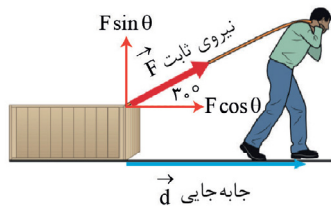
$$V = \frac{54}{3/6} = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 2000 \times 15^2 = 225000 \text{ J} = 225 \text{ kJ}$$

**سوال:** اگر انرژی جنبشی جسمی ۴۴ درصد افزایش یابد، تندی جسم چند برابر می‌شود؟

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{\frac{1}{2}mv_2^2}{\frac{1}{2}mv_1^2} \Rightarrow \sqrt{\frac{v_2^2}{v_1^2}} = \sqrt{\frac{144}{100}} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{12}{10} = \frac{6}{5}$$

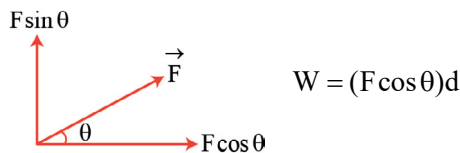
کارت



حاصل ضرب نیروی در راستای جابه‌جایی، در جابه‌جایی جسم.  $W = Fd$

حالا ممکنه بعضی جاها نیرو در راستای جابه‌جایی نباشه، مثل شکل روبرو که در این حالت ما باید نیروی مورد نظر رو به دو مؤلفه عمودی و افقی تجزیه کنیم و فقط مؤلفه‌ای که در راستای جابه‌جایی هست رو در فرمول قرار بدیم.

که طبق چیزی که گفتیم کار شخص به روی جسم در جابه‌جایی  $d$  میشه:



( $\theta$ ، زاویه بین نیرو و جابه‌جایی است)

نکته نکات زیر را دریاب

۱ یکای کار همان یکای انرژی، یعنی ژول می‌باشد.

۲ کار کمیتی نرده‌ای است.

۳ نیروی ثابت وارد شده به جسم باید با جابه‌جایی آن هم‌جهت باشد.

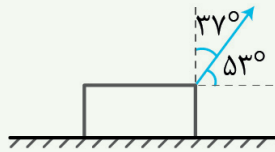
۴ باید جسم مورد نظر، یک ذره فرض شود (مدل‌سازی)

**حواست باشه:** یکای انرژی و کار در SI ژول (J) می‌باشد، اما می‌توان ژول را به صورت  $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$  نیز تعریف کرد.

مقادیر سینوس و کسینوس به ازای چند زاویه پرکاربرد

$\theta$	$\sin \theta$	$\cos \theta$
$0^\circ$	۰	۱
$30^\circ$	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
$45^\circ$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$
$60^\circ$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$
$90^\circ$	۱	۰
$180^\circ$	۰	-۱

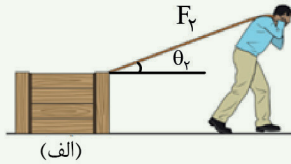
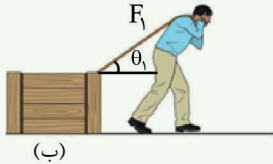
**سوال:** شخصی جعبه‌ای را توسط طنابی با نیروی ثابت  $200\text{N}$  روی سطحی هموار و بدون اصطکاک، به اندازه  $10$  متر جابه‌جا می‌کند. اگر طناب با راستای قائم زاویه  $37^\circ$  درجه را تشکیل داده باشد، کار انجام شده توسط این نیرو را حساب کنید. ( $\cos 37^\circ = 0.8$  و  $\cos 53^\circ = 0.6$ )



دقت داشته باشید که  $\theta$  در حرکت افقی همیشه زاویه بین نیرو و راستای افقی (نه قائم) است

$$W = (F \cos \theta)d = 200 \times \frac{6}{10} \times 10 = 1200\text{J}$$

شخصی جسمی را یک بار با طنابی بلند (شکل الف) و بار دیگر با طنابی کوتاه‌تر (شکل ب) روی سطحی هموار می‌کشد. اگر جابه‌جایی و کاری که این شخص در هر دو بار روی جعبه انجام می‌دهد یکسان باشد، توضیح دهید در کدام حالت، شخص نیروی بزرگ‌تری وارد کرده است. اصطکاک را در هر دو حالت، ناچیز فرض کنید.

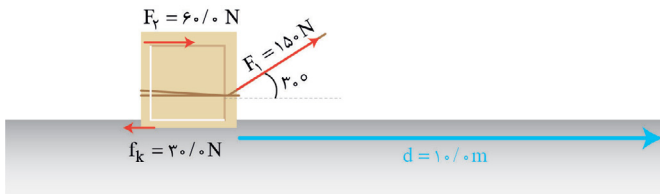


$$W_1 = W_2 \Rightarrow (F_1 \cos \theta_1)d = (F_2 \cos \theta_2)d$$

$$\Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{\cos \theta_2}{\cos \theta_1} \quad \theta_1 > \theta_2 \Rightarrow \cos \theta_2 > \cos \theta_1 \Rightarrow F_1 > F_2$$

**کار کل:**

اگر به جای یک نیرو، دو یا چند نیرو به جسم وارد بشه، برای محاسبه کار کل ( $W_t$ )، کار انجام شده توسط هر کدام از نیروها رو جداگانه حساب می‌کنیم و با جمع‌بندی کار نیروها کار کل رو بدست میاریم.



مثال: اول از همه کار سه تا نیرو رو در جابه‌جایی  $10$  متری حساب

می‌کنیم.

$$W_1 = (F_1 \cos 30^\circ)d = 150 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \times 10 = 750\sqrt{3}\text{J}$$

$$W_t = W_1 + W_2 + W_3 = 750\sqrt{3} + 600 - 300 = 750\sqrt{3} + 300\text{J}$$

$$W_2 = (F_2 \cos 0^\circ)d = 60 \times 1 \times 10 = 600\text{J}$$

$$W_3 = (f_k \cos 180^\circ)d = 30 \times -1 \times 10 = -300\text{J}$$

دقت داشته باشید که کار نیروی اصطکاک منفیه، چون زاویه بین نیرو و جابه‌جایی  $180^\circ$  و  $\cos 180^\circ = -1$ .

کار کل انجام شده به جسم برابر با تغییر انرژی جنبشی  $W_t = K_2 - K_1$

برای کار کل سه حالت وجود داره (منفی، صفر و مثبت):

اگر کار کل انجام شده مثبت باشه انرژی جنبشی جسم افزایش پیدا میکنه ( $K_2 > K_1$ ) یعنی به زبان ساده، تندی جسم افزایش پیدا میکنه. (چون جرم جسم ثابت)

اگر کار کل منفی باشه، انرژی جنبشی کاهش پیدا می‌کنه ( $K_2 < K_1$ ) و در نتیجه تندی جسم کمتر میشه. اگر هم کار کل صفر باشه، انرژی جنبشی و تندی جسم تغییر نمی‌کنه. ( $K_2 = K_1$ )

به اصطلاح، کار مثبت یعنی انرژی دادن به جسم و کار منفی یعنی گرفتن انرژی از جسم.

**سوال:** چتربازی جرم خود و چترش با هم  $200$  کیلوگرم است. بلافاصله بعد از باز شدن چترش دارای تندی  $4$  متر بر ثانیه می‌شود و در لحظه رسیدن به زمین تندی چترباز به  $5$  متر بر ثانیه می‌رسد. کار کل انجام شده روی این چترباز چند ژول است؟

$$W_t = \Delta K = K_2 - K_1 = \frac{1}{2} \times mv_2^2 - \frac{1}{2} \times mv_1^2 = \frac{1}{2} \times 200 \times (5^2 - 4^2) = 900\text{J}$$

**سوال:** برای آنکه نیروی خالصی، بتواند تندی جسم را از صفر به  $v$  برساند باید مقدار کار  $W$  را روی آن انجام دهد. اگر قرار باشد تندی این جسم از صفر به  $3v$  برسد کاری که روی جسم باید انجام شود چند برابر  $W$  است؟

$$\left. \begin{aligned} W &= \Delta K = \frac{1}{2} \times mv^2 - \frac{1}{2} \times m \times 0^2 = \frac{1}{2} mv^2 \\ W' &= \Delta K' = \frac{1}{2} m(3v)^2 - \frac{1}{2} m \times 0^2 = \frac{1}{2} m \cdot 9v^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{W'}{W} = 9$$

**سوال:** ورزشکاری سعی می‌کند توپ بیسبالی به جرم  $150\text{g}$  را با بیشترین تندی ممکن پرتاب کند. به این منظور، ورزشکار نیرویی به بزرگی  $F = 75/0\text{N}$  تا لحظه پرتاب توپ و در امتداد جابه‌جایی  $(d = 1/5\text{m})$  بر آن وارد می‌کند. با چشم‌پوشی از مقاومت هوا، تندی توپ هنگام جدا شدن از دست ورزشکار چقدر است؟

$$W = Fd = \Delta K \Rightarrow W = 75 \times 1/5\text{J} = \frac{1}{2} \times \frac{150}{1000} v^2$$

$$v^2 = \frac{150 \times 150}{1500} = 1500$$

$$v = 10\sqrt{15} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- حواستون به هر دو تا فرمول کار باشه!

**سوال:** جرم یک خودروی الکتریکی به همراه راننده‌اش  $480\text{kg}$  است. وقتی این خودرو از موقعیت  $A$  به موقعیت  $B$  می‌رود، کار کل انجام شده روی خودرو  $73500\text{J}$  است. اگر تندی خودرو در موقعیت  $A$  برابر  $54/0\text{ km/h}$  باشد، تندی آن در موقعیت  $B$  چند متر بر ثانیه است؟

$$W_t = \Delta K \Rightarrow 73500 = \frac{1}{2} \times 480 \cdot (v^2 - 15^2)$$

$$54 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v^2 - 225 = 175$$

$$v^2 = 400$$

$$v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- حواستون باشه که تندی‌ها رو متر بر ثانیه بزارید!

### انرژی پتانسیل:

انرژی پتانسیل برخلاف انرژی جنبشی که به حرکت یک جسم وابسته است، ویژگی یک سامانه (دستگاه) است تا ویژگی یک جسم منفرد. به عبارت دیگر، انرژی پتانسیل به مکان اجسام یک سامانه نسبت به یکدیگر بستگی دارد. وقتی انرژی پتانسیل یک سامانه کاهش می‌یابد، این انرژی به شکل‌های دیگری از انرژی تبدیل می‌شود.

### انرژی پتانسیل گرانشی:

انرژی پتانسیل گرانشی سامانه متشکل از زمین و جسمی به جرم  $m$  که در ارتفاع  $h$  از سطح زمین است به صورت زیر تعریف می‌شود:  $U = mgh$

$$W_{\text{وزن}} = mgh = mg(h_1 - h_2)$$

کار نیروی وزن هم به روش روبرو محاسبه می‌شود:

$$\Rightarrow W_{\text{وزن}} = U_1 - U_2 = -(U_2 - U_1) = -\Delta U$$

از رابطه بالا متوجه می‌شویم که نیروی وزن برابر منفی تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی است، چون وقتی که جسم رو به پایین حرکت می‌کند کار نیروی وزن مثبت است ولی انرژی پتانسیل گرانشی به علت کاهش  $h$ ، کاهش می‌یابد و در نتیجه تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی منفی می‌شود.



**سوال:** انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل گرانشی (نسبت به زمین) یک هواپیمای مسافربری به جرم  $7/50 \times 10^4 \text{ kg}$  که با تندی  $864 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  در ارتفاع  $9/60 \times 10^3 \text{ m}$  حرکت می‌کند چقدر است؟ مقدار این انرژی‌ها را با هم مقایسه کنید.

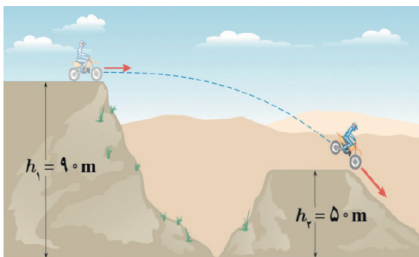
یادت نره!

سرعت رو به حسب  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$  به دست بیار و در فرمول قرار بده.

$$V = \frac{864}{3/6} = 240 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\left. \begin{aligned} K &= \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 7/50 \times 10^4 \times 240^2 = 216 \times 10^7 \text{ J} \\ U &= mgh = 7/50 \times 10^4 \times 10 \times 9/60 \times 10^3 = 720 \times 10^7 \text{ J} \end{aligned} \right\} \Rightarrow U > K$$

**سوال:** جرم موتورسواری با موتوروش  $150 \text{ kg}$  است. این موتورسوار، پرشی مطابق شکل روبه‌رو انجام می‌دهد.



الف) انرژی پتانسیل گرانشی موتورسوار را روی هر یک از تپه‌ها حساب کنید.  
 $(g = 9/8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$

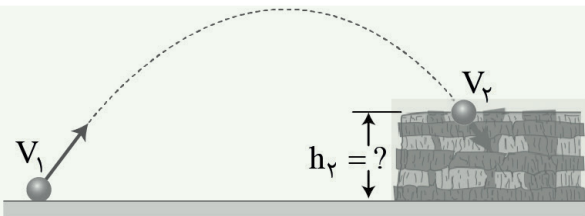
ب) کار نیروی وزن موتورسوار به همراه موتوروش را در این جابه‌جایی به دست آورید.

$$\begin{aligned} U_1 &= mgh_1 = 150 \times 9/8 \times 90 = 132300 \text{ J} \\ U_2 &= mgh_2 = 150 \times 9/8 \times 50 = 73500 \text{ J} \end{aligned} \Rightarrow W_{\text{وزن}} = -\Delta U = 58800 \text{ J}$$

### □ پایستگی انرژی مکانیکی:

اگر نیروهای اتلافی مانند اصطکاک و مقاومت هوا صفر باشد:  
 و چون مجموع انرژی پتانسیل و جنبشی جسم انرژی مکانیکی نام دارد؛ داریم:  
 حالا سؤال پیش میاد که اگه نیروهای اتلافی صفر نباشه چی؟ که باید عرض کنم اون موقع کار نیروی اتلافی میشه  $\Delta E = E_2 - E_1$  و منفی هم هست.

**سوال:** تویی مطابق شکل از سطح زمین با تندی  $v_1 = 40 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  به طرف صخره‌ای پرتاب می‌شود. اگر توپ با تندی  $v_2 = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  به بالای صخره برخورد کند، ارتفاع  $h_2$  را به دست آورید. (مقاومت هوا را هنگام حرکت توپ نادیده بگیرید).



$$\begin{aligned} K_1 &= \frac{1}{2} \times m \times 40^2 = 800m & U_1 &= 0 \\ U_2 &= mgh_2 = 10mh_2 & K_2 &= \frac{1}{2} \times m \times 25^2 = 312/5m \end{aligned}$$

چون مقاومت هوا صفر است پس:

$$\begin{aligned} E_1 &= E_2 \Rightarrow K_1 + U_1 = U_2 + K_2 \\ \Rightarrow 800m &= 312/5m + 10mh_2 \\ h_2 &= 48/75 \text{ m} \end{aligned}$$

**سوال:** جسمی به جرم  $12 \text{ kg}$  در ارتفاع  $5$  متری سطح زمین قرار دارد. اگر این جسم از حال سکون رها شود و در مسیری بدون اصطکاک حرکت کند، تندی آن هنگام رسیدن به سطح زمین چند متر بر ثانیه است؟

چون اصطکاک صفره:  $E_1 = E_2$   
 از حال سکون رها می‌شود یعنی سرعت اولیه صفره.  
 $K_1 = 0$  و  $U_1 = mgh = 12 \times 10 \times 5 = 600 \text{ J}$

$K_p = ? \quad U_p = 0$  (چون حالت دوم به سطح زمین در نظر گرفته شده)

$$600 = \frac{1}{2} \times 12 \times V^2 \Rightarrow V = 10 \frac{m}{s}$$

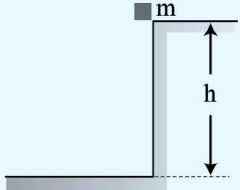
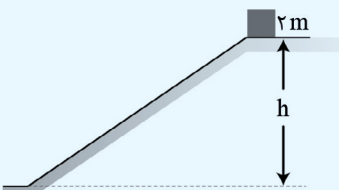
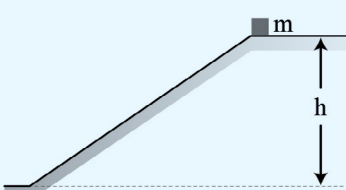
### پایستگی انرژی مکانیکی و کار و انرژی درونی

**سوال:** در سه شکل زیر اجسامی از حالت سکون و ارتفاع  $h$  نسبت به سطح افق رها می‌شوند و نیروی اصطکاک و مقاومت هوا بر آنها وارد نمی‌شود.

در کدام حالت، جسم:

الف) بیشترین تندی را هنگام رسیدن به سطح افقی دارد؟

ب) تا هنگام رسیدن به پایین مسیر، بیشترین مقدار کار نیروی وزن روی آن انجام شده است؟

 <p><math>K_1 = 0</math> <math>U_p = 0</math></p>	 <p><math>K_1 = 0</math> <math>U_p = 0</math></p>	 <p><math>K_1 = 0</math> <math>U_p = 0</math></p>
$E_1 = E_p$ $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ $v = \sqrt{2gh}$ $W_{\text{وزن}} = -\Delta U = U_1 - U_p = mgh$	$E_1 = E_p$ $2mgh = \frac{1}{2} \times 2m \times v^2$ $v = \sqrt{2gh}$ $W_{\text{وزن}} = 2mgh$	$E_1 = E_p$ $mgh = \frac{1}{2} \times mv^2$ $v = \sqrt{2gh}$ $W_{\text{وزن}} = mgh$

✓ پس در حالتی که مقاومت هوا اصطکاک وجود ندارد سرعت نهایی فقط به گرانش و ارتفاع وابسته است.

**سوال:** گلوله‌ای به جرم  $50g$  از دهانه تفنگی با تندی  $1/5 \frac{km}{s}$  و ارتفاع  $h_p$  و ارتفاع  $1/6 m$  از سطح زمین شلیک می‌شود. اگر گلوله

با تندی  $45 \frac{km}{s}$  به زمین برخورد کند، در مدت حرکت گلوله کار نیروی مقاومت هوا چقدر است؟

$$W_f = \Delta E = E_p - E_1$$

$$E_1 = K_1 + U_1 = \frac{1}{2} \times \frac{5}{1000} \times (1500)^2 + \frac{5}{1000} \times 10 \times 1/6 = 56250 / 8 J$$

$$E_p = K_p + U_p = \frac{1}{2} \times \frac{5}{1000} \times (450)^2 + 0 = 5062 / 8 J \Rightarrow W_f = \Delta E = -51188 / 8 J$$

### انرژی درونی

انرژی درونی یک جسم، مجموع انرژی‌های ذره‌های تشکیل دهنده آن است. انرژی درونی یک جسم، هم به تعداد ذرات جسم و هم به انرژی هر ذره بستگی دارد. به نیروهای اصطکاک و مقاومت هوا که کارشان به روی جسم منفی است نیروهای اتلافی می‌گویند و کار این نیروها جزو انرژی‌های تلف شده است چون در عمل نمی‌توان از این انرژی استفاده مجدد کرد. در این حالت‌ها انرژی از بین نرفته است بلکه تبدیل به انرژی درونی شده است.

**قانون پایستگی انرژی:** در یک سامانه منزوی، مجموع کل انرژی‌ها ثابت می‌ماند. انرژی را نمی‌توان خلق یا نابود کرد و تنها می‌توان آن

را از یک شکل به شکل دیگر تبدیل کرد. این بیان که براساس آزمایش‌های بسیاری بنا شده است قانون پایستگی انرژی نامیده می‌شود و تاکنون هیچ مورد استثنایی برای آن یافت نشده است.

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

**توان:** آهنگ انجام کار (به زبان ساده یعنی کار انجام شده در واحد زمان)

**حواست باشه:** ۱- یکای SI توان وات است. ۲- یکای قدیمی توان اسب بخار است که هنوز هم استفاده می‌شود ( $1 \text{ hp} = 746 \text{ W}$ ).

**سوال:** شخصی به جرم  $72 \text{ kg}$ ، در مدت زمان  $90 \text{ s}$  از تعداد  $50$  پله بالا می‌رود. توان متوسط مفید او چند وات است؟ ارتفاع هر پله را  $30 \text{ cm}$  فرض کنید.

$$W_t = 72 \times 10 \times 15 \text{ J} \quad d = 50 \times \frac{3}{10} = 15 \text{ m}$$

حرکت شخص به صورت عمودی بوده و کار انجام شده توسط شخص برابر اندازه کار نیروی وزن است.

$$P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{72 \times 10 \times 15}{90} = 120 \text{ W}$$

بالابری با توان متوسط  $4 \text{ kW}$  باری به جرم  $800 \text{ kg}$  را در مدت  $3$  دقیقه تا چه ارتفاعی بالا می‌برد؟

$$W = P \cdot \Delta t = 4000 \times 3 \times 60 \text{ J}$$

اول از همه کار انجام شده رو در  $3$  دقیقه حساب می‌کنیم.

$$W = m g d = 800 \times 10 \times d = 4000 \times 3 \times 60$$

$$d = \frac{4 \times 60 \times 3}{28} = 90 \text{ m}$$

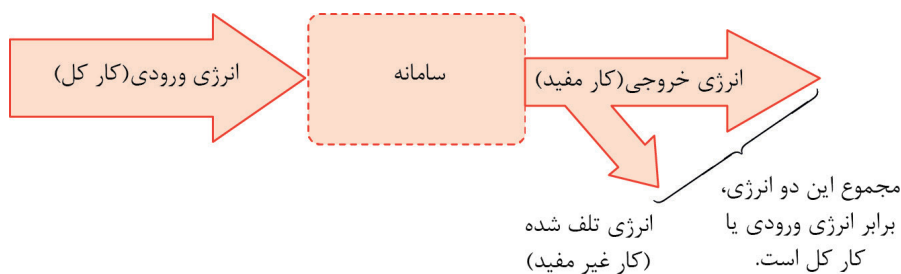
**سوال:** ورزشکاری به جرم  $50 \text{ kg}$  تعداد  $20$  پله  $10 \text{ cm}$  را در مدت  $8$  ثانیه طی می‌کند، توان متوسط ورزشکار چند وات است؟

$$P_{av} = \frac{W}{\Delta t} \quad W = m g d = 50 \times 10 \times 2 = 1000 \text{ J} \quad d = \frac{1}{10} \times 20 = 2 \text{ m}$$

$$P_{av} = \frac{1000}{8} = 125 \text{ W}$$

### بازده: □

در هر سامانه تنها بخشی از انرژی ورودی (انرژی مصرفی سامانه) به انرژی مورد نظر ما تبدیل می‌شود.



تنها بخشی از انرژی ورودی قابل استفاده است که به آن انرژی خروجی یا کار مفید می‌گویند. نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی را بازده می‌نامیم.

**نکته:** به جای انرژی خروجی و ورودی، توان تولیدی و مصرفی هم می‌توان به کار برد.

$$\text{بازده به حساب درصد} = \frac{\text{انرژی خروجی}}{\text{انرژی ورودی}} \times 100$$

**سوال:** یک پمپ در هر دقیقه  $4000 \text{ kg}$  آب را از درون چاهی به عمق  $6/25 \text{ m}$  بالا می‌آورد و با تندی  $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  از دهانه لوله‌ای در سطح زمین خارج می‌کند. اگر بازده پمپ  $75$  درصد باشد، توان الکتریکی مصرفی پمپ چند کیلووات است؟



$$W = \Delta K + \Delta U = \frac{1}{2} \times 4000 \times 5^2 + 4000 \times 10 \times 6 / 25 = 300 \text{ kJ}$$

$$P_{\text{تولیدی}} = \frac{300 \text{ kJ}}{60 \text{ s}} = 5 \text{ kW}$$

$$\text{بازده} = \frac{P_{\text{تولیدی}}}{P_{\text{مصرفی}}} \times 100 \Rightarrow 75 = \frac{5}{P_{\text{مصرفی}}} \times 100 \Rightarrow P_{\text{مصرفی}} = \frac{500}{75} = \frac{20}{3} \text{ kW}$$