

به نام پروردگار مهربان



# فیزیک دهم

ریاضی  
تجربی

ابراهیم دانشمند مهربانی، محمد طالب

مدیر و ناظر علمی گروه فیزیک : نصراله افاضل



مهروماه

## مقدمه

خیلی وقتا بچه‌ها از من می‌پرسن «فلان کتاب خوبه، بخرم؟» پاسخ من معمولاً به این عزیزان اینه که «هیچ کتاب آموزشی بد نیست و هر کتابی ویژگی‌های خودش رو داره، باید ببینین نیاز شما چیه. کتابی رو بخرین و بخونین که نیازتون رو برطرف کنه» کتاب لقمه فیزیک، هم کتاب خوییه و هم اینکه می‌تونه بعضی نیازهای خیلی مهم شما عزیزان رو برطرف کنه.

مثلا وقتی می‌خوایم واسه امتحان آماده بشین یا برای مرور سریع مبحثی که هفته پیش یاد گرفتین یا فقط سوال‌ها و تمرین‌ها و فعالیت‌های کتاب را مرور کنین، یا تصویرهای کتاب را همراه با زیرنویس آن‌ها دوره کنین و ... خلاصه هر جور که بخواین، می‌تونین کتاب درسی رو لقمه، لقمه کنین! نمیدونم میدونین یا نه که این کتاب در سه لقمه برای شما آماده شده.

لقمه اول: تعریف‌ها، مفاهیم و نکته‌ها که همراه با مثال‌های متنوع در هر بخش اومده.

لقمه دوم: ارائه پاسخ پرسش‌ها، فعالیت‌ها و تمرین‌های متن کتاب درسی.

لقمه سوم: که همان لقمه آخره، تعریف‌ها و فرمول‌ها و آموزش‌ها رو یکجا آورده که خیالتون راحت باشه.

حالا شاید پرسین چه وقت و چه طوری باید از این کتاب استفاده کرد؟



- قطع کتاب طوری ریزه میزه‌ست که همه جا می‌تونین با خودتون داشته باشین و ازش لذت ببرین.
- برای هر مبحث که دوست داشتین بخونین، دو لقمه اول و دوم رو بزنین.
- نکته‌های هر مبحث رو بیشتر مزه مزه کنین.
- لقمه آخر وقتی بهتون بیشتر می‌چسبه که لقمه‌های اول و دوم هر فصل رو نوش‌جون کرده باشین.

## قدردانی

هرچند لقمه کتاب کوچیکه اما تایپ و صفحه‌بندی و تولیدش دشواری‌های خودش رو داره. همه همکاران مهر و ماهی عزیزم زحمت بسیار کشیدن تا لقمه‌های این کتاب براتون خوشمزه باشه.

از جناب آقای احمد اختیاری مدیر محترم و فرهیخته انتشارات مهر و ماه و استاد محمدحسین انوشه، مدیر شورای تألیف که راهنمایی‌های ارزشمندی برای این کتاب داشتن و خانم سمیرا سیاوشی (مدیر تولید)، و آقایان مسعود محترمی یکتا و علیرضا بهستانی (صفحه‌آرا) و خانم‌ها منصوره محمدی و غزاله فروزان‌گهر (رسم تصاویر) و همه همکارانی که زحمت تولید کتاب رو کشیدن، صمیمانه سپاسگزاری می‌کنم.

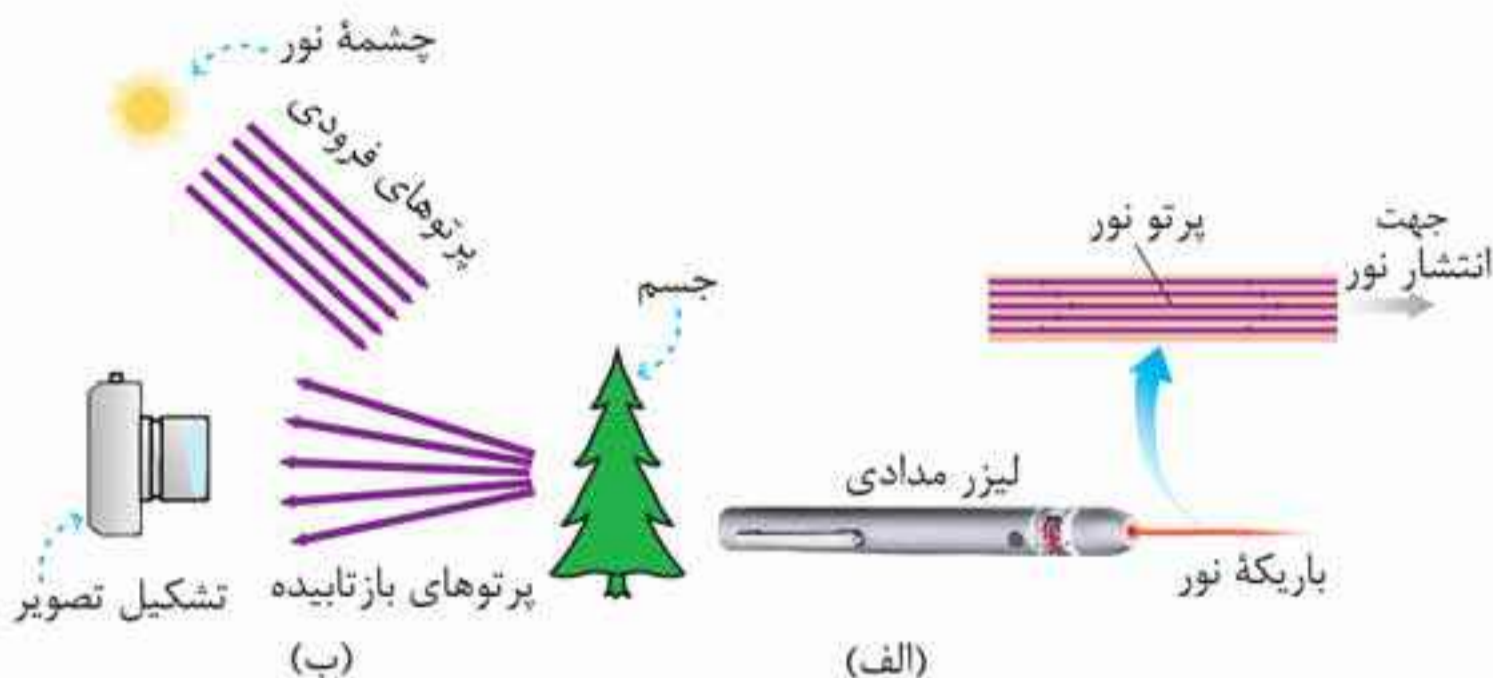
**مدیر و ناظر علمی گروه فیزیک**

**نصراله افاضل**

# فهرست

- |     |                       |       |
|-----|-----------------------|-------|
| ۷   | فیزیک و اندازه گیری   | فصل ۱ |
| ۳۷  | ویژگی‌های فیزیکی مواد | فصل ۲ |
| ۸۱  | کار، انرژی و توان     | فصل ۳ |
| ۱۲۷ | دما و گرما            | فصل ۴ |
| ۱۸۷ | ترمودینامیک           | فصل ۵ |
| ۲۲۵ | لقمه آخر - پیوست      |       |

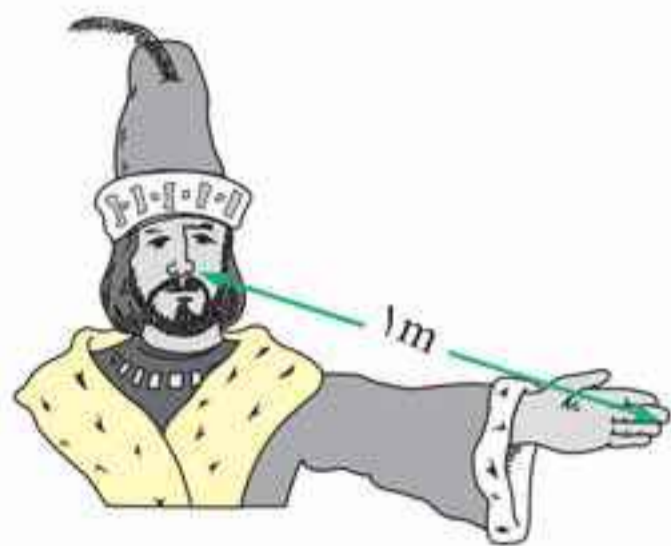




**پاسخ** اجزای شکل: لیزر مدادی + باریکه نور

در این پرسش باریکه نور مدل‌سازی شده که باریکه نور مجموعه‌ای از پرتوهای موازی نور در نظر گرفته شده و با همین مدل‌سازی ساده و پراهمیت، پرتوهای گسیلی از منبع نور گسترده در فاصله دور و خورشید، به صورت موازی در نظر گرفته شده و برای منبع نور گسترده در فاصله نزدیک (درخت) به صورت واگرا می‌باشد که پس از عبور از عدسی دوربین عکاسی با وقوع پدیده شکست همگرا شده و تصویر حقیقی (عکس) تشکیل می‌دهد.






### ۲-۱ پرسش



اگر مطابق شکل روبه‌رو، یکای طول را به صورت فاصله نوک بینی تا نوک انگشتان دست کشیده شده بگیریم، چه مزایا و معایبی دارد؟

## ۱-۳ تمرین

با توجه به پیشوندهای یکاهای SI و نمادگذاری علمی جدول زیر را کامل کنید.

<p>قطر میانگین یک گلبول (گویچه) قرمز</p> 	$7/0 \times 10^{-6} \text{ m}$	...mm	... $\mu\text{m}$
<p>قطر هسته اتم اورانیوم</p> 	$1/75 \times 10^{-14} \text{ m}$	...pm	... fm
<p>جرم یک گیره کاغذ</p> 	$1/0 \times 10^{-4} \text{ kg}$	... g	... mg
<p>زمانی که نور مسافت ۰/۳ متر را در هوا طی می کند.</p> 	$1/0 \times 10^{-9} \text{ s}$	... $\mu\text{s}$	..... ns
<p>زمانی که صوت مسافت ۰/۳۵ متر را در هوا طی می کند.</p> 	$1/0 \times 10^{-3} \text{ s}$	... ms	... $\mu\text{s}$



### نکته‌ها:

- ۱ اغلب در دماهای خیلی بالا به وجود می‌آید.
- ۲ ماده درون ستارگان و بیشتر فضای بین ستاره‌ای، آذرخش، شفق‌های قطبی، آتش و ماده داخل لوله تابان لامپ‌های مهتابی از پلازما تشکیل شده است.

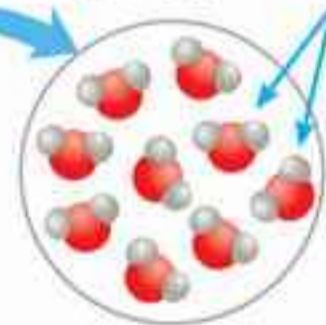
## ۲ نیروهای بین مولکولی

**الف** هم‌چسبی (جاذبه بین مولکول‌های همسان)

مانند: کشش سطحی در مایعات

مولکول‌های آب به یکدیگر

نیروی جاذبه وارد می‌کنند.



قطره‌های شب‌نمی که روی شاخ و برگ درختان در نور خورشید صبحگاهی می‌درخشند، نشانه‌ای از نیروی جاذبه بین مولکول‌های آب است.

**ب** دگرچسبی (جاذبه بین مولکول‌های ناهمسان)

مانند: ترشوندگی جامد توسط مایعات

### نکته‌ها:

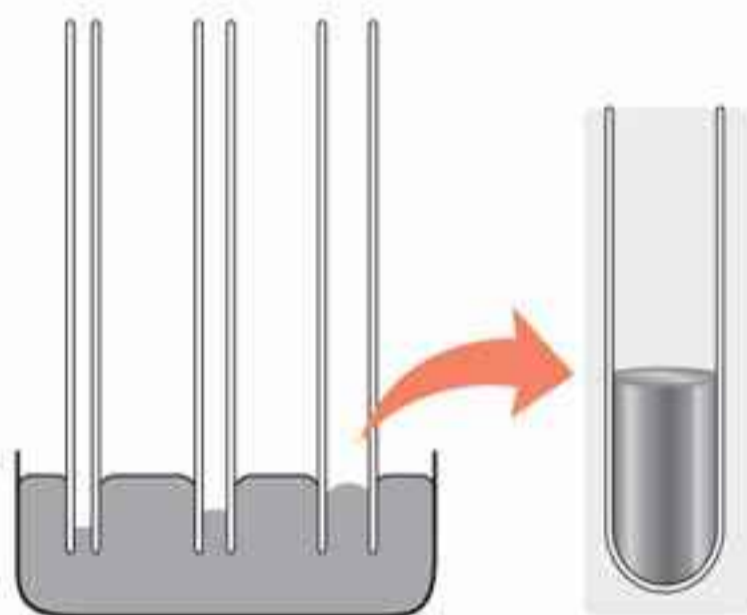
- ۱ نیروی هم‌چسبی از تراکم‌پذیری مایع جلوگیری می‌کند ( این نیرو با کاهش فاصله بین مولکول‌های مایع، به صورت دافعه بین آن‌ها ظاهر می‌شود).



نکته‌ها:

- ۱ آب در لوله‌های موئین بالا می‌رود (ترشوندگی) و سطح آن بالاتر از سطح آب ظرف قرار می‌گیرد.
- ۲ هرچه قطر لوله موئین کم‌تر باشد، ارتفاع ستون آب در آن بیشتر است.
- ۳ سطح آب در بالای لوله‌های موئین، فرورفته است (کاو).

ب جیوه:



نکته‌ها:

- ۱ جیوه در لوله‌های موئین مقداری بالا می‌رود ولی سطح آن پایین‌تر از سطح جیوه ظرف قرار می‌گیرد (تر نمی‌کند).
- ۲ هرچه قطر لوله موئین کم‌تر باشد، ارتفاع ستون جیوه در آن کم‌تر است.
- ۳ سطح جیوه در لوله‌های موئین برآمده است (کوژ).



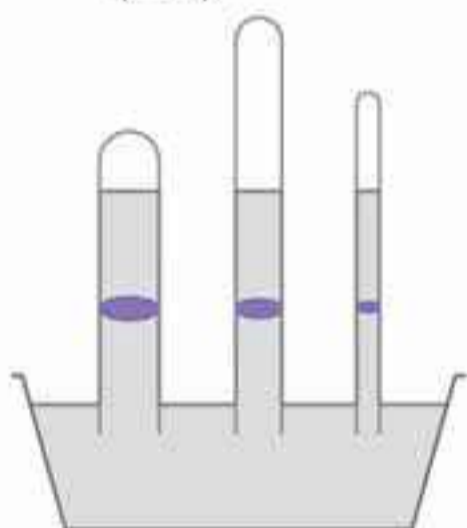
۵-۲ پرسش

**الف** توضیح دهید چرا توربچلی در آزمایش خود ترجیح داد به جای آب از جیوه استفاده کند؟ (ممکن است شکل (الف) بتواند در پاسخ به این پرسش به شما کمک کند)



(الف)

**ب** برای لوله‌های غیرمویین، اگر سطح مقطع و طول لوله‌ها متفاوت باشد، ارتفاع ستون جیوه تغییر نمی‌کند (شکل ب). علت را توضیح دهید.



(ب)

**پ** در قلم خودکار، جوهر از طریق یک لوله وارد نوک قلم شده و در آنجا توسط یک گوی فلزی ضد زنگ غلتان، روی ورقه کاغذ پخش می‌شود. در بدنه لاکی یا درپوش بالایی این نوع قلم‌های خودکار، سوراخ ریزی ایجاد می‌کنند (شکل پ). دلیل این کار را توضیح دهید.



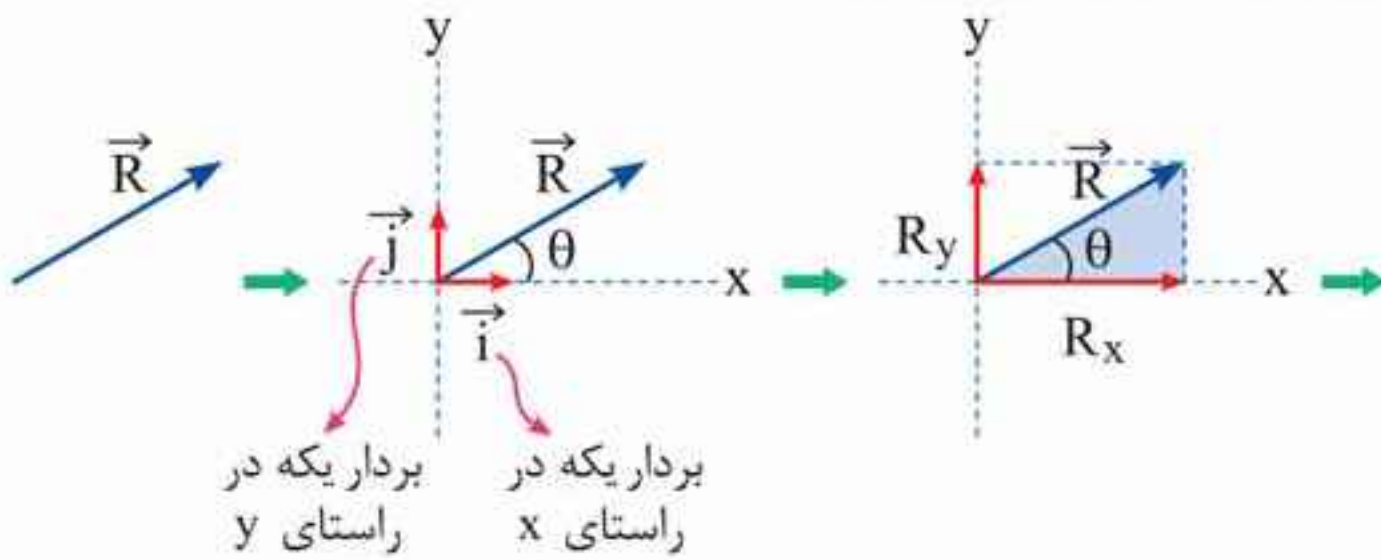
(پ)

**پاسخ الف** زیرا چگالی آب از چگالی جیوه کم‌تر است؛ یعنی اگر به جای جیوه از آب استفاده کنیم، به لوله آزمایش بالای ۱۰



جسم در جهت نیرو، به اندازه  $d$  جابه‌جا شده است.

## یادآوری مهارت ریاضی:



$$\begin{cases} \sin \theta = \frac{R_y}{R} \Rightarrow R_y = R \sin \theta \\ \cos \theta = \frac{R_x}{R} \Rightarrow R_x = R \cos \theta \end{cases}$$

$$\vec{R} = R \cos \theta \vec{i} + R \sin \theta \vec{j}$$

در این رابطه، بردار  $\vec{R}$  به مؤلفه‌های افقی و عمودی خود تجزیه شده است و بر حسب بردارهای یکه نمایش داده شده است.

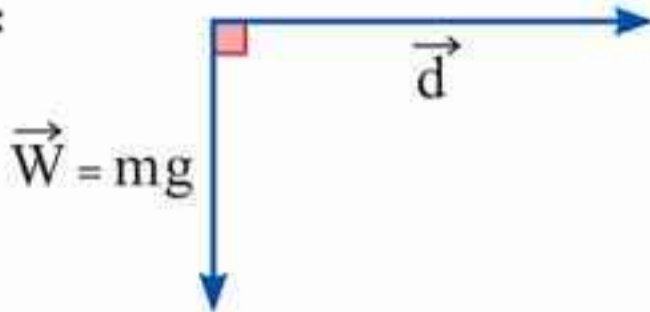
◀ اگر مطابق شکل صفحه بعد، نیروی وارد شده به جسم با جابه‌جایی زاویه  $\theta$  بسازد:



$$W_{F_T} = (F_T \cos 12^\circ) d \Rightarrow W_{F_T} = 5 \times (-\cos 6^\circ) \times 3$$

$$\Rightarrow W_{F_T} = -7/5 J$$

$\vec{W}$ :



$$W_{mg} = (mg \cos 90^\circ) d \Rightarrow W_{mg} = 5 \times 10 \times 0 \times 3$$

$$\Rightarrow W_{mg} = 0 J$$

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

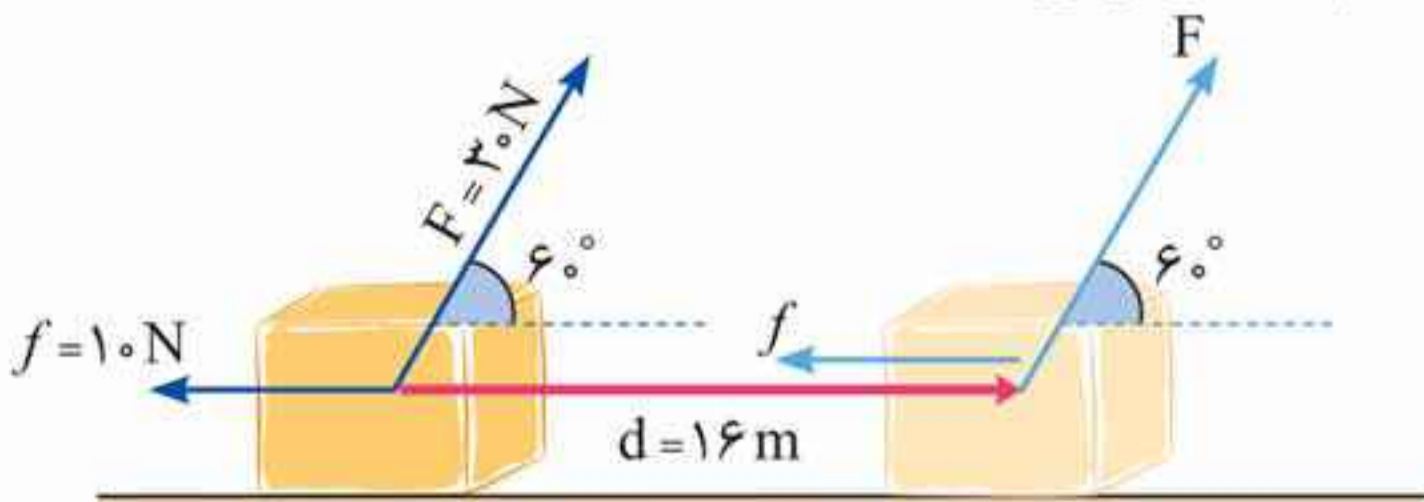
### کار کل ( $W_T$ )

اگر به جای یک نیرو، چند نیرو بر جسمی وارد شود، به دو روش کار کل را محاسبه می‌کنیم:

### روش اول:

با استفاده از رابطه  $W = (F \cos \theta) d$  کار انجام شده توسط هر نیرو را به طور جداگانه محاسبه می‌کنیم. سپس با جمع جبری کار انجام شده توسط تک تک نیروها، کار کل ( $W_T$ ) را می‌یابیم.

**مثال ۵:** در شکل زیر کار کل ( $W_T$ ) انجام شده بر روی جسم ۲ کیلوگرمی را محاسبه کنید.



$$F_{\text{در راستای جابه‌جایی}} = F \cos 60^\circ = 30 \times \frac{1}{2} = 15 \text{ N}$$

$$f_{\text{در راستای جابه‌جایی}} = f \cos 180^\circ = 10 \times (-1) = -10 \text{ N}$$

$$mg_{\text{در راستای جابه‌جایی}} = 0 \text{ N}$$

$$F_N_{\text{در راستای جابه‌جایی}} = 0 \text{ N}$$

$$F_t_{\text{در راستای جابه‌جایی}} = (15 + (-10) + 0 + 0) = 5 \text{ N}$$

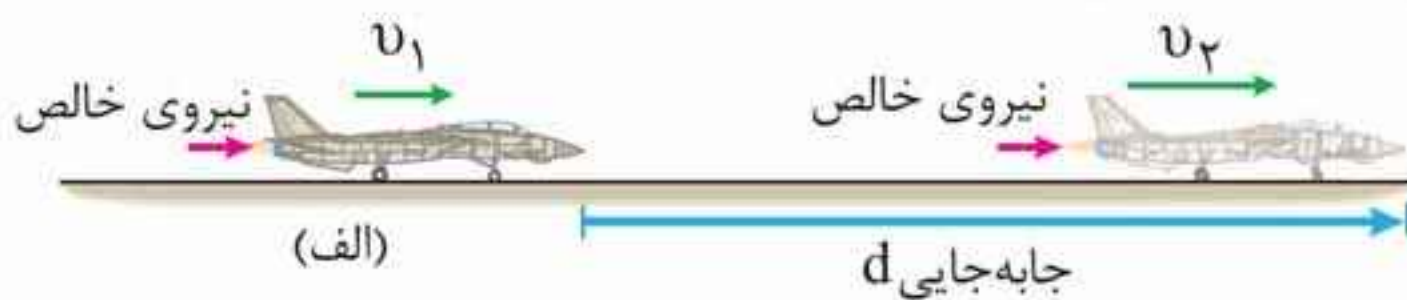
$$W_t = (F_t \cos \theta) d = F_t \times 1 \times d = F_t d = W = (F_t_{\text{در راستای جابه‌جایی}} d)$$

$$W_t = 5 \times 16 = 80 \text{ J}$$

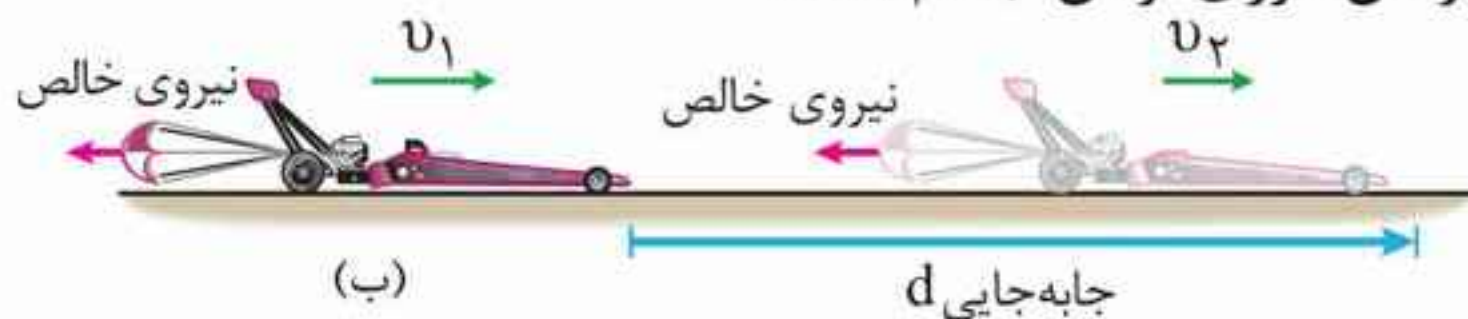
### ۳ کار و انرژی جنبشی

اگر در حین جابه‌جایی جسمی، نیروی خالصی به آن وارد شود، دو حالت امکان‌پذیر است:

**الف** اگر آن نیرو کار مثبتی روی جسم انجام دهد، به معنای دادن انرژی به آن جسم است.

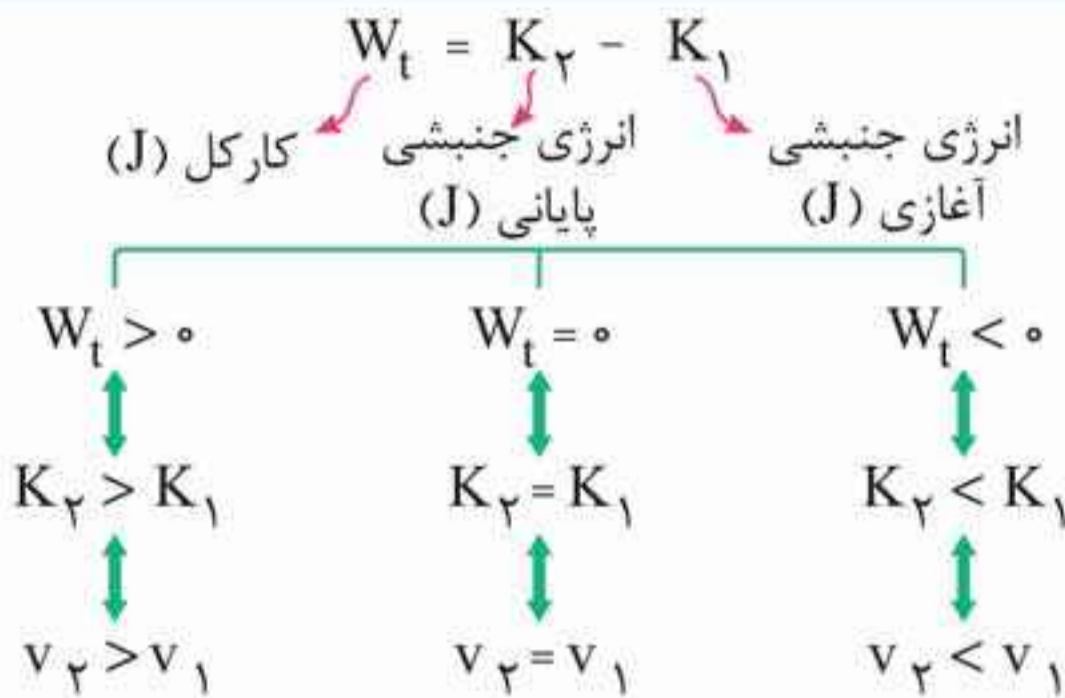


**ب** اگر آن نیرو کار منفی روی جسم انجام دهد، به معنای گرفتن انرژی از آن جسم است.





**قضیه کار و انرژی جنبشی:** کار کل انجام شده روی یک جسم با تغییر انرژی جنبشی آن برابر است.



**نکته‌ها:**

- ۱ **قضیه کار و انرژی جنبشی**، نه تنها برای حرکت یک جسم روی مسیر مستقیم معتبر است، بلکه اگر جسم روی هر مسیر خمیده‌ای نیز حرکت کند، می‌توان از آن استفاده کرد.
- ۲ **قضیه کار و انرژی جنبشی**، به سادگی از قانون دوم نیوتون به دست می‌آید (یعنی قانون مستقلی نیست).
- ۳ **تغییر انرژی جنبشی** را می‌توان کاری در نظر گرفت که جسمی متحرک، روی جسم دیگری انجام می‌دهد (چکشی که میخی را به چوبی می‌کوبد).

**مثال ۷:** گلوله تفنگی به جرم  $2g$  با سرعت  $300\text{ m/s}$  به تنه درختی برخورد می‌کند و در آن فرو رفته و متوقف می‌شود. کاری که درخت روی گلوله انجام می‌دهد چقدر است؟

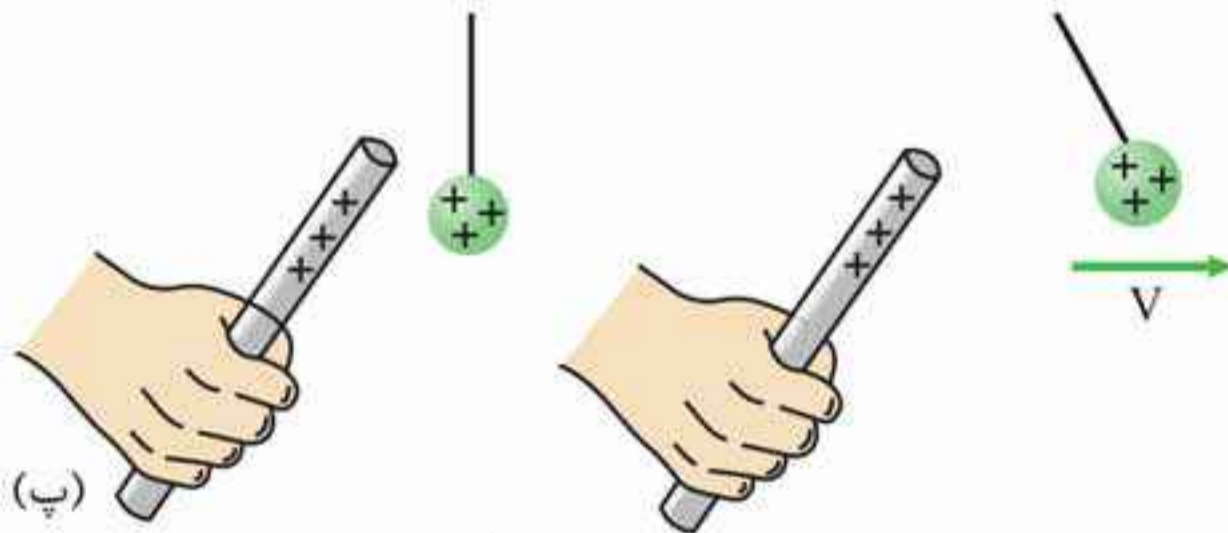
**پاسخ** تنها جسمی که روی گلوله کار انجام می‌دهد، درخت است، پس کار کل برابر کار درخت بر روی گلوله است.





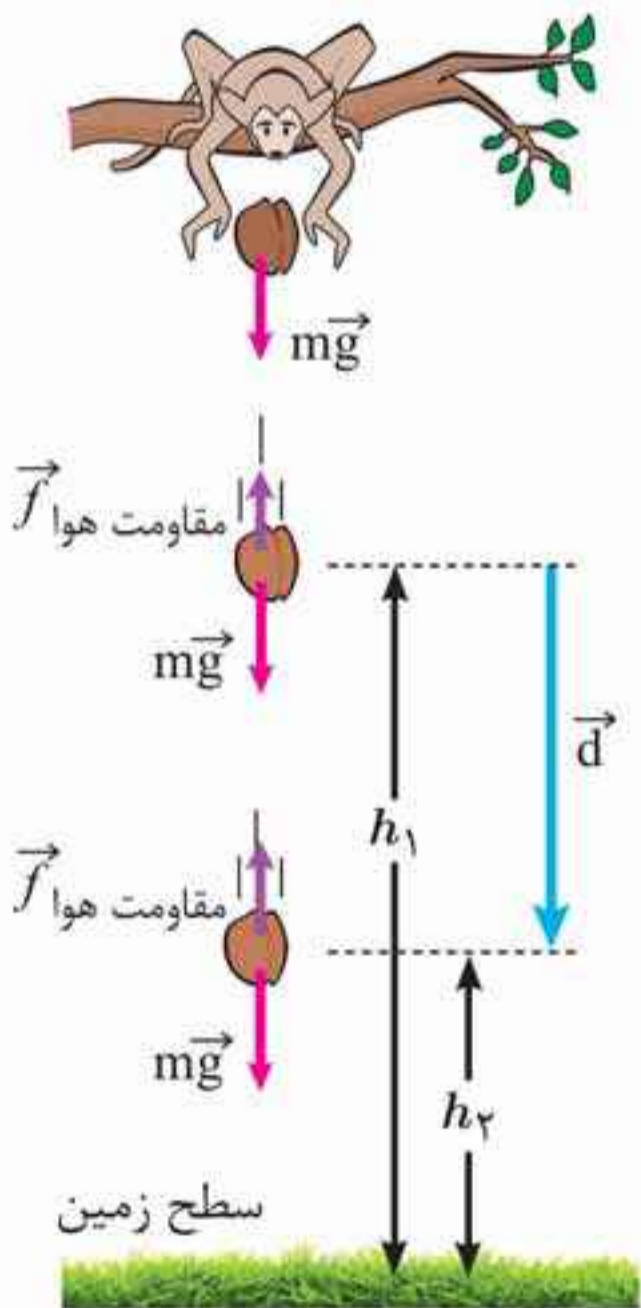
(ب)

انرژی پتانسیل کشسانی در سامانه جسم - فنر



(پ)

انرژی پتانسیل الکتریکی در سامانه دو جسم باردار



نیروهای وارد شده به جسمی که به طرف زمین سقوط می‌کند.

### 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:

$$U = mgh$$

کار نیروی وزن برابر با منفی تغییر انرژی پتانسیل گرانشی است:

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



### فصل ۳ ■ کار، انرژی و توان مهر و ماه

پایستگی انرژی مکانیکی در سقوط جسم  $\rightarrow E_2 = E_1$  شرایط خلاء

$$\Rightarrow K_2 + U_2 = K_1 + U_1 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_2^2 = mgh$$

$$\Rightarrow h = \frac{v_2^2}{2g} \Rightarrow h = \frac{(4\sqrt{5})^2}{2 \times 10} \Rightarrow h = 4\text{m}$$

کار مفید ماشین، بالابردن جسم تا ارتفاع ۴ متری برای غلبه بر کار نیروی وزن است. پس:

$$W_{\text{وزن}} = -\Delta U \Rightarrow W_{\text{وزن}} = -mgh = -2 \times 10 \times 4 = -80\text{J}$$

$$\Rightarrow W_{\text{ماشین}} = -W_{\text{وزن}} = 80\text{J}$$

$$\text{بازده بر حسب درصد} = \frac{W_{\text{ماشین}}}{W_{\text{ورودی}}} \times 100$$

$$\Rightarrow \text{بازده بر حسب درصد} = \frac{80}{100} \times 100 = 80\%$$

**مثال ۱۰۷:** در یک ساختمان، مصالح ساختمانی را با استفاده از موتور الکتریکی با توان ۳ کیلووات بالا می‌برند. اگر بازده موتور ۶۰ درصد باشد، بار ۳۰۰ کیلوگرمی را در چند ثانیه می‌توان به ارتفاع ۵۰ متری برد؟

$$\text{بازده} = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{مصرفی}}} \Rightarrow \frac{60}{100} = \frac{P_{\text{مفید}}}{3000} \Rightarrow P_{\text{مفید}} = 1800\text{W} \quad \text{پاسخ}$$

$$P_{\text{مفید}} = \frac{W}{t} \xrightarrow{W=mgh} 1800 = \frac{mgh}{t} \Rightarrow 1800 = \frac{300 \times 10 \times 50}{t}$$

$$t = \frac{300 \times 50}{18} = \frac{500}{6} = \frac{250}{3} \approx 83.3\text{s}$$

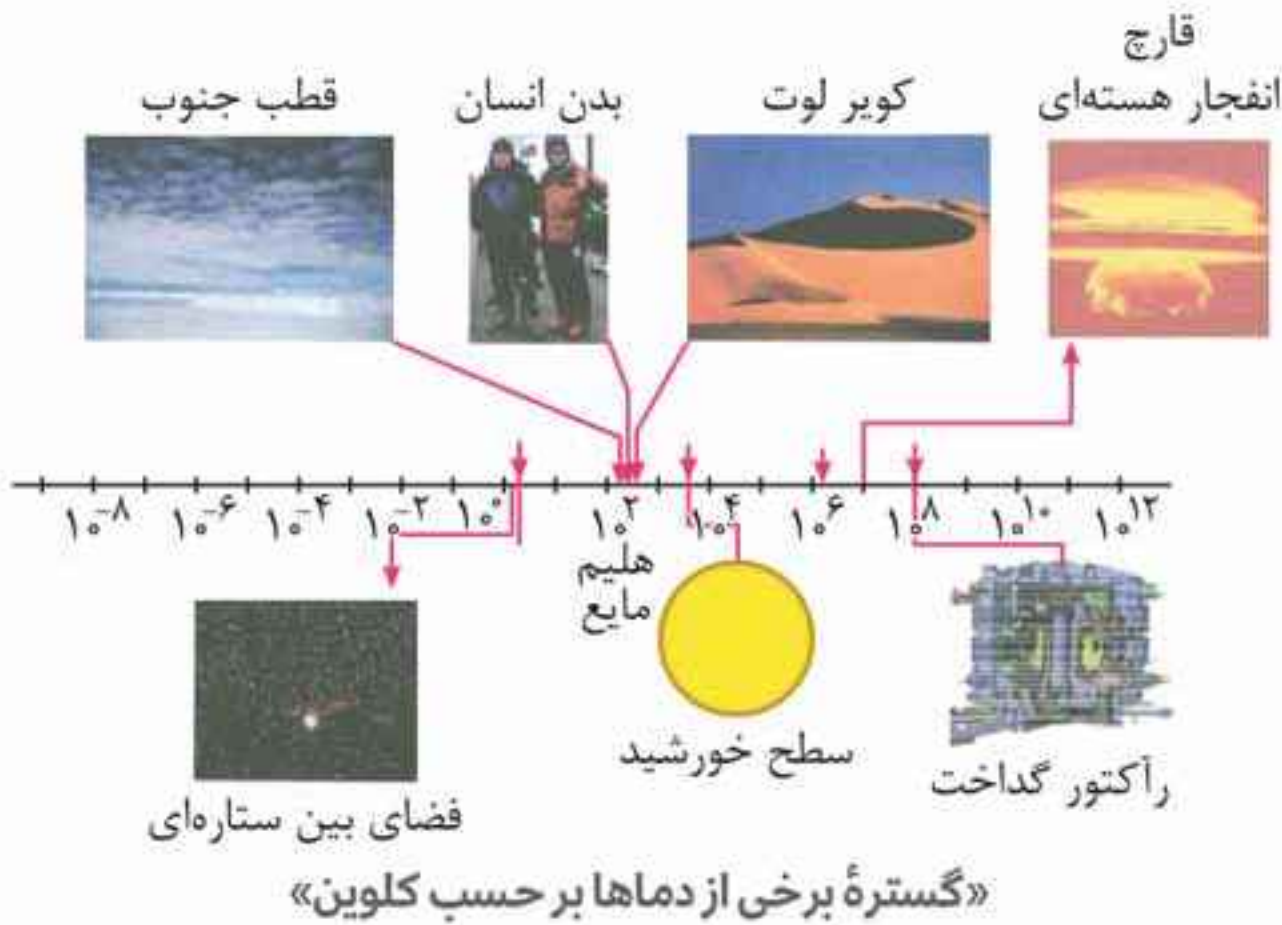
⚠ توجه:

۱ کم‌ترین دمای ممکن در طبیعت، صفرِ کلوین است که برابر است با  $-273/15^{\circ}\text{C}$

۲ برای دما، حدّ بالایی وجود ندارد.

۳ تغییر دما در مقیاس‌های سلسیوس و کلوین باهم برابر است.

$$\text{دمایر حسب } (^{\circ}\text{K}) \rightarrow \Delta T = \Delta \theta \leftarrow \text{دمایر حسب } (^{\circ}\text{C})$$



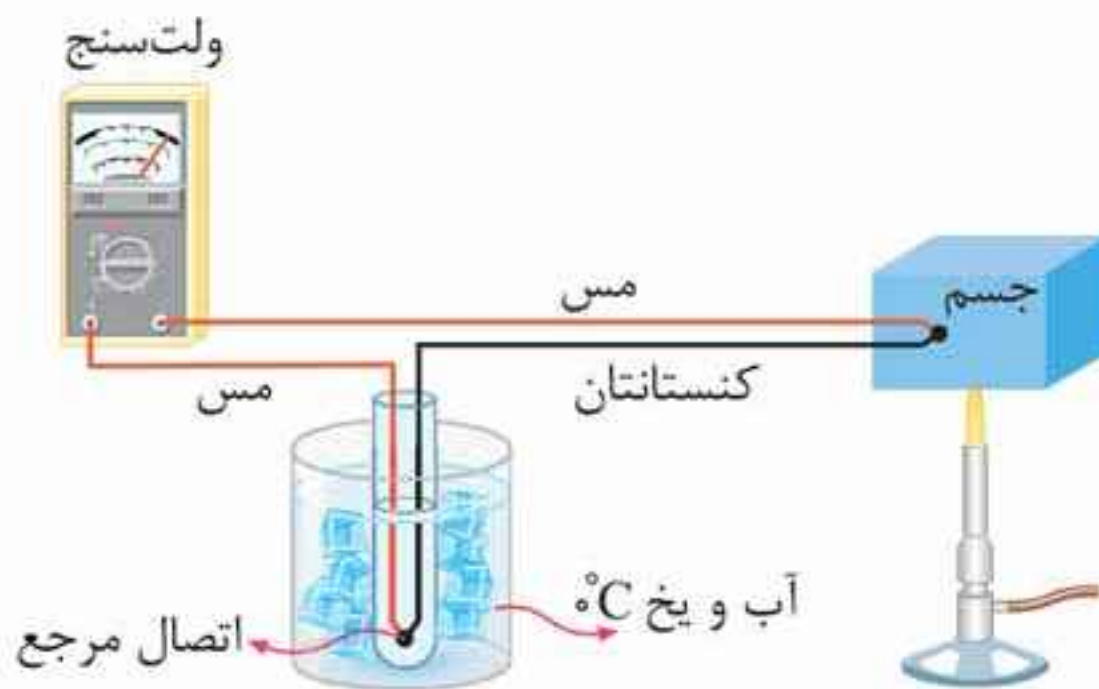
🏠 **مثال ۱:** دمای بدن انسان سالم چند کلوین و چند درجه فارنهایت است؟ (دمای بدن انسان سالم  $37^{\circ}\text{C}$ )

$$T = \theta + 273 \Rightarrow T = 37 + 273 = 310\text{K}$$

پاسخ

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow F = \frac{9}{5}(37) + 32 = 98/6^{\circ}\text{F}$$





## نکته‌ها:

- ۱ به دلیل دقت کم‌تر این نوع دماسنج نسبت به دماسنج‌های بیان شده، از مجموعه دماسنج‌های معیار کنار گذاشته شده است.
- ۲ کاربرد فراوانی در صنعت و آزمایشگاه‌ها دارد.
- ۳ مطابق شکل بالا، دو سیم فلزی غیرهم‌جنس مانند مس و کنستانتان از طرفی در دمای ذوب یخ نگه داشته شده و از طرف دیگر در مکانی به هم متصل‌اند که می‌خواهیم دمای آن را به دست آوریم. این مجموعه با سیم‌های مسی رابط به یک ولت‌سنج بسته می‌شود. با تغییر دمای محل مورد اندازه‌گیری، عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد تغییر می‌کند.
- ۴ گستره دماسنجی یک ترموکوپل، به جنس سیم‌های آن بستگی دارد.
- ۵ در یکی از انواع ترموکوپل‌ها گستره دماسنجی از  $-270^{\circ}\text{C}$  تا  $1372^{\circ}\text{C}$  است.
- ۶ کمیت دماسنجی این دماسنج ولتاژ است.

## مزیت ترموکوپل:

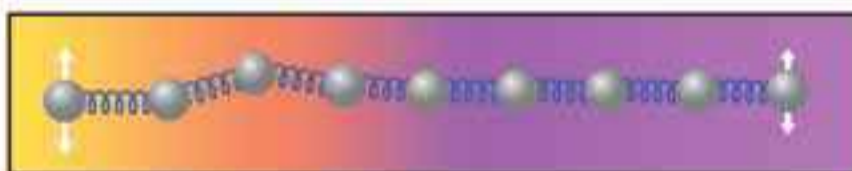
- ◀ به دلیل جرم کوچک محل اتصال، خیلی سریع با دستگاهی که دمای آن اندازه‌گیری می‌شود به حالت تعادل گرمایی می‌رسد.



## رسانش گرمایی:

◀ اجسامی مانند فلزات، شیشه، چوب و ... می‌توانند گرما را تا حدودی انتقال دهند.

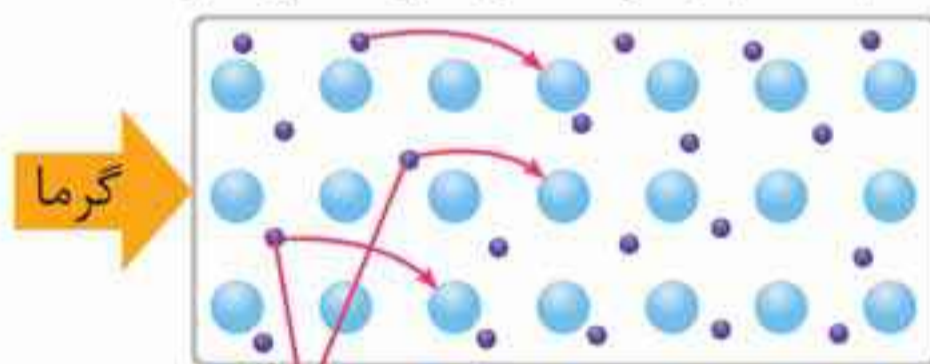
◀ رسانش گرمایی به دلیل ارتعاش اتم‌ها و گسترش این ارتعاش‌ها سراسر جسم است.



در نافلزات گرما صرفاً از طریق ارتعاش اتم‌ها انتقال می‌یابد.

**مثال:** چرا فلزات، نسبت به سایر اجسام، رساناهای گرمایی بهتری هستند؟

**پاسخ:** با توجه به شکل زیر، در فلزات علاوه بر ارتعاش‌های اتمی، الکترون‌های آزاد نیز در انتقال گرما نقش دارند. زیرا الکترون‌ها بسیار کوچک‌اند و به سرعت حرکت می‌کنند. با برخورد با سایر الکترون‌ها و اتم‌ها سبب رسانش گرما می‌شوند.



الکترون‌های آزاد

**نکته:** در رساناهای فلزی سهم الکترون‌های آزاد در رسانش گرما بیشتر از اتم‌هاست.

## همرفت:

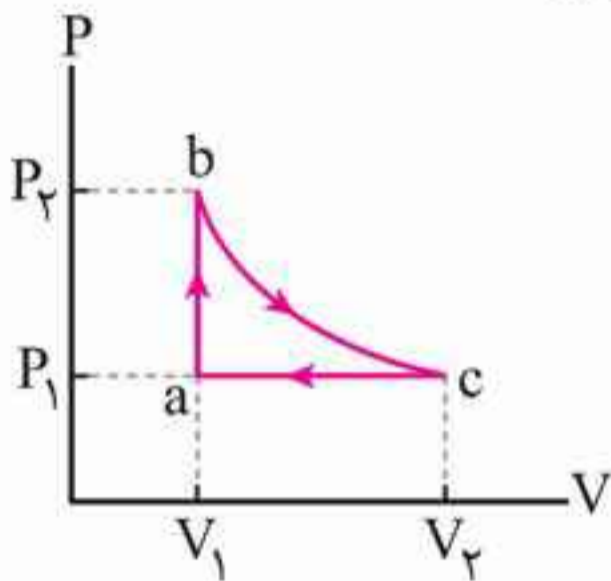
◀ انتقال گرما در مایعات و گازها که معمولاً رساناهای گرمایی خوبی نیستند، عمدتاً به روش همرفت انجام می‌گیرد.



## ۵ چرخه ترمودینامیکی

در چرخه ترمودینامیکی، دستگاه پس از طی چند فرایند مختلف، به حالت اولیه خود بازمی‌گردد.

### نکات چرخه:

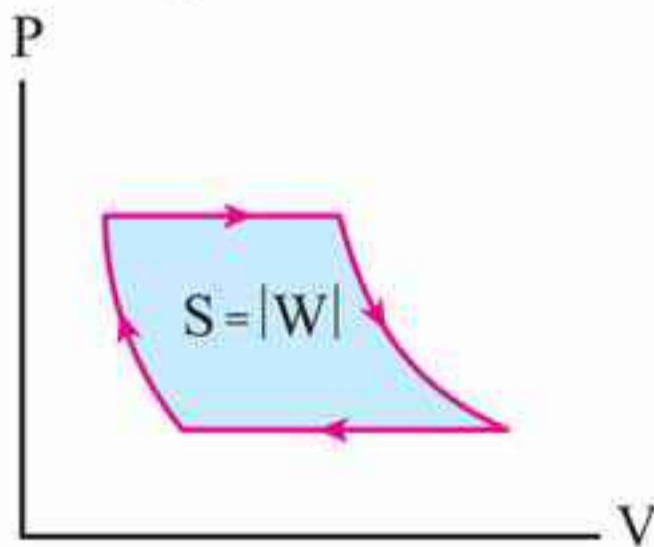


۱ چون در هر چرخه ترمودینامیکی حالت نهایی با حالت ابتدایی یکسان است، تغییر انرژی درونی برابر صفر است ( $\Delta U = 0$ ).

۲ بنابراین، از قانون اول ترمودینامیک برای چرخه‌های ترمودینامیکی داریم:

$$\Delta U = W + Q \xrightarrow[\text{حالت نهایی} = \text{حالت اولیه}]{\text{چرخه}} 0 = W + Q$$

$$\Rightarrow Q = -W$$

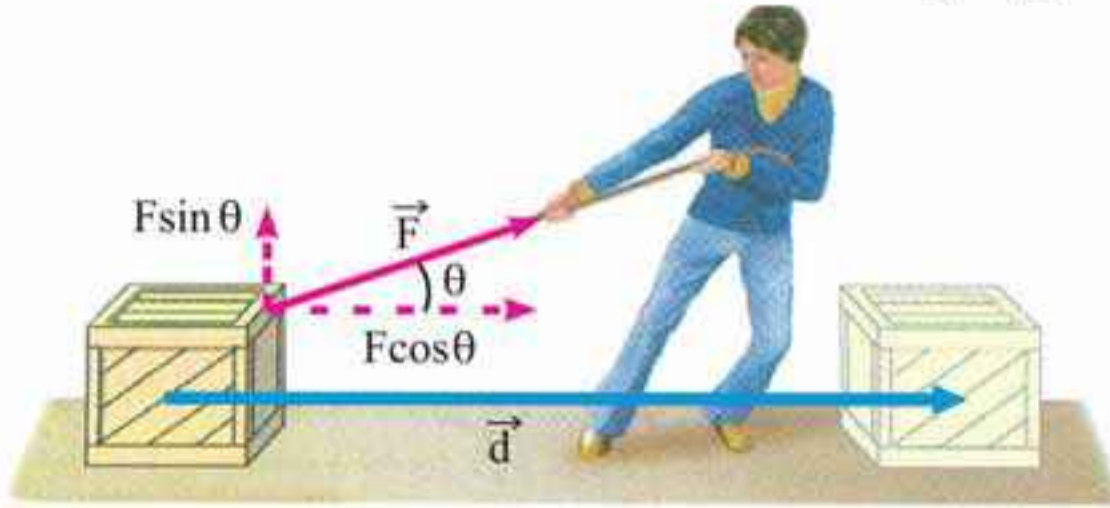


۳ اندازه کار در چرخه برابر با مساحت سطح داخل چرخه در صفحه  $P-V$  است.

۴ اگر چرخه ساعتگرد باشد، کار انجام شده روی دستگاه منفی است.

۵ اگر چرخه پادساعتگرد باشد، کار انجام شده روی دستگاه مثبت است.

(II) کار نیروی ثابت  $\vec{F}$  که با جابه‌جایی  $\vec{d}$  هم‌جهت نیست و زاویه  $\theta$  می‌سازد.



$$\text{اندازه جابه‌جایی (m)} \rightarrow W = (F \cos \theta) d \leftarrow \text{کار (J)}$$

اندازه مولفه‌ای از نیرو که در راستای جابه‌جایی است. (N)

## ۱۹ قضیه کار و انرژی جنبشی:

**تعریف:** کار کل انجام شده روی یک جسم با تغییر انرژی جنبشی آن برابر است:

$$\text{انرژی جنبشی در وضعیت ۱ (J)} \rightarrow W_t = K_2 - K_1 \leftarrow \text{کار کل (J)}$$

انرژی جنبشی در وضعیت ۲ (J)

## ۲۰ انرژی پتانسیل گرانشی (سامانه متشکل از زمین و جسم):

شتاب گرانش زمین  $\left(\frac{N}{kg}\right)$

$$\text{ارتفاع از سطح زمین (m)} \rightarrow U = mgh \leftarrow \text{انرژی پتانسیل گرانشی جسم (J)}$$

جرم جسم (kg)



انرژی مکانیکی در وضعیت ۲

$$\leftarrow W_f = E_2 - E_1$$

کار نیروهای اتلافی

انرژی مکانیکی در وضعیت ۱

**تعریف:** در یک سامانه منزوی، مجموع کل انرژی‌ها پایسته می‌ماند. انرژی را نمی‌توان خلق یا نابود کرد و تنها می‌توان آن را از یک شکل به شکل دیگر تبدیل کرد.

 **تذکر:**

قانون پایستگی انرژی براساس آزمایش‌های بسیاری بنا شده است و تاکنون هیچ مورد استثنایی برای آن یافت نشده است.

## ۲۴ توان متوسط:

**تعریف:** آهنگ انجام کار

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

کار انجام شده (J)

توان متوسط (W)

↓

زمان انجام کار (s)

$$1 \text{ W} = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$