فصل هشتم

انرژی و تبدیل‌های آن

انرژی

اگر انرژی داشته باشیم، می‌توانیم جسم را به حرکت درآوریم.
اگر انرژی داشته باشیم، می‌توانیم به جسم نیرو وارد کنیم.
اگر انرژی داشته باشیم، می‌توانیم کار انجام دهیم.
«توانایی وارد کردن نیرو»، «توانایی ایجاد حرکت»، «توانایی انجام کار» و «توانایی» همه عبارت‌هایی برای تعریف کردن انرژی هستند.
همچنین می‌دانستیم که یکای انرژی «ژول» است و آن را با «J» نشان می‌دهند.

دسته‌بندی انرژی‌ها

انرژی‌ها به دو دسته‌ی «آشکار» و «پنهان» تقسیم‌بندی می‌شوند.
انرژی‌های آشکار با حواس پنج‌گانه‌ی انسان قابل فهمیدن هستند.

ولی انرژی‌های پنهان (پتانسیل، ذخیره‌ای) تا هنگامی که به یک انرژی آشکار تبدیل نشوند درون جسم ذخیره شده و احساس نخواهد شد.

- انرژی
  - پنهان (پتانسیل، ذخیره‌ای)
    - پتانسیل گرانشی
    - پتانسیل شیمیایی
    - پتانسیل کشسانی (فنری)
    - پتانسیل هسته‌ای
  - آشکار
    - حرکتی (جنبشی)
    - گرمایی
    - الکتریکی
    - نورانی
    - صدا

کار

در زندگی روزمره به فرآیندهایی که با انجام آن‌ها بتوان پاداش یا پول به‌دست آورد «کار» می‌گویند.
مانند: فروشندگی - طراحی و نقشه‌کشی - مدیریت - پاسخ‌گویی به تلفن‌ها و ...
ولی در علوم‌تجربی و فیزیک، در فرآیندی که جسم در اثر وارد شدن یک نیرو وادار به حرکت (یا تغییرات حرکت) شود، کار انجام می‌شود.
برای انجام کار در فیزیک باید نیرو و جابه‌جایی به‌صورت هم‌زمان در کنار جسم باشند.
برای انجام کار در فیزیک باید نیرو عامل اصلیِ جابه‌جایی و تغییر حرکت جسم باشد.
برای انجام کار در فیزیک امکان ندارد که نیرو بر راستای حرکتِ جسم عمود باشد.
برای انجام کار در فیزیک باید هنگام حرکت، نیرو پیوسته به جسم وارد شود.
برای محاسبه‌ی اندازه‌ی «کار» انجام شده در فیزیک، باید از رابطه‌ی زیر کمک گرفت:

nI¨ (Ï»r) =»OÅº(·¼U¾Åº)×ÂÅl]¾Wl] (0T¶)

برای خلاصه نویسی می‌توان رابطه‌ی کار را با علامت‌ها و نمادها نوشت: $W_{(J)}=F_{(N)}\times d_{(m)}$

یکسان بودن یکاهای کار و انرژی به ما نشان می‌دهد که اگر انرژی داشته باشیم، می‌توانیم کار انجام دهیم.
با توجه به رابطه‌ی کار می‌توان نتیجه گرفت که $N\times m$ (نیوتن متر) با یکای J (ژول) برابر است.

مثال **یک وزنه‌بردار، وزنه‌ای ۲۰۰ کیلوگرمی را بالای سرخود می‌برد.**
او رو به بالا نیرو وارد می‌کند و جسم را رو به بالا جابه‌جا می‌کند. وزنه‌بردار در این فرآیند کار انجام می‌دهد.

مثال **دروازه‌بان به توپی که شوت شده نیرو وارد می‌کند تا آن را نگاه دارد و توپ به درون دروازه نرود. از هنگامی که توپ به دست دروازه‌بان می‌رسد (و دست او را به عقب هُل می‌دهد) تا هنگامی که توپ می‌ایستد، کار انجام می‌شود. نیروی دست دروازه‌بان باعث تغییر حرکت توپ شده است.**
در فرآیندی که توپ به دست دروازه‌بان می‌رسد تا هنگام ایستادن آن، دروازه‌بان کار انجام داده است.

مثال **توپی شوت شده است و به سوی شما می‌آید. هنگامی که توپ به شما رسید با یک ضربه مسیر حرکت آن را تغییر می‌دهید و توپ در مسیری دیگر (که نیروی شما برایش ایجاد کرده) به حرکت ادامه می‌دهد. در این فرآیند نیروی پای شما و تغییرات حرکت توپ، نشان می‌دهد که کار انجام شده است.**

مثال **کنار خیابان ایستاده‌اید و اتوبوسی می‌آید و از جلوی شما رد می‌شود. در همین حال شما اتوبوس را در راستای عمود بر حرکتش رو به جلو هل می‌دهید. ولی اتوبوس به راه خودش ادامه می‌دهد.**
شما کاری انجام نداده‌اید. زیرا جابه‌جایی اتوبوس، به دلیل نیروی شما نبوده است.

مثال **اگر جسمی به جرم ۸ کیلوگرم را تا ارتفاع ۲ متر از سطح زمین بالا ببریم، کاری که ما انجام داده‌ایم طبق رابطه‌ی کار به‌صورت زیر خواهد بود:**

$$W_{\text{ا}} = F \times d \Rightarrow W_{\text{ا}} = mg \times d$$

$$\Rightarrow W_{\text{ا}} = ۸۰N \times ۲m = ۱۶۰J$$

مثال **در مثال گذشته، کار نیروی وزن چقدر است؟**

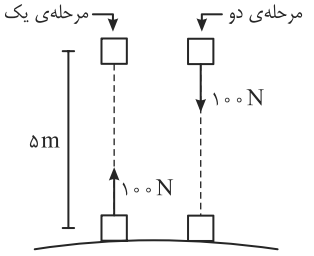
پاسخ: هنگام بالا بردن جسم از سطح زمین، جابه‌جایی رو به بالا و نیروی وزن رو به پایین است.
می‌بینیم که جابه‌جایی و نیرو در یک راســتا اما در دو جهت متفاوت هســتند. پس کار نیروی وزن به صورت زیر خواهد بود:

$$W_{\text{.ا}} = F \times d \Rightarrow W_{\text{.ا}} = -mg \times d$$

$$\Rightarrow W_{\text{.ا}} = -۸۰N \times ۲m = -۱۶۰J$$

علامت منفی به‌دلیل تفاوت جهت نیرو و جابه‌جایی است.

مثال **اگر جسمی به جرم ۱۰ کیلوگرم را تا ارتفاع ۵ متر از سطح زمین بالا ببریم، سپس آن را رها کنیم تا دوباره به سطح زمین برگردد، کار نیروی وزن را به‌دست آورید.**



پاسخ: کار نیروی وزن را می‌توانیم در دو مرحله پیدا کنیم. در آغاز کار، جسم را تا ارتفاع ۵ متر بالا برده‌ایم. نیروی وزن رو به پایین و جابه‌جایی رو به بالاست. کار به‌صورت زیر خواهد بود:

$$W_1 = -100N \times 5m = -500J$$

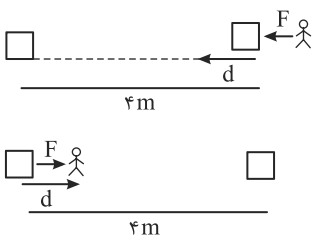
در مرحله‌ی دوم که جسم را رها می‌کنیم، نیروی وزن رو به پایین و جابه‌جایی جسم هم رو به پایین است:

$$W_2 = 100N \times 5m = +500J$$

کار کل برابر با جمع کار مرحله‌ی اول و دوم است. پس:

$$W_{کل} = W_1 + W_2 = -500J + 500J = 0$$

مثال **جعبه‌ای را از سمت راست اتاق به سمت چپ به اندازه‌ی ۴ متر با نیروی ۳۰ نیوتون هل می‌دهیم. سپس جعبه را دوباره با همان نیرو به سمت راست می‌کشیم و به نقطه‌ی اول باز می‌گردانیم. کاری که ما روی جعبه انجام می‌دهیم چقدر است؟**



پاسخ: این بار نیز کار را در دو مرحله محاسبه می‌کنیم:

$$W_1 = 30N \times 4m = 120J$$

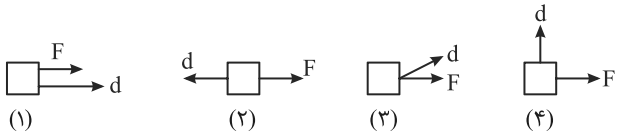
$$W_2 = 30N \times 4m = 120J$$

در هر دو مرحله، نیرو و جابه‌جایی هم‌راستا و هم‌جهت هستند. بنابراین اندازه‌ی کار در هر دو مرحله مثبت است. کار کل برابر با مجموع کار مرحله‌ی اول و مرحله‌ی دوم خواهد بود:

$$W_{کل} = W_1 + W_2 = 120J + 120J = 240J$$

پس گاهی ممکن است جابه‌جایی کل صفر باشد ولی کار کل صفر نباشد.
باید به جهت‌های نیرو و جابه‌جایی در هر مرحله توجه کرد.

مثال **در کدام‌یک از شکل‌های زیر کار انجام نمی‌شود؟**



پاسخ: در شکل اول و دوم چون نیرو و جابه‌جایی هم‌راستا هستند، کار انجام می‌شود (مستقل از جهت‌های آن‌ها).
در شکل چهارم که نیرو و جابه‌جایی در یک راستا نیستند و بر هم عمودند، کار انجام نمی‌شود.
در شکل سوم نیرو و جابه‌جایی نه بر هم عمودند و نه در یک راستا هستند. در این حالت تمام نیرو کار انجام نمی‌دهد، بلکه بخشی (سهمی) از آن می‌تواند در راستای جابه‌جایی اثر کند و کار انجام دهد.

تعادل

در علم فیزیک اگر به جسمی نیرویی خالص وارد نشود، آن جسم در حال تعادل می‌ماند. (به تمایل جسم‌ها برای حفظ تعادل، مانْد یا لختی یا اینرسی می‌گویند.)
اگر جسمی در حال تعادل باشد، یا هیچ نیروی ویژه‌ای به آن وارد نمی‌شود یا نیروهایی که به آن جسم وارد می‌شوند، یک‌دیگر را خنثی می‌کنند و نیروی خالصی باقی نمی‌ماند.
از نظر ظاهری دو گروه از جسم‌ها دارای «تعادل» هستند.
۱- جسم‌های ساکن
۲- جسم‌هایی که با سرعت ثابت، در مسیر مستقیم حرکت می‌کنند.

در شکل‌های زیر، جسم‌ها در حال تعادل هستند:

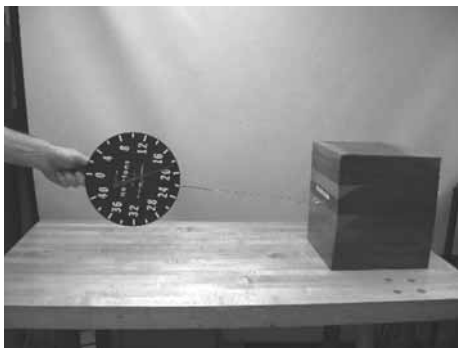
۱)

۲)

دیوار حرکت نمی‌کند.
نیروی اصطکاک بین دیوار و زمین، نیروی آدم را خنثی می‌کند.

۳)

نیرویی که وزنه‌بردار رو به بالا وارد می‌کند با نیروی وزن وزنه برابر است و آن‌را خنثی می‌کند.



۴)

اگر سرعت جسم ثابت باشد، نیروی دست انسان و نیروی اصطکاک بین جسم و زمین یک‌دیگر را خنثی می‌کنند.

۵)

اگر جسم با سرعت ثابت رو به بالا برود، حتماً نیروی بالا برنده با نیروی وزن جسم هم‌اندازه بوده‌اند.

۶)

اگر جسم را با سرعت ثابت روبه‌پایین بیاوریم، نیروی دست ما رو به بالا است و نیروی وزن جسم که رو به پایین است را کاملاً خنثی می‌کند.

توجه: در شکل پایانی، اگر نیروی رو به بالای طناب‌ها و کابل‌ها نبود، جسم با شتاب (افزایش سرعت) به پایین می‌آمد و محکم به زمین برخورد می‌کرد.

توجه: هنگامی‌که یک خودرو با سرعت ثابت به دور میدان می‌چرخد، تعادل ندارد، زیرا مسیر آن مستقیم نیست و پیوسته در حال تغییر مسیر است.