

یاد گرفتیم که وقتی نیروی پایستاری در یک سیستم کار انجام دهد، کار آن به صورت انرژی پتانسیل در سیستم ذخیره می شود.

$$\Delta U = -W$$

نیروی پایستار



انرژی پتانسیل گرانشی

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F(x) dx. \quad \Delta U = - \int_{x_i}^{x_f} F(x) dx.$$

$$\Delta U = - \int_{y_i}^{y_f} (-mg) dy = mg \int_{y_i}^{y_f} dy = mg \left[y \right]_{y_i}^{y_f},$$

$$\Delta U = mg(y_f - y_i) = mg \Delta y.$$

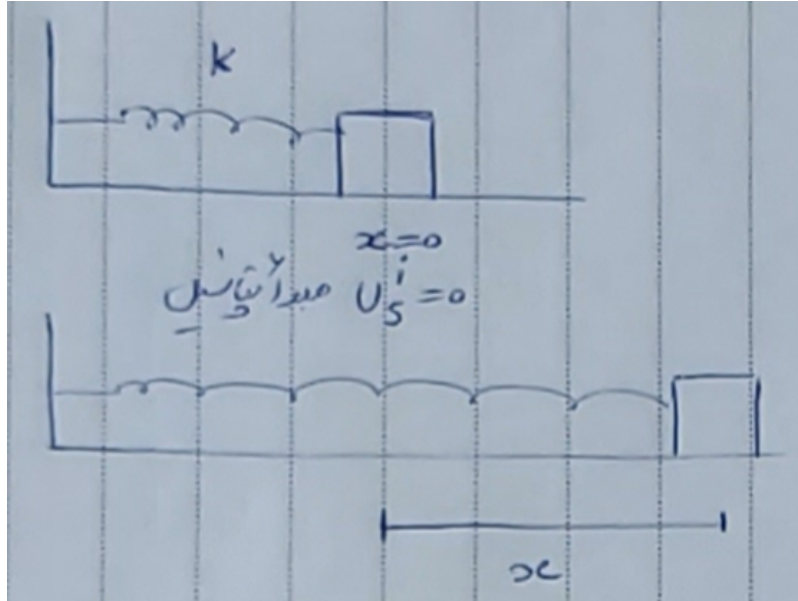
$$U - U_i = mg(y - y_i).$$

$$U_i = 0 \text{ and } y_i = 0.$$

$$U(y) = mgy$$



انرژی پتانسیل کشسانی قدر



$$\bar{F}_x = -kx$$

$$\Delta U = - \int_{x_i}^{x_f} (-kx) dx = k \int_{x_i}^{x_f} x dx = \frac{1}{2}k \left[x^2 \right]_{x_i}^{x_f},$$

$$\Delta U = \frac{1}{2}kx_f^2 - \frac{1}{2}kx_i^2.$$

$$U(x) = \frac{1}{2}kx^2$$

$$\Delta E_K = W_{\text{کل}} = W_{mg} + W_{fk} + W_s + W_F$$

$$\Delta E_K = W_{\text{کل}} = -\Delta U_g - \Delta E_{th} - \Delta U_s + W_F$$

حالت اول:

سیستمی داریم که از پیرون سیستم نیرویی به سیستم وارد نمی شود (سیستم منزوی) و نیروی اصطکاک ندارد. در این سیستم، فقط نیروهای پایستار باعث تغییرات انرژی شوند، انرژی جنبشی و انرژی های پتانسیل می توانند تغییر کنند اما مجموع آنها همواره ثابت است.

$$\Delta E_K = -\Delta U_g - \Delta U_s$$

$$\Delta E_K + \Delta U = 0$$

$$E_{Kf} + U_f = E_{Ki} + U_i$$

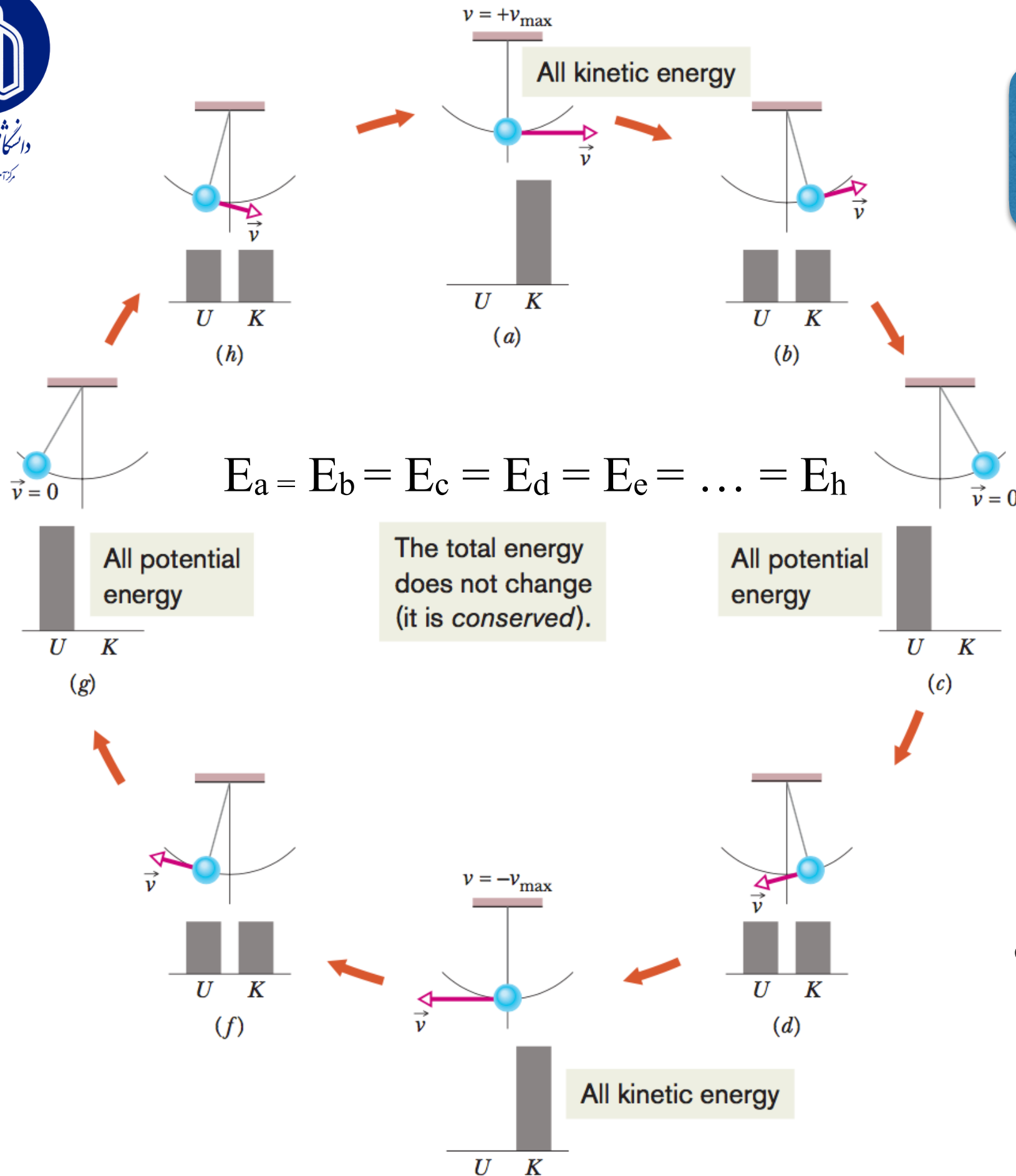
$$E_f = E_i$$

اصل پایستگی انرژی مکانیکی



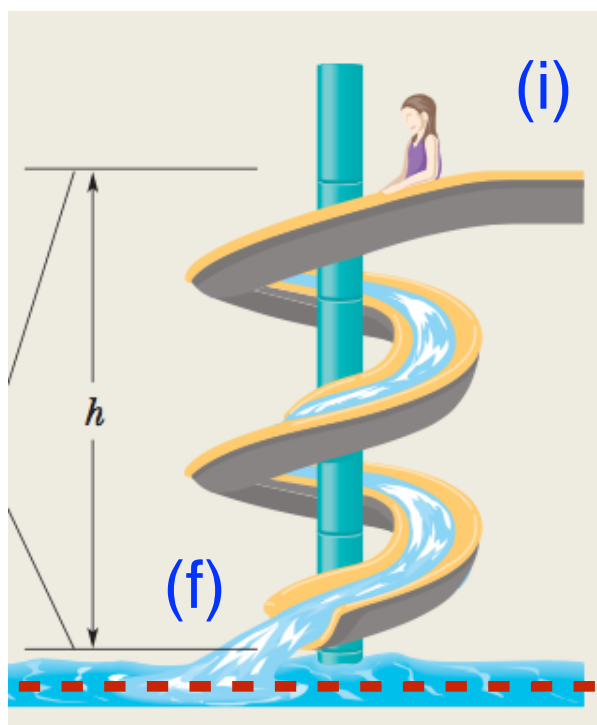
دانشگاه صنعتی شاهرود
مرکز آموزش های آکادمیک

حرکت آونگ در غیاب مقاومت هوا



حرکت تا زمانی که نیروی غیرپایستاری
وارد نشود، ادامه خواهد داشت.

کودکی از حالت سکون در بالای سرسره‌ی آبی به ارتفاع $h = ۸.۵\text{m}$ رو به پایین سر می‌خورد. با فرض اینکه به علت وجود آب، بتوان سطح سرسره را بدون اصطکاک فرض کرد، سرعت کودک را در انتهای مسیر بدست آورید.



اصطکاک و نیروی خارجی نداریم $\rightarrow$ پایستگی انرژی مکانیکی برقرار است

انتخاب دو نقطه از مسیر برای نوشتن پایستگی انرژی (دلخواه - بهترین

انتخاب نقاطی که اطلاعات بیشتری از آن‌ها در دسترس است)

انتخاب مبدأ پتانسیل - در مبدأ پتانسیل $U = 0$ است.

مبدأ پتانسیل

$$E_f = E_i$$

$$E_{Kf} + \cancel{U_f^0} = \cancel{E_{Ki}^0} + U_i$$

$$\frac{1}{2} m v^2 = m g h$$

$$v^2 = 2 g h$$

$$v = 13 \text{ m/s}$$

اگر تعداد پیچ‌های سرسره و یا شیب پیچ‌ها هم متفاوت می‌شد، باز هم به همین جواب می‌رسیدیم. چون تنها نقاط ابتدایی و انتهایی حرکت مهم هستند.



دانشگاه صنعتی شاهرود
مرکز آموزش های الکترونیکی

پایستگی انرژی

$$\Delta E_K = W_{\text{کل}} = W_{\text{mg}} + W_{\text{fk}} + W_s + W_F$$

$$\Delta E_K = W_{\text{کل}} = -\Delta U_g - \Delta E_{\text{th}} - \Delta U_s + W_F$$

حالت دوم:

سیستمی داریم که از پیرون سیستم نیرویی به سیستم وارد نمی شود (سیستم منزوی) و نیروی اصطکاک دارد. در این سیستم، نیروی اصطکاک کاری که می کند این است که سطح انرژی مکانیکی سیستم را کاهش می دهد.

$$\Delta E_K = -\Delta U_g - \Delta U_s - \Delta E_{\text{th}}$$

$$\Delta E_K + \Delta U + \Delta E_{\text{th}} = 0$$

اصل پایستگی انرژی

کار انجام شده توسط نیروی خارجی

$$\Delta E_K = W_{\text{کل}} = W_{\text{mg}} + W_{\text{fk}} + W_s + W_F$$

$$\Delta E_K = W_{\text{کل}} = -\Delta U_g - \Delta E_{\text{th}} - \Delta U_s + W_F$$

حالت سوم:

اگر سیستم غیرمتزوی باشد و نیروی اصطکاک هم وجود داشته باشد. در این سیستم، نیروی خارجی کاری که می کند این است که سطح انرژی مکانیکی سیستم را تغییر می دهد.

$$\Delta E_K = -\Delta U_g - \Delta U_s - \Delta E_{\text{th}} + W_F$$

$$\Delta E_K + \Delta U + \Delta E_{\text{th}} = W_F$$

اصل پایستگی انرژی برقرار نیست

$$\Delta E_K = W_{\text{کل}} = W_{\text{mg}} + W_{\text{fk}} + W_s + W_F$$

$$\Delta E_K = W_{\text{کل}} = -\Delta U_g - \Delta E_{\text{th}} - \Delta U_s + W_F$$

سوال:

هنگام راه رفتن، چه نیرویی کار انجام می دهد؟ چه نیرویی باعث راه رفتن می شود؟

یا چه نیرویی باعث پریدن می شود؟

انرژی شیمیایی مواد غذایی مصرفی، تبدیل به انرژی جنبشی می شود و شخص توانایی حرکت و پریدن و ... پیدا می کند.

$$\Delta E_{\text{mec}} + \Delta E_{\text{th}} + \Delta E_{\text{int}} = 0 \quad (\text{isolated system}).$$

اصل پایستگی انرژی کل

همیشه ما از نیرو اطلاعات کافی نداریم، پسپاری از مواقع اطلاعات ما از انرژی پتانسیل بیشتر از نیرو است.

$$\Delta U = -W$$

$$\underline{1D} \quad \Delta U(x) = -F(x) \Delta x \quad F(x) = -\Delta U(x) / \Delta x$$

نیرو مشتق انرژی پتانسیل است. $F(x) = -dU(x)/dx$ $\longrightarrow$ خیلی کوچک Δx

~~تفسیر منحنی انرژی پتانسیل~~



دانشگاه صنعتی شاهرود
مرکز آموزش های الکترونیکی

توان

سیستم منزوی

$$\Delta E_K + \Delta U + \Delta E_{th} + \Delta E_{int} = 0$$

$$\Delta E = 0$$

سیستم غیر منزوی

$$\Delta E_K + \Delta U + \Delta E_{th} + \Delta E_{int} = W_F$$

$$\Delta E = W_F$$

تعریف کلی تدری پدای توان:

$$P_{avg} = \frac{W}{\Delta t}.$$

$$P_{avg} = \frac{\Delta E}{\Delta t}.$$

$$P = \frac{dE}{dt}.$$

مثال:



فردی جعبه‌ای به جرم $m = 14 \text{ kg}$ را روی سطح با نیروی افقی $F = 40 \text{ N}$ هل می‌دهد. در جابجایی مستقیم به اندازه‌ی $d = 0.5 \text{ m}$ سرعت جعبه از $v = 0.6 \text{ m/s}$ به $v = 0.2 \text{ m/s}$ کاهش می‌یابد.

الف) کار انجام شده توسط نیروی F ؛ کار روی چه دستگاهی انجام شده است؟
ب) میزان افزایش انرژی گرمایی جعبه و کف زمین چقدر است؟

سرعت جسم در حین جابجایی، در عین ثابت بودن نیرو، کاهش پیدا کرده — اصطکاک حضور دارد

$$W = F d \cos(0) = 40 (0.5) = 20 \text{ J}$$

دستگاه: جعبه و زمین

انرژی جنبشی جسم تغییر کرده

انرژی گرمایی بین جسم و زمین تغییر کرده

$$W = \Delta E_{\text{mec}} + \Delta E_{\text{th}}$$

$$\Delta E_{\text{mec}} = \Delta K = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\begin{aligned}\Delta E_{\text{th}} &= W - \left(\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2\right) = W - \frac{1}{2}m(v^2 - v_0^2) \\ &= 20 \text{ J} - \frac{1}{2}(14 \text{ kg})[(0.20 \text{ m/s})^2 - (0.60 \text{ m/s})^2] \\ &= 22.2 \text{ J} \approx 22 \text{ J.} \quad (\text{Answer})\end{aligned}$$