

بسم الله الرحمن الرحيم



دانشگاه یزد
Yazd University

مبانی فیزیک ۱

دانشکده فیزیک دانشگاه یزد

مدرس:

زهرا اسدی

zahra.asadi6640@yahoo.com

فصل ۸

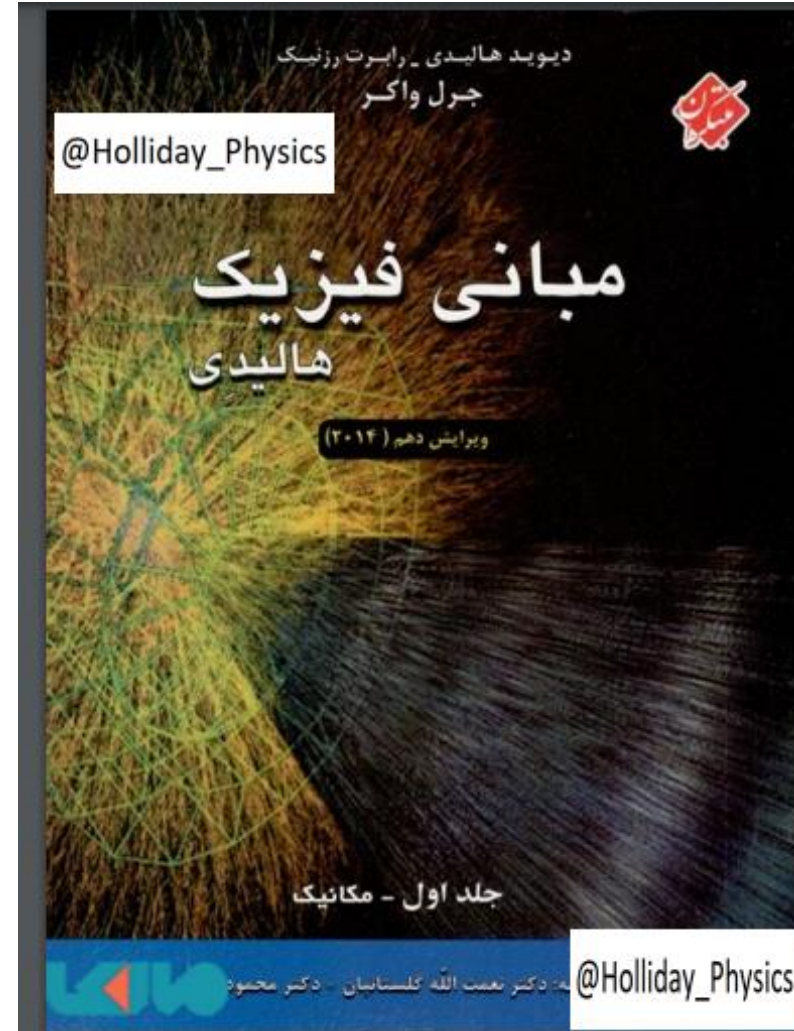
دیوید ہالیدی - رابرٹ رزنیک

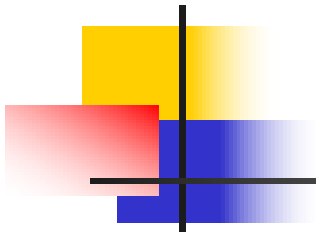
جرل واکر

مبانی فیزیک ہالیدی

ویرایش دہم (۲۰۱۴)

جلد اول - مکانیک





انرژی پتانسیل و پایداری انرژی

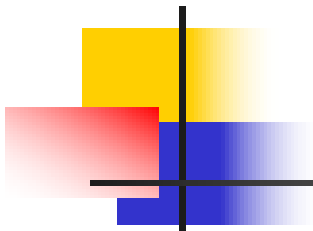
☐ نیروهای پایدار

☐ نیروی ناپایدار

☐ انرژی پتانسیل

☐ کار انجام شده بر روی سیستم

☐ پایداری انرژی



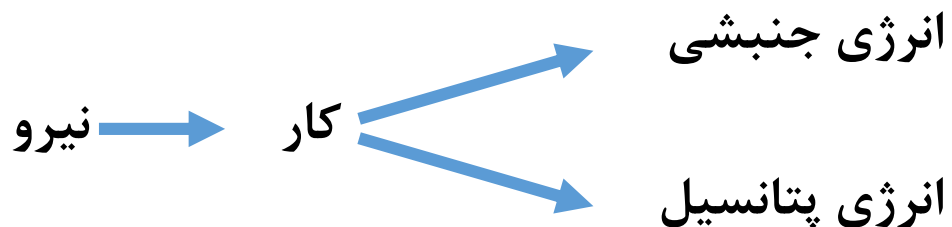
کار و ذخیره انرژی

□ یکی از اهداف اصلی علم فیزیک بررسی **انرژی** است.

□ **قضیه کار و انرژی جنبشی**: تغییرات انرژی جنبشی ذره برابر است با کار خالص انجام شده روی ذره.

انرژی جنبشی → سرعت → جابجایی → کار

□ حال می‌خواهیم بگوییم نیرو می‌تواند کار انجام دهد و این کار می‌تواند سبب ذخیره انرژی در سیستم شود.





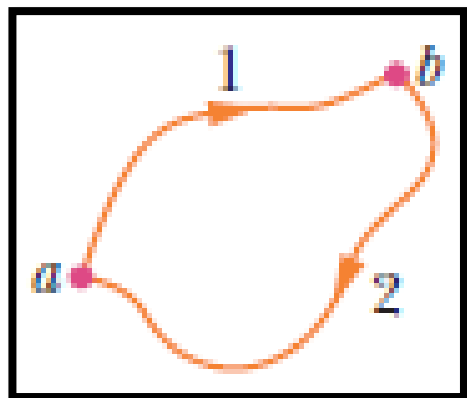
نیروهای پایستار و ناپایستار

□ اگر نیرویی که جسم را حرکت می‌دهد **در یک مسیر بسته (مسیر رفت و برگشت)** هیچ کار خالصی روی جسم انجام ندهد ($W = 0$) آن نیرو پایستار است در غیر اینصورت نیرو ناپایستار است.

□ اگر کار نیروی وارد بر جسم از نقطه شروع حرکت تا نقطه پایان، **مستقل از مسیر طی شده** بین دو نقطه باشد آن نیرو پایستار است در غیر اینصورت ناپایستار است.

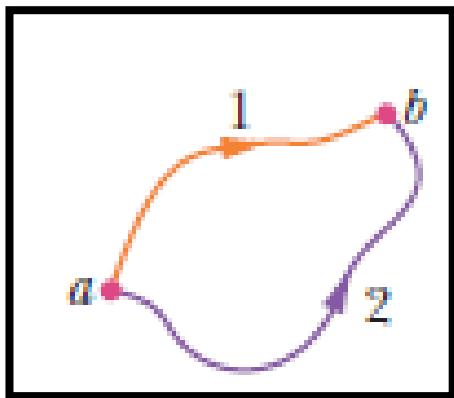
نیروهای پایستار و ناپایستار

□ کار خالص انجام شده توسط یک نیروی پایستار روی ذره‌ای که در مسیر بسته حرکت می‌کند برابر با صفر است.



$$W_{ab,1} + W_{ba,2} = 0$$

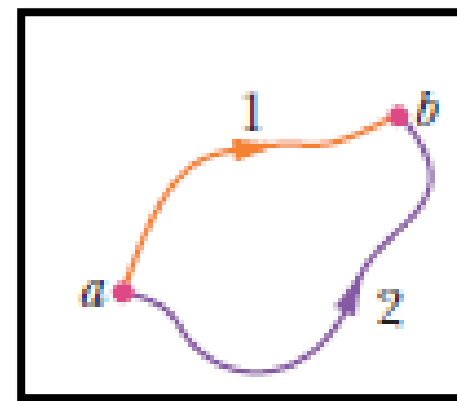
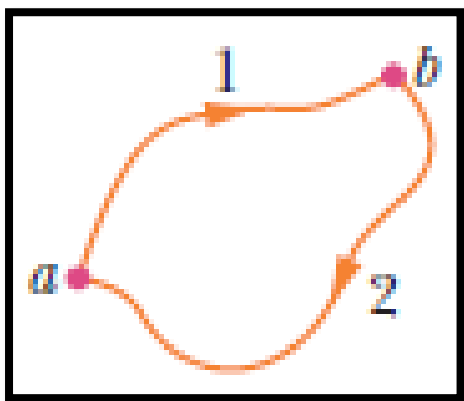
□ کار انجام شده توسط یک نیروی پایستار روی ذره‌ای که میان دو نقطه حرکت می‌کند به مسیری که ذره می‌پیماید بستگی ندارد.



$$W_{ab,1} = W_{ab,2}$$

نیروهای پایستار و ناپایستار

اثبات: $W_{ab,1} = W_{ab,2}$



$$\left. \begin{aligned} W_{ab,1} + W_{ba,2} &= 0 \Rightarrow W_{ab,1} = -W_{ba,2} \\ W_{ab,2} + W_{ba,1} &= 0 \Rightarrow W_{ab,2} = -W_{ba,1} \end{aligned} \right\} \Rightarrow W_{ab,1} = W_{ab,2}$$



نیروهای پایستار و ناپایستار

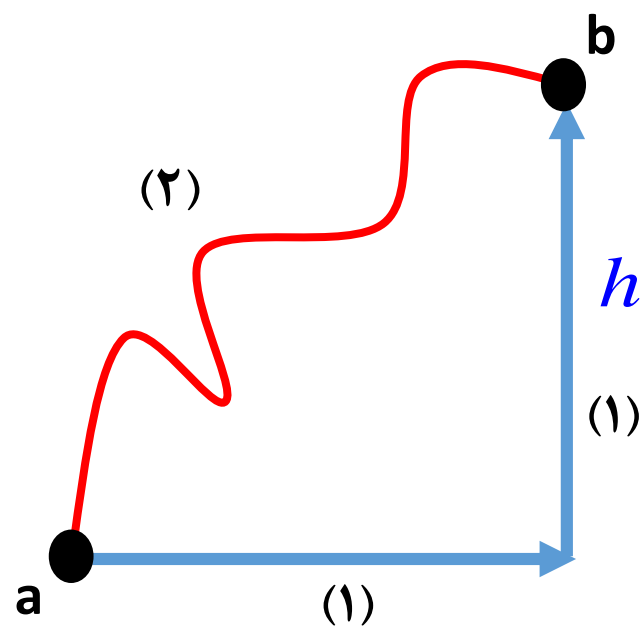
✓ هر نیرویی که به جسم وارد می شود الزاماً انرژی پتانسیل در سیستم ذخیره نمی کند. در واقع **نیروی پایستار** در سیستم انرژی پتانسیل ذخیره می کند.

مثالی از نیروی پایستار: نیروی گرانشی و نیروی فنر

مثالی از نیروی ناپایستار: نیروی اصطکاک جنبشی و نیروی پس کشی

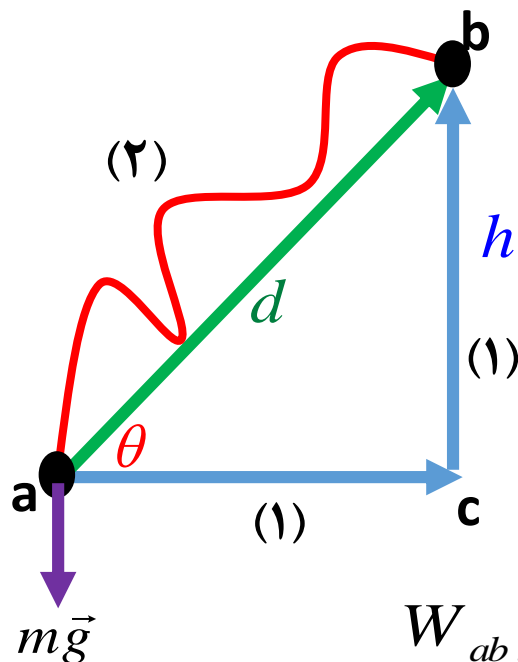
نیروی پایستار

جسمی به جرم m را طی دو مسیر (۱) و (۲) از نقطه a به نقطه b در ارتفاع h می‌بریم. کار نیروی گرانش در این دو مسیر را با یکدیگر مقایسه کنید.



❖ هدف از این مثال این است که نشان دهیم کار نیروی گرانش به مسیر بستگی ندارد.

نیروی پایستار



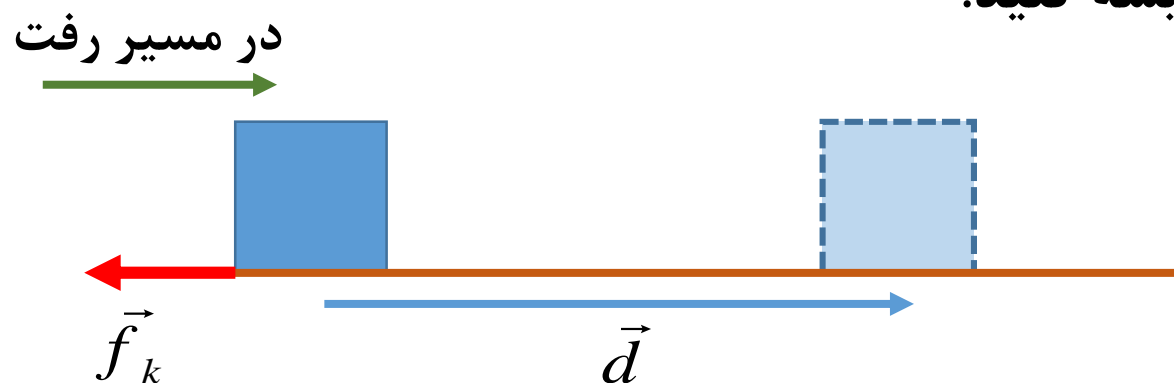
$$\left. \begin{aligned} W_{ab,1} &= W_{ac,1} + W_{cb,1} \\ W_{ac,1} &= mg \cos 90 = 0 \\ W_{cb,1} &= mgh \cos 180 = -mgh \end{aligned} \right\} \Rightarrow W_{ab,1} = -mgh$$

$$\left. \begin{aligned} W_{ab,2} &= m\vec{g} \cdot \vec{d} = mgd \cos(\theta + 90) = -mgd \sin \theta \\ \sin \theta &= \frac{h}{d} \end{aligned} \right\} \Rightarrow W_{ab,2} = -mgh$$

نتیجه: کار نیروی گرانش مستقل از مسیر است. $W_{ab,1} = W_{ab,2}$

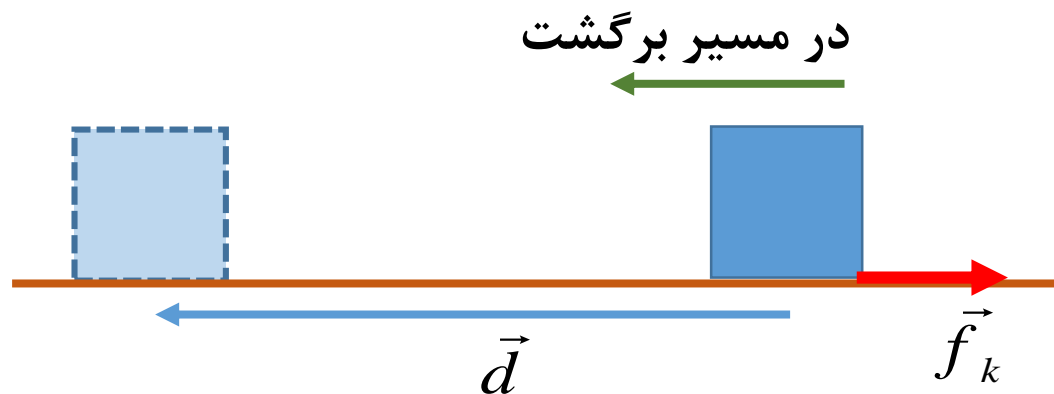
نیروی ناپایستار

جسمی به جرم m را روی سطح زمین از نقطه a به نقطه b می‌کشیم. کار نیروی اصطکاک را در مسیر رفت و برگشت با یکدیگر مقایسه کنید.



$$W_f = \vec{f}_k \cdot \vec{d} = f_k d \cos(180) = -f_k d = -\mu_k mgd$$

نیروی ناپایستار



$$W_f = \vec{f}_k \cdot \vec{d} = f_k d \cos(180) = -f_k d = -\mu_k mgd$$

$$W_{total} = -\mu_k mgd - \mu_k mgd \neq 0$$

برای نیروی اصطکاک کار در مسیر بسته صفر نمی‌شود چون نیروی اصطکاک یک نیروی ناپایستار است.

انرژی پتانسیل

□ انرژی پتانسیل (U) را برای نیروهای پایستار تعریف می‌کنیم.

□ اگر نیروی پایستار در یک سیستم کار انجام دهد: $\Delta U = -W$

□ از طرفی طبق قضیه کار و انرژی جنبشی داریم: $\Delta K = W$

$$\Delta K = -\Delta U$$

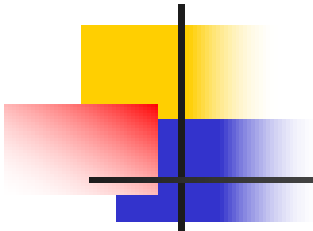
$$\Rightarrow K_2 - K_1 = -(U_2 - U_1)$$

$$\Rightarrow K_2 + U_2 = K_1 + U_1 \Rightarrow E_1 = E_2$$

□ از این دو رابطه می‌توان به نتیجه زیر رسید:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow \Delta E_{mec} = 0$$
 اصل پایستگی انرژی مکانیکی

محاسبه انرژی پتانسیل نیروی پایستار


$$\left. \begin{array}{l} \Delta U = -W \\ W = \int_{x_0}^x F(x) dx \end{array} \right\} \Rightarrow \Delta U = - \int_{x_0}^x F(x) dx$$

یک مبدا پتانسیل تعریف می کنیم. $x_0 = 0 \Rightarrow U(x_0) = 0$

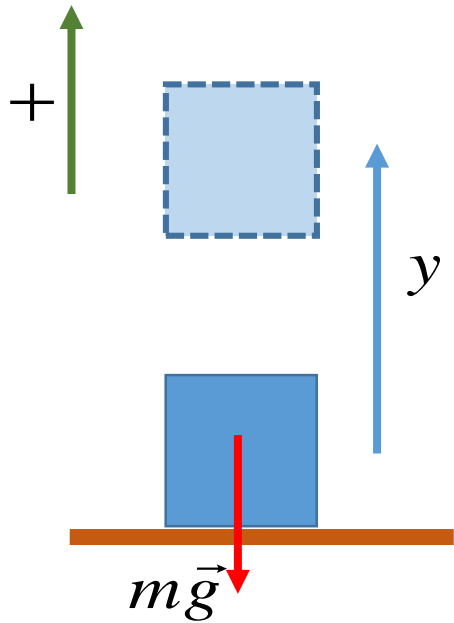
$$\Delta U = U(x) - U(x_0) = - \int_{x_0}^x F(x) dx$$

$$\Rightarrow U(x) = - \int_0^x F(x) dx$$

$$F(x) = - \frac{dU(x)}{dx}$$

محاسبه انرژی پتانسیل گرانشی

یک مبدا پتانسیل انتخاب می کنیم.



$$y_0 = 0 \Rightarrow U(y_0) = 0$$

$$\left. \begin{aligned} U(y) - U(y_0) &= - \int_{y_0}^y F(y) dy \\ U(y_0) &= 0 \\ F(y) &= -mg \end{aligned} \right\} \Rightarrow U(y) = - \int_0^y (-mg) dy$$

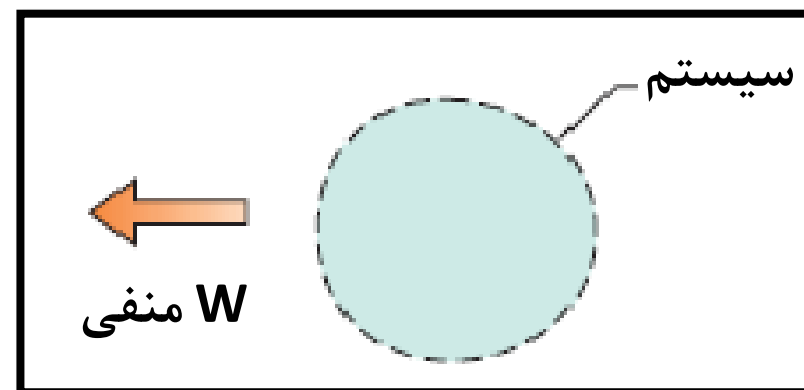
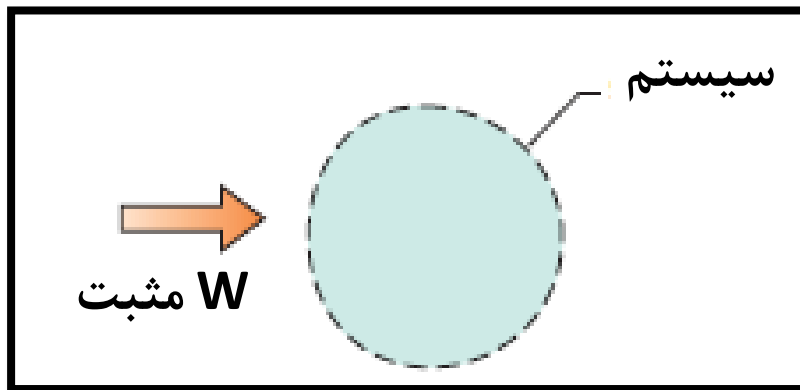
$$U(y) = mg \int_0^y dy$$

$$U(y) = mgy$$

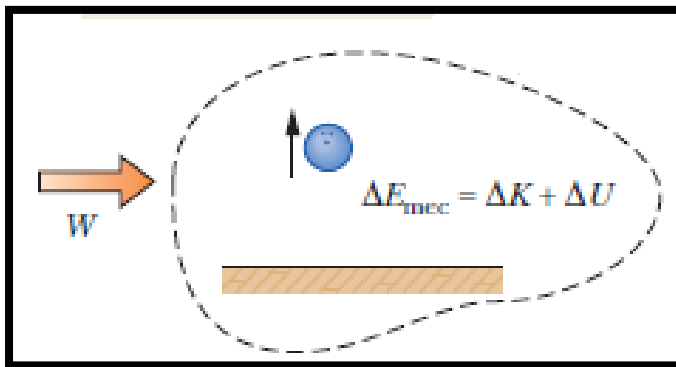
انرژی پتانسیل گرانشی

کار انجام شده توسط نیروی خارجی روی یک سیستم

کار، انرژی داده شده به یک سیستم یا گرفته شده از آن توسط نیروی خارجی وارد بر آن سیستم است.

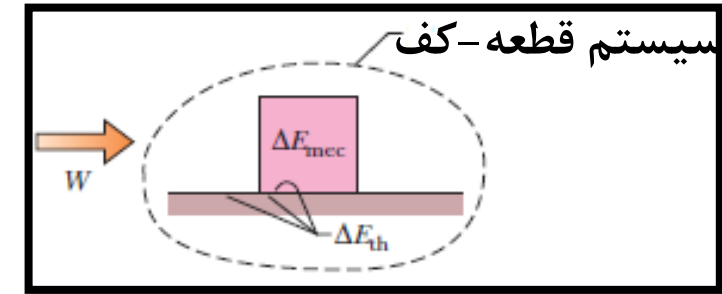
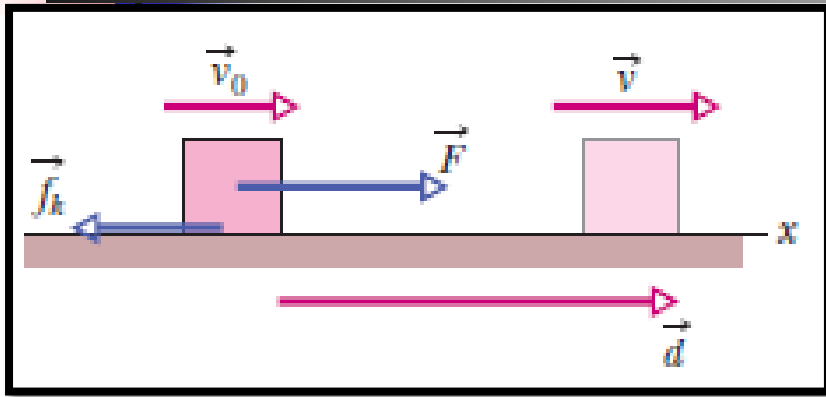


□ کار انجام شده روی سیستم در حالت بدون اصطکاک



$$\left. \begin{aligned} W &= \Delta K + \Delta U \\ \Delta E_{mec} &= \Delta K + \Delta U \end{aligned} \right\} \Rightarrow W = \Delta E_{mec}$$

کار انجام شده روی سیستم در حالت با اصطکاک



$$\left. \begin{aligned} F - f_k &= m a \\ v^2 - v_0^2 &= 2ad \Rightarrow a = \frac{v^2 - v_0^2}{2d} \end{aligned} \right\} \Rightarrow F - f_k = m \frac{v^2 - v_0^2}{2d}$$

$$\left. \begin{aligned} F d &= \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 + f_k d \\ \Rightarrow \Delta K &= \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 \\ \Delta E_{th} &= f_k d \end{aligned} \right\} \Rightarrow F d = \Delta K + \Delta E_{th}$$

انرژی گرمایی تولید
شده به علت اصطکاک



کار انجام شده روی سیستم در حالت با اصطکاک

در حالت کلی (مثلاً حالتی که قطعه روی به بالای یک سطح شیبدار حرکت کند، انرژی پتانسیل هم می تواند تغییر کند. پس رابطه را به صورت زیر تعمیم می دهیم.

$$F d = \Delta E_{mec} + \Delta E_{th} \Rightarrow W = \Delta E_{mec} + \Delta E_{th}$$

کار انجام
شده روی
سیستم در
حالت با
اصطکاک



پایستگی انرژی

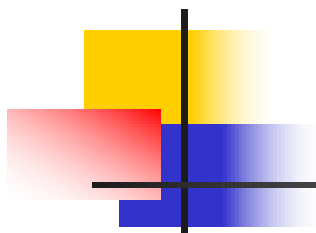
انرژی کل (E) سیستم فقط به اندازه انرژی داده شده به سیستم یا انرژی گرفته شده از آن تغییر می‌کند.

$$W = \Delta E = \Delta E_{mec} + \Delta E_{th} + \Delta E_{int}$$

ΔE_{mec} : تغییرات انرژی مکانیکی سیستم

ΔE_{th} : تغییرات انرژی گرمایی سیستم

ΔE_{int} : تغییرات انرژی داخلی سیستم



❖ **سیستم منزوی:** اگر سیستم منزوی باشد هیچگونه تبادل انرژی به آن یا از آن امکانپذیر نیست.

❖ **انرژی کل (E) سیستم منزوی قابل تغییر نیست.**

$$\left. \begin{aligned} W = 0 &\Rightarrow \Delta E_{mec} + \Delta E_{th} + \Delta E_{int} = 0 \\ \Delta E_{mec} &= E_{mec,2} - E_{mec,1} \end{aligned} \right\} \Rightarrow E_{mec,2} = E_{mec,1} - \Delta E_{th} - \Delta E_{int}$$

اگر نیروها پایستار باشند: $\Delta E_{th}, \Delta E_{int} = 0$

هنگامی که نیروهای ناپایستار حضور ندارند انرژی مکانیکی سیستم منزوی پایسته می ماند.

$$E_{mec,2} = E_{mec,1}$$

توان: آهنگ انجام کار توسط یک نیرو، تعریف کلی تر: آهنگ تبدیل انرژی از نوعی به نوع دیگر توسط یک نیرو

$$P_{avg} = \frac{\Delta E}{\Delta t} \quad , \quad P = \frac{dE}{dt} \quad \text{توان لحظه ای}$$

$$K_{\text{ف}} + 0 = 0 + 20 \text{ J} \Rightarrow$$

$$K_{\text{ف}} = 20 \text{ J}$$

1

$$v = +v_{\text{max}}$$

بیشینه انرژی جنبشی

جنبشی
U K
(الف)

$$h = 0$$

$$v = 0$$

$$K = \text{max}$$

(ب) سرعت برقی در جهت مثبت

$$h = \text{عوض}$$

$$U = \frac{1}{2} mgh$$

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

بیشینه انرژی
پتانسیل

$$h = \text{max}$$

$$\text{max} = U = mgh$$

$$K = 0$$

(پ)

(ت)

$$v = -v_{\text{max}}$$

بیشینه انرژی جنبشی

(ث)

5

8

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

(ج)

U K

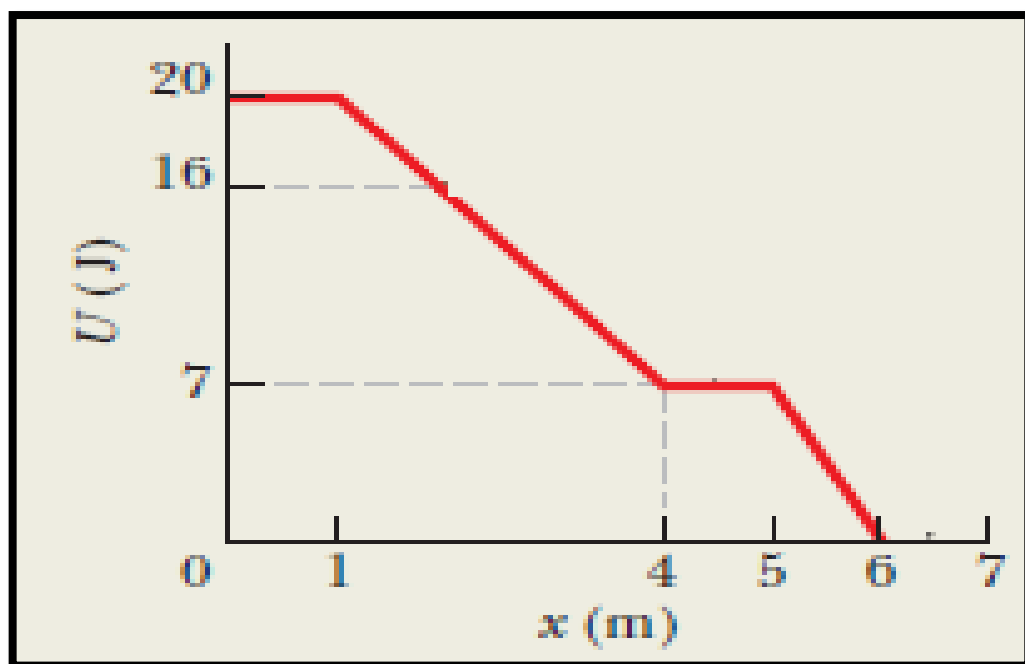
(ج)

مثال

یک نیروی پایستار در امتداد محور x به ذره‌ای به جرم 2 kg وارد می‌شود. انرژی پتانسیل مربوط به آن نیرو در شکل زیر

رسم شده است. در $x=6.5\text{ m}$ سرعت ذره برابر با $\hat{i} - 4\hat{j}$ است. (الف) تندی ذره را در $x_1 = 4.5\text{ m}$ حساب

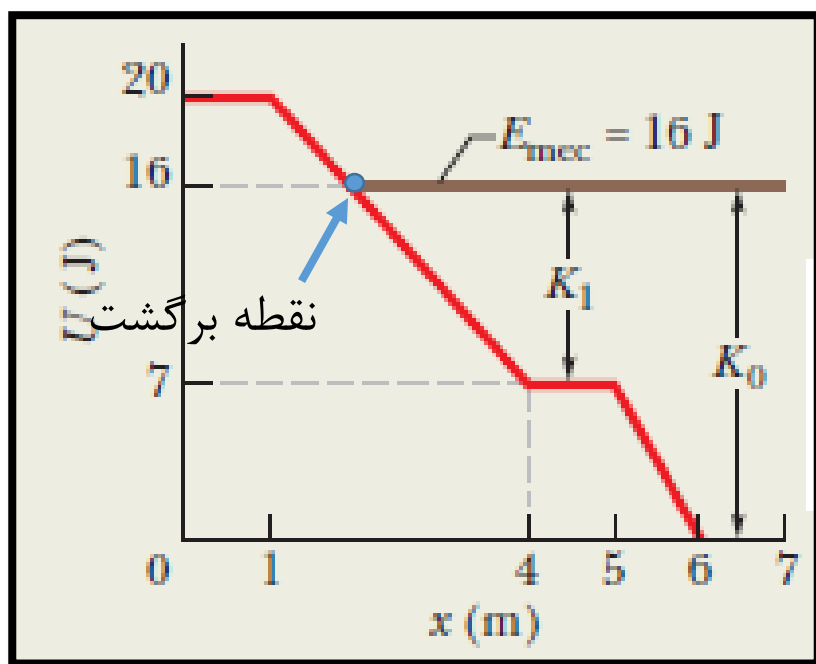
کنید. (ب) نقطه برگشت ذره در کجا واقع شده است؟



$$E_{mec} = K + U$$

(الف)

$$x = 6.5 \Rightarrow U = 0 \Rightarrow E_{mec} = K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow E_{mec} = \frac{1}{2} \times 2 \times 4^2 = 16 J$$



$$x_1 = 4.5 \Rightarrow U = 7 J \Rightarrow K = E_{mec} - U = 16 - 7 \Rightarrow K = 9 J$$

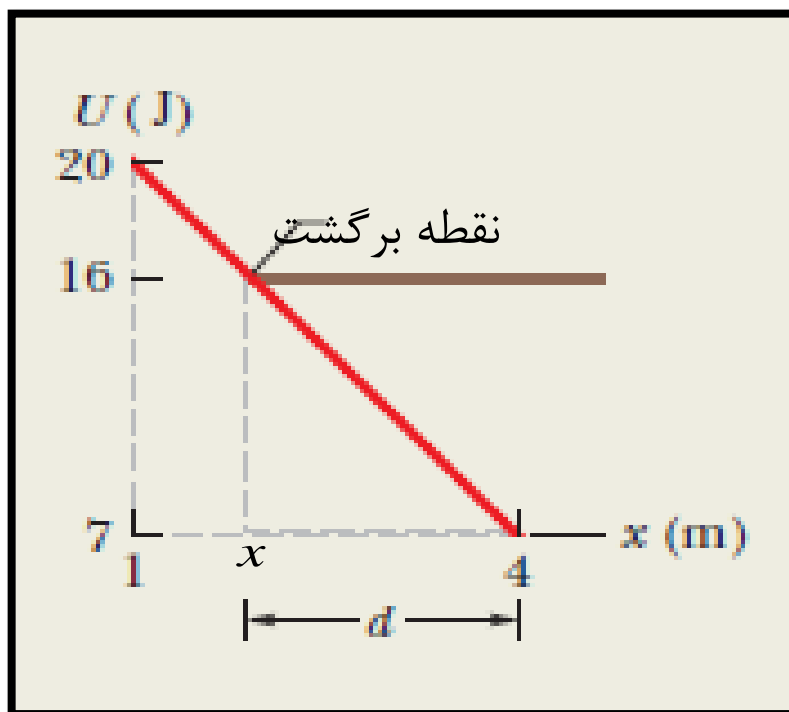
$$\Rightarrow \frac{1}{2} \times 2 \times v^2 = 9 \Rightarrow v = 3 \frac{m}{s}$$

(ب) نقطه برگشت ذره در کجا واقع شده است؟ می‌دانیم که نقطه برگشت نقطه‌ای است که جهت حرکت وارون می‌شود و انرژی جنبشی در آن نقطه برابر صفر است. در شکل محل تلاقی منحنی انرژی پتانسیل با خط افقی انرژی مکانیکی نقطه برگشت است. ($K = 0 \Rightarrow E_{mec} = U$)

با استفاده از تناسب فاصله‌ها در مثلث قائم الزاویه:

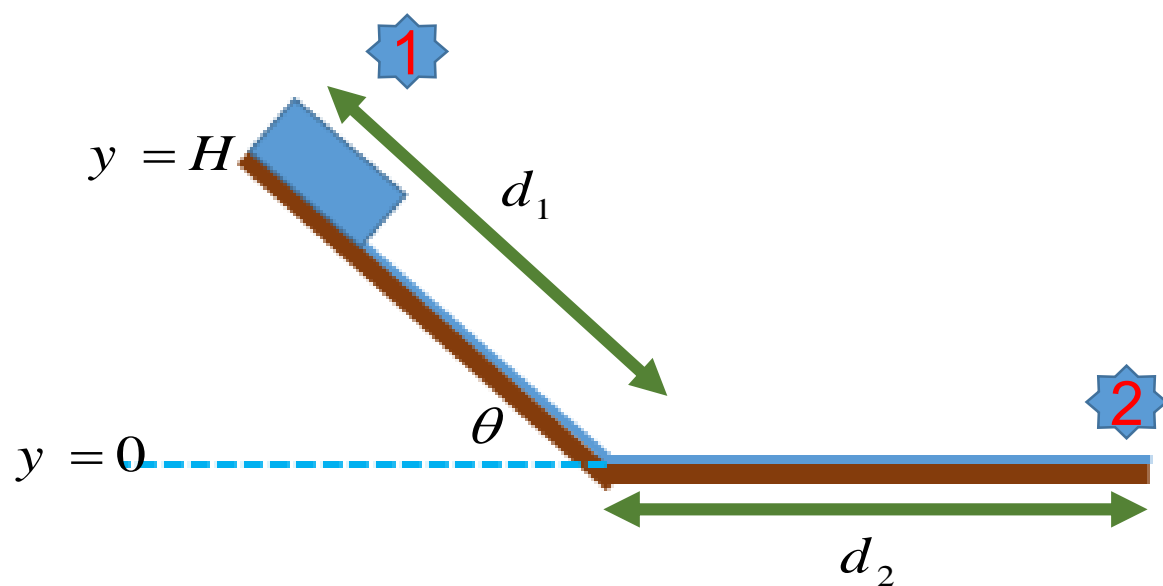
$$\frac{20 - 7}{16 - 7} = \frac{4 - 1}{d} \Rightarrow d = 2.08 m$$

$$\Rightarrow x = 4 - 2.08 = 1.92 m$$



مثال

شکل زیر شیب کوهی منتهی به یک دره را نشان می‌دهد که بهمنی از سنگ‌ها روی آن در حال حرکت است. سنگ‌ها دارای جرم کل m هستند و از ارتفاع $y=H$ سقوط می‌کنند. آنها مسافت d_1 را روی شیب $\theta = 45^\circ$ و سپس مسافت d_2 را روی قسمت مسطح دره طی می‌کنند. اگر ضریب اصطکاک جنبشی $\mu_k = 0.6$ باشد نسبت $\frac{d_2}{H}$ چقدر است؟



حل: باید پایستگی انرژی را بین دو نقطه ۱ و ۲ بنویسیم.

$$\sin \theta = \frac{H}{d_1} \Rightarrow d_1 = \frac{H}{\sin \theta}$$

مهم: در این مساله چون اصطکاک داریم انرژی مکانیکی پایسته نمی ماند.

$$E_{mec,2} = E_{mec,1} - \Delta E_{th}$$

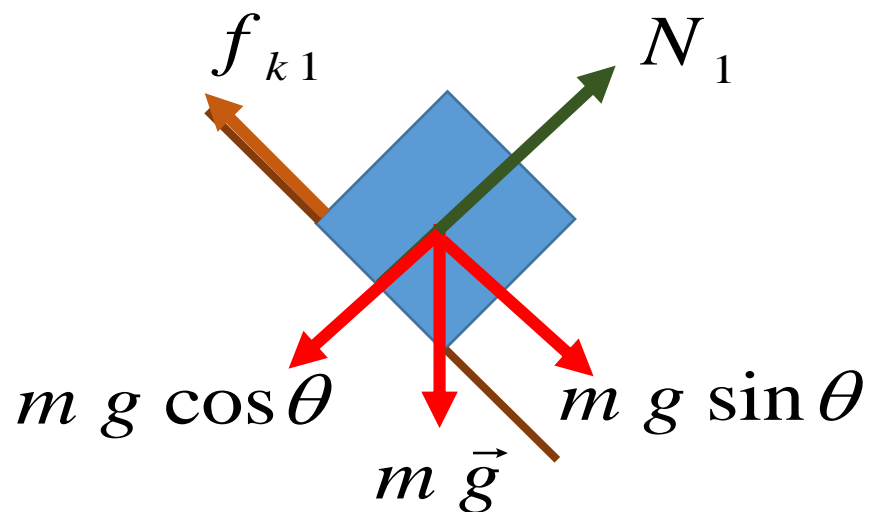
$$E_{mec,2} = \cancel{K_2} + \cancel{U_2} = 0 \quad E_{mec,1} = \cancel{K_1} + U_1 = m g H$$

$$\Delta E_{th} = (\Delta E_{th})_1 + (\Delta E_{th})_2 = f_{k1} d_1 + f_{k2} d_2$$

با ترکیب این ۴ رابطه به رابطه زیر می رسیم:

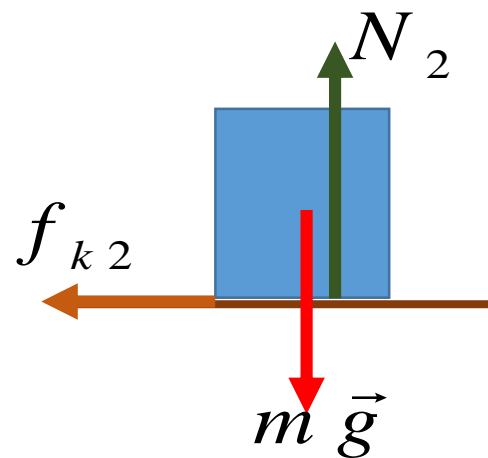
$$0 = m g H - f_{k1} d_1 - f_{k2} d_2 \Rightarrow m g H = \mu_k N_1 d_1 + \mu_k N_2 d_2$$

حال باید نیروهای عمودی تکیه‌گاه را به طور مناسب بدست آوریم. برای این منظور نمودار آزاد جسم را در دامنه کوه و در کف دره رسم می‌کنیم.



نمودار آزاد جسم را در دامنه کوه

$$N_1 = m g \cos \theta$$



نمودار آزاد جسم را در کف دره

$$N_2 = m g$$

مقادیر نیروهای عمودی تکیه‌گاه را در رابطه زیر جایگزین می‌کنیم.

$$\left. \begin{aligned} m g H &= \mu_k N_1 d_1 + \mu_k N_2 d_2 \\ N_1 &= m g \cos \theta \\ N_2 &= m g \\ d_1 &= \frac{H}{\sin \theta} \end{aligned} \right\} \Rightarrow m g H = \mu_k m g \cos \theta \frac{H}{\sin \theta} + \mu_k m g d_2$$

$$\Rightarrow \mu_k m g d_2 = m g H - \mu_k m g H \cot \theta$$

$$\Rightarrow \mu_k d_2 = H (1 - \cot \theta) \Rightarrow \frac{d_2}{H} = \frac{1 - \cot \theta}{\mu_k} \Rightarrow \boxed{\frac{d_2}{H} = \frac{1}{\mu_k} - \frac{1}{\tan \theta}}$$

مثال

*** ۶ در شکل ۸-۳۳، جسم کوچکی به جرم $m = 0.032 \text{ kg}$

می تواند روی مسیر حلقه ای بی اصطکاکی به شعاع $R = 12 \text{ cm}$

بلغزد. جسم از نقطه ی P واقع در ارتفاع $h = 5.0 R$ بالاتر از

قسمت پایینی حلقه، از حال سکون رها می شود. هنگامی که

جسم از نقطه ی P تا (الف) نقطه ی Q و (ب) نقطه ی بالای

حلقه حرکت می کند، نیروی گرانشی چقدر کار روی جسم

انجام می دهد؟ اگر انرژی پتانسیل گرانشی دستگاه جسم - زمین

در پایین حلقه صفر فرض شود، انرژی پتانسیل آن هنگامی که

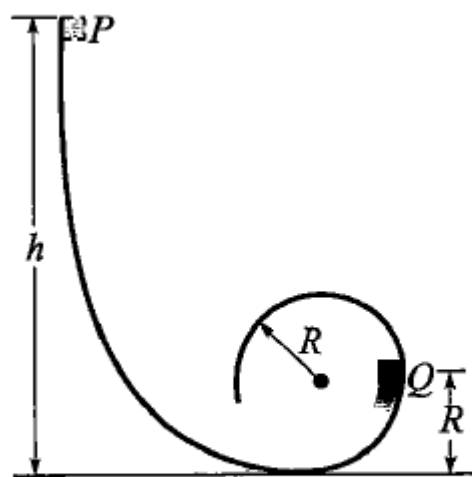
جسم در (پ) نقطه ی P ، (ت) نقطه ی Q و (ث) نقطه ی بالای

حلقه قرار دارد، چقدر است؟ (ج) اگر جسم را به جای رها

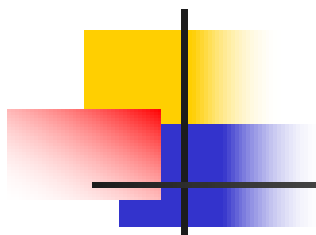
کردن، با یک تندی آغازی پایین سو بلغزانیم، آیا بزرگی

پاسخ های قسمت های (الف) تا (ث) افزایش می یابد، کاهش

می یابد، یا ثابت می ماند؟



شکل ۸-۳۳ مسئله های ۶ و ۱۷.



$$m = 0.032 \text{ kg}$$

$$R = 12 \text{ cm}$$

$$h = 5R$$

$$W_g = m \vec{g} \cdot \vec{d}$$

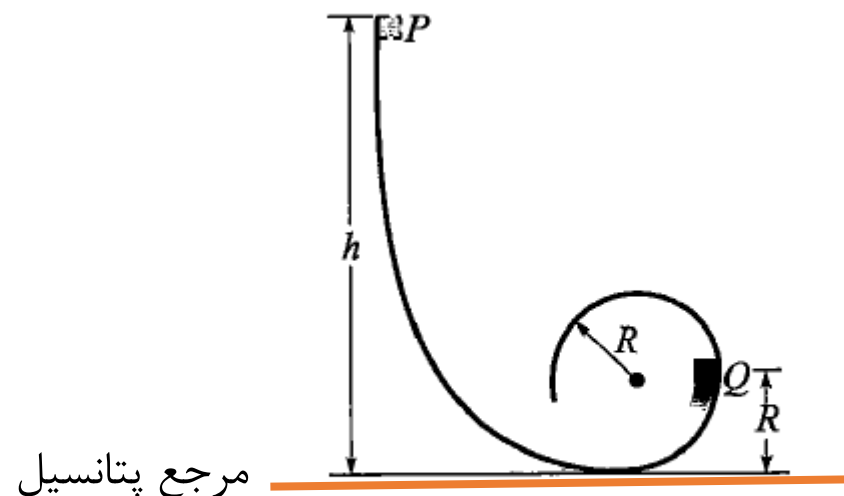
الف) $W_g = mg(5R - R) = 4mgR = 0.15 \text{ J}$ کار P از تا Q

ب) $W_g = mg(5R - 2R) = 3mgR = 0.11 \text{ J}$ کار P از تا بالای حلقه

پ) $U = mg5R = 0.19 \text{ J}$ P

ت) $U = mgR = 0.039 \text{ J}$ Q

ث) $U = mg2R = 0.077 \text{ J}$ بالای حلقه



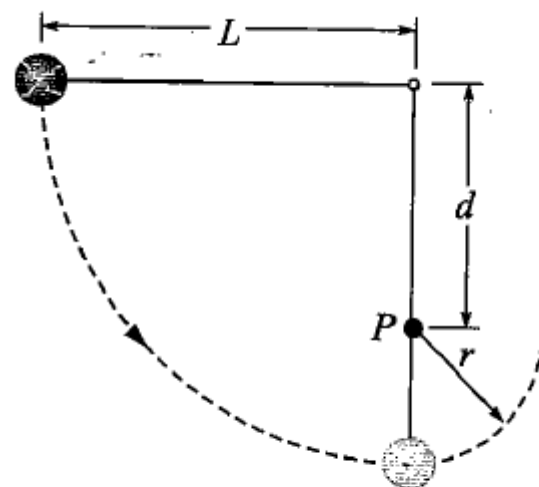
شکل ۸-۳۳ مسئله‌های ۶ و ۱۷.

ج) ثابت می ماند

مثال

*** ۲۳ شکل ۸-۳۸ ریسمانی به طول $L = ۱۲۰\text{ cm}$ را نشان

می‌دهد که به یک سر آن گلوله‌ای وصل شده و سر دیگرش ثابت است. فاصله‌ی انتهای ثابت ریسمان، d ، تا میخ کوبیده شده در نقطه‌ی P ، $۷۵/۰\text{ cm}$ است. گلوله از حال سکون و در حالتی که ریسمان افقی است رها می‌شود و روی کمان خط‌چین حرکت می‌کند. تندی گلوله هنگام رسیدن به (الف) پایین‌ترین نقطه و (ب) بالاترین نقطه، پس از گیر کردن ریسمان به میخ، چقدر است؟



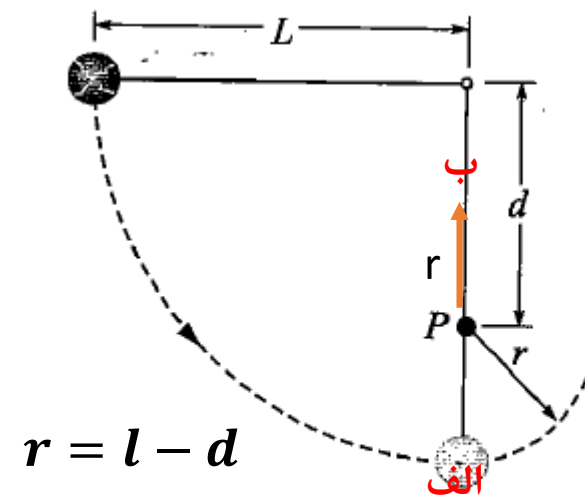
شکل ۸-۳۸ مسئله‌های ۲۳ و ۷۰.

$$E_i = E_f$$

الف $0 = \frac{1}{2}mv_f^2 - mgL \quad v_f = \sqrt{2gL} = 4.85 \text{ m/s}$

ب $0 = \frac{1}{2}mv_f^2 - mg(L - 2r) = mg(2d - L)$

$$v_f = \sqrt{2g(2d - L)} = 2.42 \text{ m/s}$$



شکل ۸-۳۸ مسئله‌های ۲۳ و ۷۰.

تمرین

۸ در شکل ۸-۲۵، جسمی روی مسیری می‌لغزد و از ارتفاع h پایین می‌آید. مسیر حرکت به جز در بخش پایینی بی‌اصطکاک است. در بخشی که اصطکاک دارد، جسم پس از پیمودن



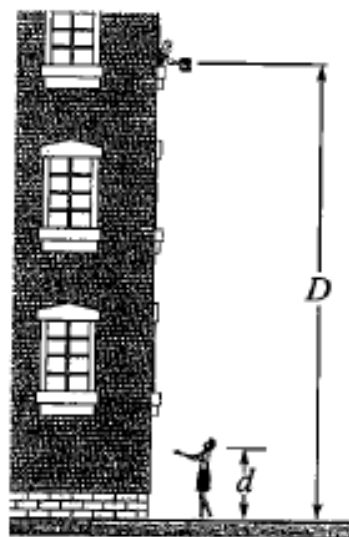
شکل ۸-۲۵ پرسش ۸

مسافت D متوقف می‌شود. (الف) اگر h را کاهش دهیم، آیا مسافتی که جسم پیش از توقف می‌پیماید نسبت به D بیشتر است، کمتر است، یا مساوی است؟ (ب) اگر جرم جسم را افزایش دهیم، مسافت پیموده شده‌ی پیش از توقف، نسبت به D بیشتر است، کمتر است، یا مساوی است؟

تمرین

* ۳ کتابی $۲/۰۰$ کیلوگرمی را برای دوست خود که در روی زمین به فاصله‌ی $D = ۱۰/۰\text{m}$ پایین‌تر قرار دارد می‌اندازید. دوست شما برای گرفتن کتاب دست‌های خود را به فاصله‌ی $d = ۱/۵\text{m}$ بالاتر از زمین دراز می‌کند (شکل ۸-۳۰). (الف) تا

هنگام رسیدن کتاب به دست‌های او نیروی گرانشی زمین چقدر کار W_g ، روی کتاب انجام می‌دهد؟ (ب) در حین افتادن کتاب، ΔU ، تغییر انرژی پتانسیل گرانشی دستگاه کتاب - زمین چقدر است؟ اگر انرژی پتانسیل گرانشی دستگاه U ، در سطح زمین صفر فرض شود، مقدار U در نقطه‌ای که کتاب، (پ) رها می‌شود و (ت) به دست‌های دوست شما می‌رسد، چقدر است؟ اکنون، فرض کنید U در سطح زمین ۱۰۰J است و دوباره (ث) W_g ، (ج) ΔU ، (ج) U را در نقطه‌ی رها شدن کتاب و (ح) U را در نقطه‌ی رسیدن به دست‌های دوست خود، پیدا کنید.



شکل ۸-۳۰ مسئله‌های ۳ و ۱۰.

* ۵ در شکل ۸-۳۲، قطعه یخ کوچکی به جرم $2/00$ گرم از لبه ی ظرف نیمکره شکلی به شعاع $22/0\text{ cm}$ رها می شود. سطح تماس یخ با ظرف بی اصطکاک است. (الف) در حین پایین رفتن قطعه یخ تا ته ظرف نیروی گرانشی چقدر کار روی یخ انجام می دهد؟ (ب) تغییر انرژی پتانسیل دستگاه یخ - ظرف در حین پایین رفتن یخ چقدر است؟ (پ) اگر انرژی پتانسیل در ته ظرف صفر فرض شود، مقدار این انرژی در نقطه ی رها شدن یخ چقدر است؟ (ت) اگر انرژی پتانسیل در نقطه ی رها شدن یخ صفر فرض شود، مقدار آن در هنگام رسیدن یخ به ته ظرف چقدر است؟ (ث) اگر جرم یخ دو برابر شود، آیا بزرگی پاسخ های قسمت های (الف) تا (ت) افزایش می یابد، کاهش می یابد، یا ثابت می ماند؟



شکل ۸-۳۲ مسئله های ۵ و ۱۱.

۲۶ ** نیروی پایستار $\vec{F} = (6x - 12)\hat{i} \text{ N}$ ، که در آن x

برحسب متر است، به ذره‌ای وارد می‌شود و ذره در راستای

محور x حرکت می‌کند. انرژی پتانسیل وابسته به این نیرو U ،

در نقطه‌ی $x = 0$ برابر با 27 J است. (الف) رابطه‌ی مربوط به

U برحسب x را، که در آن U برحسب ژول و x برحسب

متر است، بنویسید. (ب) انرژی پتانسیل مثبت بیشینه چقدر

است؟ به ازای چه مقدار (پ) x منفی و (ت) x مثبت، انرژی

پتانسیل صفر است؟

۲۷ ** تارزان، که وزنش 688 N است، انتهای شاخه‌ی پیچکی به طول 18 m را می‌گیرد و از لبه‌ی یک پرتگاه تاب می‌خورد (شکل ۸-۴۰). او از لبه‌ی پرتگاه تا پایین‌ترین نقطه‌ی تاب، به اندازه‌ی $3/2\text{ m}$ پایین می‌آید. اگر نیروی وارد شده به شاخه از 950 N تجاوز کند شاخه می‌شکند. (الف) آیا شاخه می‌شکند؟



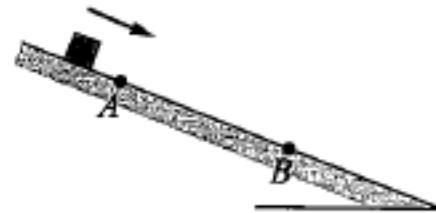
شکل ۸-۴۰ مسئله‌ی ۲۷.

*** ۳۴ پسر بچه‌ای بالای یک تپه یخی به شکل نیمکره با شعاع $R = ۱۳٫۸\text{ m}$ نشسته است. او با تندی آغازی ناچیز شروع به لغزیدن به پایین می‌کند (شکل ۸-۴۷). فرض کنید، تقریباً، سطح یخ بی‌اصطکاک است. پسر بچه در چه نقطه‌ای از سطح جدا می‌شود؟



شکل ۸-۴۷ مسئله‌ی ۳۴.

* ۴۸ در شکل ۸-۵۱، جسمی از یک سطح شیب‌دار به پایین می‌لغزد. در حین حرکت کردن جسم از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B ، به فاصله‌ی $۵/۰\text{ m}$ از یکدیگر نیروی \vec{F} با بزرگی $۲/۰\text{ N}$ در راستای سطح شیب‌دار و به سمت پایین به جسم وارد می‌شود. بزرگی نیروی اصطکاک وارد شده به جسم ۱۰ N است. اگر انرژی جنبشی جسم در فاصله‌ی میان A و B به اندازه‌ی ۳۵ J افزایش پیدا کند، کار انجام شده روی جسم توسط نیروی گرانشی در طی حرکت کردن از A تا B چقدر است؟

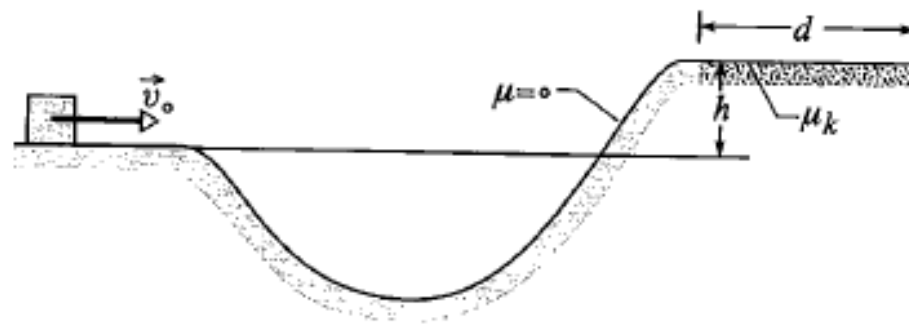


شکل ۸-۵۱ مسئله‌های ۴۸ و ۷۱.

۴۴ ** یک نیروی افقی به بزرگی $35/0\text{ N}$ جسمی به جرم $4/00\text{ kg}$ را روی یک سطح با ضریب اصطکاک $0/600$ هل می دهد. (الف) وقتی جسم مسافتی به اندازه $3/00\text{ m}$ روی سطح می لغزد، این نیرو چقدر کار روی دستگاه جسم - سطح انجام می دهد؟ (ب) در طی این جابه جایی، انرژی گرمایی جسم به اندازه $40/0\text{ J}$ افزایش می یابد. افزایش انرژی گرمایی سطح چقدر است؟ (پ) افزایش انرژی جنبشی جسم چقدر است؟

۵۴ ** دختر بچه‌ای به وزن 267 N از سُرُسره‌ای که با راستای افقی زاویه‌ی 20° درجه می‌سازد، به اندازه‌ی $6/1\text{ m}$ به پایین سُر می‌خورد. ضریب اصطکاک جنبشی میان سُرُسره و بچه $0/10$ است. (الف) چقدر انرژی به انرژی گرمایی تبدیل می‌شود؟ (ب) اگر دختر بچه از بالای سُرُسره با تندی 457 m/s شروع به لغزیدن کند، تندی‌اش در پایین سُرُسره چقدر است؟

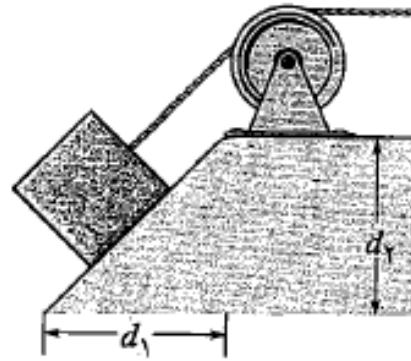
۵۷ ** در شکل ۸-۵۴، جسمی در طول مسیری که از دره‌ای می‌گذرد، از یک سطح افقی تا سطح افقی بالاتر می‌لغزد. مسیر حرکت جسم تا رسیدن به سطح بالاتر بی‌اصطکاک است. در سطح بالاتر نیروی اصطکاک سبب می‌شود جسم پس از پیمودن مسافت d متوقف شود. تندی آغازی جسم $v_0 = 6.0 \text{ m/s}$ ، اختلاف ارتفاع دو سطح افقی $h = 1.1 \text{ m}$ و ضریب اصطکاک جنبشی $\mu_k = 0.60$ است. مقدار d را پیدا کنید.



شکل ۸-۵۴ مسئله‌ی ۵۷.

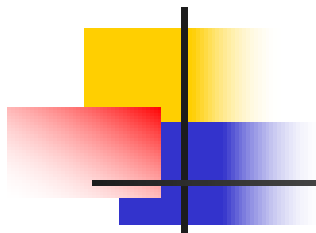
۶۰ * * بسته‌ای به جرم $4/0 \text{ kg}$ با انرژی جنبشی 128 J از یک سطح شیب‌دار با زاویه‌ی شیب 30° درجه به سمت بالا شروع به حرکت می‌کند. اگر ضریب اصطکاک جنبشی میان بسته و سطح شیب‌دار $0/3$ باشد، بسته تا چه مسافتی بر روی سطح به سمت بالا می‌لغزد؟

۸۰ در شکل ۸-۶۵، قطعه‌ای گرانیت به جرم 1400 kg توسط یک جرثقیل کابلی با تندی ثابت $1/34\text{ m/s}$ از یک سطح شیب‌دار به بالا کشیده می‌شود. فاصله‌های نشان داده شده عبارت‌اند از $d_1 = 40\text{ m}$ و $d_2 = 30\text{ m}$. ضریب اصطکاک جنبشی میان قطعه و سطح شیب‌دار $0/40$ است. توان ناشی از نیروی وارد شده به قطعه از سوی کابل چقدر است؟



شکل ۸-۶۵ مسئله‌ی ۸۰

۸۳ جسمی ۱۵ کیلوگرمی با شتاب 2.0 m/s^2 در راستای یک سطح افقی بی اصطکاک حرکت می‌کند و تندیش از 1.0 m/s به 3.0 m/s می‌رسد. (الف) تغییر انرژی مکانیکی جسم و (ب) آهنگ متوسط انرژی داده شده به جسم، چقدر است؟ آهنگ لحظه‌ای انرژی داده شده به جسم وقتی که تندیش (پ) 1.0 m/s و (ت) 3.0 m/s است، چیست؟



تمرین ۱-۵-۳۴-۵۴-۵۷-۸۰-۸۳

تا یکشنبه هفته آینده ارسال کنید