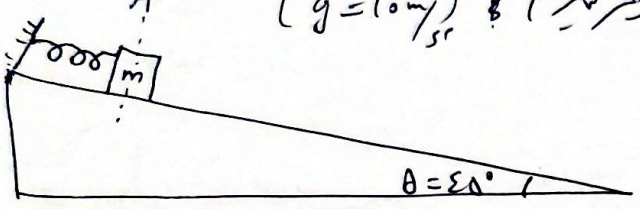
مسئله ۲- در شکل مقابل، جسم $m=4kg$ به فنری با ثابت فنر $K=100\sqrt{2}$ متصل است. فنر در حالت عادی است و تنگه ها از حالت سکون رها می‌شوند. ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح شیبدار $\mu_k=\frac{1}{4}$ است. در نقطه A در حالت سکون

الف. حداکثر مقدار کشیدگی فنر را بیابید؟

ب. در چه فاصله‌ای از نقطه A، سرعت جسم ماکزیمم می‌شود؟

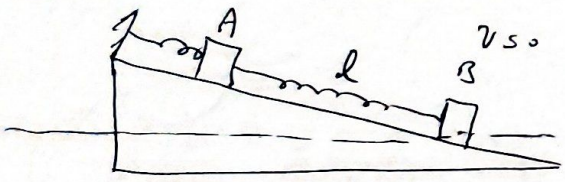
ج. مجموعاً جرم m چقدر طی می‌رود و برگشت می‌کند تا بالاخره به سکون نهایی برسد؟

(اصطکاک تنها در بین جسم و سطح شیبدار وجود دارد) ($g=10\frac{m}{s^2}$)



حل:

الف) با استفاده از پایستگی انرژی: $E_A=E_B$



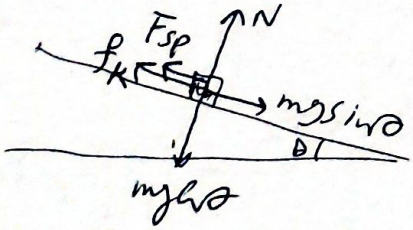
$$mgl\sin\theta=\frac{1}{2}kl^2+f_k l$$

$$\frac{1}{2}kl^2-l(mg\sin\theta-f_k)=0$$

$$l=\frac{2(mg\sin\theta-f_k)}{k}=0.2\,m$$

$$f_k=\mu_k N=\mu_k mg\cos\theta=8\sqrt{2}\,N$$

ب) با استفاده از رابطه $\sum F_{(x)}=-\frac{dU}{dx}$ و یا شرط تعادل $\sum F_x=0$

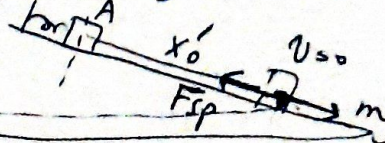


$$mg\sin\theta=f_k+F_{sp}$$

$$mg\sin\theta=\mu_k mg\cos\theta+kx_0$$

$$x_0=\frac{mg\sin\theta-f_k}{k}=0.05\,m$$

ج) در نقطه تعادل است. پس این جسم باید بار دیگر (در تعادل) با استفاده از پایستگی انرژی $E_A=E_C$



$$mgx_0'\sin\theta=\frac{1}{2}kx_0'^2+f_k l)\Leftarrow$$

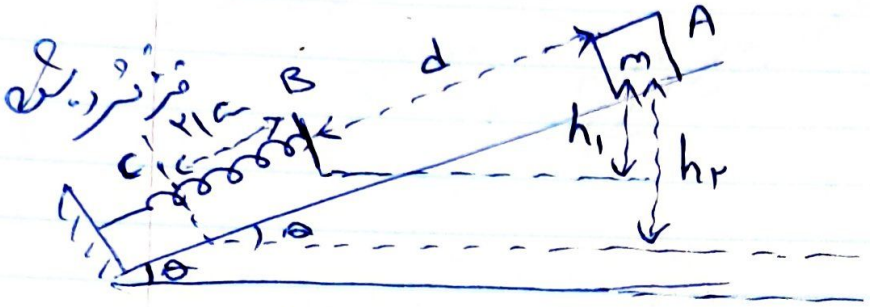
$$D=0.5\,m$$

$$mg\sin\theta=kx_0' \rightarrow x_0'=0.2\,m$$

ف ۸ / ج ۷

در شکل زیر قطعه‌ی m روی سطح شیب‌دار بدون اصطکاک از حال سکون رها می‌شود و پس از پیمودن مسافت d با فنر برخورد می‌کند. اگر m لحظه‌ای متوقف شود که فنر را به اندازه‌ی $x=21cm$ فشرده کرده باشد، الف) $d=?$ ب) فاصله‌ی بین نقطه‌ی برخورد تا نقطه‌ای که برای بار دوم قطعه متوقف می‌شود چقدر است؟

$m=3.2\,kg$
$k=641\,N/m$
$\theta=30^\circ$
$v_0=0$



حرکت اصطکاک‌شده: $E_A = E_B = E_C$ ؟ چرا انرژی مکانیکی پایسته است؟

الف: $E_A = E_C$

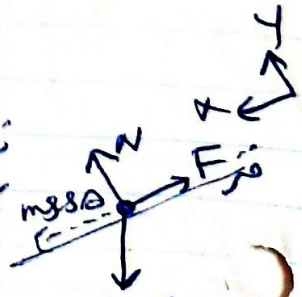
$$mgh_2 = 0 + 0 + \frac{1}{2}kx^2 \quad , \quad \sin 30 = \frac{h_2}{d+0.21m}$$

انرژی پتانسیل گرانشی جسم m در ارتفاع h_2 نسبت به سطح مبنا — انرژی پتانسیل کشسانی فنر

$$mg(d+0.21)\sin 30^\circ = \frac{1}{2}k(0.21)^2$$

$$d = \frac{k(0.21)^2 - mg(0.21)}{mg} = 0.267\,m$$

ب: جسم m در اثر نیروی برآیند $mg\sin\theta$ برای چند لحظه پس از تماس با فنر (که طبق قانون هوک نیروی kx به m وارد می‌کند) در حال تندشدن است. جسم تا جایی تند می‌شود که نیروی فنر اندازه‌ی نیروی $mg\sin\theta$ را خنثی کند تا برآیند نیروها صفر شود و جسم شتاب نداشته باشد. پس از آن فنر بیشتر فشرده می‌شود و جسم کند می‌شود تا متوقف شود.



در راستای حرکت:

$$kx' = mg\sin\theta \quad : \text{نقطه‌ای که در آن } v_{max} \text{ می‌شود}$$

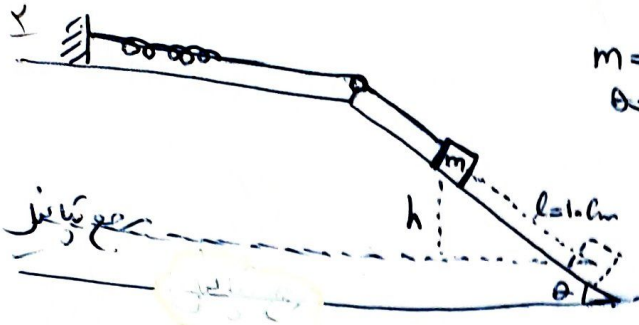
$$x' = \frac{mg\sin\theta}{k} \simeq 0.125\,m$$

نکته: قبلاً دیدیم که در جایی که نیروهای وارد بر جسم متعادل می‌شوند جسم به تعادل می‌رسد

فیزیک ۱:

ف ۸ ص ۲۸ و پرابلم ۸

ف ۸ ص ۳۰ و پرابلم ۱۰



$m = 2kg$ سطوح بدون اصطکاک.

$\theta = 30°$ نقطه اولیه و آزاد.

$K = 100 \frac{N}{m}$ ثابت فنر سبک با جرم قابل صرف نظر

جسم را در حالی که فنر کشیده شده است، از حال سکون رها می‌کنیم. الف) سرعت m پس از 10cm حرکت به طرف پایین سطح؟

$E_1 = mgh$ ، $h = l \sin 30°$: انرژی حالت اولیه سیستم

$E_2 = 0 + \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kl^2$: انرژی حالت ثانویه سیستم (بعد از 10cm حرکت m)

انرژی جنبشی

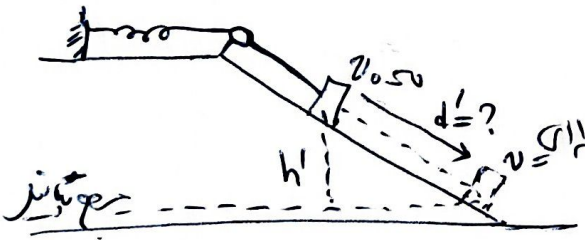
انرژی پتانسیل فنر نسبت به حالت فنر کشیده شده.

$\Rightarrow$ پایستگی انرژی مکانیکی $E_1 = E_2$

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kl^2$$

$$v^2 = \frac{2mgl\sin 30° - kl^2}{m} \rightarrow v = 0.71 \ m/s$$

ب) m چقدر از نقطه اولیه حرکت آزاد شود تا پس از برخورد به فنر، برای لحظه‌ای ساکن شود؟



$E_1 = mgh'$ انرژی حالت اولیه سیستم

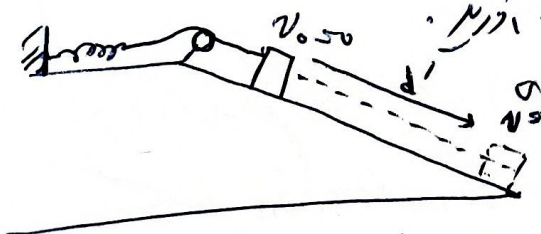
$E_2 = 0 + 0 + \frac{1}{2}kd'^2$ انرژی جنبشی / انرژی پتانسیل / انرژی ذخیره شده در فنر

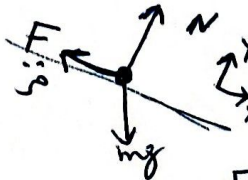
$\Rightarrow$ پایستگی انرژی مکانیکی $E_1 = E_2 \rightarrow mgh' = \frac{1}{2}kd'^2$

$$mgd'\sin 30° = \frac{1}{2}kd'^2$$

$$d' = \frac{2mg\sin 30°}{k} = 0.21 m$$

ج) شتاب وجسم جسم m در لحظه توقف لحظه‌ای آن چقدر است؟





$\Sigma F = ma$

$$-F_{فنر} + mg\sin\theta = ma$$

$|F_{فنر}| = |kd'| = |100 \times 0.21| = 21 N$

$|mg\sin\theta| = |2 \times 9.8 \times \sin 30°| = 9.8 N$

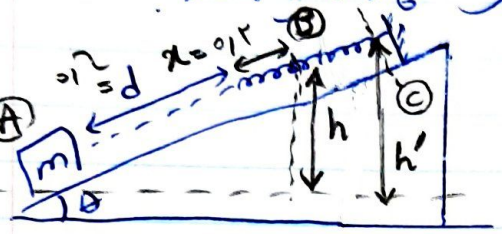
$$a = \frac{-F_{فنر} + mg\sin\theta}{m} = \frac{-21 + 9.8}{2} = -5.6 \ m/s^2$$

جسم در حال رو به بالا سطح شیب‌دار

ع ۷۶ ف ۸ — در آزمایشی ۱۰ حلقه فنر با $K = 200\ N/m$ به سطح افقی بدون اصطکاک متصل است. قطعه‌ای به جرم $m = 1kg$ روی سطح در فاصله $d = 0.4m$ از انتهای فنر (طبیعی) قرار دارد. با انرژی جنبشی اولیه $14\ J$ به طرف فنر به حرکت درمی‌آید.

الف) انرژی جنبشی قطعه در لحظه‌ای که فنر به اندازه $0.2m$ فشرده شده است.

ب) برای آنکه قطعه، پس از فشرده‌سازی فنر به اندازه $0.4m$ به طور موقت متوقف شود، انرژی جنبشی اولیه‌اش چقدر باید باشد؟



الف:

پایستگی انرژی مکانی

$$E_A = E_B$$

$$K_A = K_B + \frac{1}{2}Kx^2 + mgh$$

انرژی جنبشی قطعه m — انرژی فنر فشرده شده به اندازه x

$$\Rightarrow 14 = K_B + \frac{1}{2}\times 200 \times 0.2^2 + 1\times 10\times(0.8\sin 30^\circ) \quad , \quad \sin\theta = \frac{h}{d+x}$$

$$\Rightarrow \boxed{K_B \simeq 7.9\ J}$$

$$h = (d+x)\sin\theta = 0.8\times \sin 30^\circ$$

ب: منظور توقف لحظه‌ای در نقطه C اتفاق می‌افتد:

$$E_A = E_C$$

$$K_A = 0 + mg(h') + \frac{1}{2}kx'^2 \quad , \quad x' = 0.4m$$

انرژی جنبشی قطعه در نقطه C — انرژی پتانسیل قطعه در نقطه C

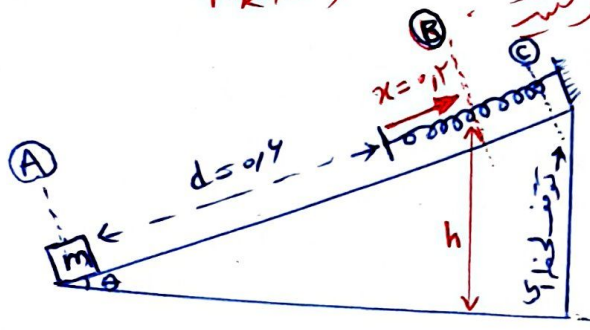
$$h' = (d+x')\sin\theta = (0.4+0.4)\sin 30^\circ = 1\times\sin 30^\circ$$

$$\Rightarrow K_A = 1\times 10\times \sin 30^\circ + \frac{1}{2}\times 200\times 0.4^2$$

$$K_A \simeq 22\ J$$

به مسئله تعمیم یافته این مسئله، حتماً توجه کنید. در برگه بعدی.

تمرین پایانی ۶V ۱۳۹۶ ف ۸ . اگر در مسئله ۶V ، اصطکاک وارد شود. دوباره مسئله را حل کنید. ($\mu_k \neq 0$)



ثابت فنر $k = ۲۰۰ \frac{N}{m}$

$\theta = ۴۰^\circ$

$m = ۱ kg$

انرژی جنبشی اولیه جسم $K_A = ۱۶ J$

الف. انرژی جنبشی قطعه m در لحظه‌ای که فنر ۰/۲m فشرده شده؟ (K_B ؟)

با استفاده از انرژی کل: $E_A = E_B$

$$K_A = K_B + \frac{1}{2}kx^2 + mgh + E_{th}$$

($x = ۰/۲m$)

K_A: انرژی جنبشی جسم m

K_B: انرژی جنبشی قطعه m

$\frac{1}{2}kx^2$: انرژی پتانسیل فنر فشرده شده

mgh: انرژی پتانسیل گرانشی قطعه m

E_{th}: گرمای تولید شده بین کف قطعه و سطح

$$\sin\theta = \frac{h}{d+x} \rightarrow h = (d+x)\sin\theta = ۰/۸ \times \sin ۴۰^\circ = ۱/۱۴$$

$$E_{th} = f_k(d + ۰/۲) \quad ; \quad f_k = \mu_k N = \mu_k mg\cos\theta$$

و نهایتاً با جایگذاری عددی مقدار K_B به دست می‌آید.

ب. بار آنکه قطعه m، پس از فشرده‌سازی به اندازه ۰/۴m، به طور موقت متوقف شود، انرژی جنبشی اولیه‌اش چقدر باید باشد؟

با استفاده از انرژی کل: $E_A = E_C$

$$K_A = ۰ + mgh' + \frac{1}{2}kx'^2 + E_{th}$$

K_A: انرژی جنبشی اولیه قطعه

mgh': انرژی پتانسیل گرانشی قطعه در حالت توقف لحظه‌ای

$\frac{1}{2}kx'^2$: انرژی پتانسیل ذخیره شده در فنر فشرده ($x' = ۰/۴m$)

E_{th}: گرمای تولید شده به علت وجود اصطکاک

$$\sin\theta = \frac{h'}{d+x'} \rightarrow h' = \sin\theta\,(d+x') = \text{عدد}$$

$$E_{th} = f_k(x' + d) = \mu_k N (x' + d) = \mu_k (mg\cos\theta)(۰/۴ + ۰/۶) = \text{عدد}$$

$\rightarrow K_A =$ بدست می‌آید

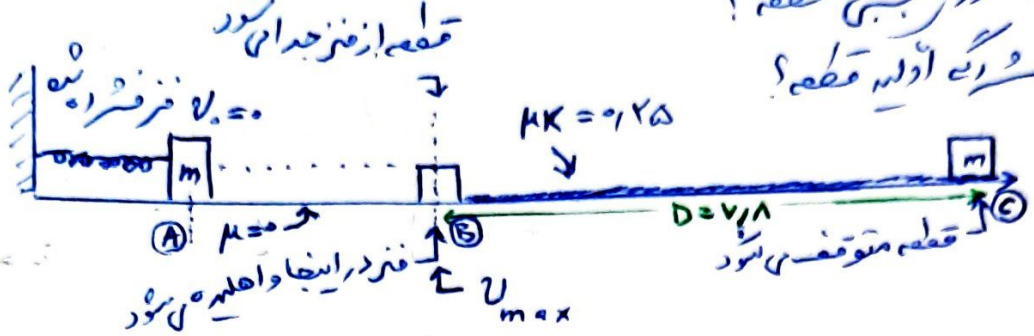
۵۳ فصل ۸

در شکل زیر، یک فنر فشرده شده با ثابت فنر $k = 240 \frac{N}{m}$ قطعه‌ای به جرم $m = 3.5\,kg$ را از حال سکون، شتاب می‌دهد. وقتی که فنر به طول واهلیده رسید قطعه از فنر جدا می‌شود و سپس روی سطح افقی با $\mu_K = 0.25$ ادامه حرکت می‌دهد. نیروی اصطکاک وارد بر قطعه، حرکت آن را پس از طی مسافت $D = 1.8\,m$ متوقف می‌کند.

الف. افزایش انرژی گرمایی دستگاه قطعه ـ کف؟

ب. بیشینه انرژی جنبشی قطعه؟

ج. میزان فشردگی اولیه فنر؟



حل:

الف:

$$\Delta E_{th} = f_K D = \mu_K N D = \mu_K mg D = 0.25 \times 3.5 \times 10 \times 1.8 = 16\,J$$

ب: با استفاده از انرژی کل از $B \to C$:

$$W_{Fext} = \Delta K + \Delta U + \Delta E_{th}$$
$$0 = (0 - K_{max}) + (0 - 0) + 16 \Rightarrow K_{max} = K_B = 16\,J$$

ج: با استفاده از انرژی کل از $A \to B$:

$$E_A = E_B$$
$$\frac{1}{2} k x^2 + 0 + 0 = \frac{1}{2} m v_B^2 \Rightarrow x^2 = 2 \times \frac{16}{k} = 0.13\,m$$

ب: راه ۲:

از $B \to C$ انرژی مکانیکی پایسته است

$$E_B = E_C$$
$$\frac{1}{2} m v_B^2 = 0 + 0 + \Delta E_{th} \to K_B = K_{max} = 16\,J$$

۶. جرخ دستگاه تفریحی، قطعات وقتی که فنرها حالت عادی دارند از حال سکون رها می‌شود.

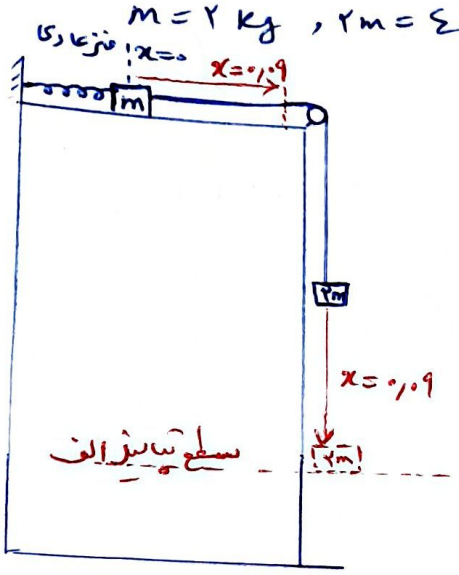
م ۹۱ ص ۸

الف. وقتی $2m$ به اندازه 0.9 متر سقوط کند، انرژی جنبش کل در قطعه؟

ب. انرژی جنبش $2m$ وقتی به اندازه 0.9 متر سقوط کند؟

ج. بیشینه‌ی مقدار سقوط قطعه‌ی آویخته، در لحظه‌ی توقف؟ (بیشترین کشیدگی فنر)

$m = 2\,kg$, $2m = 4\,kg$, $K = 200\ N/m$, $\mu = 0$



حل: الف.

$$E_{\text{ارژی مکانیکی در حالت اولیه (قبل از سقوط)}} = E_{\text{ارژی مکانیکی در حالت ثانویه (بعد از سقوط)}}$$

$$(2m)gx = 0 + K_{2m} + K_m + \frac{1}{2}kx^2$$

(K_{2m}: انرژی جنبشی جسم $2m$ ، K_m: انرژی جنبشی جسم m ، $\frac{1}{2}kx^2$: انرژی پتانسیل فنر)

نکته: برای هر جسم، می‌توان یک سطح تبانی جداگانه در نظر گرفت.

$x = 0.9$: فنر کشیده شده به اندازه‌ی

$$\Rightarrow K_{2m} + K_m = 2mgx - \frac{1}{2}kx^2 = 2\times 2\times 10\times 0.9 - \frac{1}{2}\times 200\times 0.9^2$$

$$= 2.99\ J$$

ب.

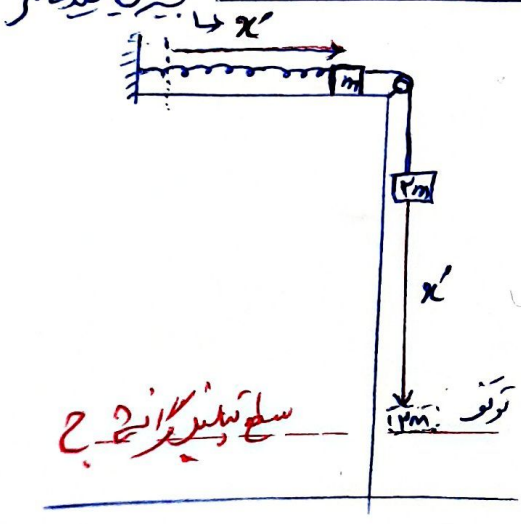
$$K_{2m} + K_m = 2.99\ J$$

$$\frac{1}{2}(2m)v^2 + \frac{1}{2}mv^2 = 2.99$$

$$\frac{1}{2}\times 2\times 2v^2 + \frac{1}{2}\times 2v^2 = 3v^2 = 2.99 \rightarrow v^2 = 1 \rightarrow \boxed{v = 1\ m/s}$$

سرعت جسم $2m$ یا m

ج.



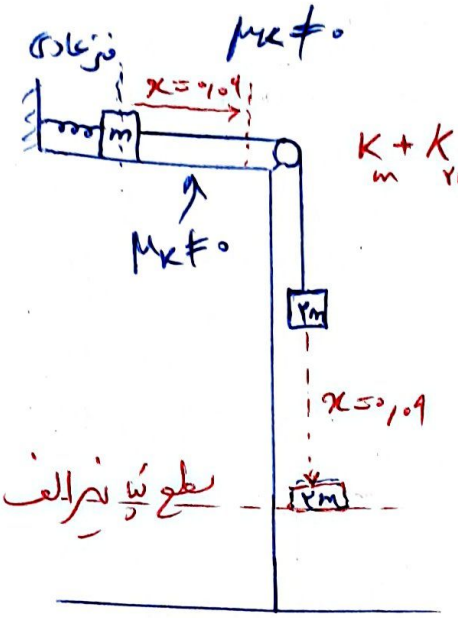
$$E_{\text{ارژی مکانیکی در حالت اولیه}} = E_{\text{ارژی مکانیکی در لحظه‌ی توقف (بیشترین کشیدگی فنر)}}$$

$$(2m)gx' = 0 + 0 + 0 + \frac{1}{2}kx'^2 \rightarrow$$

($2m$: انرژی پتانسیل جسم $2m$ ، m: انرژی جنبشی جسم $2m$ ، $\frac{1}{2}kx'^2$: انرژی فنر کشیده شده)

$$\boxed{x' = \frac{4mg}{K}} = 0.4\ m$$

۷. م ۹۱ ف ۸ تکمیل یافته. آرسطو انتقاد از جسم m) اصطکاک دار است سیستم را دوباره مرکز کنید.



الف. وقتی $2m$ به اندازه ۰.۹ متر رها کرد، $K_m + K_{2m} = ?$

انرژی حرکات مکانیکی (بعد از شکست) = انرژی حرکات مکانیکی اولیه (قبل از شکست)

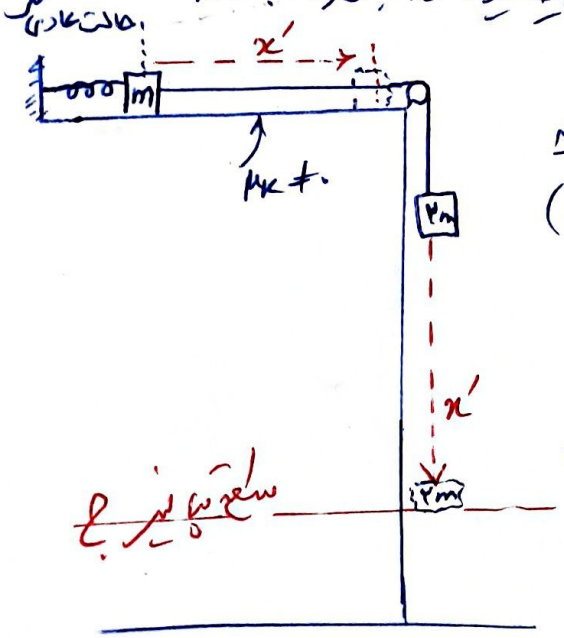
$$(2m)gx = 0 + K_{2m} + K_m + \frac{1}{2}kx^2 + E_{tt}$$

$E_{tt} = f_k x = \mu_k (mg) x$

انرژی پتانسیل جسم $2m$ — انرژی جنبشی $2m$ — انرژی جنبشی m — انرژی فنر کشیده شده — انرژی گرمایی تولید شده در فاصله وقتی جسم m به اندازه $x=0.9$ متر

$$\Rightarrow K_{2m} + K_m = \quad x$$

ب. چقدر کشیده شود؟ فنر را چقدر بیشتر کشیدیم x' شد. $x' = ?$



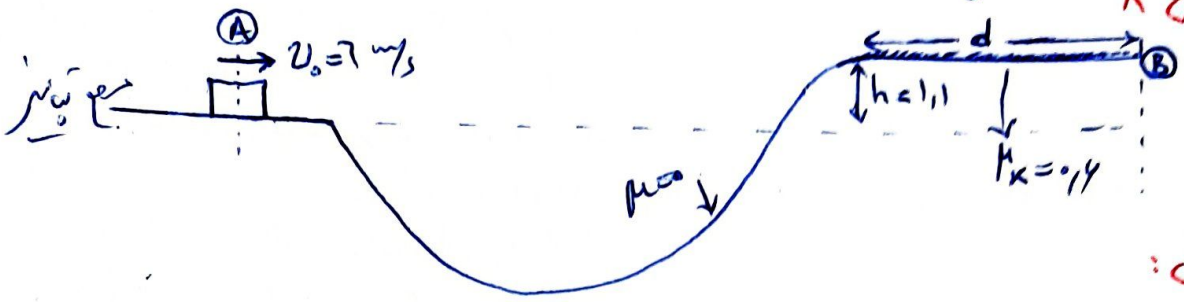
انرژی مکانیکی اولیه (قبل از کشیدگی فنر) = انرژی مکانیکی ثانویه (کشیدگی بیشتر)

(دو جسم m و $2m$ ساکن می‌شوند)

$$(2m)gx' = 0 + 0 + 0 + \frac{1}{2}kx'^2 + f_k x'$$

انرژی پتانسیل جسم $2m$ — انرژی جنبشی m — انرژی جنبشی $2m$ — انرژی فنر کشیده شده به اندازه x' — انرژی گرمایی تولید شده بین جسم m و سطح افقی

م ۵۴ / فصل ۸ — قطعه‌ای از حال سکون، بر اثر اصطکاک، متوقف می‌شود. مقدار d ؟



حل:

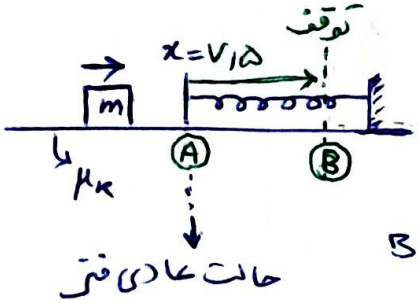
$$W_{F_{ext}} = \Delta K + \Delta U + \Delta E_{th} \quad \text{از A تا B} \quad \text{گرفتن روی سطح}$$

$$0 = (0 - \tfrac{1}{2} m v_0^2) + (mgh - 0) + f_k d \quad , \quad f_k = \mu_k N = \mu_k mg$$

$$\Rightarrow d = 1,2\ m$$

م ۵۵ / ف ۸ — قطعه وقتی به حالت توقف می‌رسد که فنر به اندازهٔ $V,15$ سانت فشرده شده.
در لحظه‌ای که قطعه در تماس با فنر به حالت سکون می‌رسد:
الف. کار نیروی کشسانی فنر؟
ب. افزایش انرژی گرمایی سیستم قطعه ـ کف؟
ج. در لحظه‌ای که قطعه با فنر برخورد می‌کند، سرعت قطعه؟

$m = 2,5\ kg$, $K = \text{ثابت فنر} = 320\ N/m$, $\mu_k = 0,25$



حل:

الف. کار نیروی فنر از A تا B: $W = -\frac{1}{2} k x^2 = -\frac{1}{2} \times 320 \times 0,15^2 = -0,9$ ژول

نیروی فنر F ← ، جابجایی →

ب. انرژی گرمایی تولید شده از A تا B: $E_{th} = f_k x = \mu_k mg\, x$

$$= 0,25 \times 25 \times 10 \times 0,15 = 0,94\ J$$

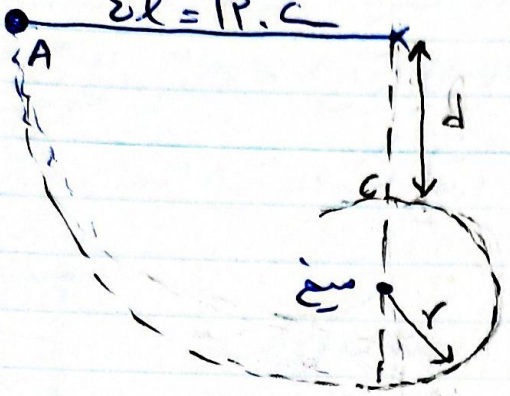
ج. پایستگی انرژی: $E_A = E_B$

$$\frac{1}{2} m v_A^2 = \frac{1}{2} k x^2 + \Delta E_{th}$$

انرژی جنبشی قطعه در لحظه برخورد با فنر = انرژی ذخیره شده در فنر + انرژی تلف شده

$$\frac{1}{2} m v_A^2 = \frac{1}{2} k x^2 + 0,94 = 0,9 + 0,94 \Rightarrow v_A = 1\ m/s$$

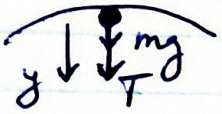
۹



اگر گلوله حول میخ به صورت کامل دور بزند، فاصله d از چه مقداری باید بیشتر باشد؟

حل:

در نقطه C:



$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$T + mg = ma_c = m\frac{v_c^2}{r}$$

v_c باید حداقل باشد تا طناب شل نشود و گلوله بتواند دور بزند

$T = 0$ ⟶ v_c حداقل

$$mg = m\frac{v^2}{r} \rightarrow \boxed{v_{c_{min}} = \sqrt{rg}} = \sqrt{(l-d)g}$$

⇒ بنابراین از حل بالا می‌توان نتیجه گرفت:

$$E_A = E_C$$

$$mgl = mg(2r) + \frac{1}{2}mv_c^2 \xrightarrow{\times 2} 2gd - gl = \frac{1}{2}mv_{min}^2$$

v_c یک حداقل باید داشته باشد تا گلوله بتواند دور بزند

$$gl = 2g(l-d) + \frac{1}{2}(l-d)g$$

$$gl = 2gl - 2gd + \frac{1}{2}gl - \frac{1}{2}gd \rightarrow \frac{3}{2}gl = \frac{5}{2}gd$$

$$\boxed{d = \frac{3}{5}l}$$

۱۰ جرم m روی فنری ساکن است. میزان فشردگی فنر از طول طبیعی ۱۰ cm است.

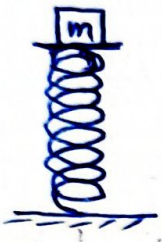
۱۹ م / ف ۸

الف. ثابت نیروی فنر؟

ب. با وارد کردن فشار بر سنگ، آن را ۳۰ cm دیگر به طرف پایین می‌بریم و سپس به حال خود رها می‌کنیم. انرژی پتانسیل کشسانی فنر فشرده شده درست قبل از رها شدن؟

ج. هنگامی که سنگ از نقطه رها شده تا بالاترین ارتفاع، جابجا شود، انرژی پتانسیل گرانشی سنگ - زمین چقدر تغییر می‌کند؟ حداکثر ارتفاع سنگ نسبت به نقطه رها شدن؟

$m = ۸\ kg$



حل:

الف.

$|F_{فنر}| = |mg| \Rightarrow kx = mg$

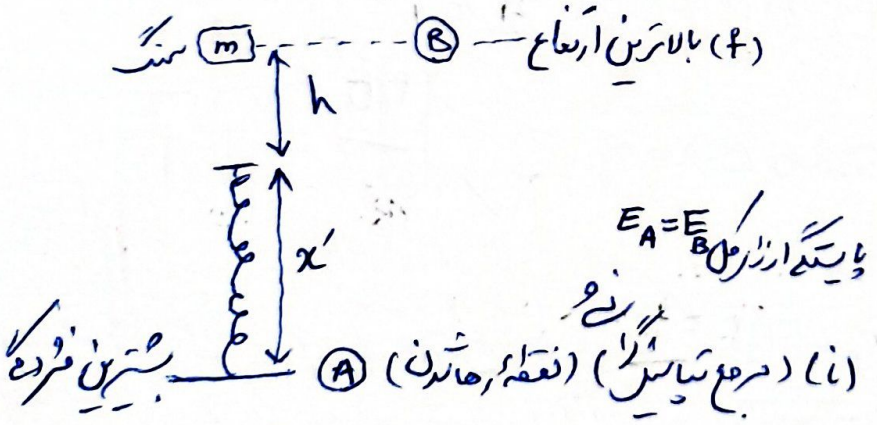
$$k = \frac{mg}{x} = \frac{۸ \times ۱۰}{۰,۱m} \simeq ۸۰۰ \frac{N}{m}$$

ب.

$x' = $ مقدار فشردگی کل فنر $= ۴۰\ cm = ۰,۴\ m$

$U_{فنر} = \frac{۱}{۲} k x'^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۸۰۰ \times ۰,۴^۲ = ۶۴\ J$ ← انرژی پتانسیل فنر فشرده شده

ج.



$\Delta U = U_f - U_i$

$= mg(h+x') - ۰$

$E_A = E_B$ پایستگی انرژی کل ← $= ۶۴\ J$

د.

انرژی کل $E_B = E_A$

$mg(h+x') = \frac{۱}{۲} k x'^۲$

$۸ \times ۱۰ (h + ۰,۴) = ۶۴\ J \rightarrow h + ۰,۴ = ۸$

$h = ۰,۴\ m$

۲۹ ۴ / فصل ۸

$\theta = 30^\circ$ ، سطح شیب‌دار بدون اصطکاک ، $\mu = 0$ ، $m = 2kg$

جسم m از حال سکون رها می‌شود. پایین تر از قطعه، فنری قرار دارد. سطح که بر

$F = kx$

$270 = K \times 0.02$

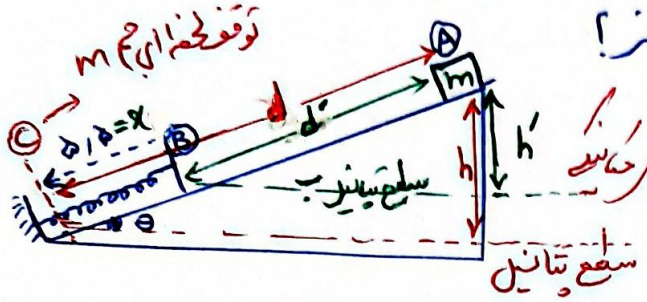
$K = 1.35 \times 10^4$ N/m

اثر نیروی به مقدار ۲۷۰ N به اندازه ۲ cm فشرده می‌شود.

قطعه پس از فشرده سازی فنر به اندازه ۱۵/۵ cm به صورت لحظه‌ای به سکون می‌رسد.

الف : قطعه تا رسیدن به این نقطه توقف موقت ، چه فاصله‌ای را بعد از رها شدن طی کرده؟

ب : سرعت قطعه دقیقاً در لحظه تماس با فنر؟



حل :

پایستگی انرژی مکانیکی $E_A = E_C$

$mgh + 0 = 0 + 0 + \frac{1}{2}kx^2$

$12 \times 10 \times h = \frac{1}{2} \times 1.35 \times 10^4 \times (0.05)^2$

$h \cong 0.175\,m$

$\Rightarrow \sin\theta = \frac{h}{d} \rightarrow \sin 30 = \frac{0.175}{d} \rightarrow d \cong 0.35\,m$

قطعه m تا رسیدن به توقف لحظه‌ای (C) این فاصله را طی کرده

ب :

$d = d' + x \rightarrow 0.35 = d' + 0.05 \rightarrow d' \simeq 0.245\,m$

$\sin\theta = \frac{h'}{d'} \rightarrow h' = d' \sin\theta \rightarrow h' = 0.245 \times \sin 30 \simeq 0.12\,m$

$\Rightarrow E_A = E_B$

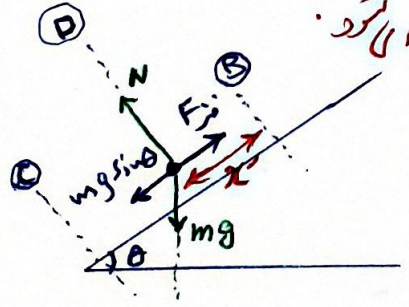
$0 + mgh' = 0 + \frac{1}{2}mv_B^2$

$10 \times 0.12 = \frac{1}{2}v_B^2 \rightarrow v_B = \sqrt{20 \times 0.12} \simeq 1.7\,m/s$

ج . حذفان اضافه می‌کنیم : فاصله بین نقطه‌ای که سرعت اولیه قطعه فنر (B) تا نقطه‌ای که لحظه‌ای

حداکثری می‌شود

حل : در جایی که نیروهای وارد بر جسم ، به تعادل می‌رسند، سرعت max می‌شود.



$|kx'| = |mg\sin\theta|$ نیروی فنر

$x' = \frac{mg\sin\theta}{k} = \frac{12 \times 10 \times 0.5}{1.35 \times 10^4}$

$\simeq 0.004\,m$

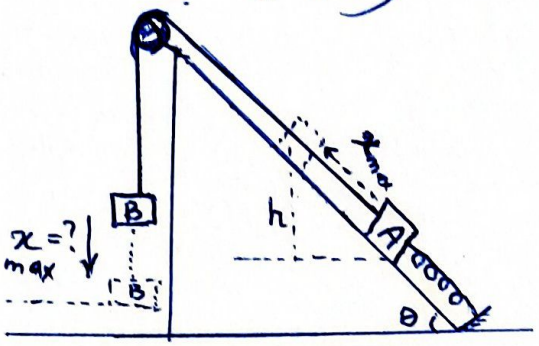
$\simeq 0.4\,cm$

- سؤال اضافی فصل ۸

جسم A به $m_A = 1kg$ روی سطح شیبداری با $\theta = 30°$ به جسم B به $m_B = 3kg$ وصل است. (از قرقره کمک بگیرید) جرم A به فنری با ثابت $k = 200 \frac{N}{m}$ متصل است. μ_k سطح شیبدار $= 0.5$ زمانی که فنر در حالت عادی است، مجموعه از حال سکون رها می‌شود.

الف) جسم B حداکثر چقدر پایین می‌آید؟

ب) زمانی که فنر به اندازه $10cm$ کشیده می‌شود، انرژی جنبشی جسم B چقدر است؟



نکته: دو جسم و یک فنر

الف: (حداکثر فشردگی فنر)

حل: انرژی مکانیکی اولیه = انرژی مکانیکی ثانویه + کار نیروهای اتلافی

$$m_B g x_m + 0 + 0 + 0 + 0 = 0 + m_A g h + 0 + 0 + \frac{1}{2} k x_m^2 + E_{tk}$$

$m_B g x_m$: انرژی جنبشی جسم B
$m_A g h$: انرژی پتانسیل گرانشی جسم A
$\frac{1}{2} k x_m^2$: انرژی پتانسیل کشسانی فنر
E_{tk}: کار نیروی اصطکاک جنبشی (جسم A و سطح شیبدار)
(کار نیروی اصطکاک جسم B و سطح شیبدار)

$$\rightarrow m_B g x_m = m_A g h + \frac{1}{2} k x_m^2 + f_k x_m$$

$$\rightarrow 3 \times 10 \times x_m = 1 \times 10 \times x_m \frac{4}{10} + \frac{1}{2} \times 200 \times x_m^2 + 4 x_m$$

$$\rightarrow 100 x_m^2 - 20 x_m = 0$$

$$\rightarrow 10 x_m^2 - 2 x_m = 0 \rightarrow 5 x_m = 1$$

$$x_m = \frac{1}{5} = 0.2m = 20cm$$

$f_k = \mu_k N$
$= \mu_k m_A g \cos\theta$
$= 0.5 \times 1 \times 10 \times \frac{4}{10}$
$= 4 N$

$\sin\theta = \frac{h}{x_m}$
$h = x_m \sin\theta$
$h = x_m \frac{4}{10}$

ب: انرژی مکانیکی اولیه = انرژی مکانیکی ثانویه + کار نیروهای اتلافی
(فنر ۱۰ سانتی‌متر کشیده شده)

$$m_B g x' + 0 + 0 + 0 + 0 = 0 + m_A g h' + \frac{1}{2} k x'^2 + f_k x' + K_B + K_A$$

انرژی جنبشی جسم‌ها