پاسخ مسالهٔ ۳-۲: نیروی اصطکاک برابر $f_k = \mu_k n = \mu_k mg\cos\theta$ می‌باشد که در آن $\theta = 53.1°$ است. بسته قبل از رسیدن به فنر طول $L = 4\ m$ را می‌پیماید و مقدار بیشینهٔ فشردگی فنر برابر d فرض می‌شود. فرض می‌کنیم نقطهٔ ۱ موقعیت اولیهٔ بسته و نقطهٔ ۲ حالتی باشد که در آن بسته به فنر می‌رسد. نقطهٔ ۳ بیشینهٔ فشردگی فنر فرض می‌گردد و نقطهٔ ۴ موقعیت نهایی بسته بعد از بازگشت آن می‌باشد.

(الف) داریم:

$$K_1 = 0, U_2 = 0, \Delta E_{th} = f_k L = \mu_k L\cos\theta\,, U_1 = mgL\sin\theta\,, K_2 = \frac{1}{2}m\,v^2$$

در رابطهٔ فوق v سرعت بسته درست قبل از برخورد به فنر است. داریم $K_2 = U_1 - \Delta E_{th}$. با جایگزینی و حل برای v داریم:

$$v = \sqrt{2gL(\sin\theta - \mu_k\cos\theta)} = \sqrt{2(9.8)(4.0)(\sin 53.1° - (0.2)\cos 53.1°)} = 7.3\ m/s$$

(ب) با فرض $y_3 = 0$ (مبدا پتانسیل گرانشی در نقطهٔ ۳) داریم: $K_1 = K_3 = 0$ و $U_1 = mg(L+d)\sin\theta\,, U_2 = \frac{1}{2}kd^2$ و $\Delta E_{th} = f_k(L+d)$. با استفاده از پایستگی انرژی خواهیم داشت: $mg(L+d)\sin\theta - \mu_k mg\cos\theta\,(L+d) = \frac{1}{2}kd^2$. بنابراین داریم: $d^2\frac{k}{2mg(\sin\theta - \mu_k\cos\theta)} - d - L = 0$. با جایگذاری مقادیر عددی و حل معادلهٔ درجهٔ دوم خواهیم داشت $d = 1.06\ m$.

(ج) فرض می‌کنیم بسته پس از بازگشت و رسیدن به نقطهٔ نهایی ۴ به میزان y در راستای سطح شیبدار پایین‌تر از موقعیت اولیهٔ خود (نقطهٔ ۱) قرار گیرد. در این هنگام انرژی پتانسیل کشسانی (فنر) مجموعه برابر صفر است. بنابراین بسته به میزان $L+d$ روی سطح شیبدار پایین آمده و به میزان $L+d-y$ از آن بالا می‌رود. تغییر انرژی حرارتی مجموعه عبارتست از $\mu_k(2L+2d-y)mg\cos\theta$. تغییر انرژی پتانسیل گرانشی بین دو موقعیت برابر $-mgy\sin\theta$ می‌باشد که برابر با قرینهٔ تغییر انرژی حرارتی مجموعه می‌باشد. با برابر قرار دادن این دو مقدار و حل برای y مقدار آن به صورت زیر خواهد بود:

$$y = (L+d)\frac{2\mu_k\cos\theta}{\sin\theta + \mu_k\cos\theta} = (L+d)\frac{2\mu_k}{\tan\theta + \mu_k}$$

با قرار دادن مقادیر عددی و استفاده از نتیجهٔ قسمت (ب) داریم:

$$y = 1.32\ \mathrm{m}$$