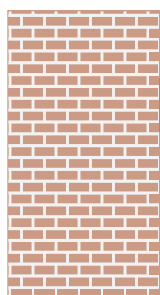


$$f_{s,\max} = \mu_s \times N = 0/6 \times 600 = 360 \text{ (N)}$$



چون $F > mg$ جسم تمایل به حرکت رو به بالا دارد، پس اصطکاک رو به پایین $F = 600 \text{ N}$ است.

$$F' = F - mg = 600 - 200 = 400 \text{ (N)}$$

جسم به سمت بالا حرکت می‌کند و اصطکاک جنبشی رو به پایین است.

$$F' > f_{s,\max} \Rightarrow f_k = \mu_k \times N = 0/2 \times 600 = 120 \text{ (N)}$$

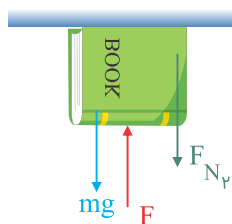
با رسم نیروهای وارد بر جسم در هر دو حالت و برقرار کردن قانون اول نیوتون در راستای عمود بر تکیه‌گاه داریم:



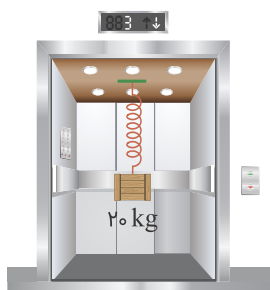
$$F_{N_1} = F = 3mg$$

$$F_{N_2} = F - mg = 3mg - mg = 2mg$$

$$\frac{F_{N_1}}{F_{N_2}} = \frac{3mg}{2mg} = \frac{3}{2}$$



جرم بسته متصل به فنر، برابر 20 kg است. از طرفی آسانسور با شتاب ثابت 1 m/s^2 به صورت کندشونده به سمت پایین حرکت می‌کند. بنابراین داریم:



$$\Rightarrow F = m(g + a) \text{ بسته کندشونده پایین می‌رود}$$

$$\xrightarrow[m=20 \text{ kg}]{a=1 \text{ m/s}^2} F = 20(10 + 1) = 220 \text{ (N)}$$

با به دست آوردن نیروی فنر، تغییر طول آن به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\begin{cases} F = 220 \text{ (N)} \\ k = 2200 \text{ (N/m)} \end{cases} \Rightarrow F = k\Delta L \Rightarrow 220 = 2200\Delta L$$

$$\Rightarrow \Delta L = \frac{220}{2200} = 0/1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$$

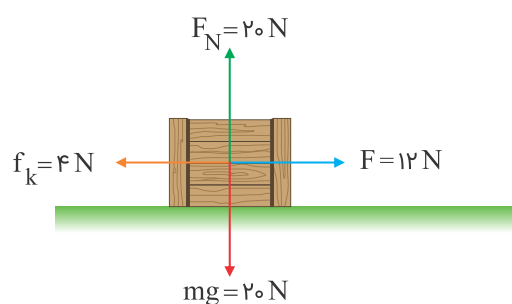
نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه بین جسم و سطح را محاسبه می‌کنیم:

$$f_{s \max} = F_N \cdot \mu_s \xrightarrow{F_N = mg = 20N, \mu_s = 0.4} f_{s \max} = 20 \times 0.4 = 8N$$

نیروی F بزرگتر از $f_{s \max}$ می‌باشد و این به معنای حرکت جسم روی سطح است و در نتیجه نیروی اصطکاک از نوع جنبشی است:

$$f_k = F_N \cdot \mu_k = 20 \times 0.2 = 4N$$

وضعیت نیروهای وارد بر جسم به شکل زیر است:

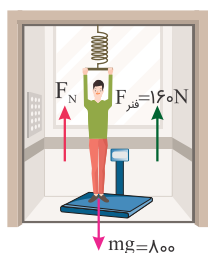


$$F_{\text{net}} = ma \rightarrow 12 - 4 = 2a \Rightarrow a = 4 \frac{m}{s^2}$$

به کمک رابطه $\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$ ، جابه‌جایی جسم را بر حسب زمان به دست می‌آوریم:

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t \xrightarrow{v_0=0, a=4 \frac{m}{s^2}} \Delta x = \frac{1}{2} \times 4 \times t^2 + 0 \Rightarrow \Delta x = 2t^2$$

توجه کنید عددی که ترازو یا باسکول نشان می‌دهد، عکس‌العمل نیروی عمودی تکیه‌گاه است:



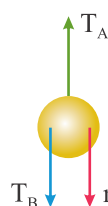
$$F_{\text{فنر}} = k\Delta L = 400 \times \frac{4}{10} = 160 \text{ N}$$

نیروی فنر به شخص به سمت بالا است.

$$mg - F_N - F_{\text{فنر}} = ma \Rightarrow 100 - F_N - 160 = 10 \times (-2) \Rightarrow F_N = 100 \text{ N}$$

نیروی عمودی تکیه‌گاه و عکس‌العملش از نظر اندازه باهم برابرند.

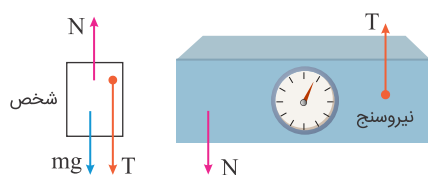
اگر نیرو به طور ناگهانی زیاد شود، چون نیرو ابتدا به نقطه A و سپس به B متصل می‌شود، طناب از A پاره می‌شود.



$$T_A = T_B + mg$$

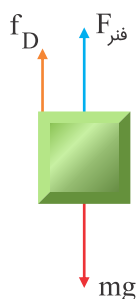
همچنین باتوجه به شکل زیر، کشش در نقطه A بیشتر از B است، پس اگر نیرو به تدریج هم زیاد شود، باز هم طناب از A پاره می‌شود.

راه اول: اگر جسم و طناب را یک سامانه فرض کنیم، تنها نیرویی که از خارج به دستگاه وارد می‌شود، وزن جسم است و در نتیجه نیروسنج وزن شخص را نشان می‌دهد.
 راه دوم: اگر نیروهای وارد بر شخص و نیروسنج را رسم کنیم، داریم:



برآیند نیروهای وارد بر نیروسنج $N - T$ است که با نوشتن تعادل نیروها روی شخص $N - T = mg$ است، پس نیروسنج وزن واقعی شخص را نشان می‌دهد.

ابتدا نیروهای وارد بر جسم را ترسیم کرده و سپس قانون دوم نیوتون را برای آن می‌نویسیم:



$$F_{\text{net } y} = ma_y \quad \begin{aligned} mg - F_{\text{فر}} - f_D &= ma \\ 50 - F_{\text{فر}} - 10 &= 5 \times (-2) \Rightarrow F_{\text{فر}} = 50 \text{ N} \end{aligned}$$

$$Kx = 50$$

$$K \times 0.005 = 50 \Rightarrow K = 10^4 \text{ N/m}$$

$$\text{جسم در آستانه حرکت: } F_{\text{فر}} = f_{s_{\text{max}}} \Rightarrow k\Delta\ell_1 = \mu_s mg$$

$$\Rightarrow 50 \times \Delta\ell_1 = 0.5 \times 0.4 \times 10 \Rightarrow \Delta\ell_1 = 0.04 \text{ m} = 4 \text{ cm}$$

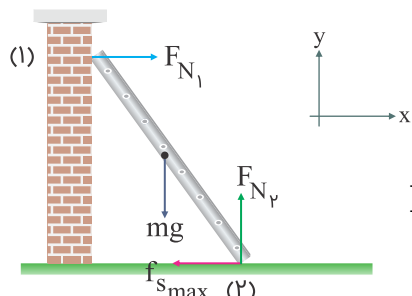
$$\text{جسم در حال حرکت با سرعت ثابت: } F_{\text{فر}} = f_k \Rightarrow k\Delta\ell_2 = \mu_k mg$$

$$\Rightarrow 50 \times \Delta\ell_2 = 0.25 \times 0.4 \times 10 \Rightarrow \Delta\ell_2 = 0.02 \text{ m} = 2 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow \Delta\ell_1 + \Delta\ell_2 = 4 + 2 = 6 \text{ cm}$$

وضعیت نیروهای وارد بر جسم به شکل زیر است. از طرف دیوار قائم به دلیل نبودن اصطکاک فقط نیروی F_{N_1} بر جسم وارد می‌شود، در نتیجه طبق اطلاعات تست می‌توان نوشت:

$$F_{N_1} = 60N$$



نردبان ساکن بوده و نیروی خالص وارد بر آن صفر است:

$$F_{\text{net}} = 0 \Rightarrow F_{\text{net}x} = 0 \Rightarrow f_{s \max} = F_{N_1} = 60N$$

از سطح افقی نیروهای F_{N_2} و $f_{s \max}$ بر جسم وارد می‌شوند، بنابراین داریم:

$$100 = \sqrt{F_{N_2}^2 + f_{s \max}^2} \Rightarrow 100 = \sqrt{F_{N_2}^2 + 60^2} \Rightarrow F_{N_2} = 80N$$

با استفاده از رابطه نیرویی اصطکاک ایستایی بیشینه می‌توانیم μ_s را محاسبه کنیم:

$$f_{s \max} = F_{N_2} \cdot \mu_s \Rightarrow 60 = 80\mu_s \Rightarrow \mu_s = \frac{60}{80} = \frac{3}{4}$$

ابتدا شتاب ماهواره در آن ارتفاع را به دست می‌آوریم:

$$\frac{g'}{g} = \left(\frac{R_e}{h + R_e}\right)^2 \Rightarrow \frac{g'}{10} = \left(\frac{6400}{6400 + 3200}\right)^2 = \left(\frac{2}{3}\right)^2 \Rightarrow g' = \frac{40}{9} \text{ m/s}^2$$

شتاب گرانش یک شتاب مرکزگرا است. حال از رابطه $a_c = \frac{v^2}{R}$ تندی ماهواره را محاسبه می‌کنیم:

$$\left. \begin{aligned} a_c = g' \Rightarrow g' &= \frac{v^2}{R} \\ R = R_e + h &= 3 \times 3200 \times 10^3 \end{aligned} \right\} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{40}{9} \times 3 \times 3200 \times 10^3}$$

$$v = 8 \times 10^3 \sqrt{\frac{2}{3}} \text{ m/s} \Rightarrow v = 8 \sqrt{\frac{2}{3}} \text{ km/s}$$

$$F_{\text{net}} = ma \Rightarrow F - f_k = ma$$

$$F - \mu_k mg = ma \Rightarrow ۱۵ - ۰/۲ \times ۵۰ = ۵a \Rightarrow a = ۱ \text{ m/s}^2$$

$$v = at + v_0 = ۱ \times ۲ + ۰ = ۲ \text{ m/s}$$

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t = \frac{1}{2} \times ۱ \times ۲^2 = ۲ \text{ m}$$

$$F_{\text{net}} = ma \Rightarrow -f_k = ma$$

$$-\mu_k mg = ma \Rightarrow a = -\mu_k g = -۲ \text{ m/s}^2$$

$$v^2 - v_0^2 = 2a(\Delta x) \Rightarrow ۰ - ۲^2 = ۲(-۲)(\Delta x) \Rightarrow \Delta x = ۱ \text{ m}$$

$$\Delta x_{\text{کل}} = ۲ + ۱ = ۳ \text{ m}$$

گام اول: طبق شکل داده شده، بردار سرعت اولیه (قبل از برخورد) و ثانویه (بعد از برخورد) برابر است با:

$$v_1 = -۲\vec{i} \text{ , } v_2 = +۱\vec{i}$$

گام دوم: شتاب متوسط گلوله در مدت تماس با دیوار برابر است با:

$$a_{\text{av}} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{1\vec{i} - (-۲\vec{i})}{۰/۲} = \frac{۳\vec{i}}{۰/۲} = ۱۴۰ \text{ m/s}^2 \vec{i}$$

گام سوم: نیروی متوسط دیوار به توپ برابر است با:

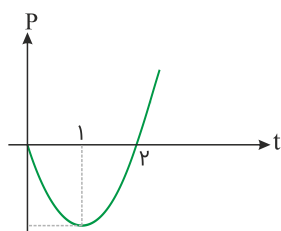
$$F_{\text{av}} = ma_{\text{av}} = ۰/۴ \times ۱۴۰ = +۵۶ \vec{i} \text{ (N)}$$

باتوجه به رابطه $g = \frac{GM}{r^2}$ می توان نوشت:

$$\frac{g_{\text{سیاره}}}{g_{\text{زمین}}} = \frac{M_{\text{سیاره}}}{M_{\text{زمین}}} \times \left(\frac{r_{\text{زمین}}}{r_{\text{سیاره}}} \right)^2 = \frac{۲M_{\text{زمین}}}{M_{\text{زمین}}} \times \left(\frac{r_{\text{زمین}}}{۲r_{\text{زمین}}} \right)^2 = ۲ \times \frac{1}{۴} = \frac{1}{۲}$$

ابتدا نمودار تکانه- زمان را رسم می‌کنیم.

$$P = \lambda t^2 - 16t$$



در نقطه‌ای که تکانه جسم به حداقل ممکن می‌رسد، نیرو صفر است.

$$t = \frac{-b}{2a} = \frac{16}{16} = 1 \text{ s}$$

$$P = \lambda - 16 = -8 \text{ N.s}$$

$$P = mv \Rightarrow \lambda = 0/5 v \Rightarrow v = 16 \text{ m/s}$$

ابتدا نیروی F را به دونیروی افقی و عمودی تقسیم می‌کنیم:

$$F_x = F \cos 53^\circ = 20 \times 0/6 = 12 \text{ N}$$

$$F_y = F \sin 53^\circ = 20 \times 0/8 = 16 \text{ N}$$

$$F_N + F_y = W \Rightarrow F_N + 16 = 32 \Rightarrow F_N = 16 \text{ N}$$

ازطرفی برای آنکه جسم حرکت کند باید نیروی افقی مؤثر از نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه بزرگ تر باشد:

$$f_{s \max} = \mu_s F_N = 0/8 \times 16 = 12/8$$

چون $F_x < f_{s \max}$ پس جسم حرکت نمی‌کند و $f = F_x$ است و نیرویی که جسم بر سطح وارد می‌کند برابر است با:

$$R = \sqrt{f^2 + f_N^2} = \sqrt{12^2 + 16^2} = 20$$

گام اول: نیروی افقی F را به دست می‌آوریم:

$$\left. \begin{aligned} F - f_k &= Ma \\ F_N &= Mg = 1600 \text{ N} \end{aligned} \right\} \Rightarrow F - 1600 \times 0/2 = 160 \times \frac{1}{4} \Rightarrow F = 360 \text{ N}$$

گام دوم: در حالتی که m کیلوگرم از محتویات صندوق کم کرده‌ایم، نیروی عمودی تکیه‌گاه را محاسبه می‌کنیم:

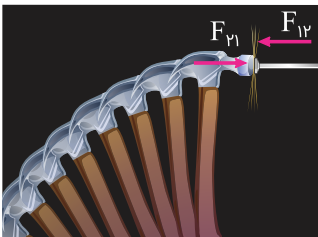
$$F'_N = (160 - m)g$$

گام سوم: با همان اندازه $F = 360 \text{ N}$ ، شتاب دو برابر شده است:

$$F - f'_k = (160 - m)a \Rightarrow 360 - (160 - m) \underbrace{g \times \mu_k}_2 = (160 - m)0/5$$

$$\Rightarrow 360 - 320 + 2m = 80 - 0/5m \Rightarrow 40 = 2/5m \Rightarrow m = 16 \text{ kg}$$

در لحظه برخورد چکش با میخ بردار سرعت لحظه‌ای و نیروی F_{12} (عکس‌العمل نیروی چکش به میخ که به چکش وارد می‌شود) در خلاف جهت هم خواهند بود:



$$F = ma \Rightarrow -20 = \frac{1}{4}a \Rightarrow a_{\text{کندشونده}} = -40 \text{ m/s}^2$$

در لحظه برخورد چکش به میخ، سرعت چکش 10 m/s و در پایان نیز چکش باید متوقف شود:

$$v = at + v_0 \Rightarrow 0 = -40t + 10 \Rightarrow t = \frac{1}{4} \text{ s} = 250 \text{ ms}$$

ابتدا اصطکاک ایستایی آستانه حرکت را به دست می‌آوریم.

$$f_{s \max} = \mu_s \cdot F_N = \mu_s (F' + mg) = 0.4 \times (30 + 50) = 32 \text{ N}$$

چون F بزرگ‌تر از $f_{s \max}$ است، پس جسم شروع به حرکت می‌کند. در این حالت اصطکاک جنبشی خواهیم داشت.

$$F_{\text{net}} = F - f_k = ma \Rightarrow 36 - 0.2 \times 80 = 5a \Rightarrow a = 4 \text{ m/s}^2$$

$$\Rightarrow v = at + v_0 = 4 \times 4 + 0 = 16 \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow p = mv = 5 \times 16 = 80 \text{ kg.m/s}$$

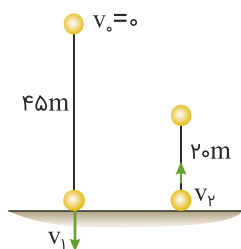
$$\left. \begin{aligned} & \text{حرکت آسانسور با شتاب رو به پایین} : m(g - a) = k\Delta L \\ & \Rightarrow 5(10 - 2) = 200(L_1 - L_0) \\ & \text{حرکت آسانسور با شتاب } 1 \text{ m/s}^2 \text{ کند شونده رو به پایین (a رو به بالاست)} : \\ & m(g + a) = k\Delta L \Rightarrow 5(10 + 1) = 200(L_2 - L_0) \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} & L_1 - L_0 = 0.2 \Rightarrow L_1 = 0.2 + L_0 \\ & \Rightarrow L_2 - L_0 = 0.275 \Rightarrow L_2 = 0.275 + L_0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow L_2 - L_1 = 0.075 \text{ m} = 7.5 \text{ cm}$$

در هر سه حالت، تعادل وجود دارد، بنابراین می‌توان نوشت:

$$f_1 = f_2 = f_3 = mg$$

که وزن mg کتاب است.



$$v_1 = \sqrt{2gh} \Rightarrow v_1 = \sqrt{2 \times 10 \times 45} = 30 \text{ m/s}$$

$$v_2 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 20} = 20 \text{ m/s}$$

چون v_1 روبه پایین است با علامت منفی و v_2 با علامت مثبت در نظر گرفته می‌شود.
طبق قانون دوم نیوتون و رابطه آن با تغییرات تکانه جسم خواهیم داشت:

$$F = ma = \frac{m\Delta v}{\Delta t} = \frac{m(v_2 - v_1)}{\Delta t}$$

$$F = \frac{200 \times 10^{-3}(20 - (-30))}{2 \times 10^{-3}} = 5000 \text{ N}$$