

گزینه ۳

۱

$$\text{در حالت اول: } mg = k(l_1 - l_0) \xrightarrow{g=10} 10m = k(\lambda_0 - l_0)$$

$$\text{در حالت دوم: } m(g - a) = k(l_2 - l_0) \xrightarrow{a=F} 6m = k(\gamma_0 - l_0)$$

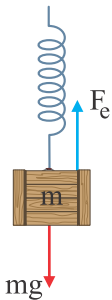
با تقسیم دو رابطه فوق بر هم داریم:

$$\Rightarrow \frac{10}{6} = \frac{\lambda_0 - l_0}{\gamma_0 - l_0} \Rightarrow \gamma_{00} - 10l_0 = 6\lambda_0 - 6l_0$$

$$4l_0 = 220 \Rightarrow l_0 = 55 \text{ cm}$$

گزینه ۲

۲



$$\text{مرحله ۱: } mg - F_e = ma$$

$$k\Delta x_1 = m(g - a) \Rightarrow \Delta x_1 = \frac{m \times 4}{\cancel{F_{00}}_{100}} = \frac{4m}{100} = 4m \text{ cm}$$

$$L_1 = L_0 + 4m \text{ (I)}$$

$$\text{مرحله ۲: } F_e - mg = ma'$$

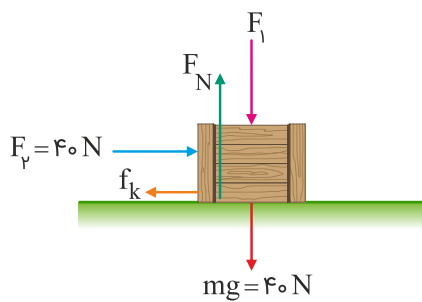
$$k\Delta x_2 = m(g + a') = m \times 11$$

$$\Rightarrow \Delta x_2 = \frac{m \times 11}{F_{00}} = \frac{11m}{100} = 11/100 m = 11/100 m \text{ cm}$$

$$L_2 = L_0 + 11/100 m \text{ (II)}$$

$$\Rightarrow L_2 - L_1 = 1/10 \xrightarrow{I, II} 1/10 = 11/100 m \Rightarrow m = 10/11 \text{ kg}$$

ابتدا نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم:



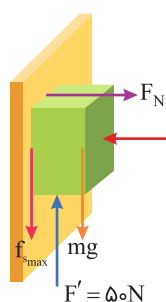
$$\text{اگر جسم با سرعت ثابت برود} \Rightarrow F_f = f_k \Rightarrow 40 = 0.4 \times F_N \Rightarrow F_N = 100 \text{ N}$$

$$F_N = mg + F_1 \Rightarrow 100 = 40 + F_1 \Rightarrow F_1 = 60 \text{ N}$$

$$F_1 \text{ افزایش نیروی} \Rightarrow 60 - 35 = 25 \text{ N}$$

$$f_{s,\max} + mg = F' \Rightarrow f_{s,\max} = 50 - 30 = 20 \text{ N}$$

نیروی عمودی سطح برابر  $F$  است پس داریم:

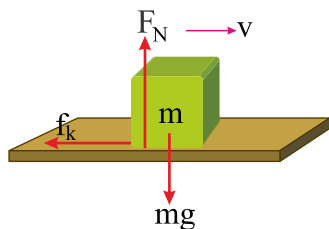


$$f_{s,\max} = \mu_s F_N \Rightarrow 20 = 0.4 \times F \Rightarrow F = 50 \text{ N}$$

$$R = \sqrt{f_{s,\max}^2 + F^2} = \sqrt{20^2 + 50^2} = 10\sqrt{29} \text{ N}$$

حالا نیرویی که دیوار افقی به جسم وارد می‌کند را محاسبه می‌کنیم:

پس از قطع نیروی  $F$ ، نیروهای وارد بر جسم مطابق شکل است.



$$-f_k = ma \Rightarrow -\mu_k mg = ma$$

$$\Rightarrow -0.3 \times 10 = a \Rightarrow a = -3 \text{ m/s}^2$$

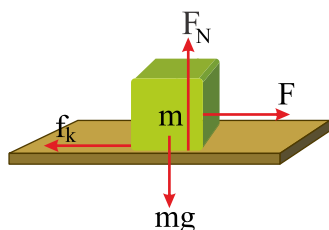
تندی جسم در لحظه قطع نیروی  $F$  برابر است با:

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 0^2 - v_0^2 = 2(-3) \times 1/5 \Rightarrow v_0 = 3 \text{ m/s}$$

قبل از قطع نیروی  $F$  داریم:

$$v = at + v_0 \Rightarrow 3 = a(2) + 0 \Rightarrow a = 1.5 \text{ m/s}^2$$

$$F - f_k = ma \Rightarrow F - 0.3 \times 10 \times 10 = 10 \times 1.5 \Rightarrow F = 27 \text{ N}$$



نسبت‌های گفته‌شده در صورت تست را می‌نویسیم: ( $g$  شتاب گرانش در سطح سیاره و  $g_e$  شتاب گرانش در سطح زمین است)

$$\begin{cases} \frac{m_A g}{m_B g_e} = 2 \\ \frac{m_A g_e}{m_B g} = \frac{1}{4} \end{cases}$$

دو معادله نوشته شده را به هم تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{\frac{m_A g}{m_B g_e}}{\frac{m_A g_e}{m_B g}} = \frac{2}{\frac{1}{4}} \Rightarrow \left(\frac{g}{g_e}\right)^2 = 8 \Rightarrow \frac{g}{g_e} = 2\sqrt{2}$$

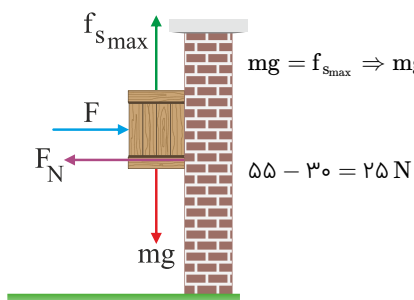
باتوجه به اینکه سطح زیر نمودار  $F - t$  برابر با تغییرات تکانه جسم است، داریم:

$$\Delta p = S = \frac{(10 + 6)(16)}{2} = 128 \text{ kg.m/s}$$

حال با استفاده از رابطه  $\bar{F} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$  می‌توان نوشت:

$$\bar{F} = \frac{128}{10} = 12.8 \text{ N}$$

ابتدا نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم:



$$mg = f_{s_{\max}} \Rightarrow mg = \mu_s \cdot F_N \Rightarrow 15 = 0.5 \times F_N \Rightarrow F_N = 30 \text{ N}$$

و از طرفی می‌دانیم نیروی  $F$  برابر  $F_N$  است. پس نیروهای  $F$  باید از  $55 \text{ N}$  به  $30 \text{ N}$  کاهش یابد.

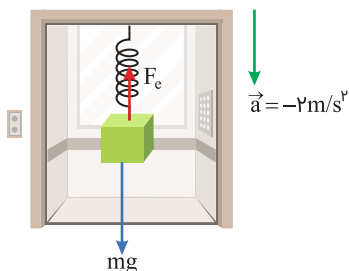
$$55 - 30 = 25 \text{ N}$$

$f_{s_{\max}}$  بیان‌کنندهٔ بیشترین نیروی اصطکاکی است که می‌توان به جسم وارد کرد و جسم حرکت نکند.

$$f_{s_{\max}} = \mu_s \times mg \Rightarrow f_{s_{\max}} = \frac{1}{4} \times 40 = 10 \text{ N}$$

باتوجه به اینکه  $f_{s_{\max}}$  برابر  $20$  نیوتون است جسم حرکت نمی‌کند.

با استفاده از شکل نیروهای وارد بر جسم و قانون دوم نیوتون تغییر طول فنر را حساب می‌کنیم:



$$a = \frac{F_{\text{net}}}{m} = \frac{mg - kx}{m} \Rightarrow 2 = \frac{5 \times 10 - 100x}{5}$$

$$\Rightarrow 10 = 50 - 100x \Rightarrow -40 = -100x \Rightarrow x = 0.4 \text{ m} = 40 \text{ cm}$$

در این صورت طول نهایی فنر برابر است با:

$$x_2 - x_1 = 40 \Rightarrow x_2 - 10 = 40 \Rightarrow x_2 = 50 \text{ cm}$$

گام اول: از معادله مکان- زمان داده شده شتاب و سرعت اولیه متحرک را مشخص می کنیم:

$$\left. \begin{aligned} x &= t^2 - 4t + 3 \\ x &= \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{1}{2}a = 1 \Rightarrow a = 2 \text{ m/s}^2, \quad v_0 = -4 \text{ m/s}$$

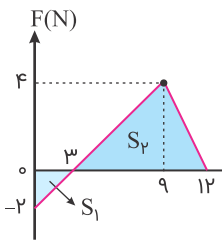
گام دوم: نیروی خالص وارد بر جسم را محاسبه می کنیم:

$$F_{\text{net}} = ma \Rightarrow F_{\text{net}} = 2 \times 4 = 8 \text{ N}$$

گام سوم: ابتدا معادله سرعت- زمان را نوشته و سپس تکانه جسم را در لحظه  $t = 3 \text{ s}$  به دست می آوریم:

$$\begin{aligned} v &= at + v_0 \Rightarrow v = 2 \times 3 - 4 = 2 \text{ m/s} \\ \Rightarrow p &= mv \Rightarrow p = 4 \times 2 = 8 \text{ kg.m/s} \end{aligned}$$

بر اساس قانون دوم نیوتون:



$$F_{\text{av}} = ma_{\text{av}} = m \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow F_{\text{av}} \Delta t = m \Delta v$$

برابر مساحت سطح محصور بین نمودار  $F - t$  و محور  $t$  است که بر اساس شکل زیر:

$$F_{\text{av}} \Delta t = m \Delta v$$

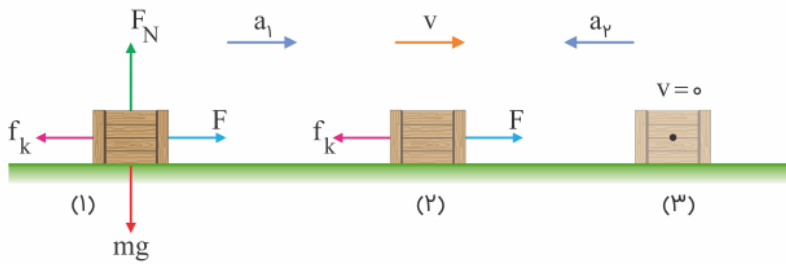
$$S = -S_1 + S_2 = \frac{-2 \times 3}{2} + \frac{4 \times (12 - 3)}{2} \Rightarrow S = -3 + 18 = 15$$

$$m \Delta v = 15 \Rightarrow \frac{200}{1000} \times (v - 0) = 15 \Rightarrow v = 75 \text{ m/s}$$

باتوجه به متوازن بودن نیروها داریم:

$$\begin{aligned} F_{N_1} &= F_r \cos 37^\circ + F_1 \Rightarrow F_{N_1} = 25 \times \frac{4}{5} + 15 = 35 \text{ N} \\ F_{N_r} + mg &= F_r \cos 37^\circ \Rightarrow F_{N_r} = F_r \cos 37^\circ - mg = 25 \times \frac{3}{5} - 10 = 5 \text{ N} \Rightarrow \frac{F_{N_1}}{F_{N_r}} = \frac{35}{5} = 7 \end{aligned}$$

گام اول: در طی ۲ ثانیه اول با استفاده از قانون دوم نیوتن شتاب جعبه را حساب می‌کنیم:



$$F - f_k = ma \Rightarrow F - \mu_k mg = ma_1 \Rightarrow 20 - 0/2 \times 20 = 2a \Rightarrow a = 3 \text{ m/s}^2$$

گام دوم: از رابطه جابه‌جایی - زمان، جابه‌جایی جعبه را در این دو ثانیه حساب می‌کنیم:

$$v_0 = 0 \Rightarrow \Delta x_1 = \frac{1}{2} a_1 t^2 + 0 = \frac{1}{2} \times 3 \times 2^2 = 6 \text{ m}$$

گام سوم: سرعت جعبه را در لحظه  $t = 2 \text{ s}$  حساب می‌کنیم:

$$v = at + v_0 \Rightarrow v = 3 \times 2 = 6 \text{ m/s}$$

گام چهارم: با توجه به این‌که پس از قطع شدن  $F$ ، در راستای حرکت فقط نیروی اصطکاک جنبشی ( $f_k$ ) بر جسم اثر می‌کند، شتاب جسم را در این مرحله حساب می‌کنیم:

$$f_k = ma_2 \Rightarrow -\mu_k mg = ma_2 \Rightarrow a_2 = -\mu_k g = -2 \text{ m/s}^2$$

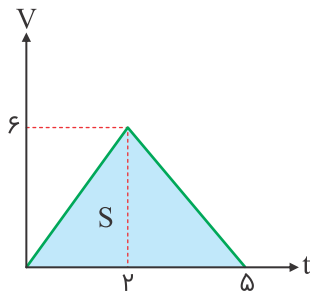
گام پنجم: از معادله مستقل از زمان در حرکت با شتاب ثابت استفاده می‌کنیم و جابه‌جایی جعبه را در این مرحله حساب می‌کنیم:

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 0 - 6^2 = -2 \times 2 \times \Delta x_2 \Rightarrow \Delta x_2 = 9 \text{ m}$$

گام ششم: جابه‌جایی کل را به دست می‌آوریم:

$$\Delta x = 6 + 9 = 15 \text{ m}$$

به عنوان روش دیگر، پس از محاسبه شتاب‌های  $a_1$  و  $a_2$ ، می‌توانید با استفاده از رابطه  $v_2 = at + v_1$  مدت زمان حرکت دوم را به دست آورید. سپس نمودار  $v - t$  را رسم کنید و در نهایت مساحت محصور نمودار را با محور  $t$  حساب کنید.



$$v_2 = at + v_1 \Rightarrow 0 = -2t_2 + 6 \Rightarrow t_2 = 3 \text{ s}$$

$$S = \Delta x = \frac{6 \times 7}{2} = 21 \text{ m}$$

جسم با نیروی  $F_0 = N$  در آستانه حرکت قرار می‌گیرد؛ پس داریم:

$$f_{s \max} = \mu_s F_N \Rightarrow F_0 = 0/5 F_N \Rightarrow F_N = \lambda_0 N$$

باتوجه به اینکه  $F_N$  کوچک‌تر از  $mg$  است، پس باید شتاب آسانسور منفی باشد:

$$F_N = m(g - a) \Rightarrow \lambda_0 = 10(g - a)$$

$$\lambda = 10 - a \Rightarrow a = 2 \text{ m/s}^2$$

ابتدا با فرض اینکه نیروی  $F'$  روی سطحی که نیروی اصطکاک آن  $f_k$  باشد جسم را به حرکت درمی‌آورد. رابطه انرژی جنبشی برحسب زمان را به دست می‌آوریم و سپس برای ۲ حالت فرمول مقایسه‌ای را پیاده می‌کنیم:



$$\left. \begin{aligned} F' - f_k &= ma \\ v &= at + \underbrace{v_0}_0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow v = \left( \frac{F' - f_k}{m} \right) t$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m \left[ \frac{F' - f_k}{m} \right]^2 t^2$$

$$\left. \begin{aligned} \text{حالت ۱: } K &= \frac{1}{2}m \left[ \frac{F - 0}{m} \right]^2 \times 4 \\ \text{حالت ۲: } \frac{K}{2} &= \frac{1}{2}m \left[ \frac{2F - 0/\Delta F}{m} \right]^2 \times t^2 \end{aligned} \right\} \xrightarrow{\div} 2 = \frac{F^2 \times 4}{F^2 t^2}$$

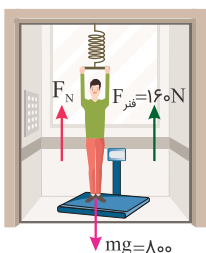
$$\Rightarrow 2 = \frac{16}{4t^2} \Rightarrow \sqrt{2} = \frac{4}{2t} \Rightarrow t = \frac{4}{2\sqrt{2}} = \frac{2\sqrt{2}}{2}$$

عددی که ترازو نشان می‌دهد، همان نیروی عمودی تکیه‌گاه است. در این سوالات از نکته زیر استفاده می‌کنیم.

$$N = m(g + a) \quad \text{زمانی که علامت } a \text{ را بدانیم}$$

$$N = m(g \begin{matrix} \uparrow \text{بالا رفتن} \\ \downarrow \text{پایین آمدن} \end{matrix} \pm \begin{matrix} \uparrow \text{تند شونده} \\ \downarrow \text{کند شونده} \end{matrix} |a|) \Rightarrow \begin{cases} \text{گزینه ۱: } N = m(10 + 2) = 12m \\ \text{گزینه ۲: } N = m(10 - 3) = 7m \\ \text{گزینه ۳: } N = m(10 - +2) = 8m \\ \text{گزینه ۴: } N = m(10 + -4) = 6m \end{cases}$$

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



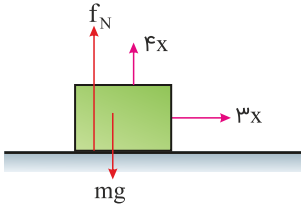
$$F_{\text{فنر}} = k\Delta L = 400 \times \frac{4}{10} = 160 \text{ N}$$

نیروی فنر به شخص به سمت بالا است.

$$mg - F_N - F_{\text{فنر}} = ma \Rightarrow 800 - F_N - 160 = 80 \times (-2) \Rightarrow F_N = 800 \text{ N}$$

نیروی عمودی تکیه‌گاه و عکس‌العملش از نظر اندازه باهم برابرند.

برای این کار نیروهای وارد بر جسم را ابتدا می‌نویسیم. شرط حرکت یعنی  $f > f_{s \max}$  را اعمال می‌کنیم:



$$f_N - mg + F_x = 0 \Rightarrow f_N = mg - F_x \Rightarrow f_{s \max} = \mu_s (mg - F_x)$$

$$\text{برای اینکه جسم حرکت کند} \quad f_{sx} > f_{s \max} \Rightarrow f_{sx} > \mu_s (mg - F_x) \Rightarrow \frac{f_{sx}}{mg - F_x} > \mu_s \Rightarrow \frac{mg - F_x}{f_{sx}} < \frac{1}{\mu_s}$$

$$\frac{mg - f_{sx}}{f_{sx}} > \frac{1}{\mu_s} \Rightarrow \frac{mg}{f_{sx}} - \frac{f_{sx}}{f_{sx}} > \frac{1}{\mu_s} \Rightarrow \frac{mg}{f_{sx}} > \frac{1}{\mu_s} + 1 \Rightarrow \frac{mg}{f_{sx}} > \frac{1 + \mu_s}{\mu_s} \Rightarrow \frac{mg}{f_{sx}} > \frac{1 + 0.5}{0.5} \Rightarrow \frac{mg}{f_{sx}} > 2 \Rightarrow \frac{mg}{f_{sx}} > 2 \Rightarrow \frac{10}{f_{sx}} > 2 \Rightarrow f_{sx} < 5 \text{ N}$$

اما نکته مهم این است که نیروی  $F_x$  نباید بیشتر از  $mg$  باشد چون حرکت افقی تبدیل به حرکت عمودی می‌شود؛ بنابراین:

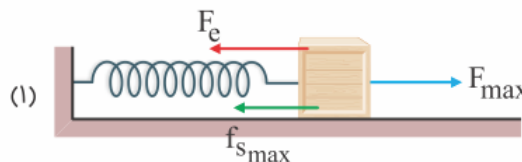
$$F_x < mg \Rightarrow F_x < 10 \Rightarrow x < 10/5 \Rightarrow 2 \text{ N} < x < 10/5 \text{ N}$$

دقت کنید که فقط ذکر شده که جسم ساکن است و می‌توان دو حالت کلی زیر را در نظر گرفت:

الف) جسم ساکن و در آستانه حرکت به طرف راست باشد، در این حالت بیشترین نیروی  $F$  بر جسم اثر می‌کند و مطابق شکل (۱) می‌توان نوشت:

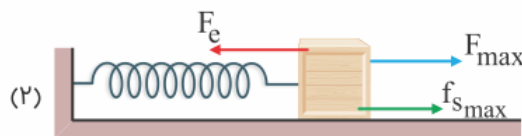
$$F_{\max} = f_{s \max} + F_e = \mu_s F_N + kx$$

$$F_{\max} = 0.4 \times 20 + 4 \times 5 = 28 \text{ N}$$



ب) جسم ساکن و در آستانه حرکت به طرف چپ باشد و در این حالت، نیروی  $F$  کمترین مقدار ممکن را دارد و مطابق شکل (۲) می‌توان نوشت:

$$F_{\min} + f_{s \max} = F_e \Rightarrow F_{\min} = 4 \times 5 - 0.4 \times 20 = 12 \text{ N}$$



بنابراین نیروی  $F$  می‌تواند در بازه مقادیر زیر باشد:

$$12 \leq F \leq 28$$

پس نیروی ۱۵ نیوتن می‌تواند پاسخ درست باشد.

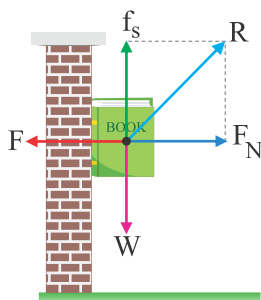
توجه: اگر بر جسمی نیرویی در جهت حرکتش اثر کند، تکانه جسم افزایش می‌یابد.

تکانه اولیه جسم  $p_1 = mv_1 = 5 \times 6 = 30 \text{ kg.m/s}$  و تکانه نهایی آن  $p_2 = 50 \text{ kg.m/s}$  است. باتوجه به آنکه تکانه جسم افزایش یافته است، می‌توان نتیجه گرفت نیرویی در جهت حرکت جسم بر آن اثر کرده است. باتوجه به رابطه نیرو و تغییرات تکانه می‌توان نوشت:

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{p_2 - p_1}{\Delta t} \Rightarrow 10 = \frac{50 - 30}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 2 \text{ s}$$

مطابق شکل زیر، نیروهای وارد بر کتاب را رسم کرده‌ایم.

نیروی  $f_s$  (اصطکاک ایستایی) و  $F_N$  (عمودی سطح) از دیوار بر کتاب وارد می‌شوند و  $R$  برآیند آن‌ها یعنی نیروی دیوار بر کتاب است. پس نیرویی که کتاب بر دیوار وارد می‌کند، مخالف  $R$  است که در شکل نشان داده نشده است.



یکایک گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم.

گزینه (۱): هر حرکتی بر مسیر منحنی شتابدار است (چون جهت بردار سرعت تغییر می‌کند) و در هر حرکت شتابداری نیرویی دخالت دارد.

گزینه (۲): طبق قانون اول نیوتون، اگر برآیند نیروهای وارد بر جسمی صفر باشد، جسم به حرکت خود با سرعت ثابت ادامه می‌دهد. مسیر ادامه حرکت یک جسم مستلزم وارد آوردن نیرو به آن نیست.

گزینه (۳): نیروسنج (نه ترازو!)

گزینه (۴): بله؛ اگر جسمی در راستای قائم به سمت بالا پرتاب شود، در بالاترین نقطه مسیر با این‌که سرعت جسم در یک لحظه صفر می‌شود، اما نیروی وزن دست از سر جسم برنمی‌دارد!

گام اول: وزن جسم  $A$  در مریخ برابر با وزن جسم  $B$  در ماه است، پس:

$$(W_A)_{\text{مریخ}} = (W_B)_{\text{ماه}} \Rightarrow m_A g_{\text{مریخ}} = m_B g_{\text{ماه}} \\ \Rightarrow m_A \times 3/6 = m_B \times 1/6 \Rightarrow 9m_A = 1m_B \Rightarrow m_B = \frac{1}{9}m_A \quad (I)$$

گام دوم: در سطح زمین، وزن جسم  $B$ ،  $98$  نیوتون بیشتر از وزن جسم  $A$  است؛ بنابراین:

$$(W_B)_{\text{زمین}} - (W_A)_{\text{زمین}} = 98 \Rightarrow m_B g_{\text{زمین}} - m_A g_{\text{زمین}} = 98$$

طرفین را در  $2/5$  ضرب می‌کنیم.

$$\Rightarrow 9/10 m_B - 9/10 m_A = 98 \Rightarrow m_B - m_A = 10 \\ \xrightarrow{(I)} \frac{1}{9} m_A - m_A = 10 \Rightarrow \frac{10}{9} m_A = 10 \Rightarrow m_A = 9 \text{ kg}$$

گام اول: در حالت کلی، هنگامی که جسمی را روی سطح افقی پرتاب کنیم در راستای افق فقط نیروی اصطکاک جنبشی بر جسم وارد می‌شود و برای محاسبه شتاب جسم می‌توان نوشت:

$$F_{\text{net}} = ma \Rightarrow -f_k = ma \xrightarrow{f_k = \mu_k F_N, F_N = mg} -\mu_k mg = ma \Rightarrow a = -\mu_k g$$

گام دوم: یعنی شتاب جسم فقط به ضریب اصطکاک آن بستگی دارد و برای محاسبه مسافت توقف و زمان توقف از مبحث حرکت با شتاب ثابت می‌توانیم بنویسیم:

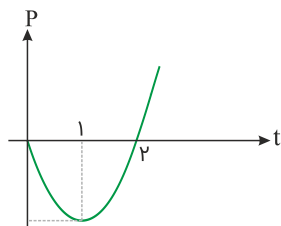
$$d_s = \left| \frac{v_o^2}{2a} \right| \Rightarrow d = \frac{v_o^2}{2\mu_k g}, \quad t_s = \left| \frac{v_o}{a} \right| = \frac{v_o}{\mu_k g}$$

گام سوم: اکنون نسبت‌های موردنظر را حساب می‌کنیم:

$$\frac{d'_s}{d_s} = \left( \frac{v'_o}{v_o} \right)^2 \times \left( \frac{\mu_k}{\mu'_k} \right) \Rightarrow \frac{d'_s}{d_s} = \left( \frac{2}{1} \right)^2 \times \left( \frac{1}{2} \right) = 2 \\ \frac{t'_s}{t_s} = \left( \frac{v'_o}{v_o} \right) \times \left( \frac{\mu_k}{\mu'_k} \right) = 2 \times \frac{1}{2} = 1$$

ابتدا نمودار تکانه- زمان را رسم می‌کنیم.

$$P = 11t^2 - 16t$$



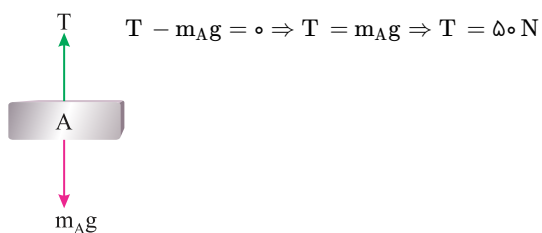
در نقطه‌ای که تکانهٔ جسم به حداقل ممکن می‌رسد، نیرو صفر است.

$$t = \frac{-b}{2a} = \frac{16}{22} = 1\text{ s}$$

$$P = 11 - 16 = -5\text{ N.s}$$

$$P = mv \Rightarrow 11 = 2 \cdot v \Rightarrow v = 5.5\text{ m/s}$$

نیروهای وارد بر جسم A را رسم می‌کنیم.



ابتدا شتاب حرکت وزنه را قبل از پاره شدن نخ (قبل از حذف نیروی  $F$ ) به دست می‌آوریم. طبق قانون دوم نیوتون و باتوجه به نیروهایی که به جسم وارد می‌شوند، داریم:



$$F - mg = ma \Rightarrow 40 - 30 = 3 \times a \Rightarrow a = \frac{10}{3} \text{ m/s}^2$$

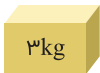
جابه‌جایی جسم در مدت  $3 \text{ s}$  و تندی آن را در انتهای این  $3 \text{ s}$  به دست می‌آوریم:

$$mg = 30 \text{ N} \Delta y_{(3 \text{ s})} = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \times \frac{10}{3} \times (3)^2 = 15 \text{ m}$$

$$v_{3 \text{ s}} = at + v_0 = \frac{10}{3} \times 3 + 0 = 10 \text{ m/s}$$

با قطع نیروی  $F$ ، جسم به دلیل داشتن تندی بازهم مقداری بالا می‌رود.

پس از قطع نیروی  $F$ ، تنها نیروی وارد بر جسم، نیروی وزن است. در این حالت، شتاب جسم برابر است با:



$$-mg = ma \Rightarrow a = -g = -10 \text{ m/s}^2$$

$$mg = 30 \text{ N}$$

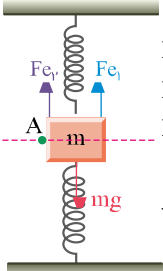
مسافتی که جسم پس از قطع نیروی  $F$  بالا می‌رود برابر است با:

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta y_v \Rightarrow 0^2 - 10^2 = 2 \times (-10)\Delta y_v \Rightarrow \Delta y_v = 5 \text{ m}$$

پس حداکثر ارتفاعی که وزنه از سطح زمین پیدا می‌کند برابر است با:

$$h_{\max} = \Delta y_1 + \Delta y_v = 15 + 5 = 20 \text{ m}$$

جسم از وضعیتی که فنرها طول عادی خود را دارند رها شده است، پس با پایین آمدن جسم از این موقعیت نیروی فنرها هر دو به سمت بالا است. در وضعیت  $A$  طبق قانون دوم نیوتون داریم:



$$F_{e_1} \vec{j} + F_{e_2} \vec{j} - mg \vec{j} = m \vec{a}_A$$

$$F_{e_1} \vec{j} + F_{e_2} \vec{j} - F_0 \vec{j} = F \times 2 \vec{j}$$

$$F_{e_1} \vec{j} + F_{e_2} \vec{j} = F \lambda \vec{j}$$

در وضعیت  $B$ ، فنرها به اندازه  $0.4 \text{ m}$  تغییر می‌کند. بنابراین نیروی فنرها هرکدام به اندازه  $40 \text{ N}$   $k \times \frac{F}{100} = 10^3 \times \frac{F}{100} = 40 \text{ N}$  افزایش می‌یابد. بنابراین در وضعیت  $B$  داریم:

$$F'_{e_1} \vec{j} + F'_{e_2} \vec{j} - mg \vec{j} = m \vec{a}_B$$

$$\Rightarrow (F_{e_1} + F_0) \vec{j} + (F_{e_2} + F_0) \vec{j} - F_0 \vec{j} = F \vec{a}_B$$

$$\Rightarrow (F_{e_1} + F_{e_2}) \vec{j} + \lambda_0 \vec{j} - F_0 \vec{j} = F \vec{a}_B$$

$$\Rightarrow F \lambda \vec{j} + \lambda_0 \vec{j} - F_0 \vec{j} = F \vec{a}_B \Rightarrow \vec{a}_B = (22 \text{ m/s}^2) \vec{j}$$

گلوله در شرایط خلأ سقوط کرده، پس تنها نیروی واردشده به آن وزن گلوله است؛ بنابراین داریم:

$$\begin{cases} F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} \\ F_{av} = mg \end{cases} \Rightarrow mg = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow m \times 10 = \frac{10 \times 10^{-3}}{10 \times 10^{-3}} \Rightarrow m = 1/10 \times 10^{-1} \text{ kg}$$

$$\Rightarrow m = 10 \text{ g}$$