مدرسه کلاسی برتر | پایه دوازدهم | زمان ۳۵
درس فیزیک دوازدهم | دبیر مهندس شفیعی | مبحث دینامیک

فیزیک

۱ گزینه ۳

هنگامی‌که بار اول نخ را به‌آرامی پایین می‌کشیم و به‌تدریج نیرو را افزایش می‌دهیم، نیروی وزن وزنه در راستای پایین به ما کمک می‌کند و درنهایت نخ از بالای وزنه پاره می‌شود؛ اما در بار دوم وقتی به‌صورت ضربه‌ای و در یک لحظه نخ را به پایین می‌کشیم، باتوجه‌به قانون لختی، وزنه با تغییر ناگهانی سرعت مخالفت می‌کند و نیروی لحظه‌ای باعث می‌شود نخ از پایین وزنه پاره شود.

۲ گزینه ۴

گام اول

الف) دو وزنهٔ A و B با سرعت اولیهٔ یکسان ← $(v_0)_A = (v_0)_B$

ب) جرم وزنهٔ A نصف جرم وزنهٔ B ← $m_A = \frac{1}{2} m_B$

ج) ضریب اصطکاک وزنهٔ A دو برابر ضریب اصطکاک وزنهٔ B ← $\mu_{k_A} = 2\mu_{k_B}$

د) مسافتی که وزنهٔ A طی می‌کند تا بایستد، چندبرابر مسافتی است که وزنهٔ B طی می‌کند تا بایستد؟ ← $\frac{d_A}{d_B} = ?$

گام دوم

باتوجه‌به اینکه به دو وزنه در راستای افقی فقط نیروی اصطکاک وارد می‌شود، با کمک قانون دوم نیوتن و معادلهٔ مستقل از زمان داریم:

$$\Sigma F_A = m_A a_A \Rightarrow -f_{K_A} = m_A a_A \Rightarrow \mu_{k_A} \times F_{N_A} = m_A a_A \Rightarrow \mu_{k_A} m_A g = m_A a_A$$
$$\Rightarrow a_A = \mu_{k_A} g \quad (I)$$

$$\Sigma F_B = m_B a_B \Rightarrow -f_{k_B} = m_B a_B \Rightarrow \mu_{k_B} \times F_{N_B} = m_B a_B \Rightarrow \mu_{k_B} m_B g = m_B a_B$$
$$\Rightarrow a_B = \mu_{k_B} g \quad (II)$$

$$\text{وزنهٔ A}: \cancel{v_A^{2}}^{0} - (v_0)_A^2 = 2a_A d_A \Rightarrow d_A = \frac{-(v_0)_A^2}{2a_A} \overset{(I)}{=} \frac{-(v_0)_A^2}{2\mu_{k_A} g}$$

$$\text{وزنهٔ B}: \cancel{v_B^{2}}^{0} - v_{0A}^2 = 2a_B d_B \Rightarrow d_B = \frac{-v_{0B}^2}{2a_B} \overset{(II)}{=} \frac{-v_{0B}^2}{2\mu_{k_B} g}$$

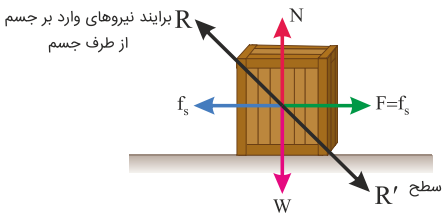
$$\xrightarrow{\div} \frac{d_A}{d_B} = \frac{\frac{-(v_0)_A^2}{2\mu_{k_A} g}}{\frac{-(v_0)_B^2}{2\mu_{k_B} g}} \Rightarrow \frac{d_A}{d_B} = \frac{\mu_{k_B}}{\mu_{k_A}} = \frac{1}{2}$$

۳ گزینه ۴

این تست اشکال دارد و باید جای ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی عوض شود.

$\mu_s = ۰/۶$

$\mu_k = ۰/۳$



$$f_{s\,max} = \mu_s N = \mu_s W = ۰/۶ \times ۵۰۰ = ۳۰۰\,N$$

چون $F < f_{s\,max}$ است، جسم حرکت نمی‌کند و نیروی اصطکاک ایستایی هم‌اندازه با نیروی محرک وارد بر جسم است.

$$R' = \sqrt{f_s^۲ + W^۲} = \sqrt{۲۵۰^۲ + ۵۰۰^۲}$$

$$\overrightarrow{R'} = f_s \overrightarrow{i} + W \overrightarrow{j} = ۲۵۰ \overrightarrow{i} - ۵۰۰ \overrightarrow{j}$$ برحسب نیوتون

۴ گزینه ۳

$$\uparrow N = mg + ma = ۵۰ + ۱۰ = ۶۰\,N$$

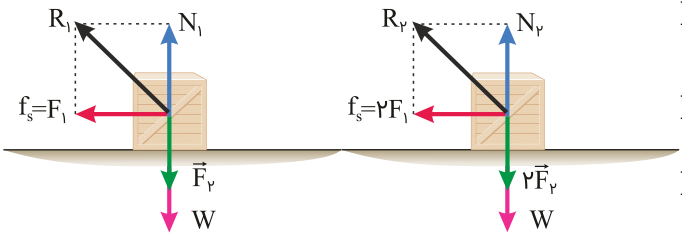
$$\downarrow N' = mg - ma = ۵۰ - ۱۰ = ۴۰\,N$$

$$N - N' = ۶۰ - ۴۰ = ۲۰\,N$$

نکته: وقتی بردار شتاب آسانسور رو به بالاست علامت آن مثبت و وقتی رو به پایین است علامت آن منفی است. به‌طورکلی نیرویی که از کف آسانسور به جسم وارد می‌شود برابر وزن ظاهری جسم بوده و از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$N = mg \pm ma$$

۵ گزینه ۲



$$R_۱ = \sqrt{f_s^۲ + N_۱^۲} \Rightarrow R_۱ = \sqrt{F_۱^۲ + (W + F_۲)^۲}$$

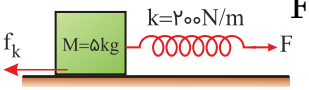
$$R_۲ = \sqrt{f_s^۲ + N_۲^۲} \Rightarrow R_۲ = \sqrt{(۲F_۱)^۲ + (N + ۲F_۲)^۲}$$

$$R_۱ < R_۲ < ۲R_۱$$

$$۱ < K < ۲$$

تذکر: چون W ثابت است و فقط $F_۱$ و $F_۲$، دو برابر شده‌اند، نمی‌توان گفت که $R_۲$، دو برابر $R_۱$ است.

۶ گزینه ۱



$$F - f_k = ma \xrightarrow{v=\text{ثابت}\Rightarrow a=0} k\Delta x - f_k = 0$$

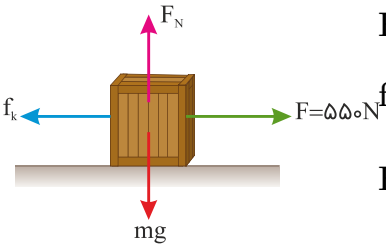
$$\Rightarrow ۲۰۰ \times \frac{۵}{۱۰۰} = \mu_k . F_N \xrightarrow{F_N = mg = ۵۰} ۱۰ = \mu_k \times ۵۰ \Rightarrow \mu_k = ۰/۲$$

۷ گزینه ۳

نیرویی که دو نفر به هم وارد می‌کنند باهم برابر است و طبق قانون دوم نیوتن ($F = ma$) شتاب حرکت با جرم نسبت وارون دارد. شخص سبک‌تر با شتاب بیشتری حرکت می‌کند و در زمان مساوی، مسافت بیشتری را طی می‌کند ($\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲$).
بنابراین شخص سبک‌تر در فاصلهٔ نقطهٔ O تا A به شخص سنگین‌تر خواهد رسید.

۸ گزینه ۴

گام اول: شتاب حرکت جعبه را قبل از پاره شدن نخ به دست می‌آوریم:



$$F_N = mg = ۱۰۰ \times ۱۰ = ۱۰۰۰\,N$$

$$f_k = \mu_k F_N = ۰/۵ \times ۱۰۰۰ = ۵۰۰\,N$$

$$F - f_k = ma \Rightarrow ۵۵۰ - ۵۰۰ = ۱۰۰a \Rightarrow a = \frac{۱}{۲}\,m/s^۲$$

گام دوم: سرعت جعبه را در لحظهٔ پاره شدن نخ محاسبه می‌کنیم:

$$v = at + v_۰ \Rightarrow v = \frac{۱}{۲} \times ۴ = ۲\,m/s$$

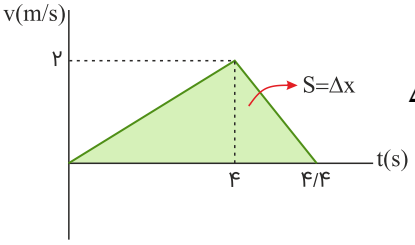
گام سوم: شتاب جعبه را از لحظهٔ پاره شدن نخ تا لحظهٔ توقف به دست می‌آوریم. باتوجه‌به اینکه پس از پاره شدن طناب فقط نیروی اصطکاک در خلاف جهت حرکت، بر جعبه وارد می‌شود، داریم:

$$-f_k = ma \Rightarrow a_۲ = -\mu_k g = -۰/۵ \times ۱۰ = -۵\,m/s$$

گام چهارم: مدت‌زمانی که طول می‌کشد تا پس از پاره شدن نخ جعبه متوقف شود را محاسبه می‌کنیم:

$$v_۲ = a_۲ t_۲ + v_۰ \Rightarrow ۰ = -۵t_۲ + ۲ \Rightarrow t_۲ = ۰/۴\,s$$

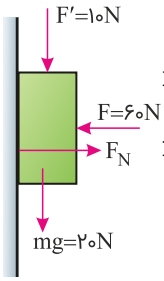
گام پنجم: نمودار $v - t$ حرکت جعبه را رسم می‌کنیم و جابه‌جایی کل را به دست می‌آوریم:



$$\Delta x = \frac{۲ \times ۴/۴}{۲} = ۴/۴\,m$$

۹ گزینه ۴

ابتدا بررسی می‌کنیم که جسم حرکت می‌کند یا نه؟



$$f_{s,max} = \mu_s . F_N = ۰/۶ \times ۶۰ = ۳۶\,N$$

$$mg + F' < f_{s,max} \Rightarrow \text{جسم ساکن می‌ماند}$$

$$\begin{cases} F_N = ۶۰\,N \\ f_s = mg + F' = ۳۰\,N \end{cases} \Rightarrow R = \sqrt{۶۰^۲ + ۳۰^۲} = ۳۰\sqrt{۵}\,N$$

۱۰ گزینه ۴

برای آنکه صندوق نلغزد، باید نیروی حاصل از ترمز با نیروی اصطکاک آستانهٔ حرکت آن برابر باشد.

$$f_{s\ max} = F \Rightarrow \mu_s mg = ma \Rightarrow a_{max} = \mu_s g = ۲/۵\,m/s^۲$$

$$\text{مسافت کامیون تا توقف : } \Delta x_{min} = \frac{|v^۲ - v_۰^۲|}{۲a_{max}} = \frac{۱۵^۲}{۲ \times ۲/۵} = ۴۵\,m$$

۱۱ گزینه ۳

گام اول: ابتدا با استفاده از نیروی وزن، جرم توپ را به دست می‌آوریم:

$$W = ۴/۸ \Rightarrow mg = ۴/۸ \Rightarrow m \times ۱۰ = ۴/۸ \Rightarrow m = ۰/۴۸\,kg$$

گام دوم: دو نیروی f_D و W در نقطهٔ اوج بر هم عمودند و برآیند آن‌ها در این نقطه برابر است با:

$$F_{net} = \sqrt{f_D^۲ + W^۲} = \sqrt{f_D^۲ + ۴/۸^۲}$$

گام سوم: برآیند نیروها را طبق قانون دوم نیوتون برابر با ma قرار می‌دهیم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow \sqrt{f_D^۲ + ۴/۸^۲} = ۴/۸ \times \frac{۶۵}{۶} \Rightarrow \sqrt{f_D^۲ + ۴/۸^۲} = ۵/۲$$

$$f_D^۲ = ۵/۲^۲ - ۴/۸^۲ = (۵/۲ - ۴/۸)(۵/۲ + ۴/۸) = ۰/۴ \times ۱۰ = ۴\,N$$

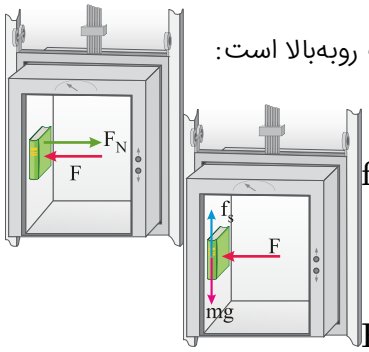
$$\Rightarrow f_D = ۲\,N$$

۱۲ گزینه ۴

گام اول: نیروی F_N را به دست می‌آوریم:

$$F_N = F = ۳۲N$$

گام دوم: آسانسور در راستای قائم شتاب دارد. نیروی اصطکاک ایستایی باعث شتاب گرفتن کتاب روبه‌بالا است:



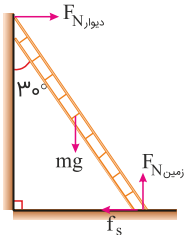
$$f_s - mg = ma \Rightarrow f_s = ۲(۱۰ + ۲) = ۲۴\,N$$

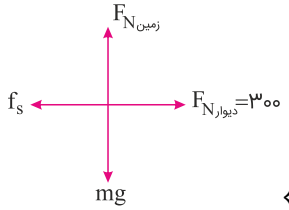
گام سوم: نیرویی که دیوارهٔ آسانسور به کتاب وارد می‌کند را محاسبه می‌کنیم:

$$R = \sqrt{F_N^۲ + f_s^۲} = \sqrt{۳۲^۲ + ۲۴^۲} = ۴۰\,N$$

۱۳ گزینه ۲

ابتدا نیروهای وارد بر نردبان را رسم می‌کنیم.

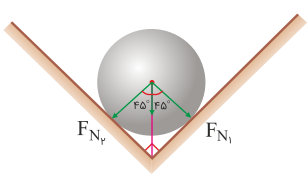


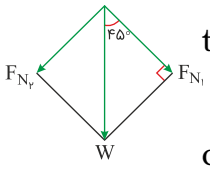


$$\begin{cases} f_s = F_{N_{دیوار}} = ۳۰۰\,N \\ F_{N_{زمین}} = mg = ۴۰۰\,N \end{cases} \Rightarrow R = \sqrt{f_s^۲ + F_{N_{زمین}}^۲} = ۵۰۰\,N$$

۱۴ گزینه ۳

نیروهای $F_{N_۱}$ و $F_{N_۲}$ به دیواره‌ها عمودند؛ بنابراین چون دیواره‌ها برهم عمودند $F_{N_۱}$ و $F_{N_۲}$ نیز بر یکدیگر عمودند و هم‌اندازه هستند:





$$\tan ۴۵^\circ = \frac{F_{N_۲}}{F_{N_۱}} = ۱ \Rightarrow F_{N_۲} = F_{N_۱}$$

$$\cos ۴۵^\circ = \frac{F_{N_۱}}{W} \Rightarrow \frac{\sqrt{۲}}{۲} = \frac{F_{N_۱}}{۵۰} \Rightarrow F_{N_۱} = ۲۵\sqrt{۲}N$$

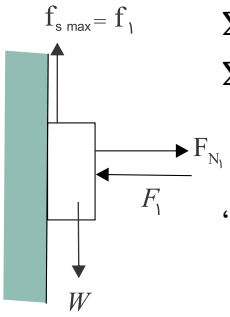
۱۵ گزینه ۱

طبق قانون اول نیوتن اگر به جسمی به‌طور هم‌زمان چند نیرو اثر کند و این نیروها اثر یکدیگر را خنثی کنند، به‌عبارت‌دیگر برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر شود، می‌گوییم نیروهای وارد بر جسم متوازن هستند.

۱۶ گزینه ۳

حالت اول:

هنگامی‌که با نیروی افقی F_1 در آستانهٔ حرکت قرار می‌گیرد، جسم در حالت تعادل است و در هیچ راستایی، حرکت نداریم؛ پس داریم:

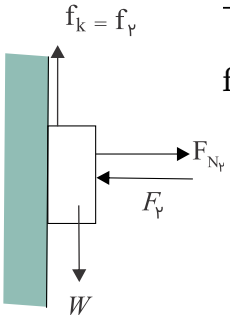


$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow F_1 = F_{N_1}$$
$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow f_{s\,max} = W \Rightarrow f_1 = W \quad (I)$$

حالت دوم:

هنگامی‌که با نیروی افقی F_2 با سرعت ثابت به‌طرف پایین می‌لغزد، چون شتاب حرکت برابر صفر است، داریم:

$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow F_2 = F_{N_2}$$
$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow f_k = W \Rightarrow f_2 = W \quad (II)$$



$$\xrightarrow{(I),(II)} f_1 = f_2$$

$$f_1 = f_2 \Rightarrow \mu_s F_{N_1} = \mu_k F_{N_2} \xrightarrow[F_{N_2}=F_2]{F_{N_1}=F_1} \mu_s F_1 = \mu_k F_2$$

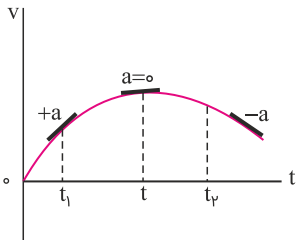
$$\xrightarrow{\mu_s>\mu_k} F_1 < F_2$$

پس گزینهٔ "۳" صحیح است.

۱۷ گزینه ۴

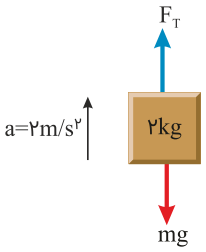
شیب خط مماس بر نمودار $v-t$ برابر با شتاب حرکت است و تغییرات نیروی خالص تابع تغییرات شتاب متحرک است. $(F = ma)$

از t_1 تا t اندازهٔ شتاب در حال کاهش و از t تا t_2 اندازهٔ شتاب در حال افزایش است.



۱۸ گزینه ۲

گام اول: در حالت اول که وزنه را به بالا می‌کشیم، نیروی کشش طناب را به دست می‌آوریم:



$$F_T - mg = ma \Rightarrow F_T - ۲۰ = ۲ \times ۲ \Rightarrow F_T = ۲۴\,N$$

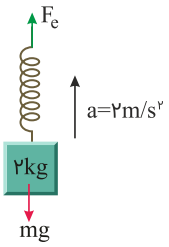
گام دوم: با دو برابر شدن نیروی کشش طناب، با استفاده از قانون دوم نیوتون، شتاب حرکت جسم را به دست می‌آوریم:

$$۲F_T - mg = ma_۲ \Rightarrow ۲ \times ۲۴ - ۲۰ = ۲ \times a_۲ \Rightarrow a_۲ = ۱۴\ m/s^۲$$

بنابراین شتاب در حالت جدید $\frac{a_۲}{a_۱} = \frac{۱۴}{۲} = ۷$ برابر حالت اول است.

گزینه ۳

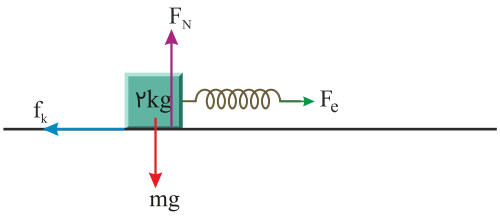
گام اول: در حالت اول باتوجه‌به قانون دوم نیوتون، ثابت فنر را به دست می‌آوریم:



$$F_e - mg = ma \Rightarrow k\Delta x - mg = ma$$

$$\Rightarrow k \times (\frac{۴۲ - ۳۰}{۱۰۰}) - ۲۰ = ۲ \times ۲ \Rightarrow k = ۲۰۰ N/m$$

گام دوم: قانون دوم نیوتون برای حالت جدید به‌صورت زیر است:



$$F_N = mg = ۲۰ N$$

$$F_e - f_k = ma \Rightarrow k\Delta x - \mu_k F_N = ma$$

$$\Rightarrow ۲۰۰ \times (\frac{۳۶ - ۳۰}{۱۰۰}) - \mu_k \times ۲۰ = ۲ \times ۲ \Rightarrow \mu_k \times ۲۰ = ۸ \Rightarrow \mu_k = ۰/۴$$

۲۰ گزینه ۱

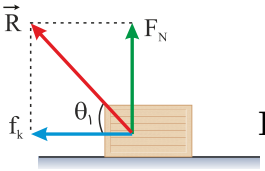
راه‌حل اول: در حالت اول چون سرعت جسم ثابت است، پس $f_k = F_۱ = ۱۰N$ است.

$$F_N = F_۲ + mg = ۱۰ + ۴۰ = ۵۰\,N$$

$$f_k = \mu_k F_N \Rightarrow \mu_k = \frac{۱۰}{۵۰} = \frac{۱}{۵}$$

$$\tan\theta_۱ = \frac{۵۰}{۱۰} = ۵$$

F_N و f_k را در حالت دوم، حساب می‌کنیم:

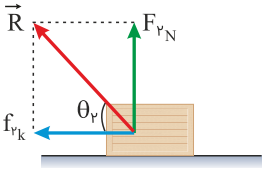


$$F_{۲N} = mg - F_۲ = ۴۰ - ۱۰ = ۳۰\,N$$

$$f_{۲k} = \mu_k F_{۲N} = \frac{۱}{۵} \times ۳۰N = ۶\,N$$

$$\tan\theta_۲ = \frac{F_{۲N}}{f_{۲k}} = \frac{۳۰}{۶} = ۵$$

چون $\tan\theta_۲ = \tan\theta_۱$ است، پس $\theta_۲ = \theta_۱ < ۹۰^\circ$ است.



راه‌حل دوم: اندازهٔ نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند را از رابطهٔ زیر به دست می‌آوریم:

$$R = \sqrt{f_k^۲ + F_N^۲}$$

$f_k = \mu_k F$ است پس داریم:

$$R = F_N\sqrt{۱ + \mu_k^۲} \Rightarrow \frac{R}{F_N} = \sqrt{۱ + \mu_k^۲}$$

در شکل زیر $\sin\theta = \frac{F_N}{R} = \frac{۱}{\sqrt{۱ + \mu_k^۲}}$ است، پس تا زمانی که μ_k تغییر نکند زاویهٔ بین نیروی سطح و f_k یا همان سطح افقی تغییر نمی‌کند؛ پس $\theta_۲ = \theta_۱$ است.