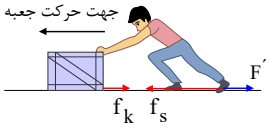
پاسخنامه تشریحی

۱ - گزینه ۱



نیروی اصطکاک همواره در خلاف جهت حرکت واقعی یا احتمالی جسم به جسم اثر می‌کند. مطابق شکل نیروی f' نیرویی است که از طرف کف کفش شخص به سطح زمین وارد می‌شود. طبق قانون سوم نیوتون عکس‌العمل این نیرو، همان نیروی f_s است که از طرف سطح زمین به پای شخص وارد می‌شود. که جهت آن به طرف غرب خواهد بود. اما به راستی چرا نیروی اصطکاک وارد بر شخص از نوع ایستایی است؟

از طرفی جعبه به سمت غرب حرکت می‌کند. پس نیروی اصطکاک جنبشی وارد بر جعبه در خلاف جهت حرکت آن یعنی در جهت شرق به جعبه وارد می‌شود.

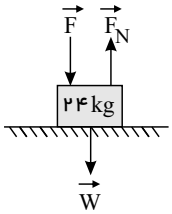
۲ - گزینه ۲ این حرکت را می‌توان به دو قسمت تقسیم کرد.

۱) از لحظه برخورد تا توقف سرعت رو به پایین و حرکت کندشونده است پس شتاب رو به بالاست پس نیروی برآیند رو به بالا است.

۲) از لحظه توقف تا جدا شدن از تشک سرعت رو به بالا و حرکت تندشونده است پس شتاب باز هم رو به بالاست پس نیروی برآیند روبه بالاست.

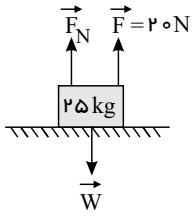
۳ - گزینه ۴ می‌دانیم برای محاسبهٔ نیروی عمودی تکیه‌گاه، فرمول خاصی وجود ندارد و فقط باید برای هر شکل قانون دوم نیوتون را در راستای عمود بر سطح بنویسیم. تک‌تک گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم.

گزینهٔ «۱»:



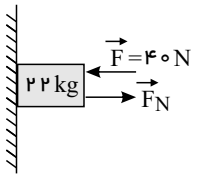
$$F + W = F_N$$
$$\Rightarrow F_N = F + mg$$
$$\Rightarrow F_N = ۲۰ + ۲۴۰ = ۲۶۰N$$

گزینهٔ «۲»:



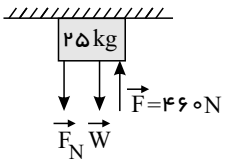
$$F_N + F = W$$
$$\Rightarrow F_N = W - F$$
$$\Rightarrow F_N = mg - F = ۲۵۰ - ۲۰ = ۲۳۰N$$

گزینهٔ «۳»:



$F = F_N = ۴۰N$

گزینه‌ی «۴»:



$W + F_N = F$

$\Rightarrow F_N = F - mg$

$\Rightarrow F_N = ۴۶۰ - ۲۴۰ = ۲۲۰N$

۴ - گزینه ۲

قانون دوم نیوتون در راستای قائم: $\uparrow F_۲ + mg = F_N \uparrow$

قانون دوم نیوتون در راستای افقی: $f_s = F_۱ \Rightarrow$ ثابت می‌ماند f_s

جسم ساکن است $\Rightarrow F_{Net} = ۰ \Rightarrow$ تغییر نمی‌کند F_{Net}

۵ - گزینه ۳ با نوشتن قانون دوم نیوتون برای جسم در راستای قائم داریم:

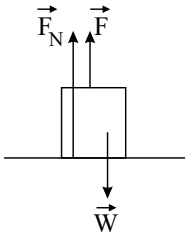
$$\vec{F}_N + \vec{F} + \vec{W} = ۰$$

با انتخاب جهت مثبت به سمت بالا داریم:

$$\vec{F} = -\vec{F}_N - \vec{W}$$

$$\xrightarrow{\vec{F}_N = ۳۵\vec{j}(N),\ \vec{W} = -۴۰\vec{j}(N)} \vec{F} = -۳۵\vec{j} + ۴۰\vec{j} = ۵\vec{j}\ (N)$$

بنابراین جهت نیروی $\vec{F}$ **به سمت بالا است.**



۶ - گزینه ۱ طبق قانون اول نیوتون هنگامی که جسم ساکن است، برایند نیروهای وارد بر جسم برابر با صفر می‌باشد. بنابراین:

$$\left.\begin{array}{ll} \text{در حالت اول:} & F_{net} = ۰ \Rightarrow F - f_۱ = ۰ \Rightarrow f_۱ = F \\ \text{در حالت دوم:} & F_{net} = ۰ \Rightarrow ۲F - f_۲ = ۰ \Rightarrow f_۲ = ۲F \end{array}\right\} \Rightarrow f_۲ = ۲f_۱$$

بنابراین در حالت دوم، اندازه‌ی نیروی اصطکاک نیز دو برابر می‌شود.

۷ - گزینه ۲ نیروی خالصی که از طرف سطح به جسم وارد می‌شود، برایند دو نیروی عمود برهم عمودی سطح و اصطکاک است. داریم:

$$\vec{F}_N + \vec{W} = ۰ \Rightarrow F_N = W = ۶ \times ۱۰ = ۶۰N$$

$$R^۲ = F_N^۲ + f^۲ \Rightarrow ۷۵^۲ = ۶۰^۲ + f^۲ \Rightarrow f^۲ = ۷۵^۲ - ۶۰^۲$$

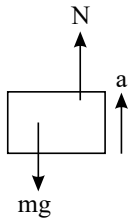
$$\Rightarrow f^۲ = (۷۵ - ۶۰)(۷۵ + ۶۰) = ۱۵ \times ۱۳۵ = (۱۵ \times ۳)^۲ \Rightarrow f = ۴۵N$$

چون اندازهٔ نیروی اصطکاک وارد بر جسم کمتر از اندازهٔ نیروی F **است، بنابراین جسم با شتاب ثابت به‌طرف راست در حال حرکت است و نیروی اصطکاک وارد بر آن از نوع اصطکاک جنبشی است. با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:**

$F_{net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow ۹۰ - ۴۵ = ۶a \Rightarrow a = ۷/۵ m/s^۲$

۸ - گزینه ۲ چون سرعت رو به پایین و حرکت کندشونده است نیرو و شتاب رو به بالا است.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{۱۰}{۰/۰۲} = \frac{۱۰۰۰}{۲} = ۵۰۰ m/s^۲$$



$$N - mg = ma$$

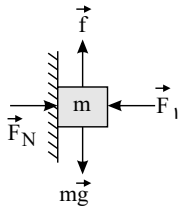
$$N - ۶۰۰ = ۵۰۰ \times ۶۰ \Rightarrow N = ۳۰۶۰۰$$

۹ - گزینه ۴

تند به طرف بالا یا کند به طرف پایین $F_N - mg = ma \Rightarrow ۲۲ - ۲۰ = ۲a \Rightarrow a = ۱ m/s^۲$

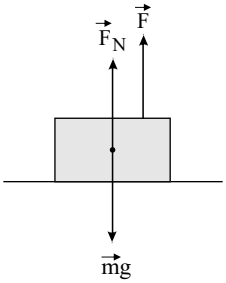
۱۰ - گزینه ۱

هنگامی که جسم ساکن است، یا با سرعت ثابت حرکت می‌کند و یا در آستانهٔ حرکت است با توجه به قانون دوم نیوتون در راستای قائم، نیروی اصطکاک برابر وزن است.



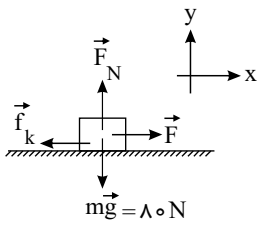
۱۱ - گزینه ۲ ترازو نیروی عمودی تکیه‌گاه را نشان می‌دهد. در این صورت با رسم نیروهای وارد بر جسم داریم:

$$\left.\begin{array}{l} F + F_N = mg \\ F_N = ۰ \end{array}\right\} \Rightarrow F = mg = ۱۰ \times ۹/۸ = ۹۸\, N$$



۱۲ - گزینه ۱ با تغییر سطح تماس، ضریب اصطکاک و نیروی عمودی تکیه‌گاه تغییری نمی‌کند. در این صورت نیروی اصطکاک جنبشی تغییر نمی‌کند.

۱۳ - گزینه ۳



با توجه به شکل بالا و با نوشتن قانون دوم نیوتون، ابتدا نیروی اصطکاک و نیروی عمودی سطح وارد بر جعبه را محاسبه می‌کنیم.

$F_{net,x} = ma_x \Rightarrow ۱۰۰ - f_k = ۸ \times ۵ \Rightarrow f_k = ۶۰ N$

$F_{net,y} = ۰ \Rightarrow F_N = mg = ۸۰ N$

می‌دانیم نیروی اصطکاک و نیروی عمودی سطح مؤلفه‌های نیرویی هستند که از طرف سطح به جعبه وارد می‌شود. بنابراین نیروی وارد بر جعبه از طرف سطح برابر است با:

$$R = \sqrt{F_N^۲ + f_k^۲} = \sqrt{۸۰^۲ + ۶۰^۲} = ۱۰۰ N$$