۱۶. گزینه ۳

$$\vec{F}_۱+\vec{F}_۲+\vec{F}_۳+\vec{F}_۴=۰\Rightarrow \vec{F}_۱+\vec{F}_۲+\vec{F}_۴=-\vec{F}_۳$$

پس اگر $\vec{F}_۳$ حذف شود اندازه‌ی برآیند بقیه‌ی نیروها برابر با اندازه‌ی نیروی $F_۳$ است پس:

$$F_۳=ma\Rightarrow ۱۵=۲a\Rightarrow a=۷/۵\frac{m}{s}\Rightarrow \Delta V=a\Delta t=۱۵\frac{m}{s^۲}$$

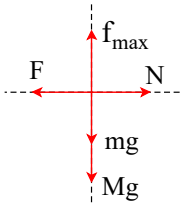
۱۷. گزینه ۳

$$f_{s\max}=mg\mu_s=۶۰\times ۰/۸=۴۸\,N \quad f_{s\max}=mg\mu_s=۶۰\times ۰/۸=۴۸\,N$$

$$F_۲-F_۱=۳۰\,N\xrightarrow{۳۰<۴۸}$$ جسم حرکت نمی‌کند.

$$\sum F=۰\Rightarrow F_۲-F_۱-f_s=۰\Rightarrow f_s=۳۰\,N$$

۱۸. گزینه ۲ نیروهای وارد بر جرم M مطابق شکل مقابل است. وقتی جرم M در آستانه‌ی حرکت است، بیشینه‌ی نیروی اصطکاک ایستایی بر جسم وارد می‌شود، بنابراین داریم:



$$\sum F_x=۰\Rightarrow N-F=۰\Rightarrow N=F=۸۰\,N$$

$$\sum F_y=۰\Rightarrow f_{s\ \max}-mg-Mg=۰$$

$$\Rightarrow \mu_sN-mg-Mg=۰$$

$$\Rightarrow ۰/۲\times ۸۰-۱۰\,m-۱\times ۱۰=۰$$

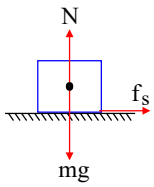
$$\Rightarrow ۱۰\,m=۶\Rightarrow m=۰/۶\,kg=۶۰۰\,g$$

دقت کنید نیروی $\vec{N}'$، نیروی عمود بر سطح ناشی از جرم m است که اندازه‌ی آن برابر با وزن جرم m خواهد بود.

۱۹. گزینه ۳ از طرف کف کامیون، دو نیروی عمود بر سطح و اصطکاک ایستایی به جعبه وارد می‌شود. نیرویی که باعث شتاب گرفتن جعبه همراه با کامیون در جهت حرکت می‌شود، نیروی اصطکاک ایستایی بین جعبه و کف کامیون است.

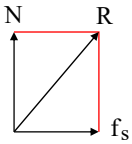
$$f_s=ma=۲\times ۷/۵=۱۵N$$

$$N=mg=۲\times ۱۰=۲۰N$$



نیرویی که کف کامیون به جعبه وارد می‌کند، برایند نیروی اصطکاک و نیروی عمودی سطح است.

$$R=\sqrt{N^۲+f_s^۲}=\sqrt{۲۰^۲+۱۵^۲}=۲۵N$$



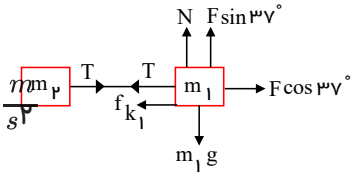
۲۰. گزینه ۳

$$N+F\sin ۳۷^\circ-m_۱g=۰\Rightarrow N+۶۰-۱۰۰=۰\Rightarrow N=۴۰N$$

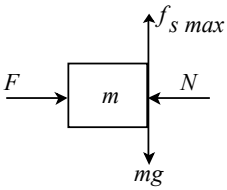
$$f_k=\mu_kN=۰/۵\times ۴۰=۲۰N$$

معادله کلی سیستم : $F\cos ۳۷^\circ-f_{k_۱}=(m_۱+m_۲)a\Rightarrow ۸۰-۲۰=۲۰a\Rightarrow a=۳\frac{m}{s^۲}$

معادله جزئی $m_۲$: $T=m_۲a=۱۰\times ۳=۳۰N$



۲۱. گزینه ۳ برای این که جرم m برروی جرم M نلغزد، باید $f_{s\ \max}\geq mg$ باشد. حداقل مقدار نیروی $\vec{F}$ زمانی به‌دست می‌آید که $f_{s\ \max}=mg$ باشد، بنابراین با توجه به شکل زیر داریم:



$$\sum F_y=۰\Rightarrow f_{s\ \max}=mg\xrightarrow{f_{s\ \max}=\mu_sN}\mu_sN=mg$$

$$\xrightarrow{\mu_s=۰/۴}۰/۴N=۴\times ۱۰\Rightarrow N=۱۰۰N$$

واکنش نیروی N به جسم M وارد شده و به آن شتاب می‌دهد، اندازه‌ی شتاب این جسم برابر است با:

$$N=Ma\xrightarrow{M=۲۰kg}۱۰۰=۲۰a\Rightarrow a=۵\frac{m}{s^۲}$$

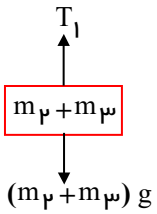
$\xrightarrow{N}\boxed{M}$

چون جرم m برروی جرم M نمی‌لغزد، می توان نتیجه گرفت هر دو با شتاب یکسان حرکت می‌کنند. بنابراین می‌توان نوشت:

$F=(m+M)a=(۴+۲۰)\times ۵ \Rightarrow F=۱۲۰N$

۲۲. گزینه ۲ اندازه ی شتاب هر سه وزنه برابر است.

$$\sum F=ma \Rightarrow \ T_۱-(m_۲+m_۳)g=(m_۲+m_۳)a$$
$$\Rightarrow ۶۰-۵۰=۵a \ \Rightarrow \ a=۲\frac{m}{s^۲}$$



۲۳. گزینه ۴ گزینه ی ۱ نادرست است، زیرا طبق قانون سوم نیوتن، نیروی آب به پارو باعث جلو رفتن پارو و در نتیجه قایق می شود.

گزینه ی ۲ نادرست است. زیرا ترازوی دو کفه ای به جز در شرایط بی وزنی، جرم اجسام را درست نشان می دهد؛ چون شرایط برای دو طرف کفه یکسان است (وقتی شتاب رو به بالا است، یعنی شرایط بی وزنی نیست.)

گزینه ی ۳ نادرست است، زیرا در بسیاری مواقع مانند حرکت شخص روی سطح زمین، باعث حرکت جسم می شود.

گزینه ی ۴ درست است.

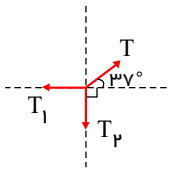
۲۴. گزینه ۱

$$T_۱=T_۲=۵۰ \Rightarrow ۲T_۱\cos ۳۷^\circ=۱۰۰\times ۰/۸=۸۰N$$
$$\mathrm{m\,g}=۱۰۰N$$
$\mathrm{m\,g}>۲T_۱\cos\alpha \Rightarrow$ برآیند نیروها به طرف پایین است، پس جهت شتاب هم به طرف پایین است

$$\sum F=\mathrm{m\,a} \Rightarrow ۱۰۰-۸۰=۱۰a \Rightarrow a=۲\frac{m}{s^۲}$$

۲۵. گزینه ۳ با استفاده از قضیه ی سینوس ها:

$$\frac{T}{\sin ۹۰^\circ}=\frac{T_۱}{\underbrace{\sin(۹۰^\circ+۳۷^\circ)}_{\cos ۳۷^\circ}}=\frac{T_۲}{\underbrace{\sin(۹۰^\circ+۵۳^\circ)}_{\cos ۵۳^\circ}}$$
$$\xrightarrow{T_۲=mg=۰/۶\times ۱۰=۶N} \frac{T_۱}{۰/۸}=\frac{۶}{۰/۶} \Rightarrow T_۱=۸N$$

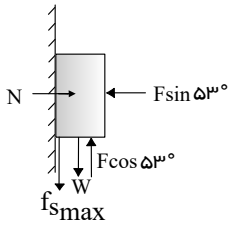


برای جسم ۲ کیلوگرمی، از آن جایی که حداقل ضریب اصطکاک را خواسته است، فرض می کنیم جسم در آستانه ی لغزش است:

$$T_۱-f_{s\max}=۰ \ \Rightarrow \ f_{s\max}=\mu_s\cdot N=\mu_s\times ۲۰=۸ \Rightarrow \mu_s=۰/۴$$

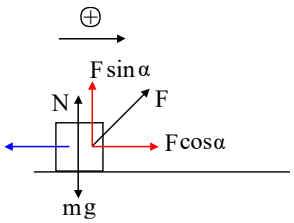
۲۶. گزینه ۲ برای بدست آوردن بیشترین مقدار F که جسم را ساکن نگه می‌دارد، باید جسم را در آستانه حرکت رو به بالا فرض کنیم و برای بدست آوردن کمترین مقدار F که جسم را ساکن نگه می‌دارد، باید جسم را در آستانه حرکت رو به پایین فرض کنیم، بنابراین داریم:

$$\begin{cases} \text{تعادل در راستای افقی}: N=F\sin ۵۳^\circ \\ \text{تعادل در راستای قائم}: F\cos ۵۳=mg+f_{s\max} \Rightarrow ۰/۶F=۲۰+۰/۲N \end{cases}$$
$$\xrightarrow{N=F\sin ۵۳} ۰/۶F=۲۰+۰/۲(۰/۸F) \Rightarrow ۰/۶F=۲۰+۰/۱۶F$$
$$\Rightarrow ۰/۴۴F=۲۰ \Rightarrow F=\frac{۲۰}{۰/۴۴} \Rightarrow F=\frac{۵۰۰}{۱۱}N$$



تذکر: دقت کنید به دلیل جهت اعمال نیروی F، اگر F کم باشد، جسم به سمت پائین حرکت می‌کند (با محاسبات مشابه و با فرض رو به بالا بودن $f_{s\max}$: $F<\frac{۵۰۰}{۱۹}$) و اگر F بین $\frac{۵۰۰}{۱۹}$ تا $\frac{۵۰۰}{۱۱}$ باشد، جسم ساکن است و با F بیش از $\frac{۵۰۰}{۱۱}$، نیروی F موجب حرکت جسم رو به بالا می‌شود.

۲۷. گزینه ۴ اندازه نیروئی که سطح تکیه‌گاه بر وزنه وارد می‌کند $R = R = \sqrt{N^{۲} + f_k^{۲}}$

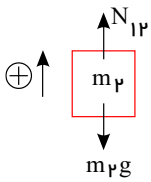


$$\begin{cases} \Sigma F - \Sigma R = \Sigma ma \\ F\cos a - f_k = ma \\ ۱۰۰ \times ۰/۸ - f_k = ۱۰ \times ۴ \Rightarrow f_k = ۴۰N \end{cases}$$

$$\begin{cases} N + F\sin\alpha - mg = ۰ \\ N = mg - F\sin\alpha = ۱۰۰ - ۱۰۰ \times ۰/۶ = ۴۰N \end{cases}$$

$$R = \sqrt{N^{۲} + f_k^{۲}} = \sqrt{۴۰^{۲} + ۴۰^{۲}} = ۴۰\sqrt{۲}$$

۲۸. گزینه ۲ وقتی آسانسور تندشونده بالا می‌رود، داریم:



$$N_{۱۲} - m_۲g = m_۲a \Rightarrow N_{۱۲} = m_۲(g+a) = ۴(۱۰+۲) = ۴۸N$$
$$\Rightarrow N_{۱۲} = N_{۲۱} = ۴۸N$$

نیروهای وارد بر $m_۲$ را بررسی می‌کنیم.

در حالتی که آسانسور ساکن است، نیرویی که کف آسانسور بر $m_۱$ وارد می‌کند، هم‌اندازه‌ی حاصل جمع وزن دو جرم $m_۱$ و $m_۲$ است.

$$N = (m_۱ + m_۲)g = ۸۰$$

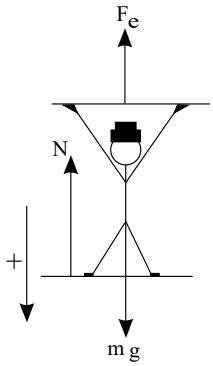
که نسبت این دو مقدار، $\frac{۴۸}{۸۰}$ برابر ۰/۶ است.

۲۹. گزینه ۳ نیروهای وارد بر شخص را مشخص می‌کنیم. شخص فنر را به سمت پایین می‌کشد. بنابراین مطابق قانون سوم نیوتون عکس‌العمل این نیرو به شخص و به سمت بالا وارد می‌شود.

$$F_e = k\Delta x \xrightarrow[k=۵۰۰\frac{N}{m}]{\Delta x = ۱۵cm = ۰/۱۵m} F_e = ۵۰۰ \times ۰/۱۵ = ۷۵N$$

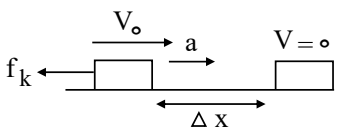
با در نظر گرفتن جهت مثبت حرکت به سمت پایین، با نوشتن قانون دوم نیوتون خواهیم داشت:

$$\sum F = ma \Rightarrow mg - N - F_e = ma$$
$$\Rightarrow ۶۰۰ - N - ۷۵ = ۶۰ \times ۲ \Rightarrow N = ۴۰۵N$$



۳۰. گزینه ۳

وقتی جسمی مطابق شکل روی یک سطح افقی و مماس بر آن پرتاب می‌شود، جسم پس از طی مسافتی تحت تأثیر نیروی اصطکاک متوقف می‌شود.



$$\sum F = ma \Rightarrow -f_k = ma \Rightarrow -\mu_k mg = ma \Rightarrow a = -\mu_k g$$

$$V^{۲} - V_{۰}^{۲} = ۲a\Delta x \Rightarrow ۰ - V_{۰}^{۲} = ۲(-\mu_k g)\Delta x \Rightarrow \Delta x = \frac{V_{۰}^{۲}}{\mu_k g} \quad (۱)$$

حال برای دو وزنه‌ی A و B داریم:

$$\xrightarrow{(۱)} \frac{\Delta x_A}{\Delta x_B} = \left(\frac{V_{۰A}}{V_{۰B}}\right)^{۲} \times \frac{\mu_{kB}}{\mu_{kA}} = \left(\frac{۱}{۲}\right)^{۲} \times \frac{۱}{۳} = \frac{۱}{۱۲}$$