



فیزیک

پایه دوازدهم

رهپویان
دانش و اندیشه



دینامیک

نیروی اصطکاک (۱)

مدرس: نیما نوروزی



نیروی اصطکاک:

وقتی نیرویی به جسم ساکنی مانند شکل زیر وارد می‌کنیم که آن را به حرکت در آوریم، ممکن است جسم حرکت کند یا سر جای خود ساکن باقی بماند در هر دو حالت اتصال بین جسم و سطح مقاومتی را در برابر حرکت ایجاد می‌کند که این نیروی مقاوم را نیروی اصطکاک می‌نامند.



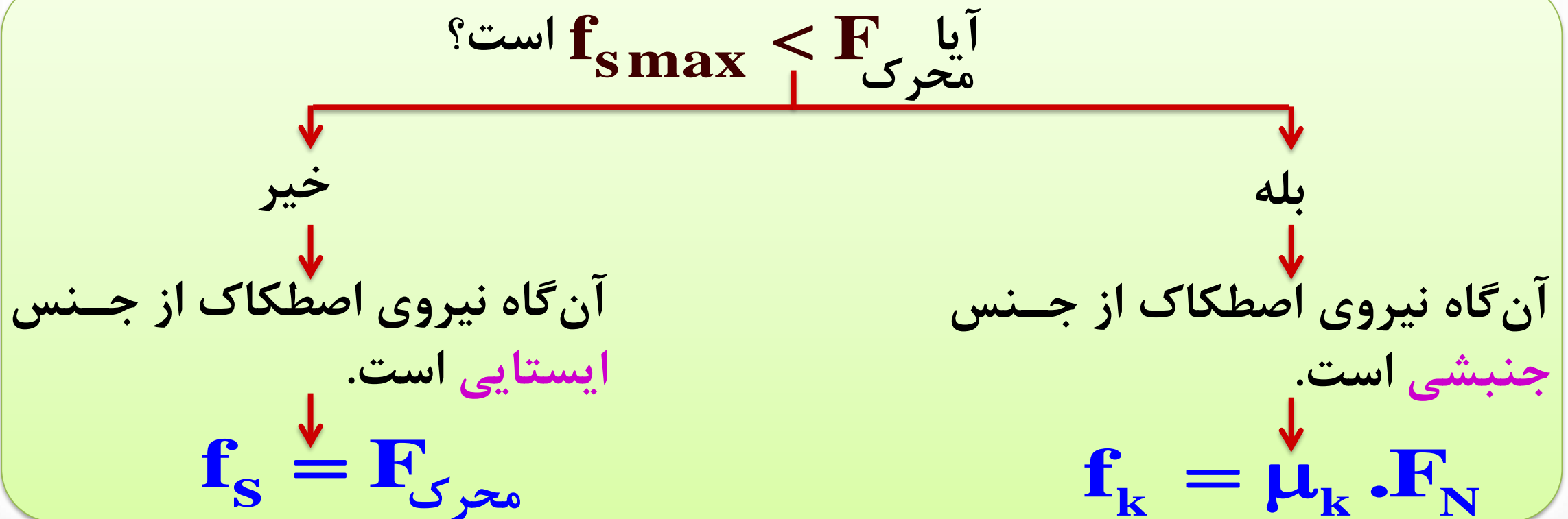
اصطکاک ایستایی و جنبشی:

* اگر مسئله از ما نیروی اصطکاک را خواست ابتدا دقت می‌کنیم که جسم ساکن

است یا در حال حرکت، اگر ساکن بود می‌گوییم $f_s = F_{\text{محرک}}$ است و اگر جسم در

حال حرکت بود می‌گوییم $f_k = \mu_k \cdot F_N$ می‌باشد.

* در مسائلی که نمی‌دانیم جسم ساکن است یا در حال حرکت ابتدا f_{smax} را به دست آورده و سپس از الگوی زیر استفاده می‌کنیم:

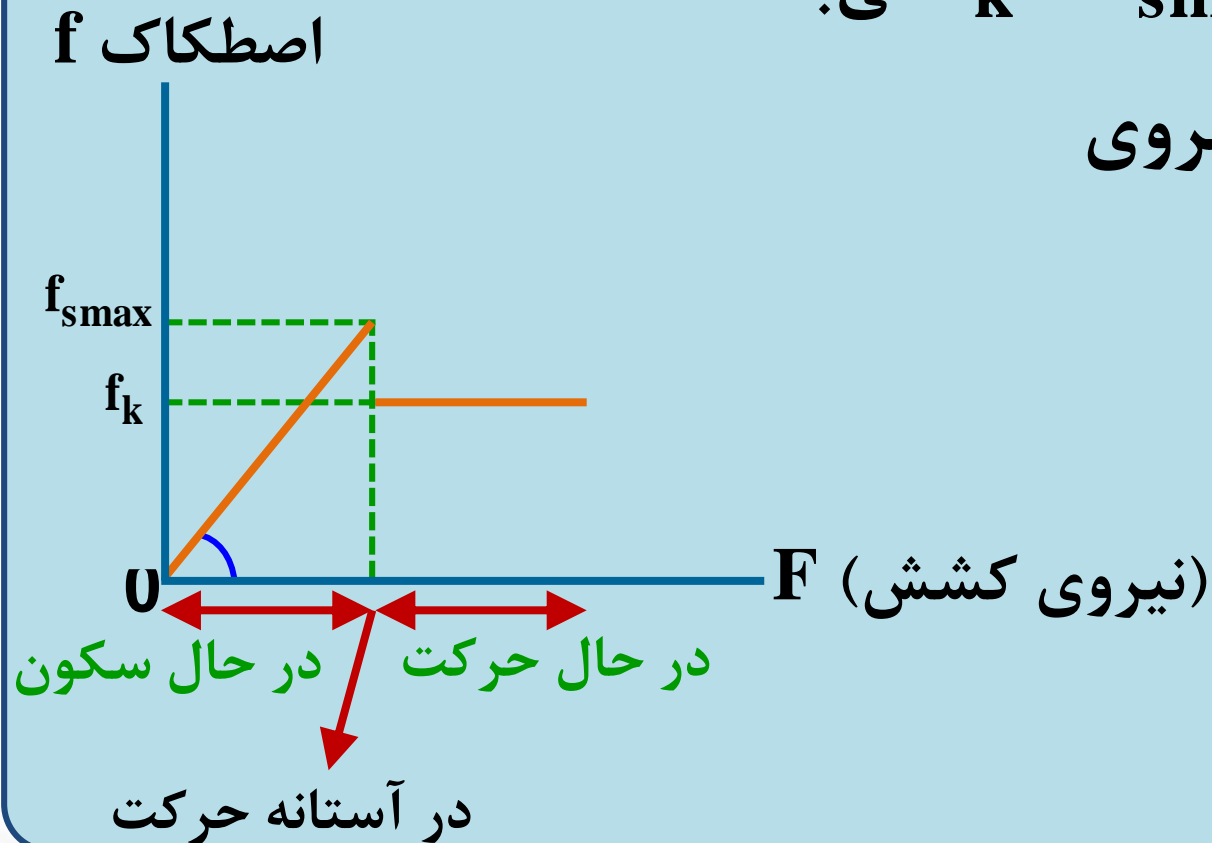


نکته

* معمولاً است $\mu_k < \mu_s$ در نتیجه $f_k < f_{smax}$ می باشد .

* نمودار نیروی کشش یک جسم - نیروی

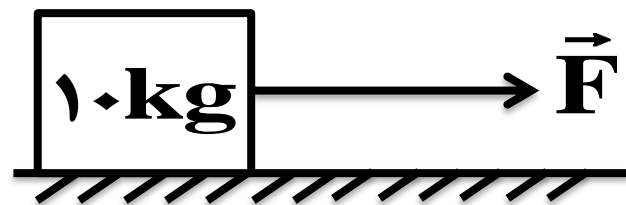
اصطکاک به صورت زیر می باشد.



تست: مطابق شکل زیر، صندوق ساکنی به جرم 10 kg روی سطح افقی با ضریب اصطکاک ایستایی $0/4$ و ضریب اصطکاک جنبشی $0/2$ قرار دارد. اگر با نیروی افقی \vec{F} برابر با 30 N ، صندوق را بکشیم، اندازه‌ی نیروی اصطکاک بین صندوق و سطح چند نیوتون خواهد بود؟ $(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$

(۱) ۲۰ (۲) ۳۰

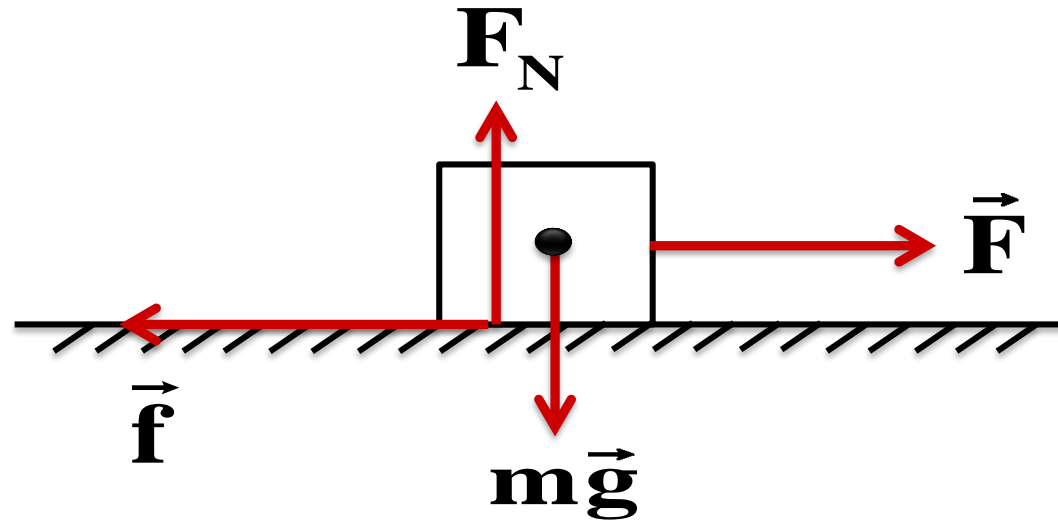
(۳) ۴۰ (۴) ۶۰



(کانون فرهنگی آموزش - قلم‌چی)

پاسخ:

نیروهای وارد بر جسم را رسم کرده و ابتدا اندازه‌ی نیروی اصطکاک ایستایی در آستانه‌ی حرکت را به دست می‌آوریم:



$$f_{s \max} = \mu_s F_N = \mu_s mg = 0.4 \times 10 \times 10 = 40 \text{ N}$$

در این حالت چون نیروی $F = ۳۰\text{N}$ از اندازه‌ی نیروی اصطکاک ایستایی در
آستانه‌ی حرکت $(f_{s\max} = ۴۰\text{N})$

کم‌تر است، بنابراین صندوق ساکن می‌ماند و بنابر قانون دوم نیوتون داریم:

$$F < f_{s\max} \xrightarrow{a=0} f_s = F = ۳۰\text{N}$$

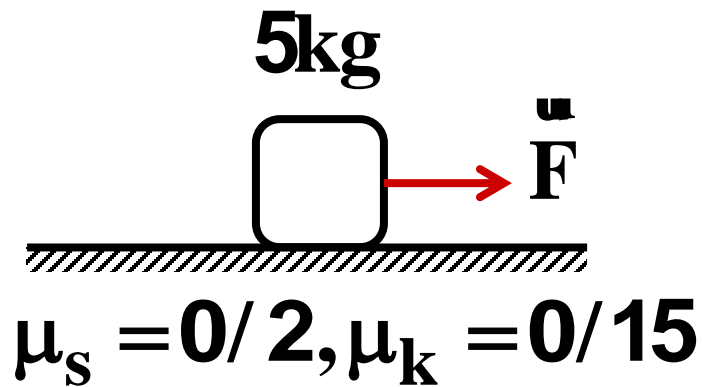
۳۰ (۲✓)

۲۰ (۱)

۶۰ (۴)

۴۰ (۳)

تست: مطابق شکل زیر، جسمی به جرم $m = 5\text{kg}$ روی سطح افقی ساکن است و نیروی افقی و متغیر با زمان $F = 3t + 2$ نیوتون به آن وارد می‌شود. اگر $\mu_s = 0/2, \mu_k = 0/15$ باشد، در لحظه $t = 2\text{s}$ ، اندازه نیروی اصطکاک بین جسم و سطح افقی چند نیوتون است؟ ($g = 10\text{N/kg}$)



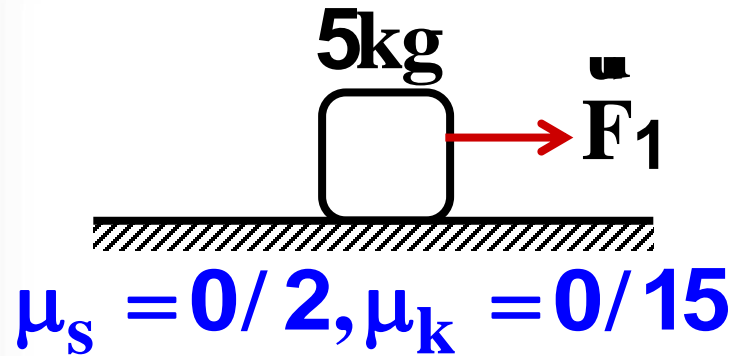
۸ (۲)

۱۰ (۱)

۶ (۴)

۷/۵ (۳)

پاسخ:



$$F = 3t + 2 \xrightarrow{t=2s}$$

$$F = 3 \times (2) + 2 = 8\text{N}$$

$$f_{s.\text{max}} = \mu_s mg = 0/2 \times 5 \times 10 = 10\text{N}$$

$$F_{\text{net}} = 0 \Rightarrow f_s = 8\text{N}$$

7/5 (3

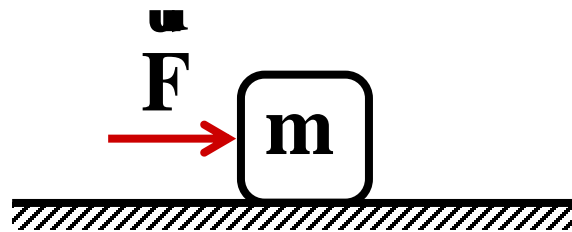
8 (2

10 (1

6 (4



تست: در شکل زیر، نیروی افقی \vec{F} ، به جسمی به جرم m که روی سطح افقی قرار دارد، وارد می‌شود و در این حالت اندازه نیروی اصطکاک f_1 است. اگر اندازه نیروی \vec{F} را دو برابر کنیم و جسم همچنان ساکن بماند، در این صورت اندازه نیروی اصطکاک f_2 می‌شود، نسبت $\frac{f_2}{f_1}$ کدام است؟



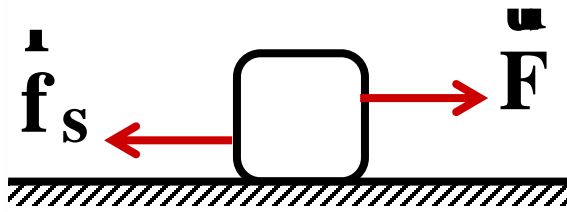
$$\frac{f_2}{f_1} < 1 \quad (2)$$

$$\frac{f_2}{f_1} = 1 \quad (4)$$

$$\frac{f_2}{f_1} = 2 \quad (1)$$

$$\frac{f_2}{f_1} > 2 \quad (3)$$

پاسخ:



$$F_{\text{net}} = 0 \Rightarrow F = f_s$$

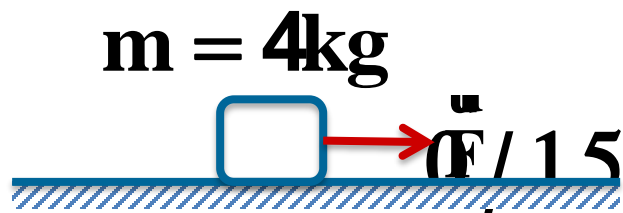
$$\frac{f_2}{f_1} < 1 \quad 2$$

$$\frac{f_2}{f_1} = 1 \quad 4$$

$$\frac{f_2}{f_1} = 1 \quad 1 \checkmark$$

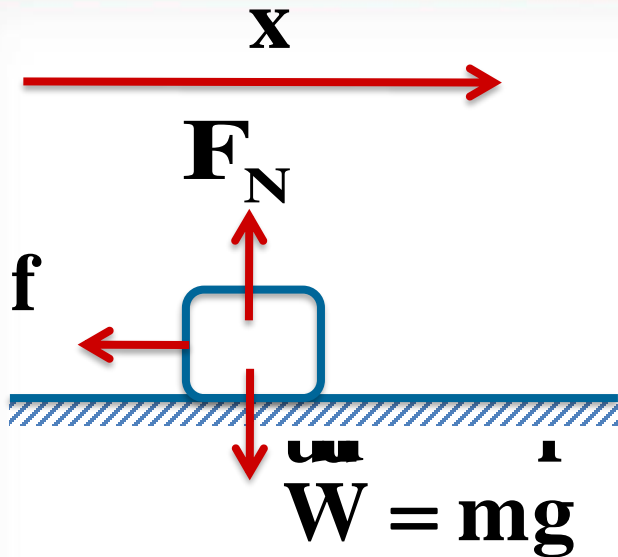
$$\frac{f_2}{f_1} > 1 \quad 3$$

تست: در شکل زیر جسم m ابتدا ساکن است و نیروی افقی \vec{F} را به تدریج زیاد می‌کنیم، هنگامی که بزرگی نیروی \vec{F} به 10N می‌رسد، جسم شروع به حرکت می‌کند و با اعمال نیروی ثابت $F = 10\text{N}$ ، جسم با شتاب ثابت $\frac{1}{5}\frac{m}{s^2}$ به حرکت خود ادامه می‌دهد، ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی جسم با سطح به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ ($g = 10\frac{N}{kg}$)



(2) $0/3 - 0/25$
(4) $0/3 - 0/25$

(1) $0/25 - 0/2$
(3) $0/25 - 0/1$



$$F_{\text{net}} = 0 \Rightarrow F = f_{s.\text{max}}$$

$$F = \mu_s mg \Rightarrow \mu_s = \frac{F}{mg} \xrightarrow{F=10\text{N}, m=4\text{kg}}$$

$$\mu_s = \frac{10}{40} = 0/25$$

پاسخ:

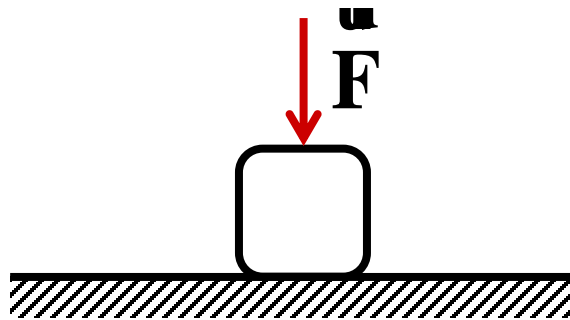
$$F_{\text{net}} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow F - \mu_k mg = ma \xrightarrow{m=6\text{kg}, F=10\text{N}, a=1/5\text{m/s}^2}$$

$$10 - \mu_k \times 4 \times 10 = 4 \times 1/5 \Rightarrow 40\mu_k = 4 \Rightarrow \mu_k = 0/1$$

- 0/25 (3 0/15 ✓ 0/3 (2 0/2 - 0/25 (1

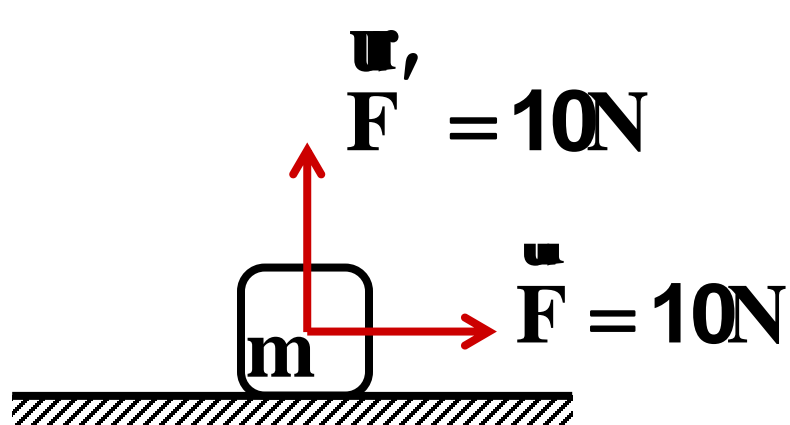
0/25 - 0/3 (4 0/1

تست: مطابق شکل زیر، به جسمی به جرم 5kg که روی سطح افقی به حالت سکون قرار دارد، نیروی $F = 200\text{N}$ را در راستای قائم وارد می‌کنیم. نیروی اصطکاک بین جسم و سطح چند نیوتون می‌شود؟ ($\mu_k = 0/1, \mu_s = 0/2$)

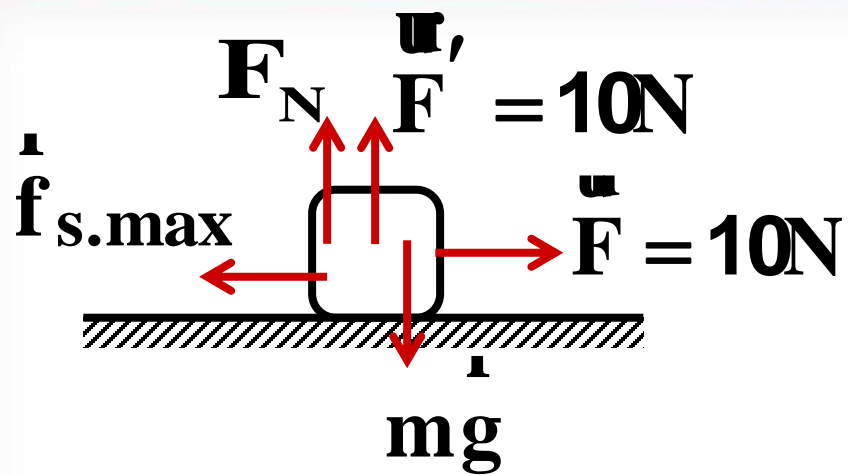


- | | | |
|-----|----|---|
| 10 | (1 | |
| 5 | (2 | |
| 50 | (3 | |
| صفر | (4 | ✓ |

تست: مطابق شکل زیر، بر جسم m دو نیروی هم‌اندازه و عمود بر هم وارد می‌شود و جسم در آستانه حرکت بر روی سطح می‌باشد. اگر اندازه وزن جسم برابر با 30N باشد، ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح کدام است؟



$$\begin{array}{l} \frac{1}{2} \quad (1) \\ 2\frac{1}{3} \\ \frac{2}{3} \quad (3) \\ 4\frac{1}{10} \end{array}$$



$$F_{\text{net}} = 0 \Rightarrow$$

$$f_{s.\text{max}} = F = 10\text{N}$$

$$f_{s.\text{max}} = \mu_s \cdot F_N = \mu_s (mg - F')$$

$$\text{mg} = 30\text{N}, F' = 10\text{N} \rightarrow 10 = \mu_s (30 - 10) \Rightarrow \mu_s = \frac{10}{20} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{10}$$

(3

$$\frac{2}{3}$$

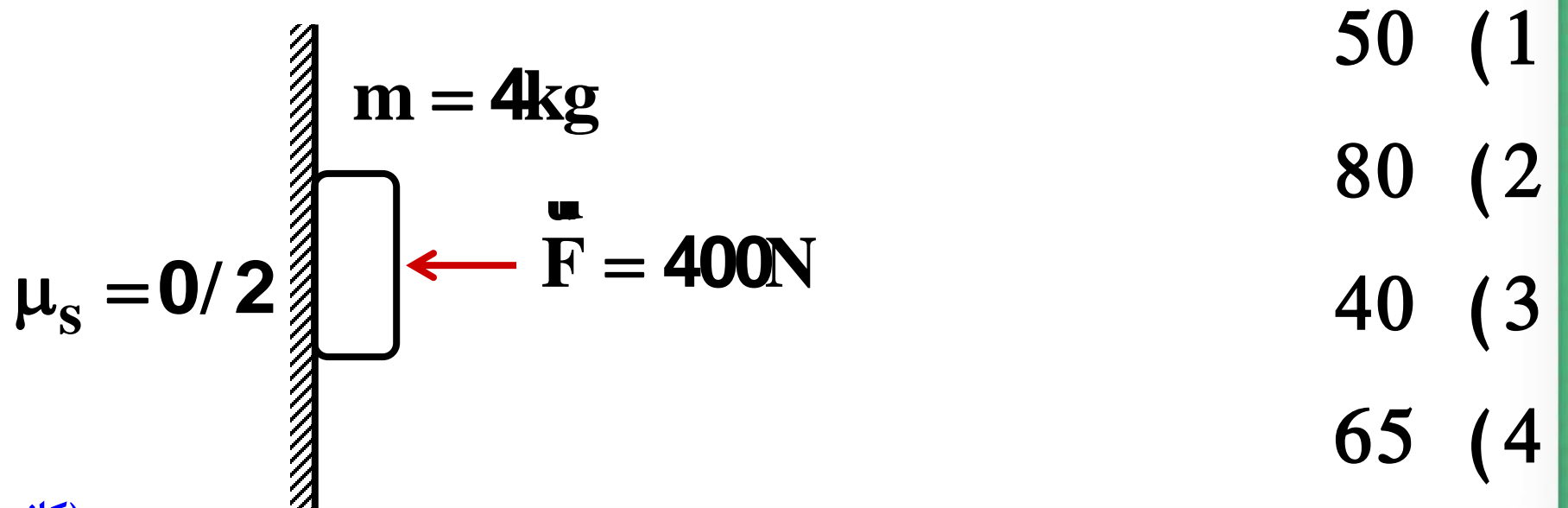
$$(2 \frac{1}{3}$$

$$\frac{1}{2} (1 \checkmark)$$

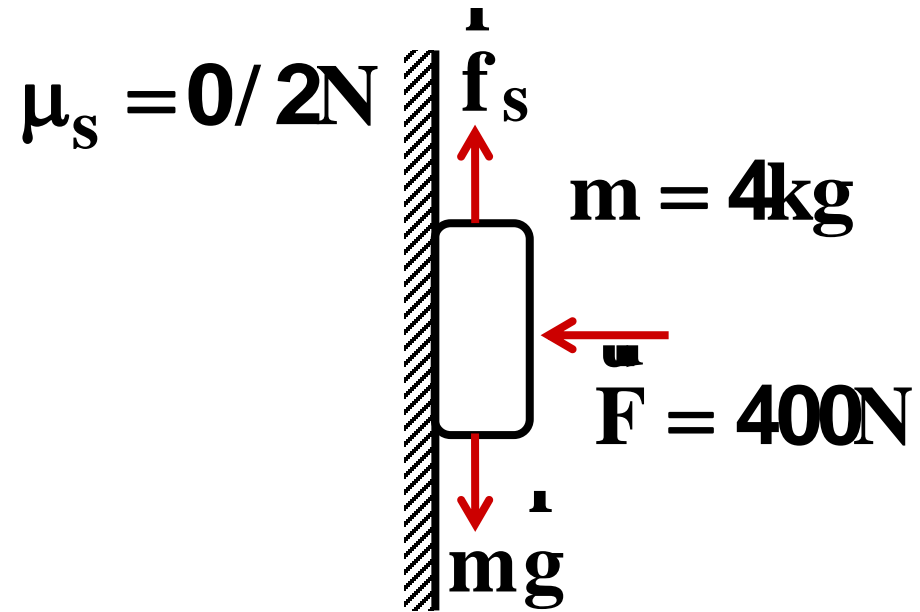
(4

پاسخ:

تست: مطابق شکل زیر، جسمی به جرم 4kg را با نیروی افقی و ثابت \vec{F} به یک دیوار قائم می‌فشاریم. در صورتی که جسم روی دیوار حرکت **نکند**، اندازه نیروی اصطکاک وارد بر جسم چند نیوتون است؟ $(\mu_s = 0.2, g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$



پاسخ:



$$F_{\text{net } y} = 0 \Rightarrow f_s = mg = 4 \times (10) = 40\text{N}$$

(1

50

(2 ✓

80

(3

رهپویان

دانش و اندیشه

