

# Движение системы тел с учётом трения

Противоречие есть необходимое условие для побуждения души к размышлению.

*Платон*

11. На *гладком* столе один на другом лежат два бруска (рис. 12.8). Масса верхнего бруска  $m_{\text{В}} = 1$  кг, масса нижнего бруска  $m_{\text{Н}} = 200$  г. Коэффициент трения между брусками  $\mu = 0,4$ . К верхнему бруску прикладывают горизонтально направленную силу  $\vec{F}$ , равную по модулю 20 Н.

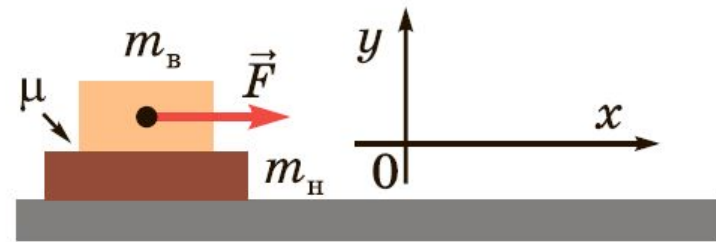


Рис. 12.8

- а) Какие силы действуют на верхний брусок?  
 б) Какие силы действуют на нижний брусок?
- в) Запишите второй закон Ньютона в проекциях на ось  $x$  для каждого бруска, предположив, что между ними действуют силы трения *скольжения*. Подставьте в эти уравнения выражения для сил трения скольжения.

$$в) \begin{cases} O_x: F - \mu m_{\text{В}} g = m_{\text{В}} a_{\text{В}}; \\ O_x: \mu m_{\text{В}} g = m_{\text{Н}} a_{\text{Н}}. \end{cases}$$

11. На *гладком* столе один на другом лежат два бруска (рис. 12.8). Масса верхнего бруска  $m_B = 1$  кг, масса нижнего бруска  $m_H = 200$  г. Коэффициент трения между брусками  $\mu = 0,4$ . К верхнему бруску прикладывают горизонтально направленную силу  $\vec{F}$ , равную по модулю 20 Н.

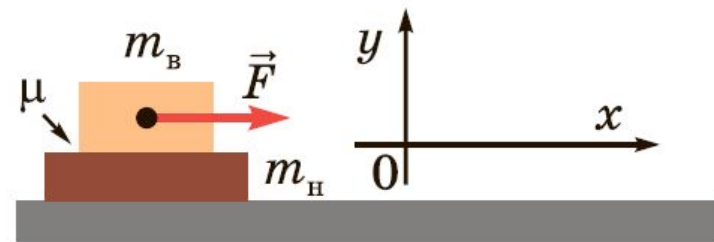


Рис. 12.8

г) Найдите ускорения брусков при заданных в условии значениях величин.

$$\text{г) } a_B = \frac{F}{m_B} - \mu g = 16 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}; \quad a_H = \frac{\mu m_B g}{m_H} = 20 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$

д) Могут ли полученные значения ускорений брусков быть правильными? Обоснуйте ваш ответ.

Итак, предположение, что между брусками действуют силы трения *скольжения*, привело к противоречию. Значит, между брусками действуют силы трения *покоя*.

11. На *гладком* столе один на другом лежат два бруска (рис. 12.8). Масса верхнего бруска  $m_{\text{В}} = 1$  кг, масса нижнего бруска  $m_{\text{Н}} = 200$  г. Коэффициент трения между брусками  $\mu = 0,4$ . К верхнему бруску прикладывают горизонтально направленную силу  $\vec{F}$ , равную по модулю 20 Н.

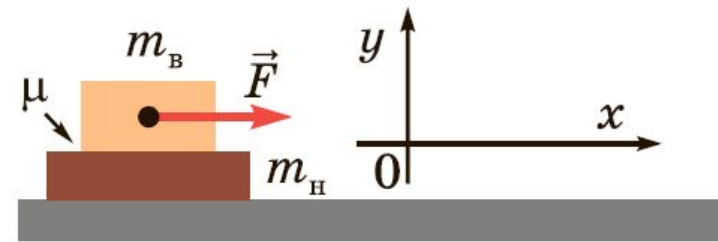


Рис. 12.8

е) Запишите второй закон Ньютона в проекциях на ось  $x$  для каждого бруска, предположив, что между ними действуют силы трения *покоя*.

$$\text{е) } \begin{cases} O_x: F - F_{\text{тр. пок}} = m_{\text{В}} a; \\ O_x: F_{\text{тр. пок}} = m_{\text{Н}} a. \end{cases}$$

ж) Найдите ускорение брусков при заданных в условии значениях величин.

$$\text{ж) } a = \frac{F}{m_{\text{В}} + m_{\text{Н}}} = 16,7 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$

11. На *гладком* столе один на другом лежат два бруска (рис. 12.8). Масса верхнего бруска  $m_{\text{В}} = 1$  кг, масса нижнего бруска  $m_{\text{Н}} = 200$  г. Коэффициент трения между брусками  $\mu = 0,4$ . К верхнему бруску прикладывают горизонтально направленную силу  $\vec{F}$ , равную по модулю 20 Н.

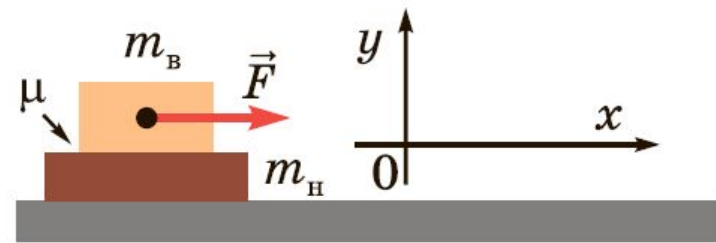


Рис. 12.8

з) Чему равен модуль сил трения покоя, действующих между брусками?

$$з) F_{\text{тр. пок}} = F \frac{m_{\text{Н}}}{m_{\text{В}} + m_{\text{Н}}} = 3,3 \text{ Н.}$$

Как мы знаем, сила трения покоя не может превышать максимальной силы трения покоя, которую мы принимаем равной силе трения скольжения.

и) Выполняется ли это неравенство для сил трения покоя в данном случае?

11. На *гладком* столе один на другом лежат два бруска (рис. 12.8). Масса верхнего бруска  $m_{\text{В}} = 1$  кг, масса нижнего бруска  $m_{\text{Н}} = 200$  г. Коэффициент трения между брусками  $\mu = 0,4$ . К верхнему бруску прикладывают горизонтально направленную силу  $\vec{F}$ , равную по модулю 20 Н.

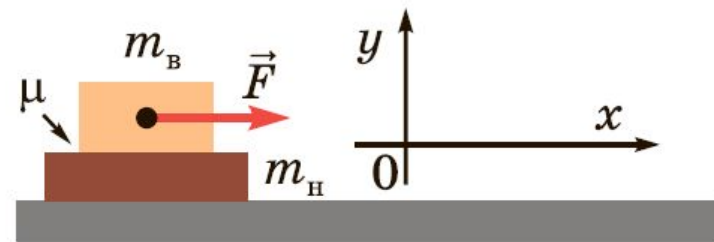


Рис. 12.8

к) С каким максимально возможным ускорением может двигаться нижний брусок?

к)  $20 \text{ м/с}^2$ .

л) Какую горизонтальную силу надо приложить к верхнему бруску, чтобы «сорвать» его с нижнего бруска?

л) Чтобы сорвать верхний брусок с нижнего, к нему надо приложить горизонтальную силу, превышающую **24 Н**.

## Похожая задача

12. На рисунке 12.9 изображена система тел. Стол гладкий, нить лёгкая и нерастяжимая, массы брусков  $m_H = 0,5$  кг,  $m_B = 0,3$  кг, масса груза  $m_T = 0,2$  кг. В начальный момент груз придерживают, все тела покоятся. Трением в блоке и массой блока можно пренебречь. В некоторый момент груз отпускают без толчка.

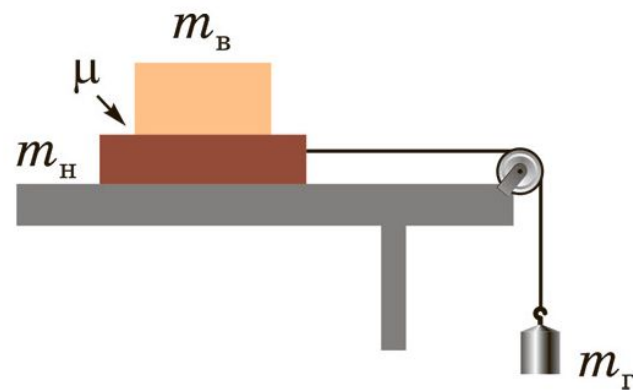
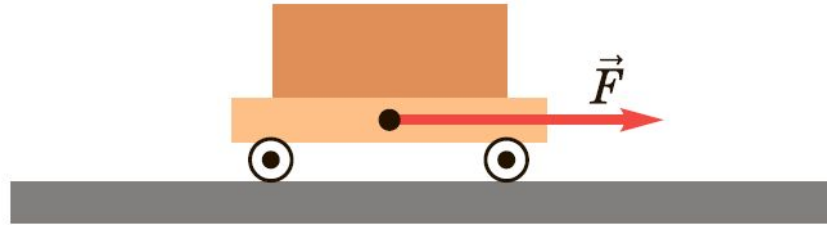


Рис. 12.9

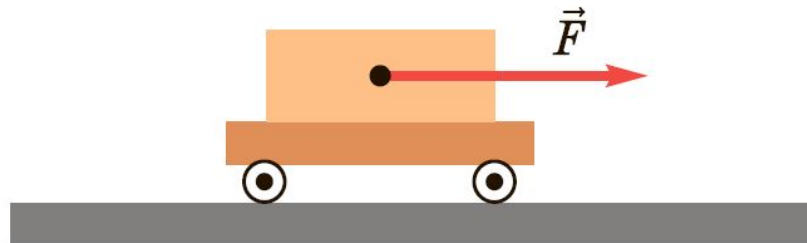
- При каком коэффициенте трения между брусками они будут двигаться как единое целое?
- Чему будут равны ускорения брусков, если коэффициент трения между ними равен 0,5?
- Чему будут равны ускорения брусков, если коэффициент трения между ними равен 0,1?



21. На гладком столе постоит тележка массой 100 г, на которой лежит брусок массой 2 кг. К тележке прикладывают горизонтально направленную силу, которая «выдёргивает» тележку из-под бруска (рис. 12.14). Каким может быть модуль этой силы? Коэффициент трения между бруском и тележкой — 0,2.

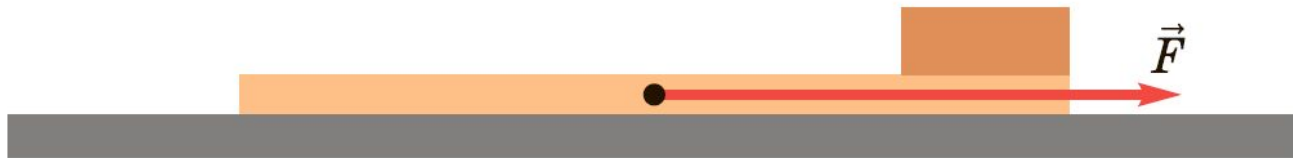


22. На гладком столе постоит тележка массой 100 г, на которой лежит брусок массой 2 кг. К бруску прикладывают горизонтально направленную силу, под действием которой брусок начинает скользить по тележке (рис. 12.15). Каким может быть модуль этой силы? Коэффициент трения между бруском и тележкой — 0,2. Сравните полученный результат с результатом предыдущей задачи.



**23.** На краю доски длиной 2 м и массой 2 кг, лежащей на гладком столе, покоится брусок массой 1 кг. Коэффициент трения между доской и бруском равен 0,1. К доске прикладывают горизонтально направленную силу, равную 6 Н (рис. 12.16).

- а) Начнёт ли брусок скользить по доске? Обоснуйте свой ответ.
- б) Если да, то через какой промежуток времени после начала действия силы он соскользнёт с доски?



## Полезные советы

а) Найдите ускорение бруска, которое может сообщить ему максимальная сила трения покоя со стороны доски.

б) Брусок соскользнёт с доски в момент, когда пройденный доской путь будет на длину доски больше, чем путь, пройденный бруском относительно стола.