



# Силы

# В природе

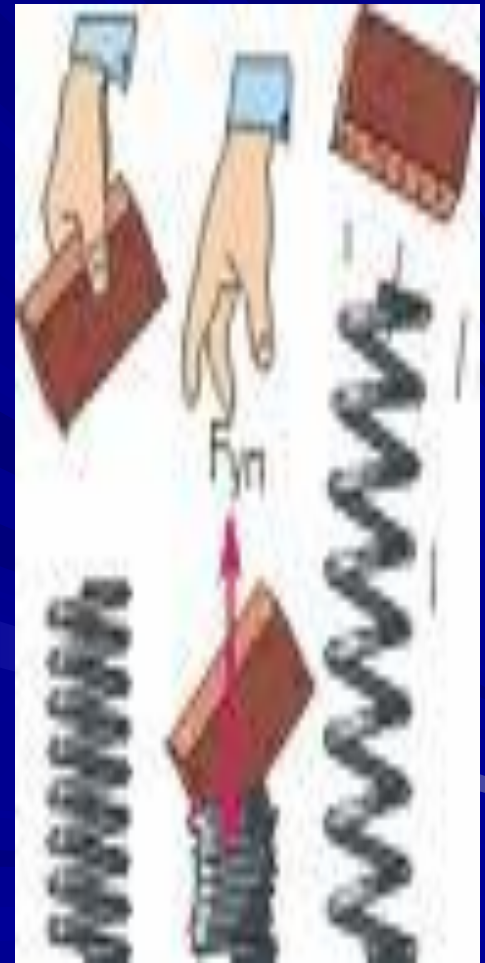


Подготовила: Котрецкая Т.А.  
учитель физики СОШ №20 г.  
Донецк Ростовской области

# Сила упругости

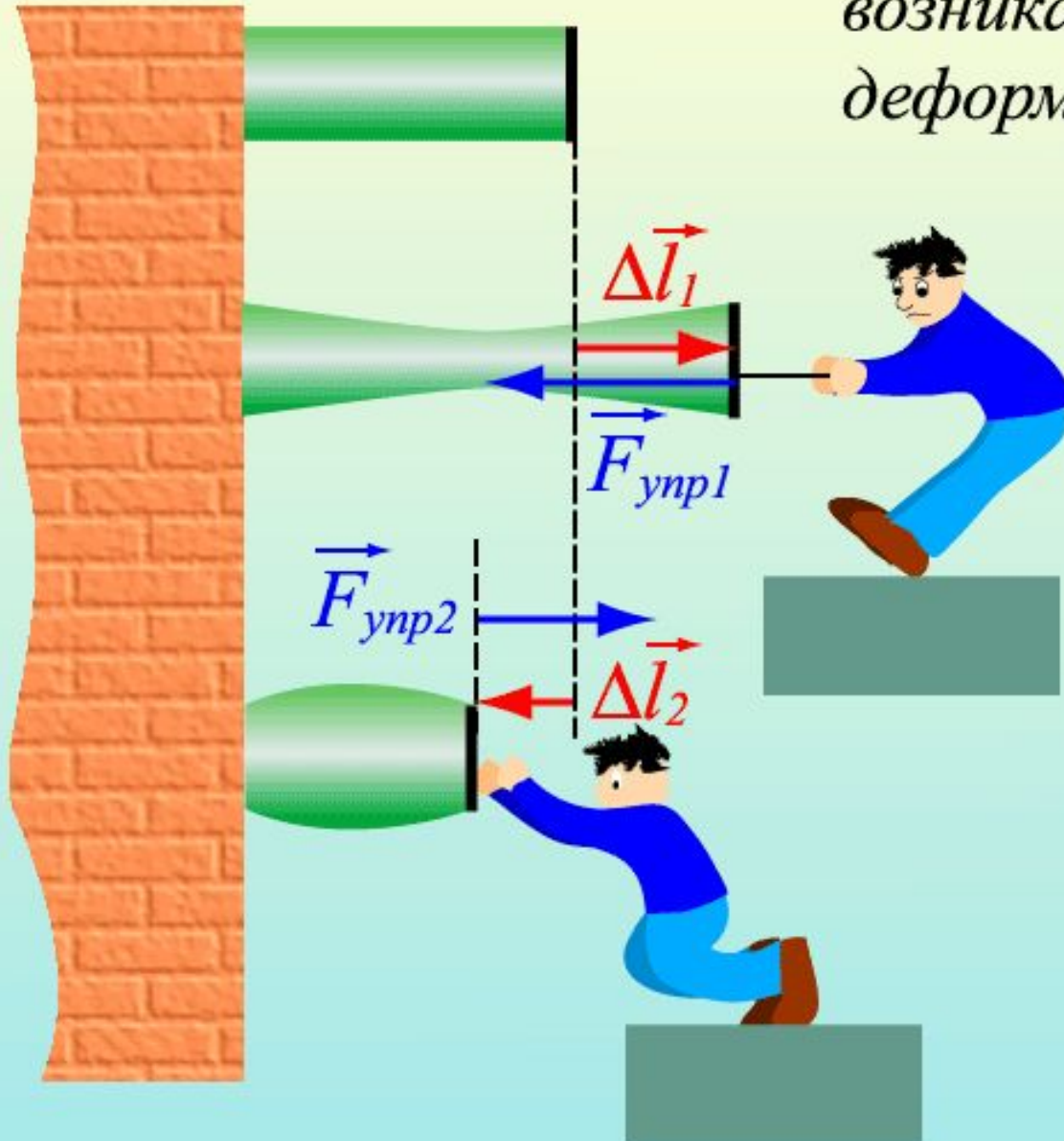
*Силой упругости* называют силу, которая возникает в теле при изменении его формы или размеров.

Это происходит, если тело сжимают, растягивают, изгибают или скручивают.



# Сила упругости

Упругие силы – силы, возникающие при упругой деформации тел



Закон Гука

$$\vec{F}_{\text{упр}} = -k \Delta \vec{l}$$

$$E_p = \frac{kx^2}{2}$$

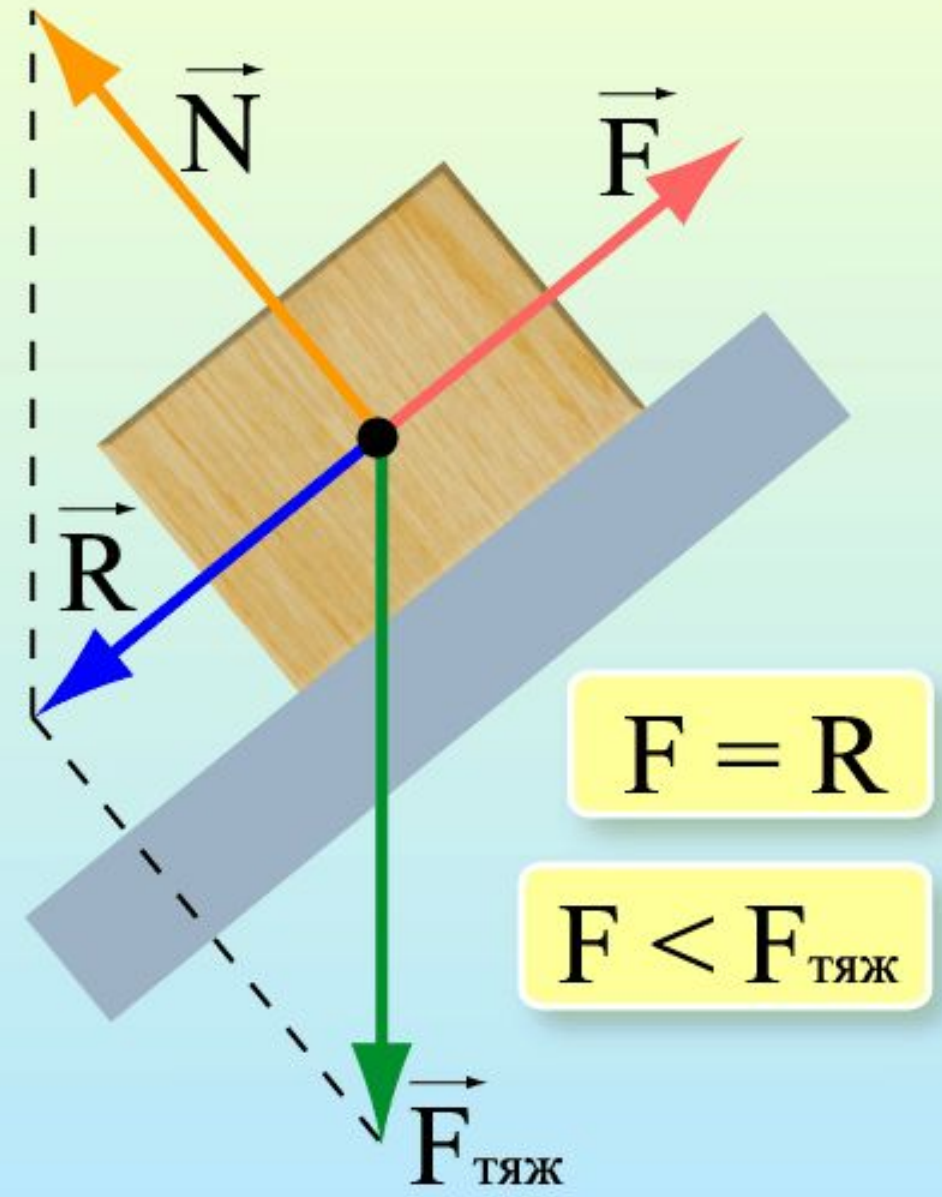
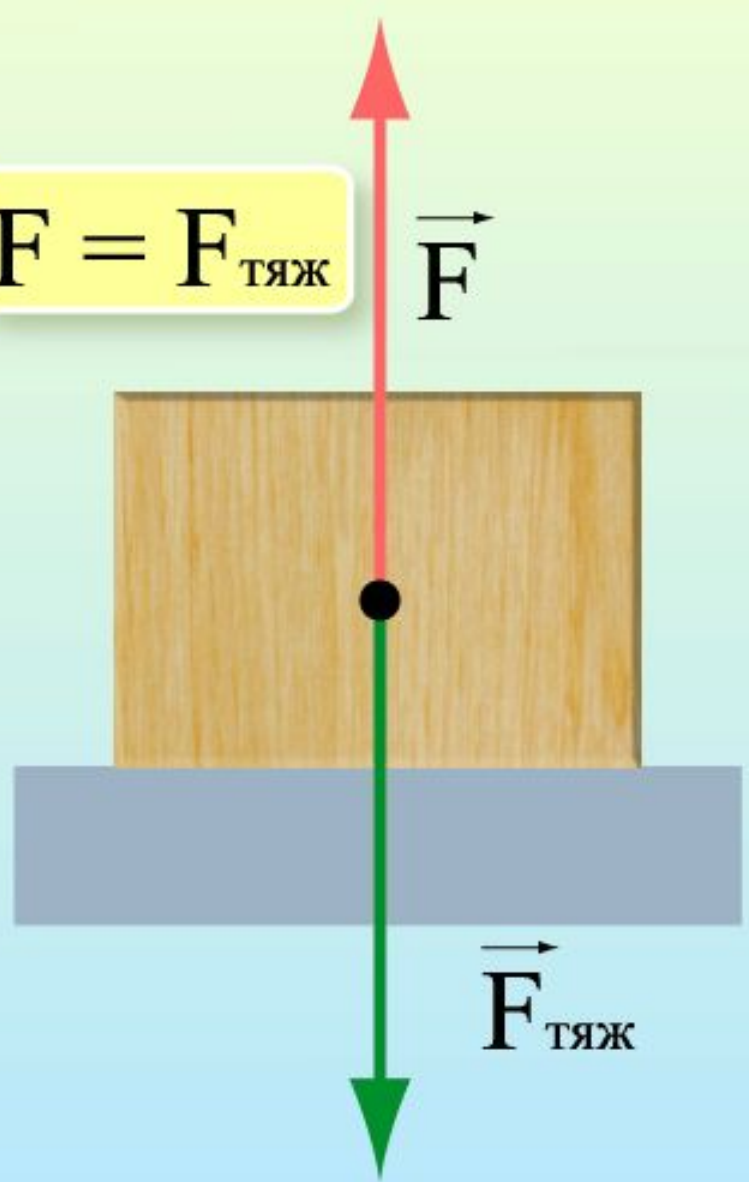
Потенциальная энергия упруго деформированного тела

# Сила тяжести

Разновидностью силы тяготения является *сила тяжести* – сила, с которой тело, находящееся вблизи какой-либо планеты, притягивается к ней.



$$F = F_{\text{тяж}}$$



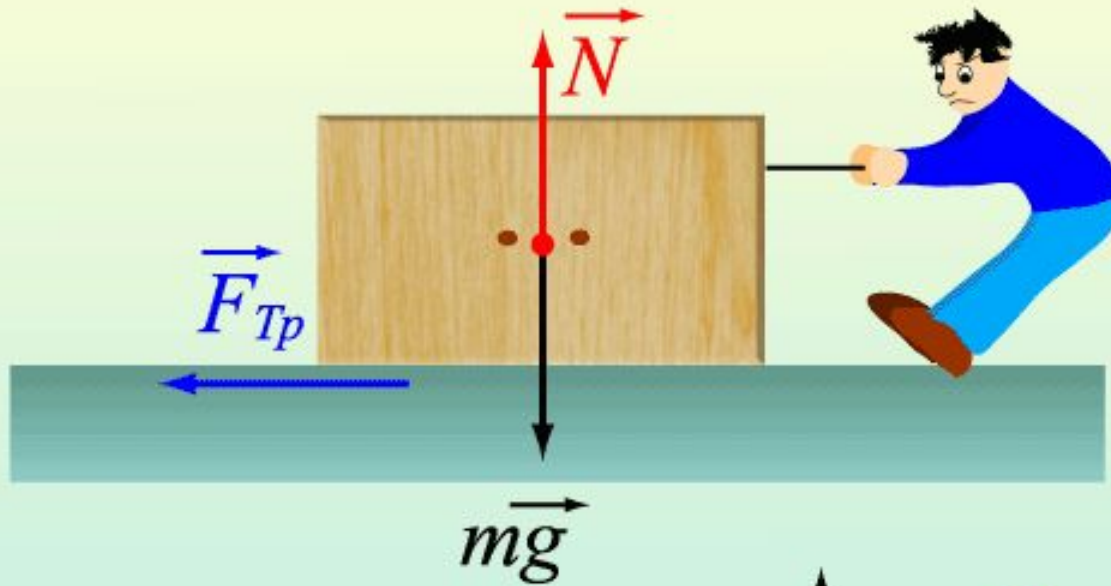
# Сила трения

*Силой трения* называют силу, препятствующую проскальзыванию одного тела по поверхности другого.

Резкое торможение автомобиля сопровождается "визгом тормозов". Он возникает из-за проскальзывания шин по поверхности асфальта. При этом между колесом и дорогой действует сила трения, препятствующая такому проскальзыванию.

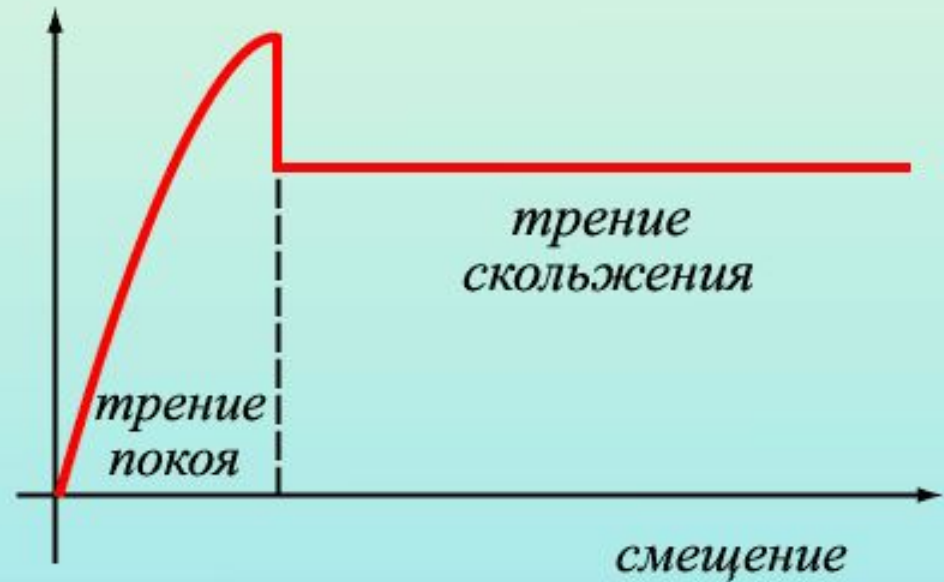


# Сила трения



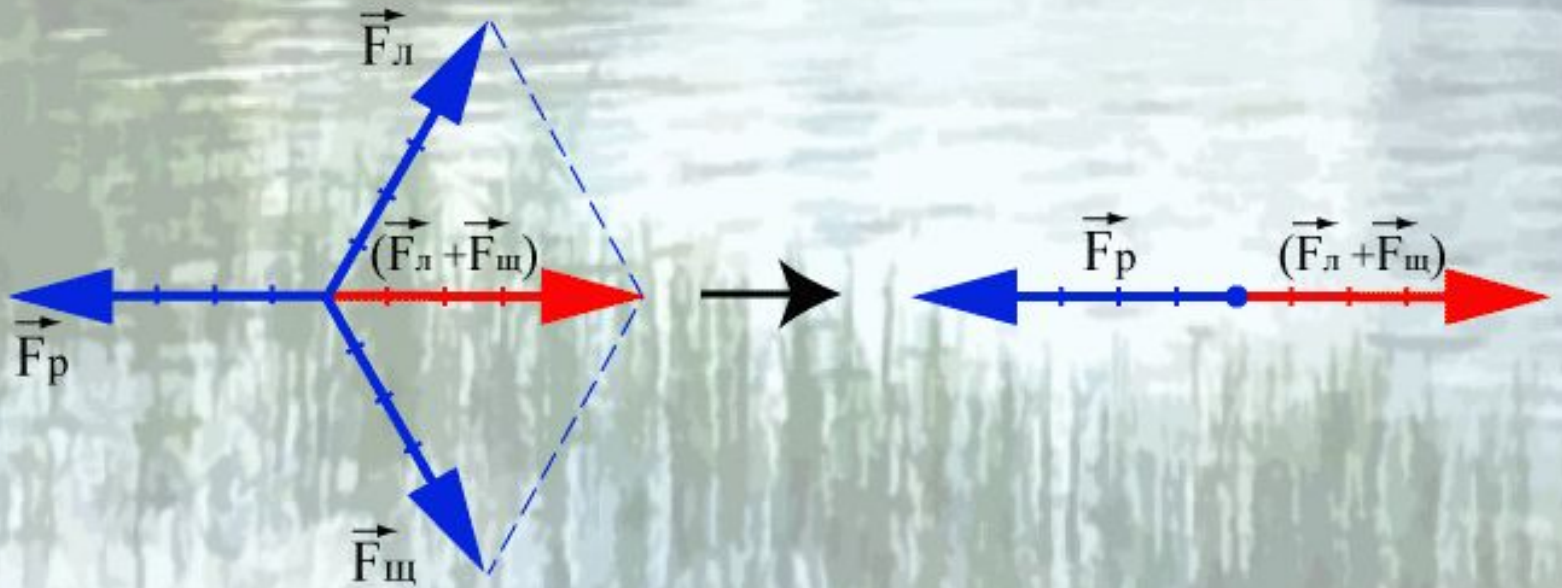
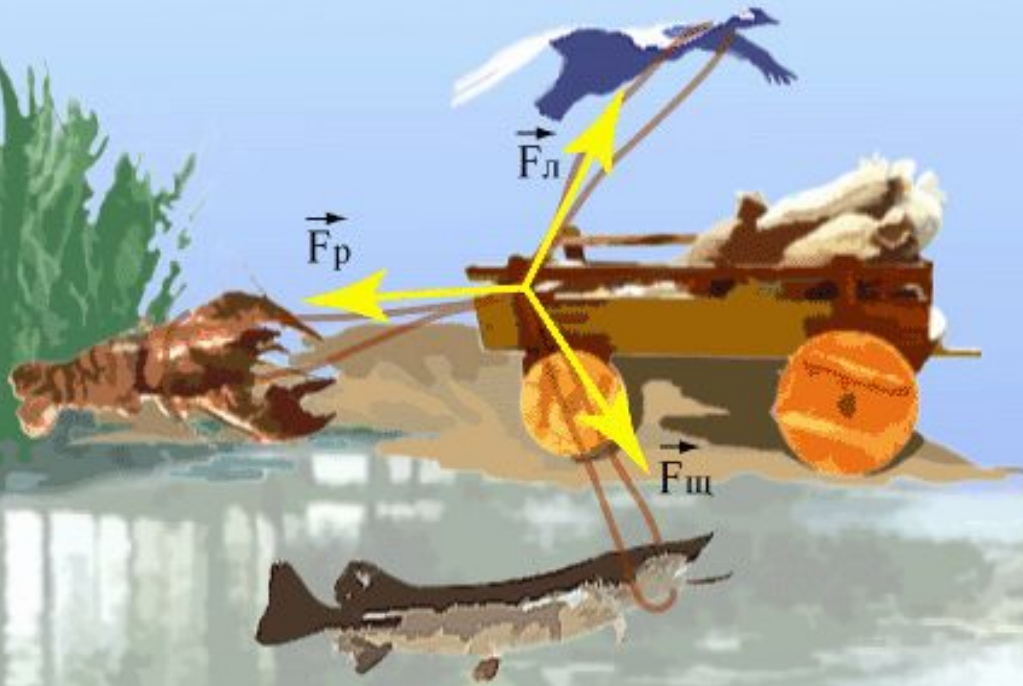
*Сила, возникающая в плоскости касания тел при их относительном перемещении*

$$F_{Тр} = \mu N$$



Движение равномерное

$$\vec{R} = \vec{F}_p + \vec{F}_{\text{ш}} + \vec{F}_l = 0$$





# Выталкивающая сила

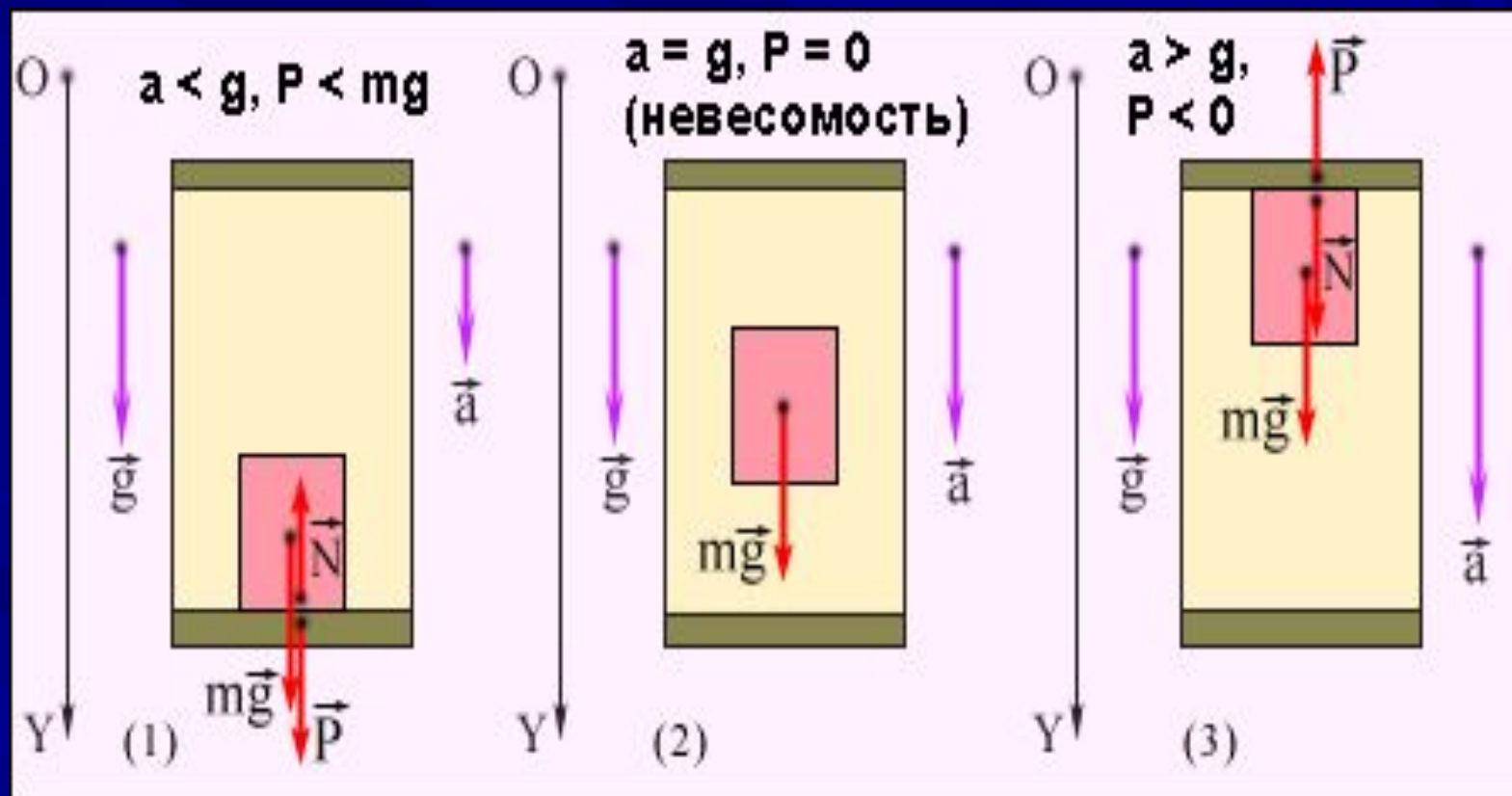
*Выталкивающей силой* (или силой Архимеда) называют силу, с которой жидкость или газ действуют на погруженное в них тело.

Архимедова сила *обычно направлена вверх*, противоположно силе тяжести.



# Вес и невесомость

Вес - это сила, с которой тело действует на опору



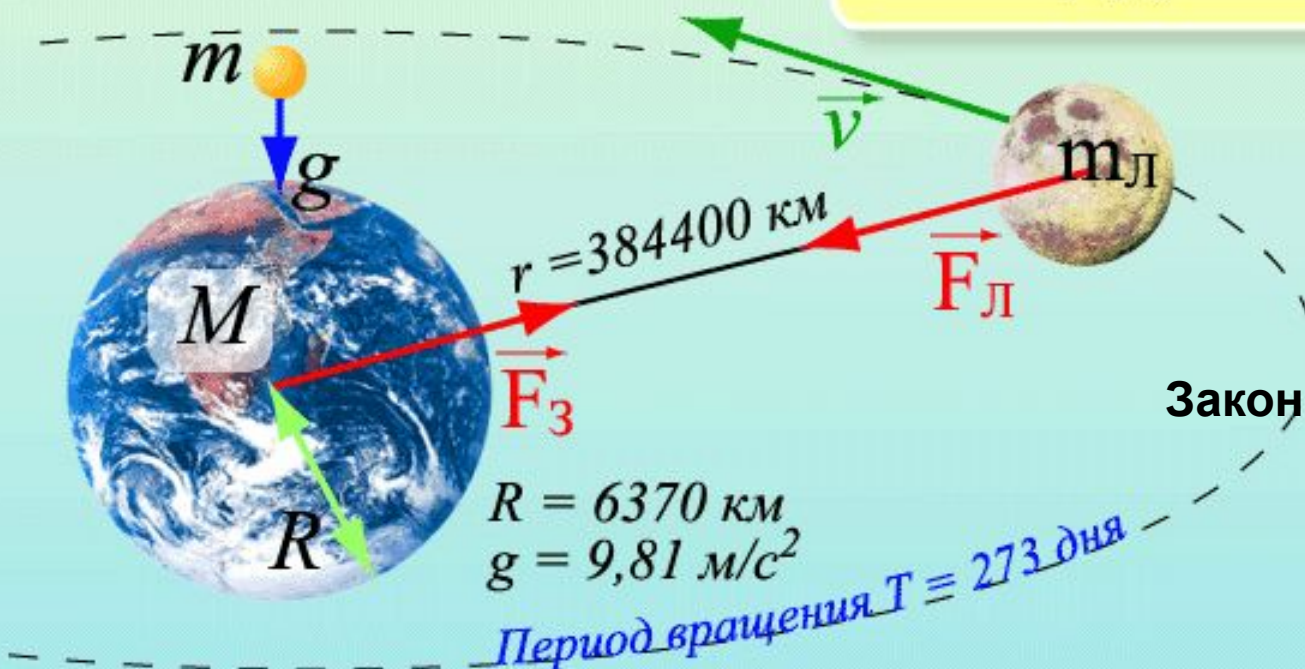
**Закон Всемирного тяготения.  
Центростремительное ускорение луны.**

$$a_{цс} = \frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2} = 2,7 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}^2$$

$$m_{л} a = \gamma \frac{M m_{л}}{r^2}$$

$$m g = \gamma \frac{m M}{R^2}$$

$$a = g \left( \frac{R}{r} \right)^2 \approx 2,7 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}^2$$



Совпадение  $a_{цс}$  и  $a$  убедило Ньютона в справедливости закона

**Закон Всемирного тяготения**

$$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

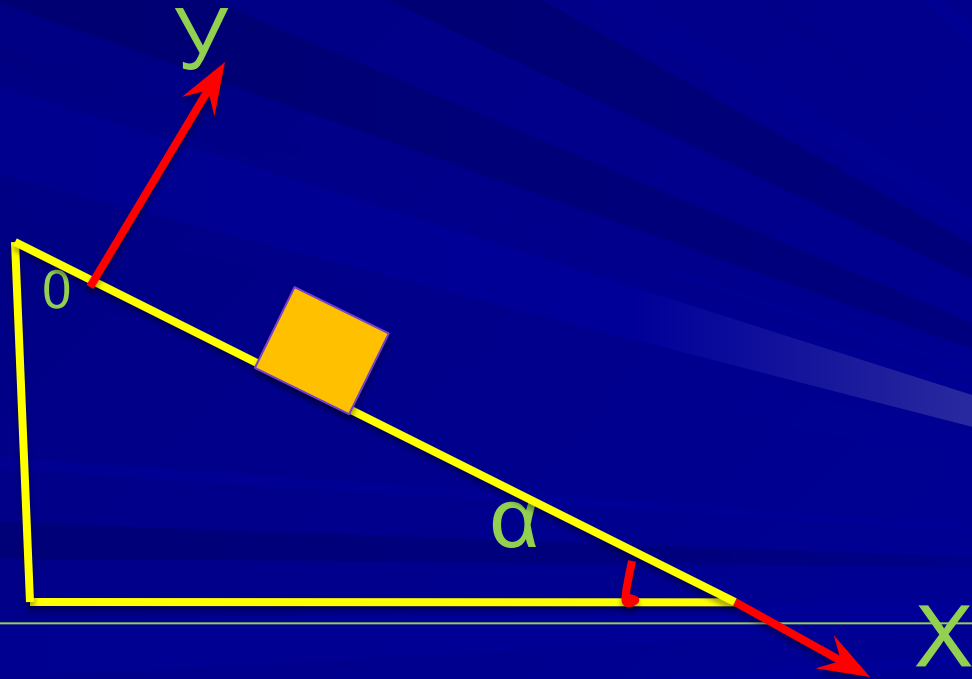
# ЗАДАЧА:



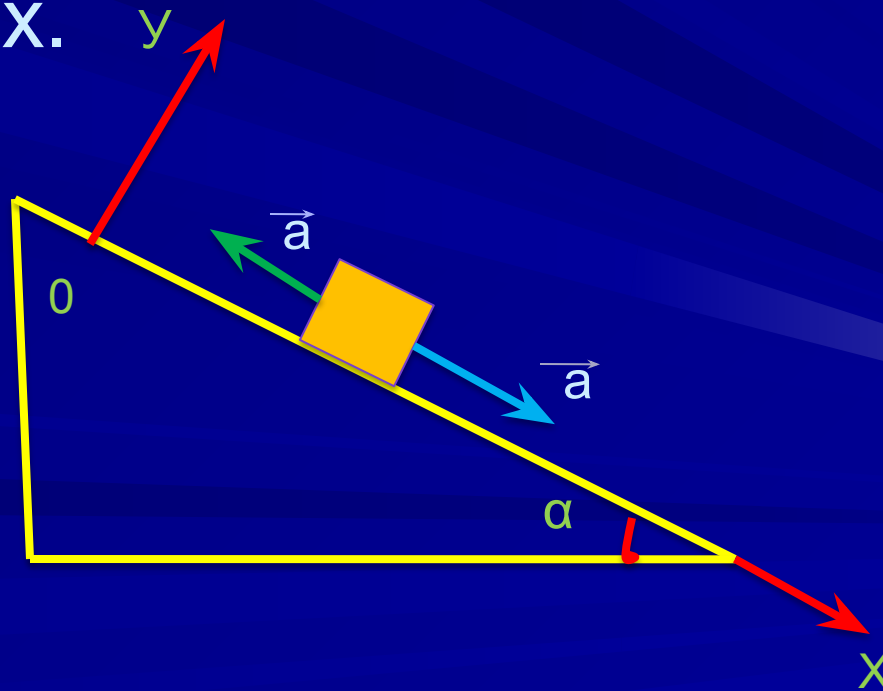
В результате полученного толчка кирпич начал скользить вниз по неподвижной ленте конвейера, расположенной под углом  $\alpha=30^\circ$  к горизонтальной плоскости. Определите величину и направление ускорения кирпича, если коэффициент трения скольжения кирпича о ленту конвейера  $\mu=0,6$ .

# Решение:

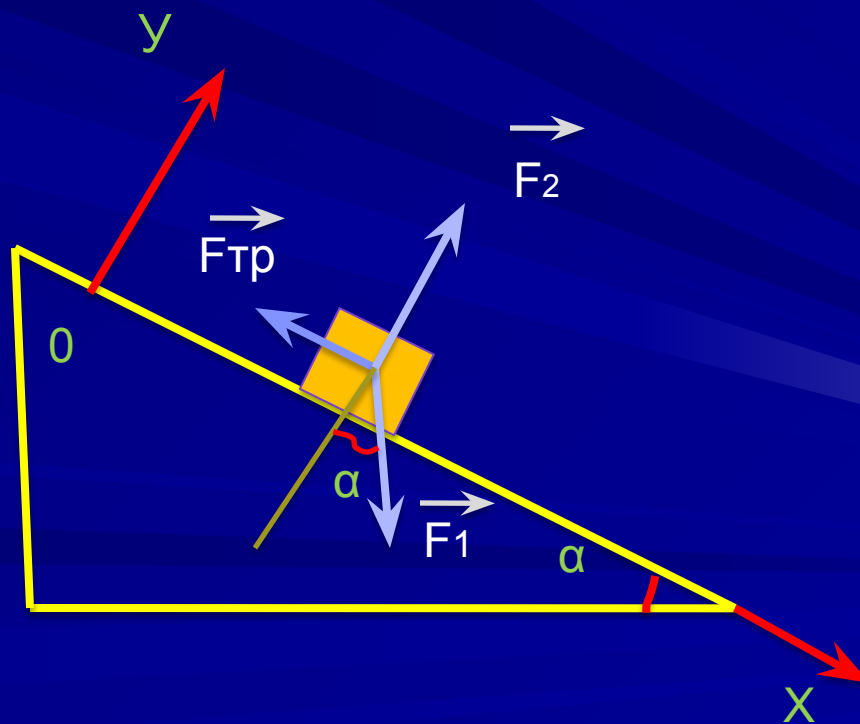
Направим ось  $Ox$  вдоль наклонной ленты конвейера вниз, а ось  $Oy$  перпендикулярно ленте конвейера вверх.



Так как кирпич движется вдоль оси  $Ox$ , то его ускорение может быть направлено только вдоль этой оси вниз либо вверх.



# Расставим силы:



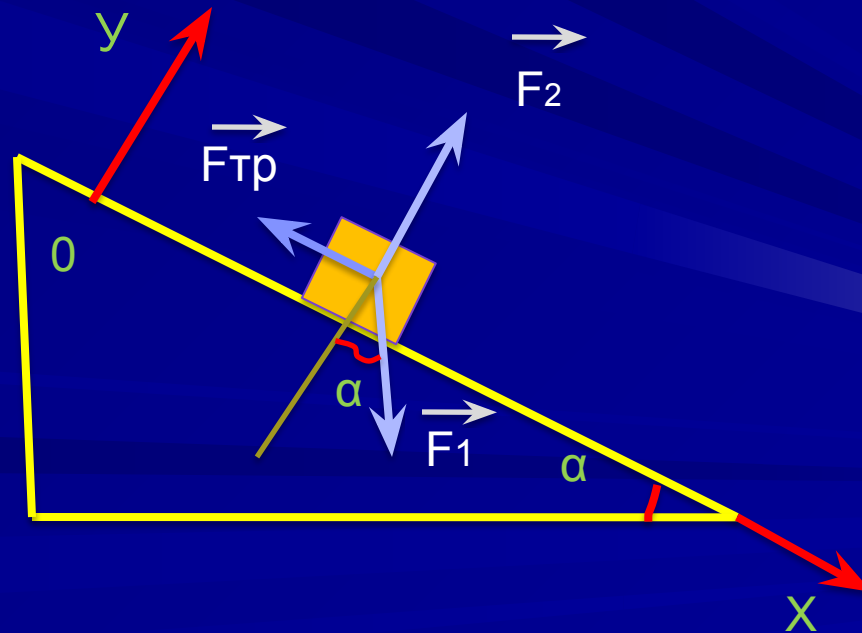
Чтобы определить модуль и направление вектора ускорения найдем его проекцию на ось  $Ox$ . С этой целью запишем второй закон Ньютона для проекции на ось  $Ox$ .

В данном случае  $ma_x = F_{1x} + F_{2x} - F_{\text{тр}x}$ .

Но  $F_{1x} = mg \sin \alpha$ ,  $F_{2x} = 0$ ,  $F_{\text{тр}x} = -F_{\text{тр}}$   $\rightarrow$

$$ma_x = mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}$$

$$a_x = \frac{mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}}{m}$$

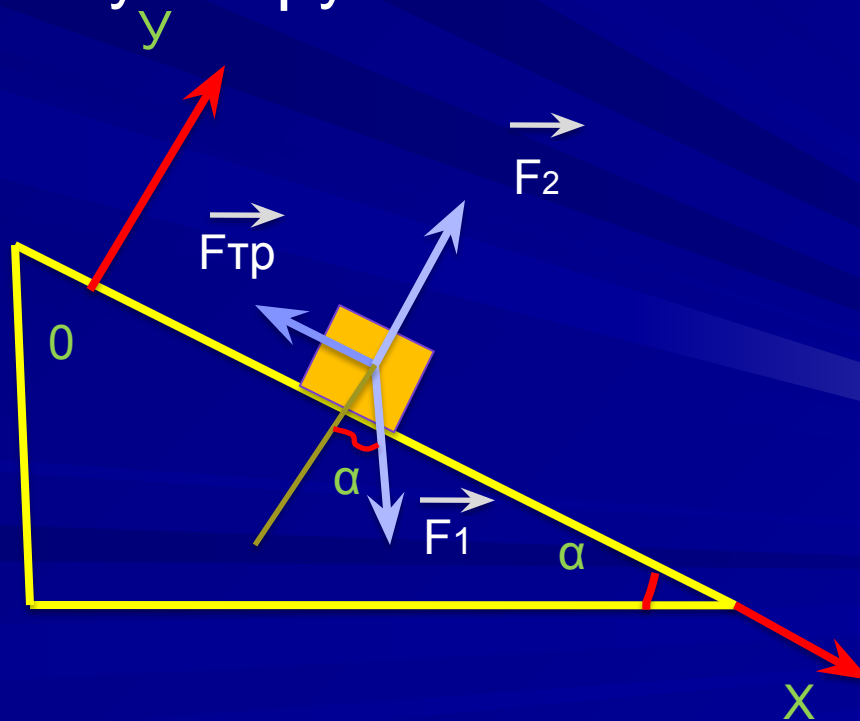




Модуль силы трения скольжения выразим через коэффициент трения  $\mu$  и модуль силы  $F_2$ :  $F_{\text{тр}} = \mu F_2$ .

Модуль силы  $F_2$  найдём, записав второй закон Ньютона в форме

$$m a_y = -F_{1y} + F_{2y} + F_{\text{тр}y}.$$

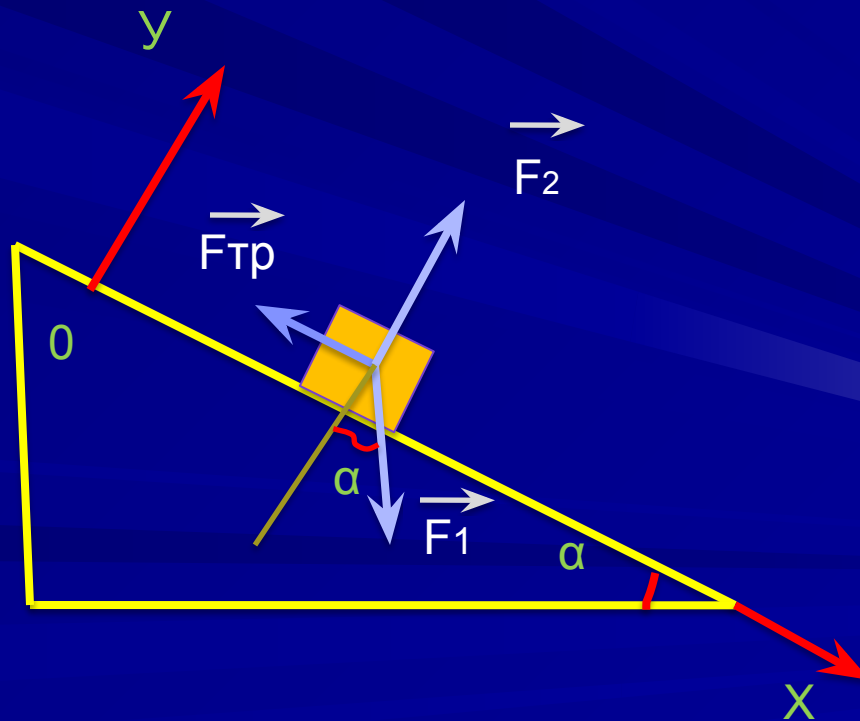


Поскольку  $a_y=0$  (т.к. ускорение кирпича перпендикулярно оси  $Oy$ ),  $F_{1y} = -mg\cos\alpha$ ,

$F_{2y} = F$  и  $F_{\text{тр}y} = 0$ , то  $F_2 - mg\cos\alpha = 0$

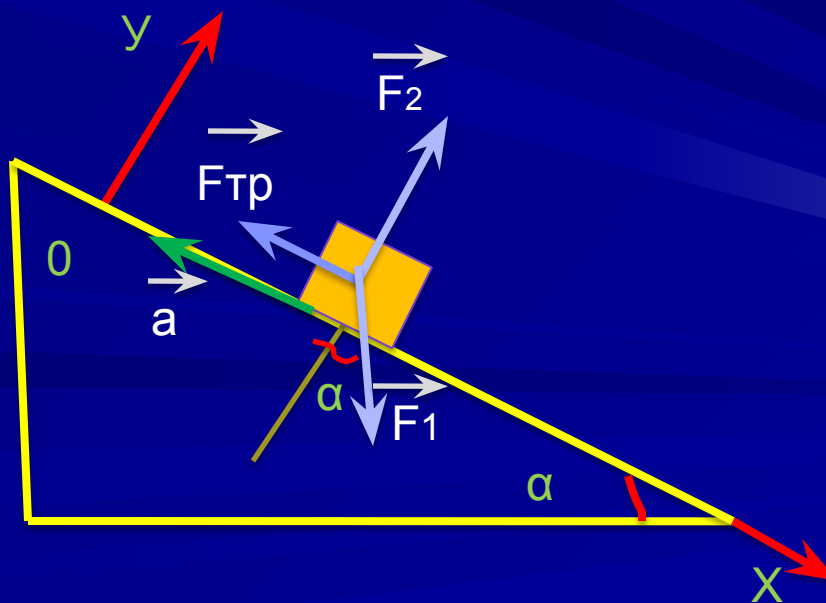
Отсюда  $F_2 = mg\cos\alpha$ .

Поэтому:  $F_{\text{тр}} = \mu F_2 = \mu mg\cos\alpha$



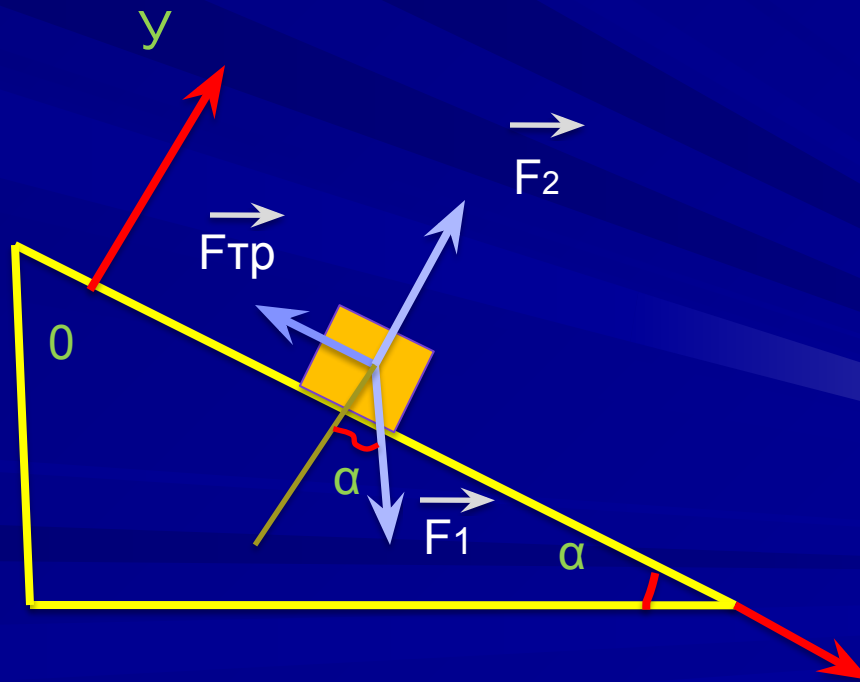
Из формулы следует, что проекция ускорения кирпича на ось  $Ox$  может быть положительной, отрицательной и равной нулю:

- a) если  $\sin\alpha > \mu \cos\alpha$ , то  $a_x > 0$  (вектор ускорения направлен вдоль ленты транспортера вниз);
- b) если  $\sin\alpha = \mu \cos\alpha$ , то  $a_x = 0$  (кирпич движется без ускорения);
- c) если  $\sin\alpha < \mu \cos\alpha$ , то  $a_x < 0$  (вектор ускорения направлен вдоль ленты транспортера вверх)



Подставляя найденное значение  $F_{тр}$  в формулу  
$$\left( a_x = \frac{mg \sin \alpha - F_{тр}}{m} \right), \text{ получим}$$

$$\underline{a_x = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}$$



Для случая рассмотренного в задаче,

$$a_x = 9,8 \frac{m}{c^2} \left( \frac{1}{2} - 0,6 \frac{\sqrt{3}}{2} \right) = - 0,2 \frac{m}{c^2}$$

$$a_x = - 0,2 \frac{m}{c^2}$$

Следовательно, ускорение кирпича направлено вдоль ленты транспортёра вверх и модуль этого ускорения равен  $a_x = 0,2 \frac{m}{c^2}$

---

