

Билет 8. Сила сухого трения, закон Кулона-Амонтона. Движение твердых тел в вязкой жидкости или газе.

Трение — один из видов взаимодействия тел.

Возникает при движении поверхности одного тела по поверхности другого.

Причина возникновения: трение возникает вследствие шероховатости поверхностей.

Трение подчиняется 3-му закону Ньютона: если на одно из тел действует сила трения, то такая же по модулю противоположенная сила действует на другое тело.

Виды трения

1. Трение покоя
2. Трение скольжения
3. Трение качения
4. Вязкое трение

Силы сухого трения — силы, возникающие при соприкосновении двух тел при отсутствии между ними жидкости или газообразной прослойки. Они направлены по касательной к соприкасающимся поверхностям.

Сила трения покоя — сила, возникающая при относительном покое между поверхностями соприкосновения тел и препятствующая началу движения.

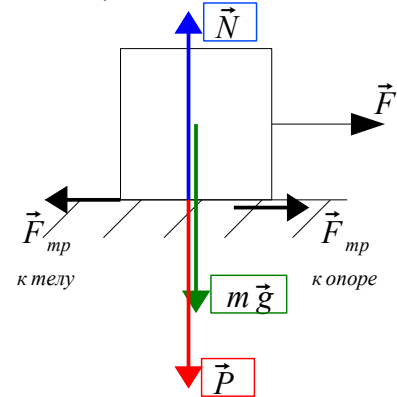
Величина зависит от условий покоя тела

Направление — против предположительного движения

Точка приложения — поверхность тела

Сила трения покоя равна по модулю и противоположна силе, приложенной к телу параллельно поверхности соприкосновения его с другим телом.

Максимальное значение сила трения, при котором скольжение еще не наступает, называется максимальной силой трения покоя.



Закон Кулона-Амонтона — максимальное значение сила трения покоя прямо пропорционально модулю силы реакции опоры.

$$F_{\max} = \mu N \quad \mu - \text{коэффициент трения покоя}$$

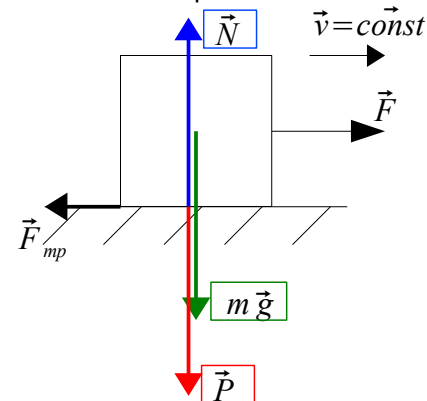
Сила трения и μ не зависят от площади соприкосновения.

Сила трения скольжения — сила, возникающая между поверхностями и препятствующая скольжению.

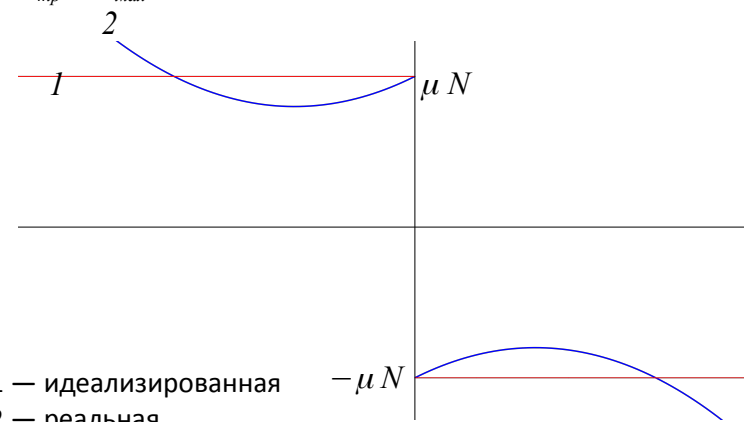
Величина зависит от относительной скорости движения

Направление — против направления движения

Точка приложения — поверхность тела



$$F_{\text{тр}} \approx F_{\max} = \mu N$$



1 — идеализированная
2 — реальная

Сила трения качения — сила, возникающая между поверхностями и препятствующая вращательному движению тел.

$$F_{\text{тр.кач}} = \frac{k}{R} \cdot N \quad R - \text{радиус тела}, k - \text{коэффициент трения качения}$$

$$F_{\text{тр.кач}} < F_{\text{тр.ск}}$$

Во время качения колесо и поверхность деформируются. При качении АТТ по АТП $F_{\text{тр.кач}} = 0$

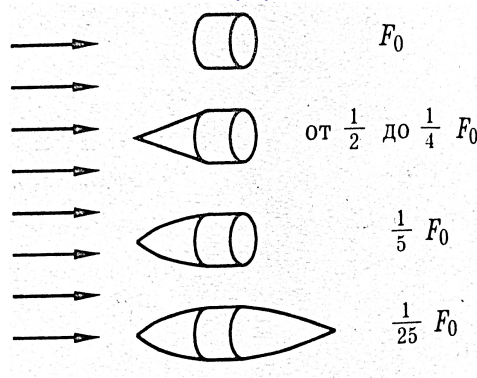
Сила вязкого трения — сила, возникающая между

При вязком трении нет трения покоя.

Величина зависит от формы, размеров, состояния поверхности тела, вязкости среды, относительной скорости движения тела и среды

Направление — против движения тела

Зависимость от формы



При малых относительных скоростях v

$$F = -\beta_1 v$$

β_1 или k_1 — коэффициент сопротивления

$$[\beta_1] = H \cdot \frac{c}{m}$$

Коэффициент сопротивления зависит от формы, размеров, состояния поверхности тела и свойств среды.

При больших относительных скоростях v

$$F = -\beta_2 v^2$$

β_2 или k_2 — коэффициент сопротивления

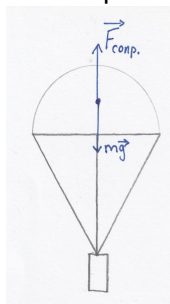
$$[\beta_2] = H \cdot \frac{c^2}{m^2}$$

При падении тел в воздухе сила сопротивления становится пропорциональной квадрату скорости практически с самого начала.

При движении тела в жидкости или газе за ним образуется область пониженного давления. Поэтому на тело действует сила лобового сопротивления, которая зависит от формы тела. Форма капли гарантирует минимизацию силы лобового сопротивления. Из-за этого такую форму имеют ракеты, самолеты, гоночные автомобили, пули.

Рассмотрим человека, спрыгивающего с самолета.

В некоторый момент человек будет двигаться равномерно со скоростью v .



$$mg = kv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{mg}{k}}$$

Без парашюта $k_1 = 0,2 \frac{H \cdot c}{m^2}$, с парашютом $k_1 = 2 \frac{H \cdot c}{m^2}$

Тогда $v_{без} = \sqrt{\frac{10 \cdot 70}{0,2}} = 59,16 \frac{m}{c}$, а $v_c = \sqrt{\frac{10 \cdot 70}{2}} = 18,7 \frac{m}{c}$

При небольших скоростях движение тел шарообразной формы подчиняется **закону Стокса**:

$$F_{сопр} = 6\pi \beta r v$$

β — коэффициент вязкости, r — радиус v — скорость в жидкости (газе)