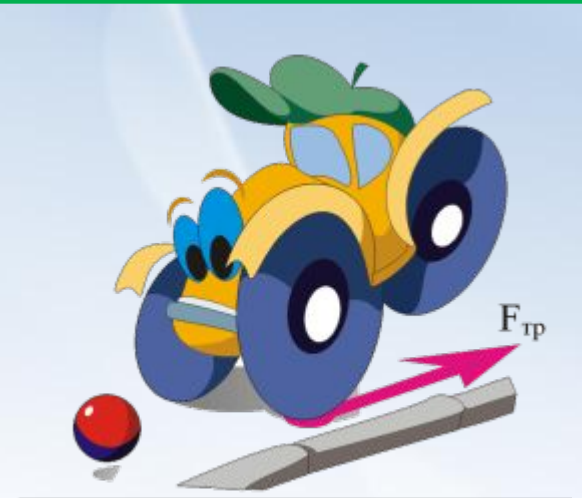


# Сила трения

- сила, возникающая при соприкосновении поверхностей тел, препятствующая их относительному перемещению, направленная вдоль поверхности соприкосновения.



# ВИДЫ СИЛЫ ТРЕНИЯ

*Сила трения покоя*

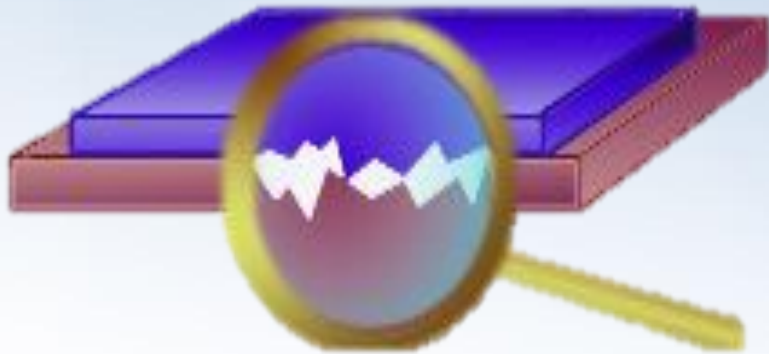
*Сила трения  
скольжения*

*Сила трения качения*

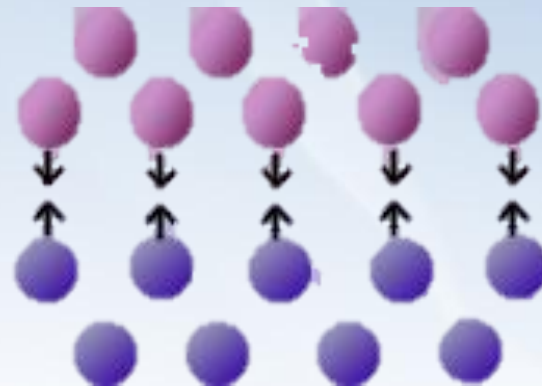


# ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ТРЕНИЯ

*шероховатость поверхностей  
соприкасающихся тел*



*взаимное притяжение  
молекул  
соприкасающихся тел*







# Сила трения покоя

- сила, препятствующая возникновению движения одного тела по поверхности другого.



$$\vec{F}_{\text{тр. п}} = -\vec{F}_{\text{внешняя}}$$



# ОСОБЕННОСТИ

1. Сила трения покоя всегда равна по величине внешней силе и направлена в противоположную сторону.

$$(v = 0) \quad \vec{F}_{тр} = -\vec{F}_{вн}$$

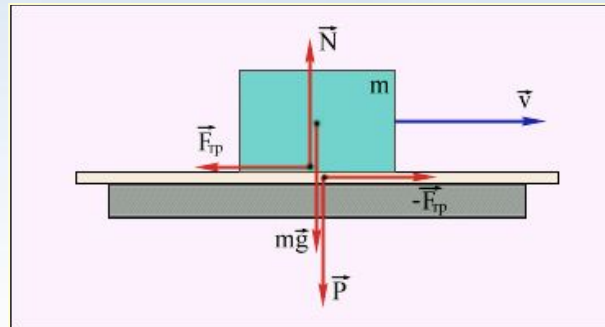
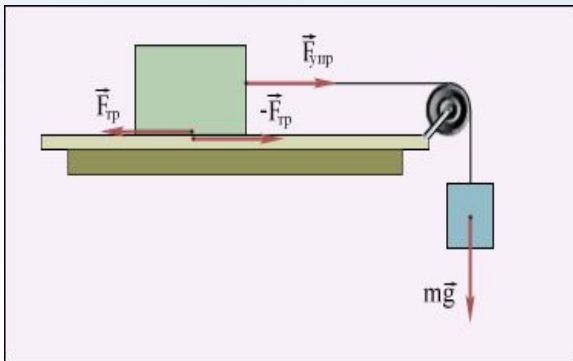
2. Сила трения покоя не может превышать некоторого максимального значения.

$$(F_{тр})_{\max}$$

3. Сила трения покоя пропорциональна силе тяжести.

$$\vec{F}_{тр} \sim \vec{F}_{тяж}$$

$$F_{тр} = \left( F_{тр . n} \right)_{\max} = \mu_n N$$



$\vec{N}$  - сила реакции опоры

$\vec{P} = -\vec{N}$  - вес тела

# МАКСИМАЛЬНАЯ СИЛА ТРЕНИЯ ПОКОЯ

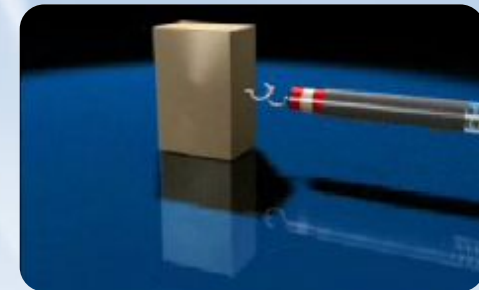
## ЗАВИСИТ

- от того, с какой силой прижимаются друг к другу соприкасающиеся предметы (1779 Ш. О. Кулон)
- от материала соприкасающихся поверхностей
- от характера обработки поверхности



## НЕ

- ## ЗАВИСИТ
- от площади соприкосновения поверхностей





# Сила трения скольжения

- сила, возникающая в плоскости касания тел при их относительном перемещении.

$$F_{тр} = \mu N$$

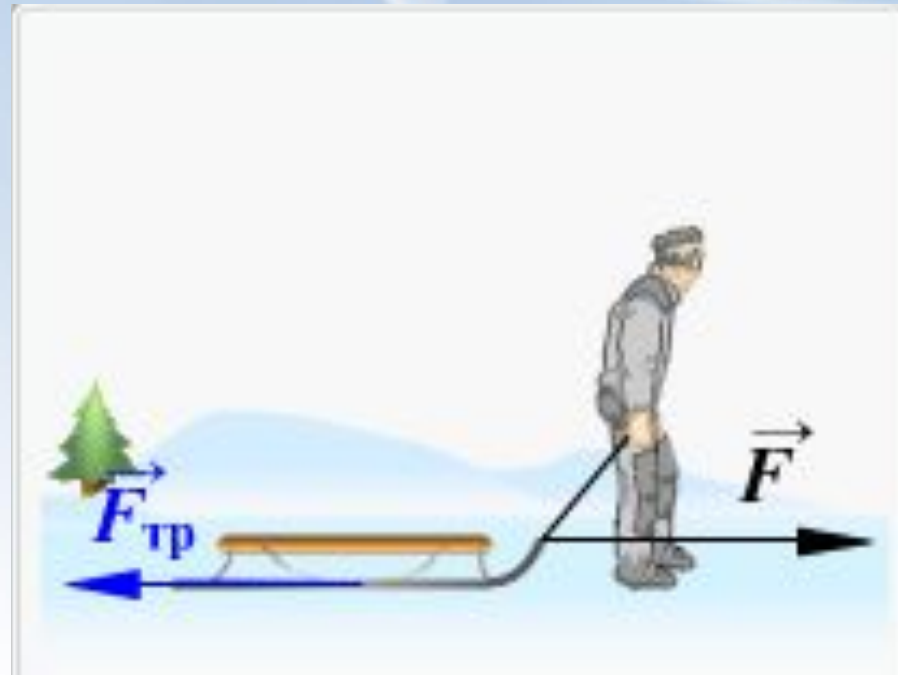


# ВОЗНИКНОВЕН

## ИЕ

Происхождение сил трения скольжения обуславливается тем, что любая поверхность на микроскопическом уровне не является плоской, на любой поверхности всегда присутствуют микроскопические неоднородности. Когда два соприкасающихся тела подвергаются попытке перемещения относительно друг друга, эти неоднородности зацепляются и препятствуют этому перемещению.

Когда внешняя сила превосходит максимальное трение покоя, то зацепления шероховатостей не достаточно для удержания тел, и они начинают смещаться относительно друг друга, при этом между телами действует сила трения скольжения.

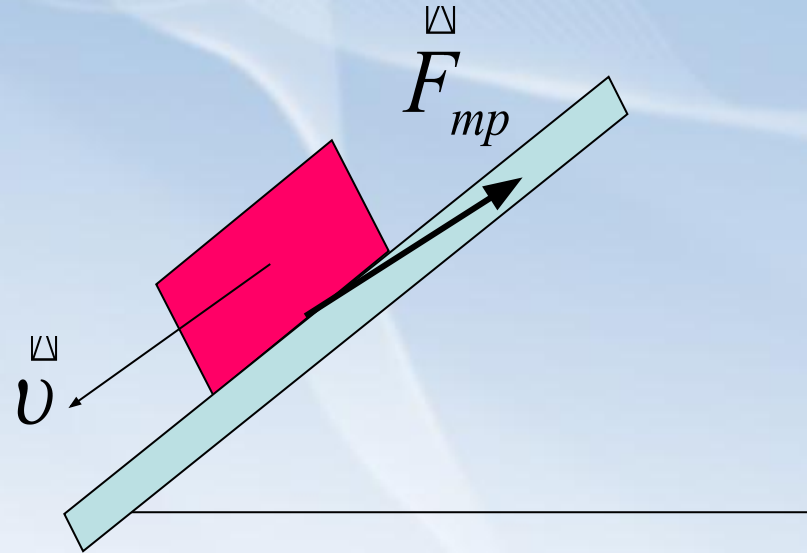




# ОСОБЕННО

## СТИ

1. Сила трения скольжения по величине практически равна максимальной силе трения покоя.
2. Сила трения скольжения всегда направлена против скорости движения тела, то есть она препятствует движению. Следовательно, при движении тела только под действием силы трения, она сообщает ему отрицательное ускорение, то есть скорость тела постоянно уменьшается.
3. Силу трения скольжения можно уменьшить путем введения смазки.



# КОЭФФИЦИЕНТ ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ

| <b>№ п/п</b> | <b>Трущиеся вещества</b>                  | <b>Коэффициент трения</b> |
|--------------|---|---------------------------|
| <b>1</b>     | <b>Бронза по бронзе</b>                   | <b>0,2</b>                |
| <b>2</b>     | <b>Бронза по чугуну со слабой смазкой</b> | <b>0,19</b>               |
| <b>3</b>     | <b>Дерево по дереву (дуб)</b>             | <b>0,5</b>                |
| <b>4</b>     | <b>Дерево по сухой земле</b>              | <b>0,71</b>               |
| <b>5</b>     | <b>Кирпич по кирпичу</b>                  | <b>0,65</b>               |
| <b>6</b>     | <b>Кожаный ремень по чугунному шкиву</b>  | <b>0,56</b>               |
| <b>7</b>     | <b>Сталь по льду</b>                      | <b>0,02</b>               |
| <b>8</b>     | <b>Сталь по стали</b>                     | <b>0,13</b>               |
| <b>9</b>     | <b>Уголь по меди</b>                      | <b>0,25</b>               |
| <b>10</b>    | <b>Чугун по чугуну со слабой смазкой</b>  | <b>0,15</b>               |
| <b>11</b>    | <b>Резина по бетону</b>                   | <b>0,75</b>               |

# Сила трения качения

– сопротивление качению одного тела (катка) по поверхности другого.



Трение качения

# ПРИЧИНА ТРЕНИЯ КАЧЕНИЯ

- деформация катка и опорной поверхности.

Проявляется, например, между элементами подшипников качения, между автомобильной шиной колеса автомобиля и дорожным полотном.





# ПРИМЕ

- На первом рисунке сила, вызывающая скольжение груза гораздо больше силы на втором рисунке, необходимой, чтоб катить его. Когда колесо катится без проскальзывания по поверхности, молекулярные связи разрываются при подъеме участков колеса быстрее, чем при скольжении. Поэтому сила качения значительно меньше силы скольжения.

- Существует также трение качения с проскальзыванием, оно возникает если движение двух соприкасающихся тел происходит при одновременном качении и скольжении.

