

Уроки физики в 10 классе

Силы трения



Вообразим, что трение может быть устранено совершенно, тогда никакое тело, будь оно величиной с каменную глыбу или мало, как песчинка, никогда не удержится одно на другом, все будет скользить и катиться, пока не окажется на одном уровне.

Не будь трения, Земля была бы без неровностей, подобно жидкости.

Шарль Гийом

Русских Владимир Леонидович

МБОУ «СОШ с УИОП № 61» города Кирова

Взаимодействие

... действие тел или частиц друг на друга, которое приводит к изменению состояния их движения.

Взаимодействие

```
graph TD; A[Взаимодействие] --> B[Изменение скорости, \vec{a}]; A --> C[Деформация]; B --> D[Количественная мера взаимодействия – сила (\vec{F}, [F] = Н), как мера действия одного тела на другое.]; C --> D;
```

Изменение скорости, \vec{a}

Деформация

Количественная мера взаимодействия – **сила** (\vec{F} , $[F] = \text{Н}$), как мера действия одного тела на другое.

Сила трения

Почему на санках и коньках катаются зимой?

Почему санки, скатившись с горы, останавливаются?

Почему мальчик, разогнавшись на гладком льду, останавливается?

Почему останавливается велосипед, когда велосипедист прекращает вращать педали?

**Причина изменения скорости ...,
которая ... движению тела!**

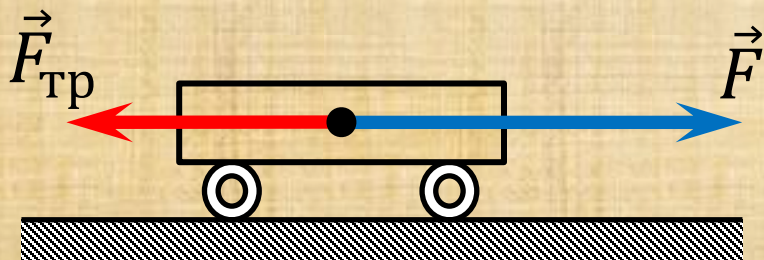


Сила трения

При соприкосновении одного тела с другим возникает взаимодействие, препятствующее их относительному движению, которое называют трением.



Сила, характеризующая взаимодействие, – **сила трения**.



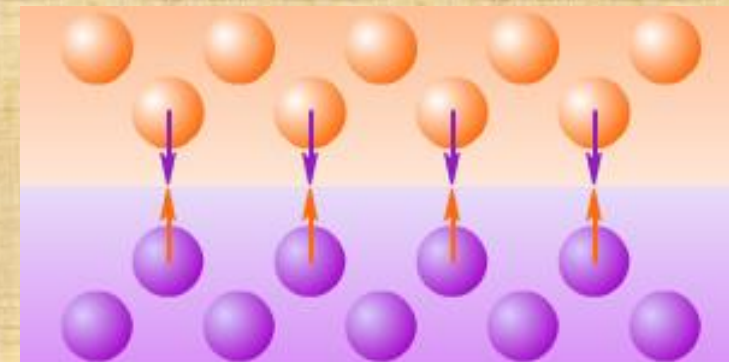
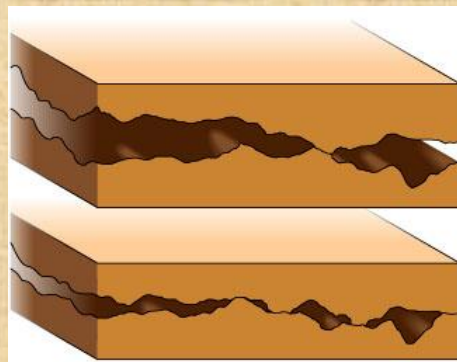
Причины возникновения:

- ✓ неровность поверхности тел;
- ✓ взаимное притяжение молекул соприкасающихся тел.

Обозначение силы:

$\vec{F}_{\text{тр}}$; модуль силы: $F_{\text{тр}}$.

Направлена вдоль
соприкасающихся поверхностей
в сторону противоположную
движению



Трение – один из видов взаимодействия тел

Особенности сил трения:

- ▶ возникают при соприкосновении двух тел и направлены вдоль поверхностей соприкосновения;
- ▶ всегда препятствуют относительному перемещению тел;
- ▶ имеют электромагнитную природу;
- ▶ зависят от скорости движения тел относительно друг друга.

Сила трения (причины возникновения)



**Неровность (шероховатость)
поверхности**



**Межмолекулярное
взаимодействие**

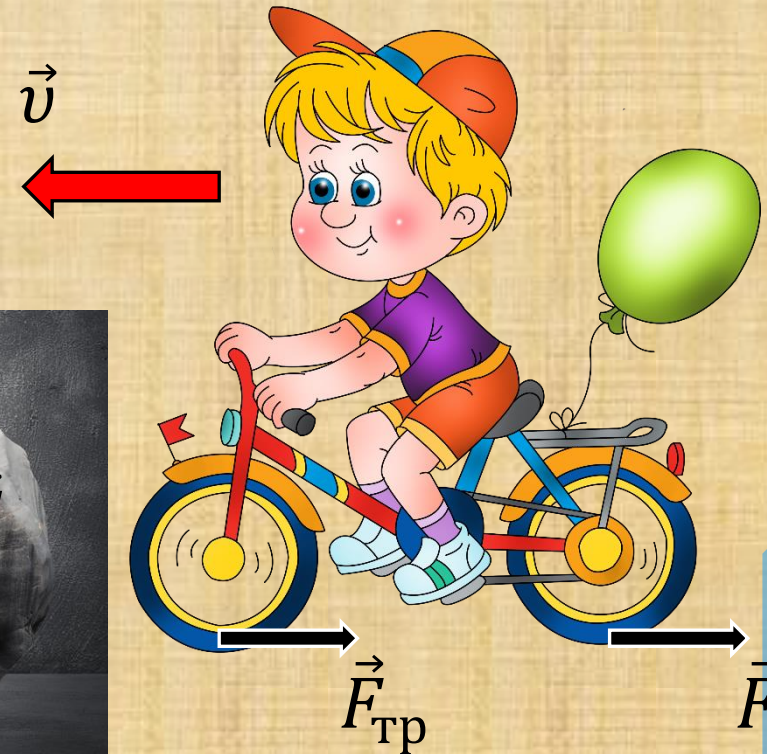
Виды сухого трения

При относительном покое или движении двух контактирующих тел силы трения, возникающие при их взаимодействии:

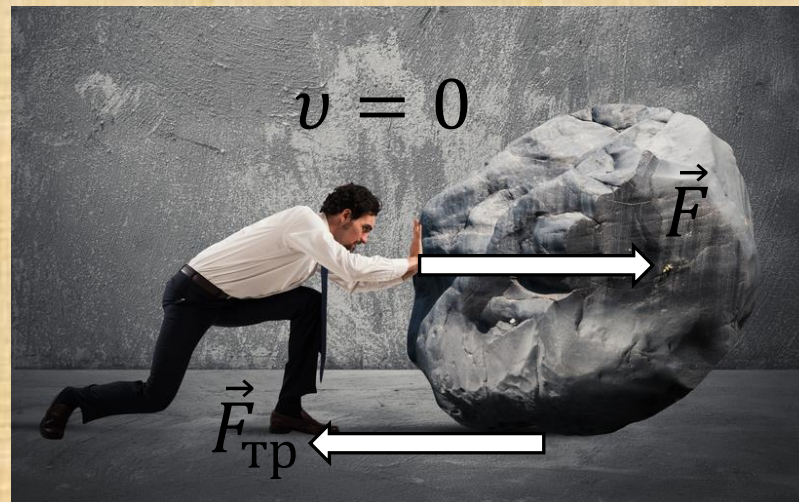
Трение скольжения



Трение качения



Трение покоя



Сила трения покоя

Сила трения покоя – это сила, действующая на данное тело со стороны соприкасающегося с ним другого тела вдоль поверхности соприкосновения тел в случае, когда тело покоится относительно друг друга.

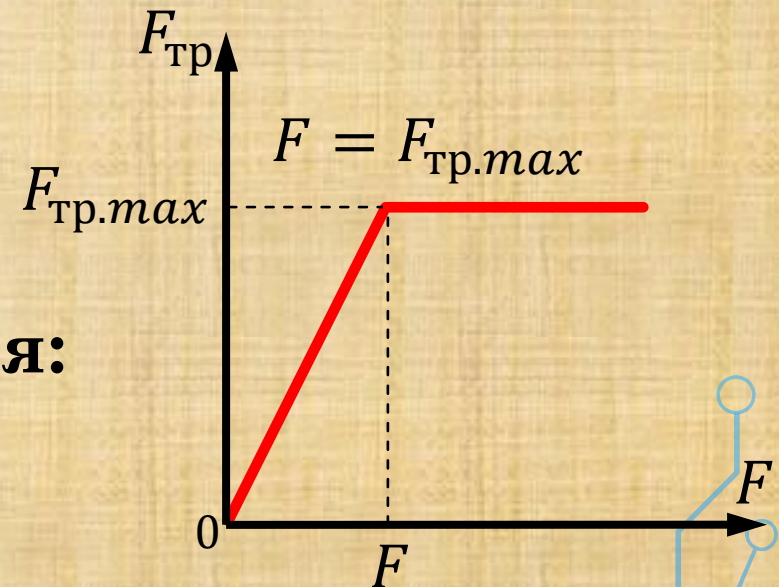
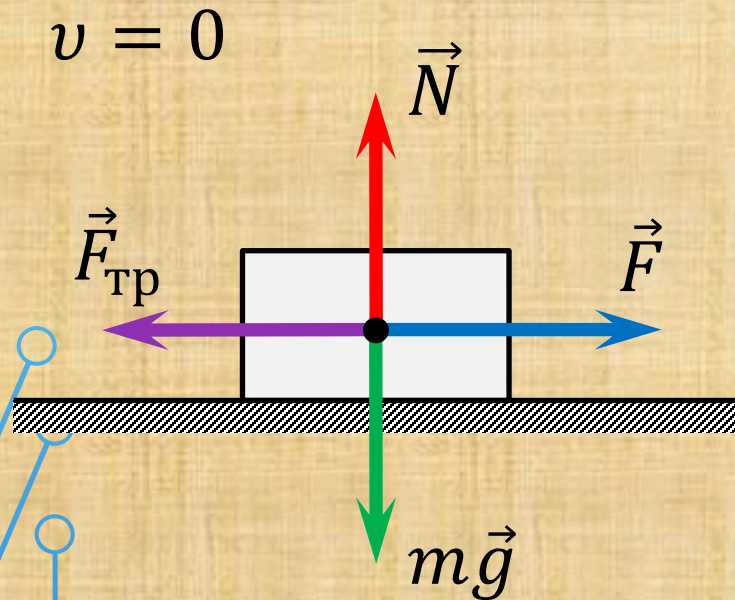
3 закон Ньютона:

$$\vec{F}_{\text{тр}} = -\vec{F}$$

Максимальное значение силы трения:

$$F_{\text{тр. max}} = \mu N$$

N – сила реакции опоры;
 μ – коэффициент трения.



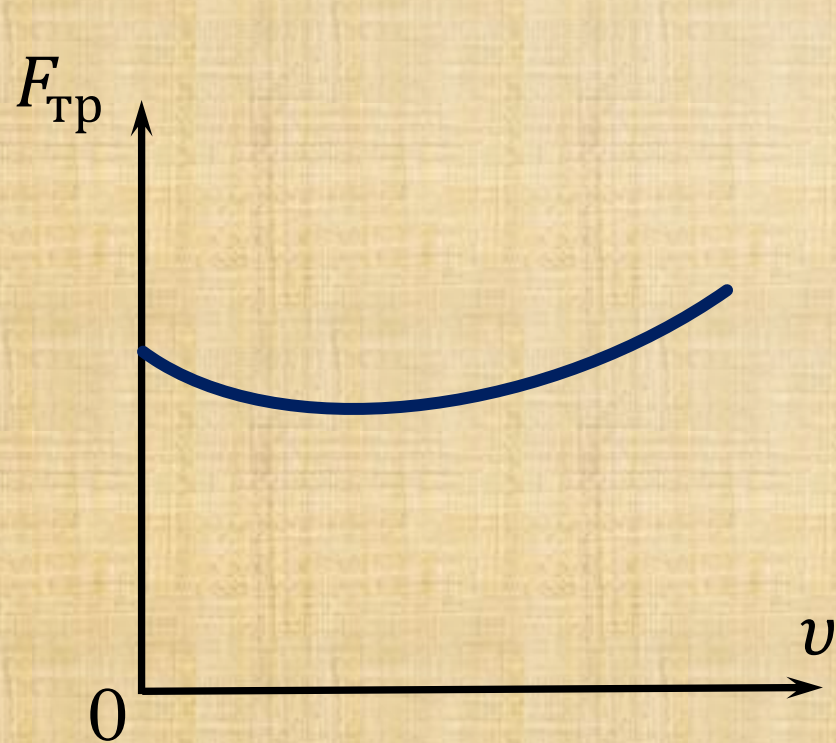
Сила трения покоя



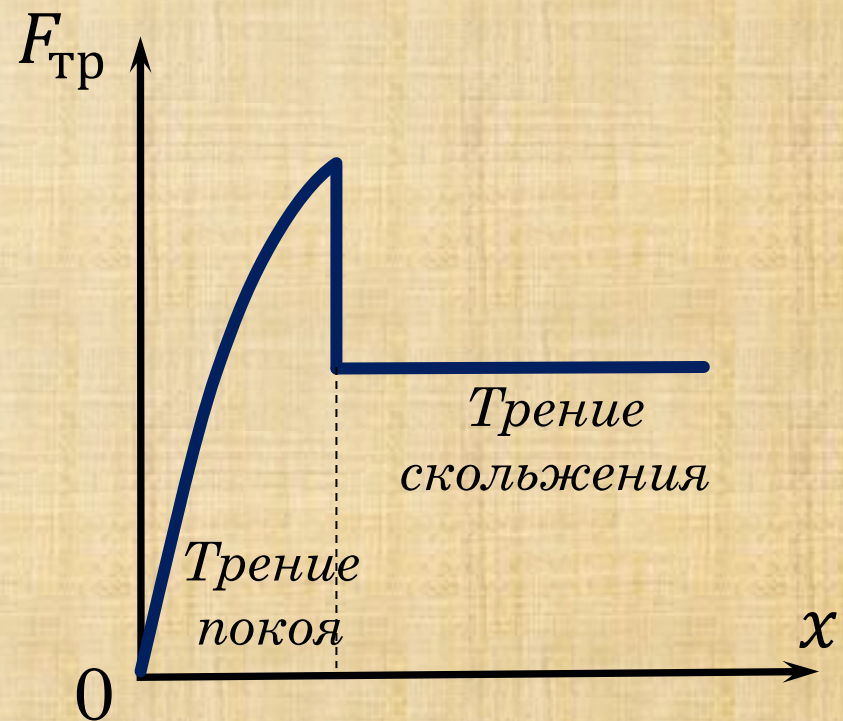
Трение покоя – движущая сила!



Сила трения



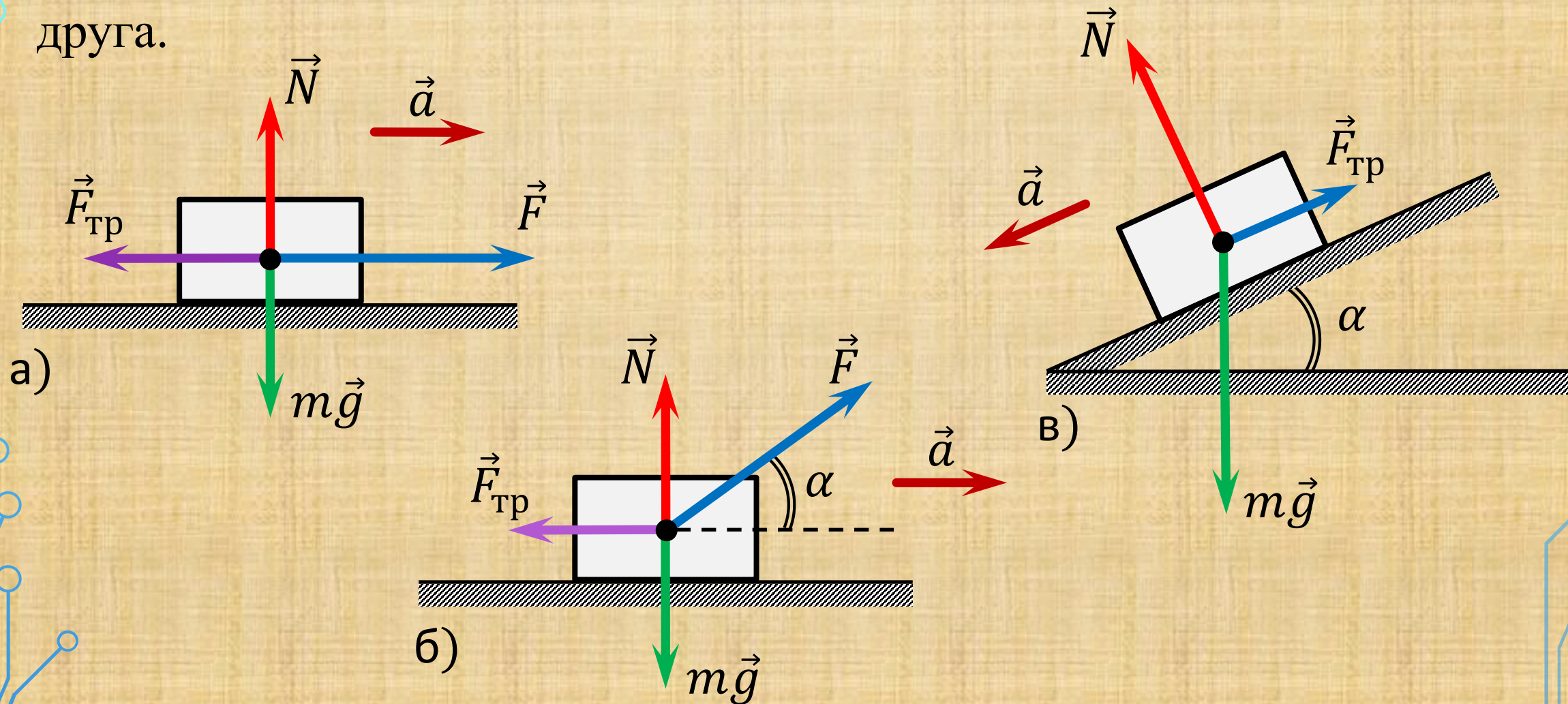
Зависимость силы трения
от скорости



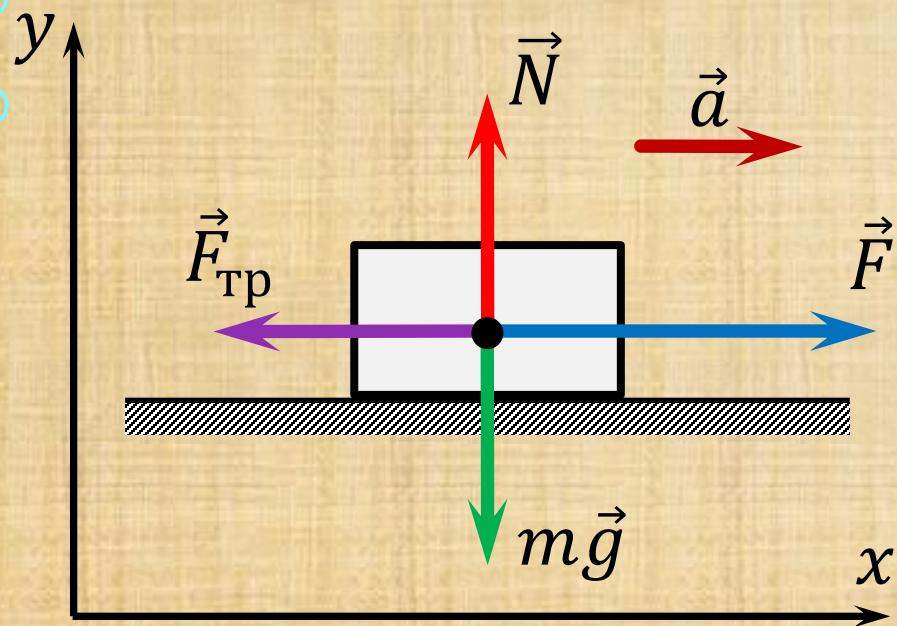
Зависимость силы
трения от смещения

Сила трения скольжения

Сила трения скольжения — это сила, возникающая между соприкасающимися телами, движущимися относительно друг друга.



Сила трения скольжения



Решаем задачу в зависимости от начальных условий!

По 2 закону Ньютона:

$$m\vec{a} = \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{F} + \vec{N} + m\vec{g}$$

В проекции на ось x:

$$ma = -F_{\text{тр}} + F$$

В проекции на ось y:

$$0 = N - mg$$

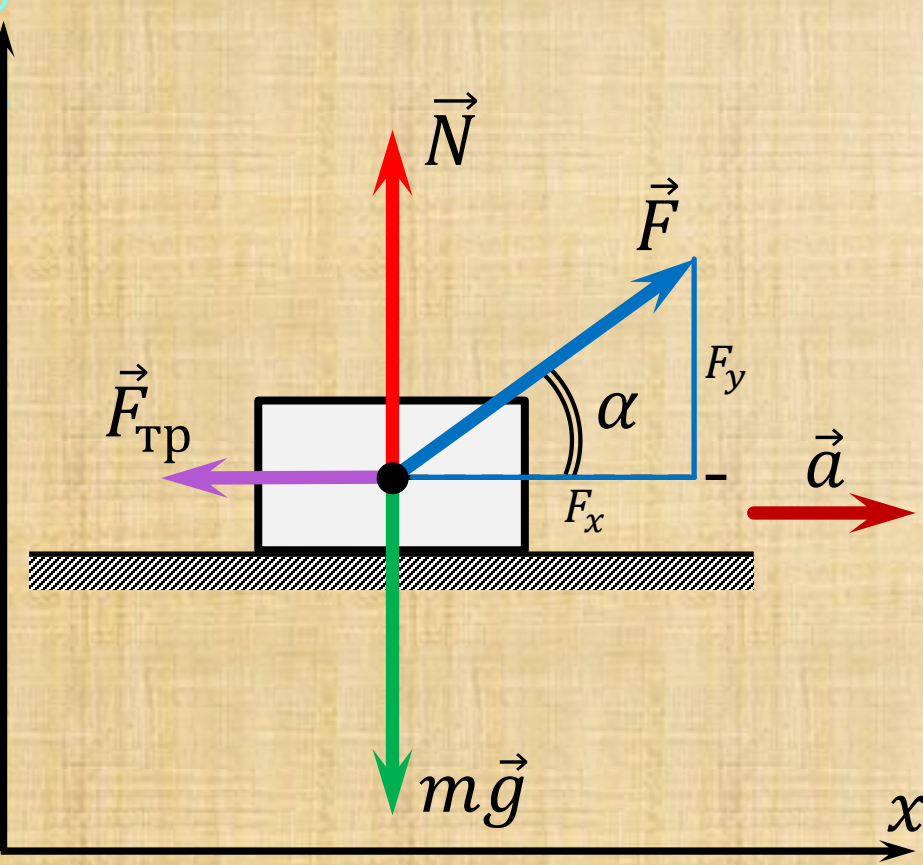
Следовательно,

$$N = mg$$

и

$$ma = F - \mu mg$$

Сила трения скольжения



Решаем задачу в зависимости от начальных условий!

По 2 закону Ньютона:

$$m\vec{a} = \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{F} + \vec{N} + m\vec{g}$$

В проекции на ось x:

$$ma = -F_{\text{тр}} + F \cos \alpha$$

В проекции на ось y:

$$0 = N - mg + F \sin \alpha$$

Следовательно,

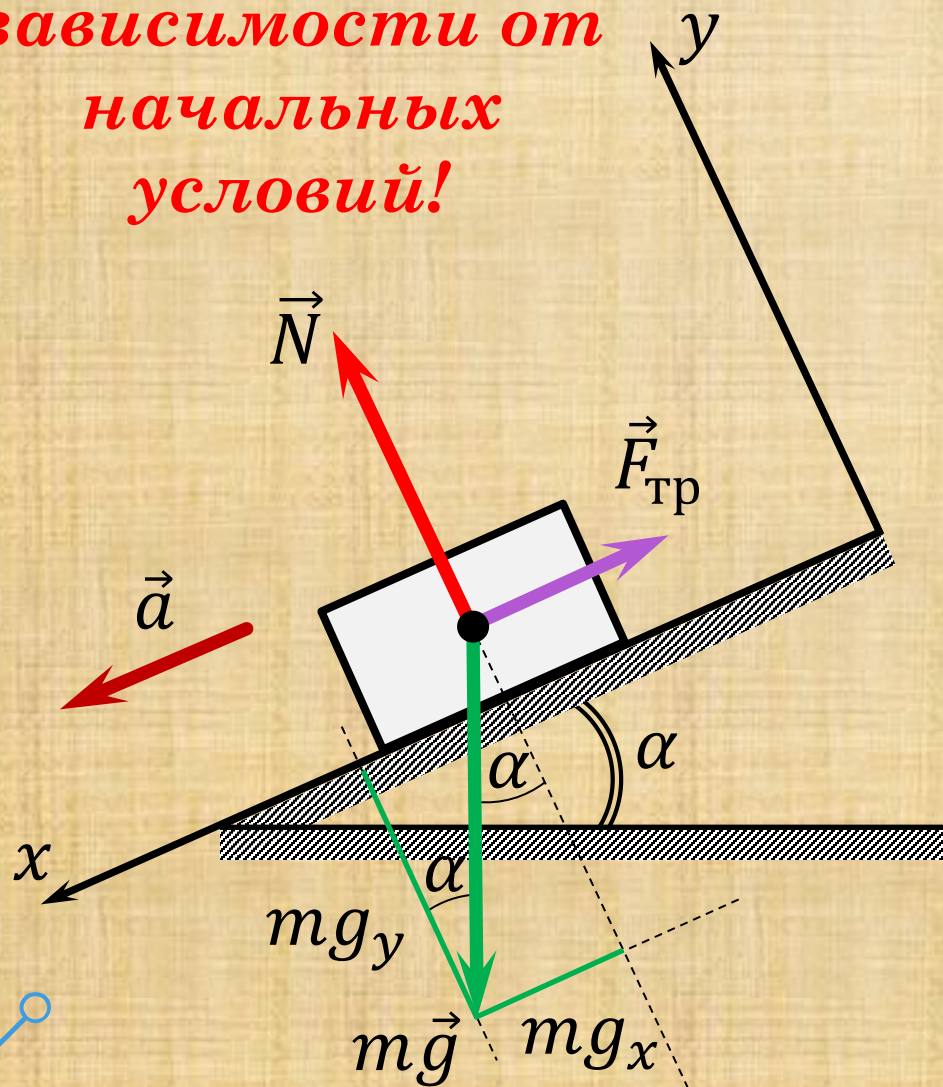
$$N = mg - F \sin \alpha$$

и

$$ma = F \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha)$$

Сила трения скольжения

Решаем задачу в зависимости от начальных условий!



По 2 закону Ньютона:

$$m\vec{a} = \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N} + m\vec{g}$$

В проекции на ось x :

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

В проекции на ось y :

$$0 = N - mg \cos \alpha$$

Следовательно,

$$N = mg \cos \alpha$$

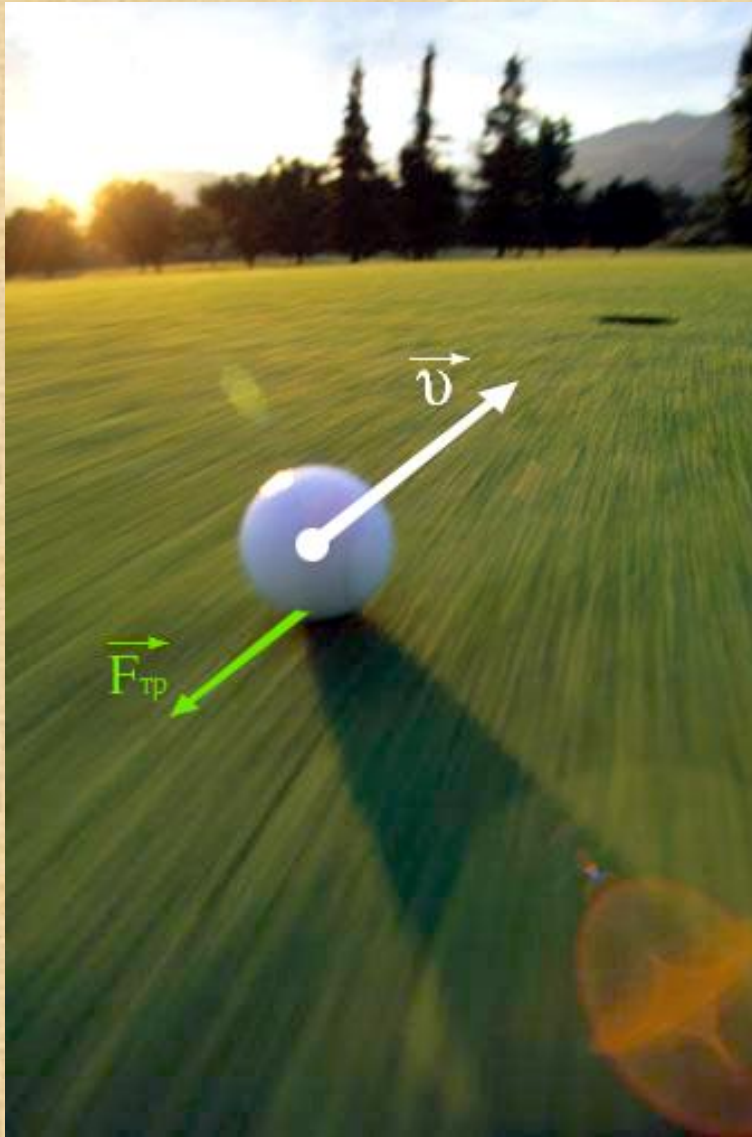
и

$$ma = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

или

$$a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

Сила трения качения



Сила трения качения – это сила трения, которая возникает, когда одно тело катится по поверхности другого.

Опыты показывают, что при одинаковых условиях сила трения качения в десятки раз меньше силы трения скольжения.

