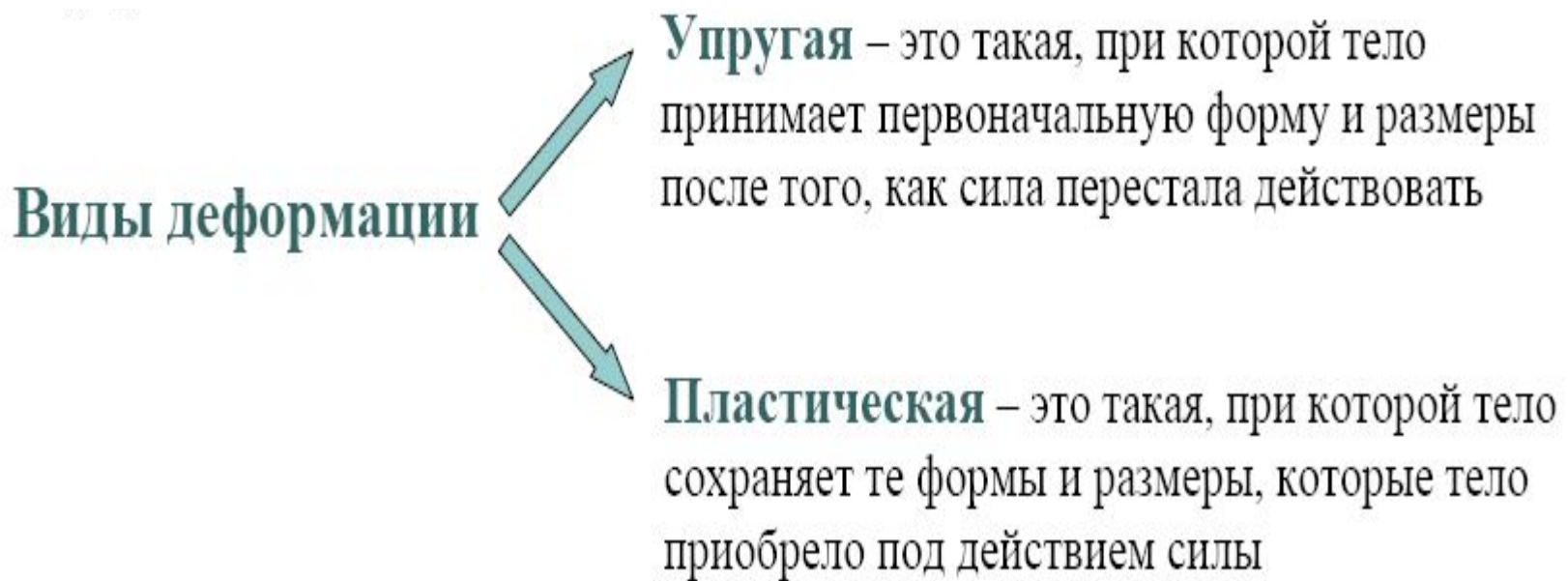


# **Лекция 10. Силы в механике: сила упругости, сила трения.**

- При воздействии на тело какой-либо силы тело деформируется.
- **Деформация – это изменение объема или формы тела под действием внешних сил.**



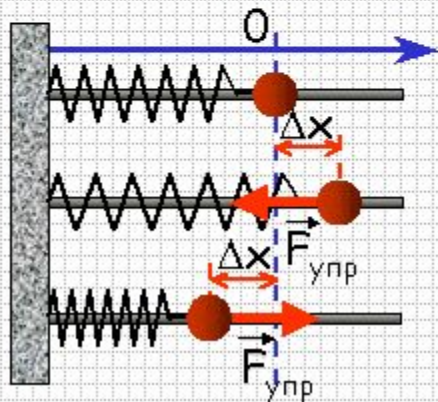
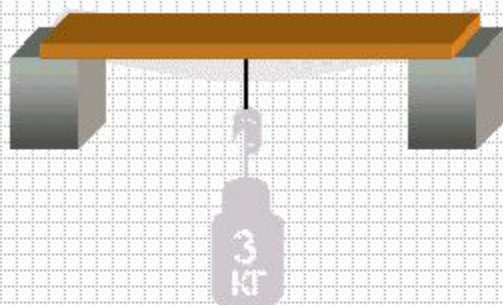
***Сила упругости – это сила, возникающая в результате деформации тела, и направленная в сторону противоположную деформации.***





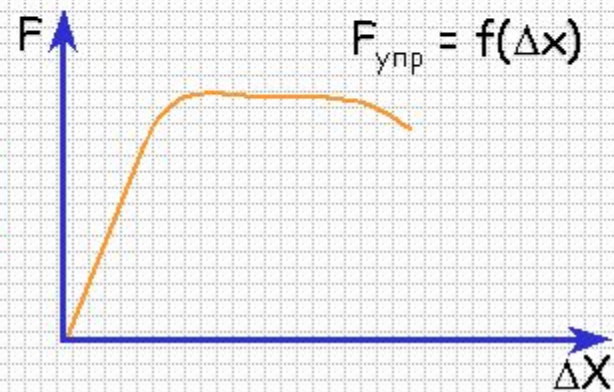
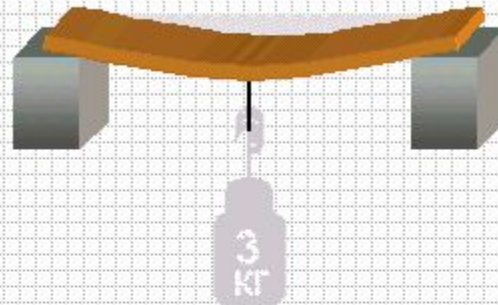
Роберт Гук

Упругая деформация.



$$(F_{\text{упр}})_x = -k\Delta x$$

Пластичная деформация.

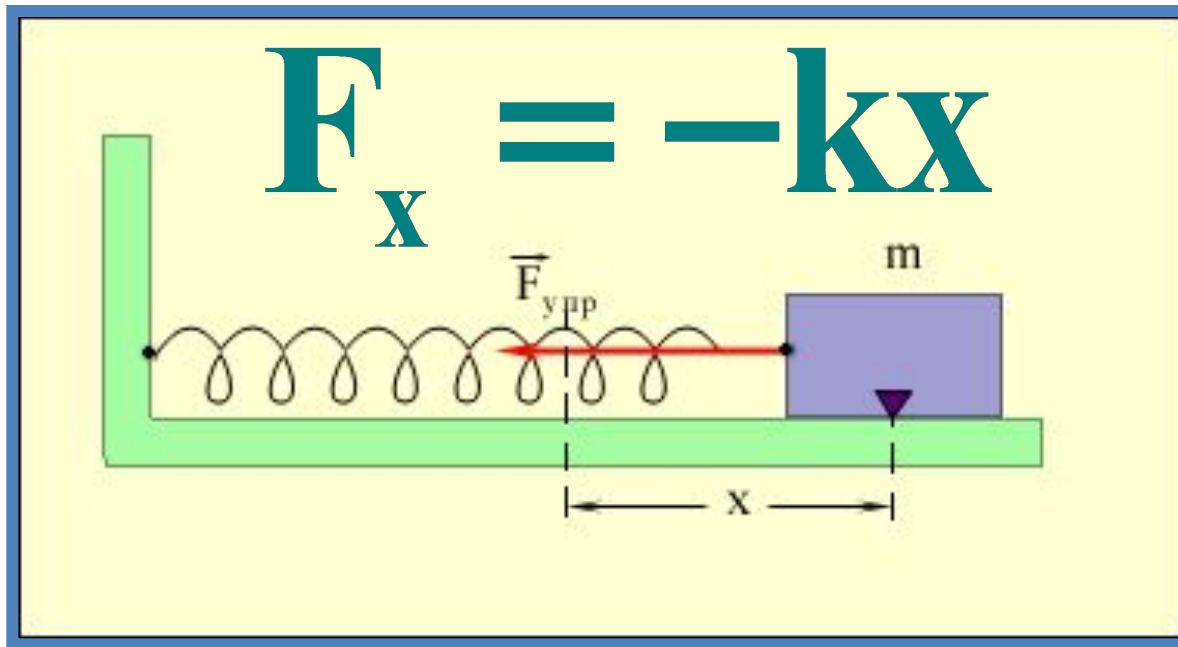


# Закон Гука

для малых упругих деформаций

**Сила упругости, возникающая при деформации тела, прямо пропорциональна его удлинению (сжатию) и направлена противоположно перемещению частиц тела при деформации**

# Формула закона Гука ( в проекции на ось X )



$x =$  - удлинение тела,

$k$  – коэффициент жесткости  $[k] = \text{Н/м}$

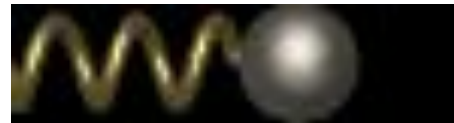
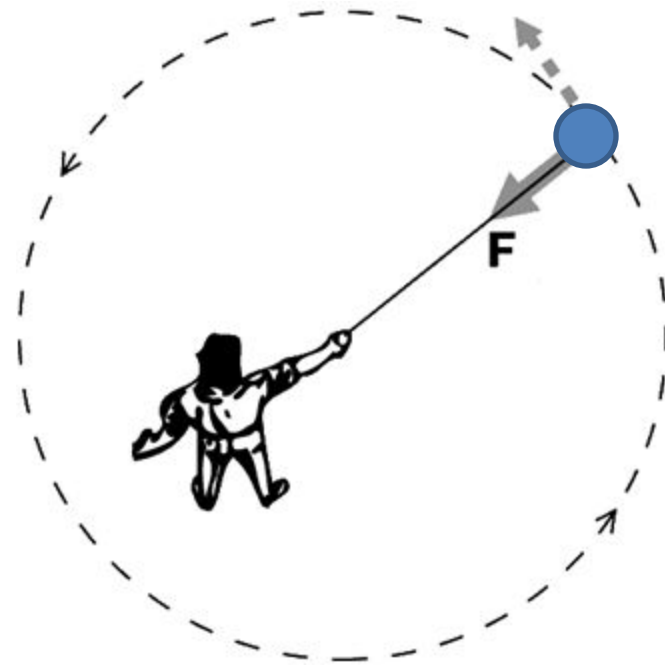
# Графическое представление закона Гука



$$\text{tg } \alpha = k = \frac{F_{\text{упр}}}{x}$$

# ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛЫ УПРУГОСТИ

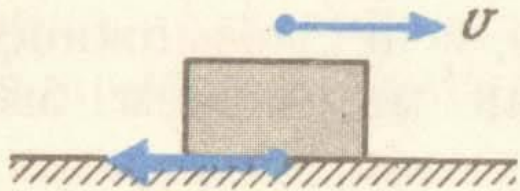
- Тело может совершать движение **по окружности**
- *(если вектора силы и скорости перпендикулярны)*
- Тело может совершать **колебательное движение**
- *(если вектора силы и скорости коллинеарные);*



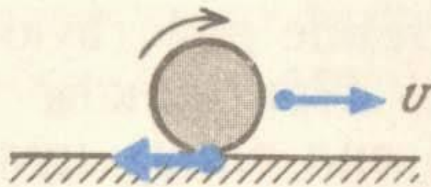


# ТРЕНИЕ

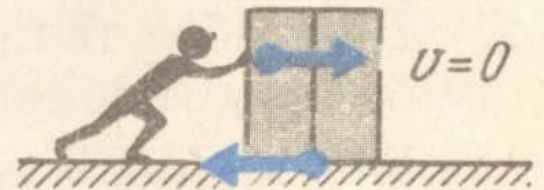
скольжения



качения



покоя



УМЕНЬШЕНИЕ

шлифование

смазка

уменьшение  
нагрузки

УВЕЛИЧЕНИЕ

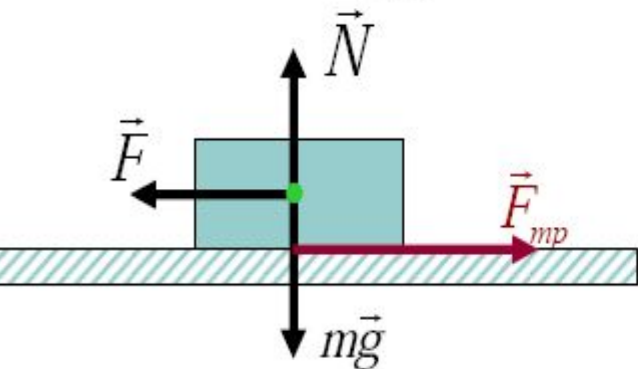
увеличение  
нагрузки

использование  
специальных  
материалов

**Сила трения** возникает при непосредственном соприкосновении двух тел и препятствует движению этих тел

**Сила трения**, подобно силе упругости, является проявлением электрического взаимодействия атомов

**Сила трения покоя** – это сила, которая возникает между двумя телами, неподвижными относительно друг друга и препятствует движению одного тела относительно другого



Сила трения, при которой начинается движение называется **предельной силой трения покоя**. Она зависит от упругих свойств материала, от обработки поверхностей и от того, с какой силой прижаты поверхности друг к другу, то есть от силы давления

Французские физики Амонтон и Кулон нашли, что

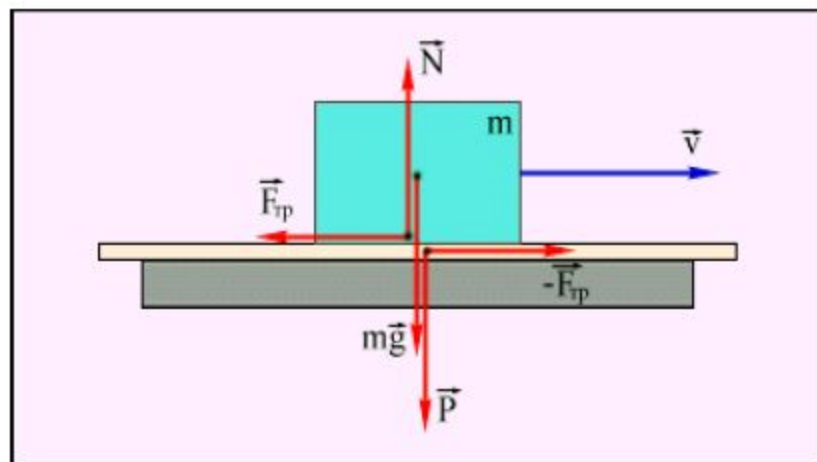
$$\vec{F}_{тр. \max} = \mu \cdot \vec{N}$$

где  $\mu$  – коэффициент трения покоя, зависит от материала и обработки поверхностей;

$\vec{N}$  – сила нормального давления (действует  $\perp$  поверхности)

**Сила трения скольжения** – это сила, которая возникает, когда одно тело скользит по поверхности другого тела.

Эта сила касательна к поверхности соприкосновения и направлена в сторону противоположную относительной скорости тел



Сила трения скольжения **не зависит от площади соприкасающихся поверхностей и в больших пределах не зависит от скорости тел**

Численно сила трения скольжения равна максимальному значению силы трения покоя

$$\vec{F}_{\text{тр.ск.}} = \vec{F}_{\text{тр.п. max}} = \mu \cdot \vec{N}$$

Как правило, трение скольжения вредное. Оно уменьшает скорость движения и приводит к потере энергии. **Чтобы уменьшить трение скольжения**

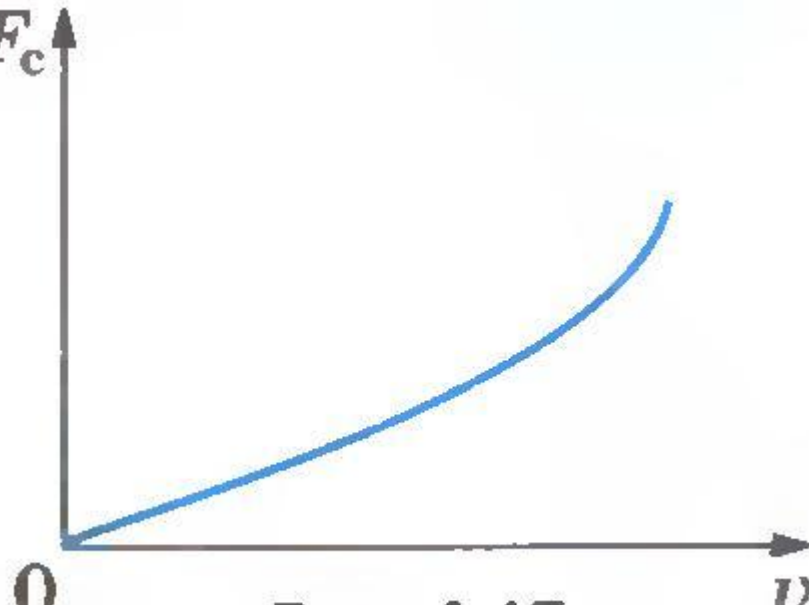
- подбирают материалы и шлифуют поверхности
- переходят от скольжения к качению (сила трения качения

$$\vec{F}_{\text{тр.кач}} = \mu_{\text{кач.}} \cdot \frac{\vec{N}}{r}$$

- применяют смазку, которая разделяет поверхности и поэтому трение происходит между слоями жидкости

# Сила сопротивления в газе или в жидкости (вязкого, жидкого трения) зависит:

- От размеров, формы и состояния поверхности тела
- От свойств среды (вязкости)
- От относительной скорости движения тела и ср



- При малых скоростях движения силу сопротивления можно считать прямо пропорциональной скорости движения тела относительно сре  $F_c = k_1 v$ .

- где  $k_1$ - коэффициент сопротивления .

При больших скоростях относительного движения сила сопротивления пропорциональна квадрату скорости:

$$F_c = k_2 v^2$$

- где  $k_2$  - коэффициент сопротивления, отличный от  $k_1$ .