

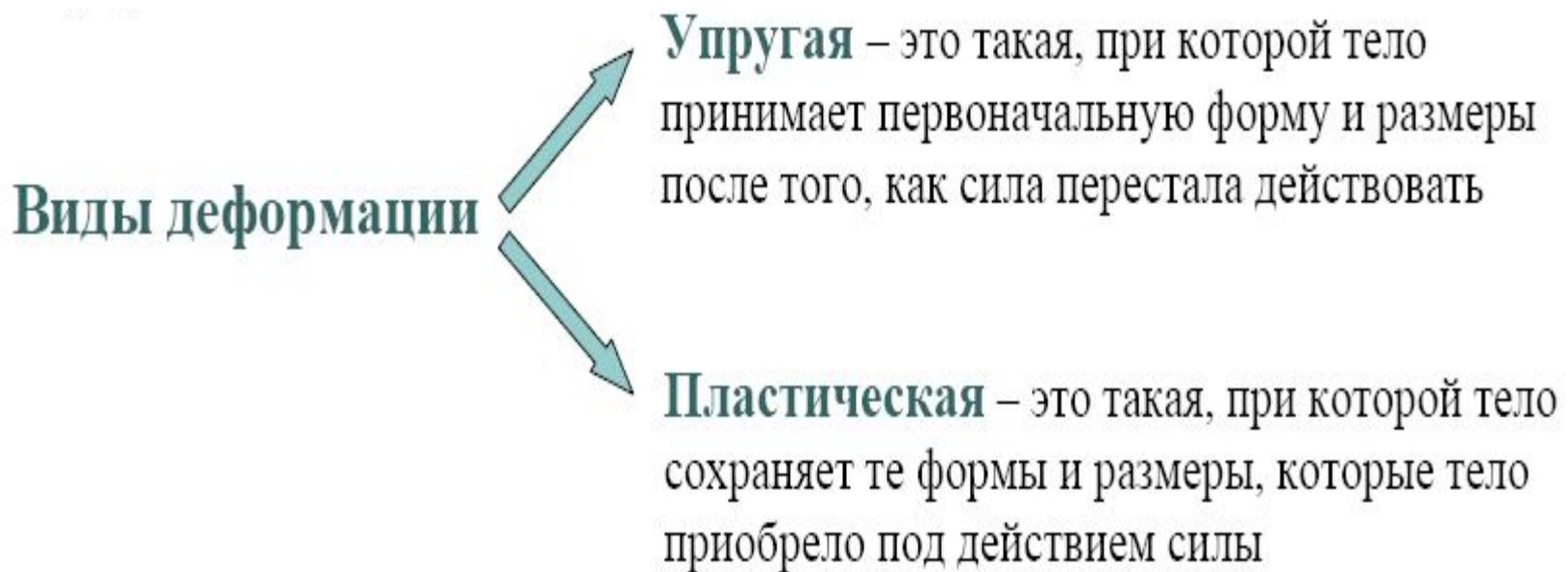
Лекция 10. Силы в механике: сила упругости, сила сухого и вязкого трения.

д/з: §3.8,3.9,3.13-3.16

- 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.



Виды деформации

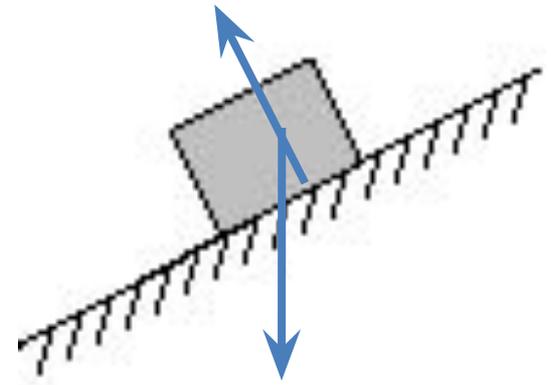
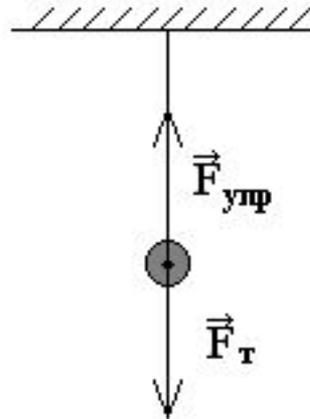
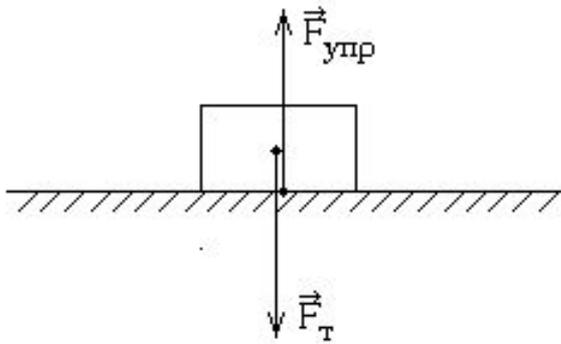
упругие

пластичные

- растяжения,
- сжатия,
- сдвига,
- кручения,
- изгиба

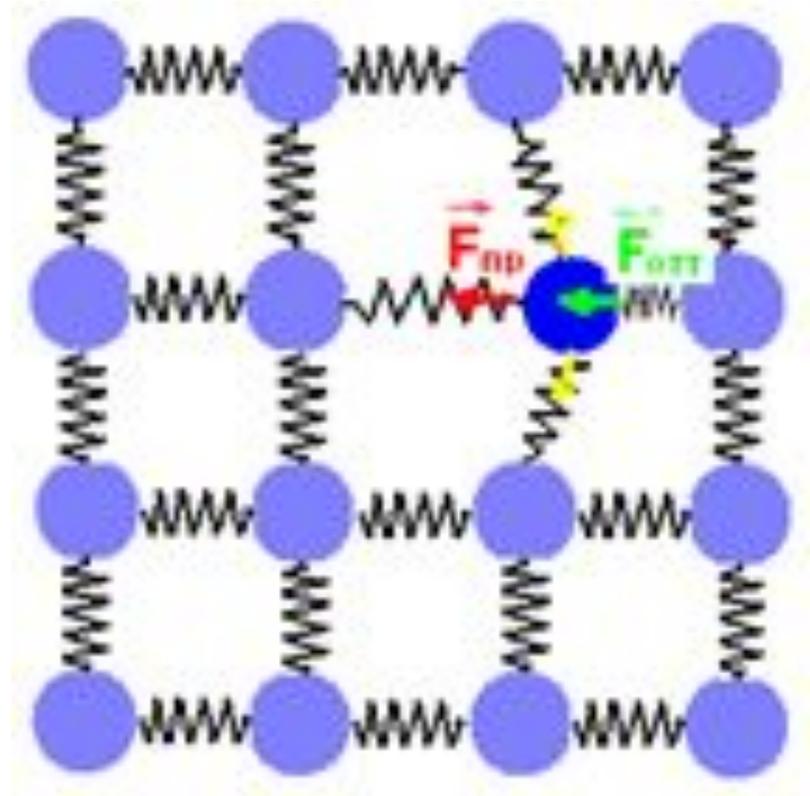
Направление силы упругости

- Сила упругости всегда направлена против деформации



Причины возникновения сил упругости

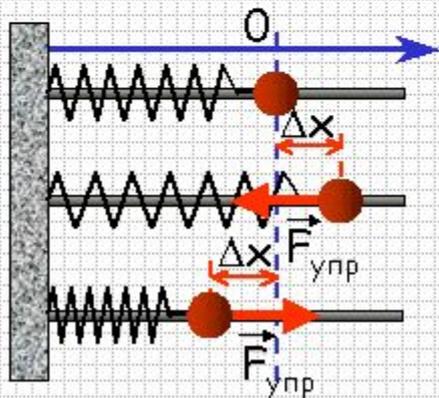
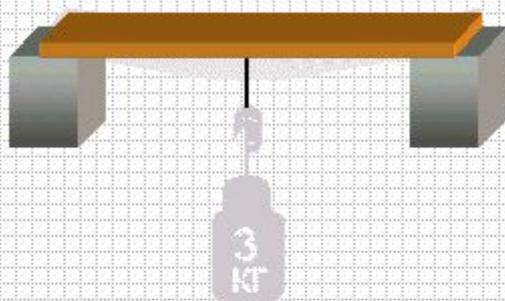
- Все тела состоят из атомов или молекул
- Частицы взаимодействуют между собой с силами притяжения и отталкивания
- Расстояния между частицами сравнимы с размерами частиц
- Увеличиваем расстояния – преобладают силы притяжения
- Уменьшаем – преобладают силы отталкивания





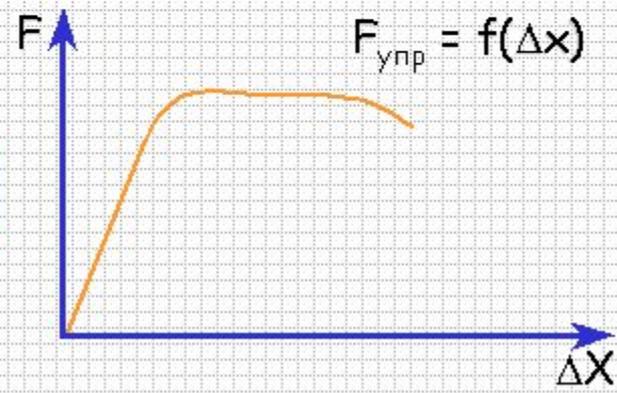
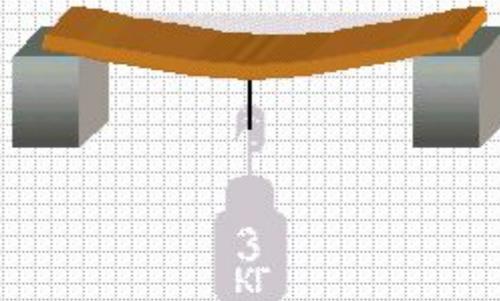
Роберт Гук

Упругая деформация.



$$(F_{\text{упр}})_x = -k\Delta x$$

Пластичная деформация.

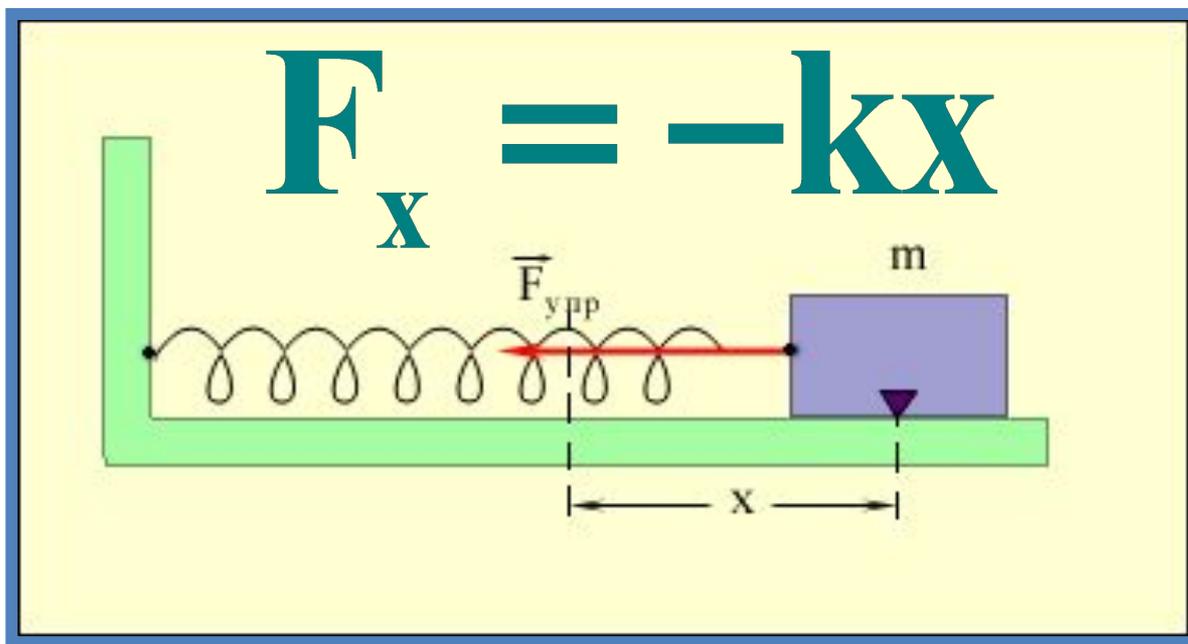


Закон Гука

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 $[k] = \text{Н/м}$

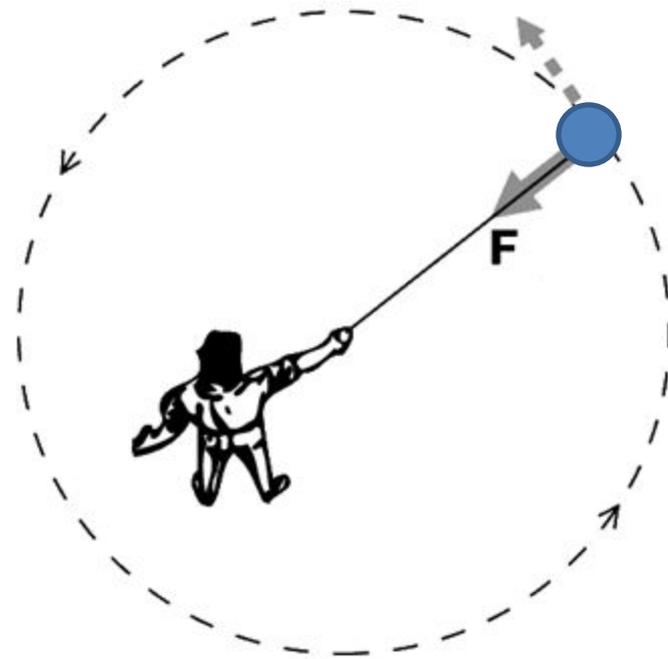
Графическое представление закона Гука



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

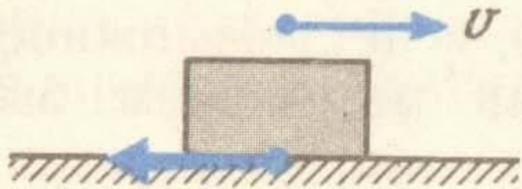
ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛЫ УПРУГОСТИ

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

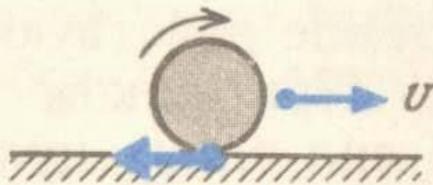


ТРЕНИЕ

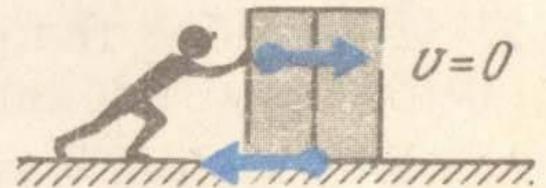
скольжения



качения



покоя



УМЕНЬШЕНИЕ

шлифование

смазка

уменьшение
нагрузки

УВЕЛИЧЕНИЕ

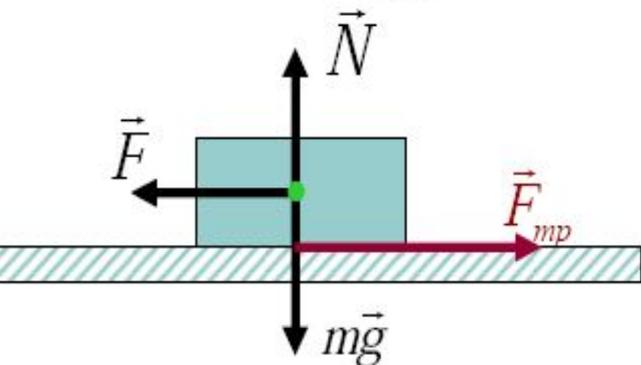
увеличение
нагрузки

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

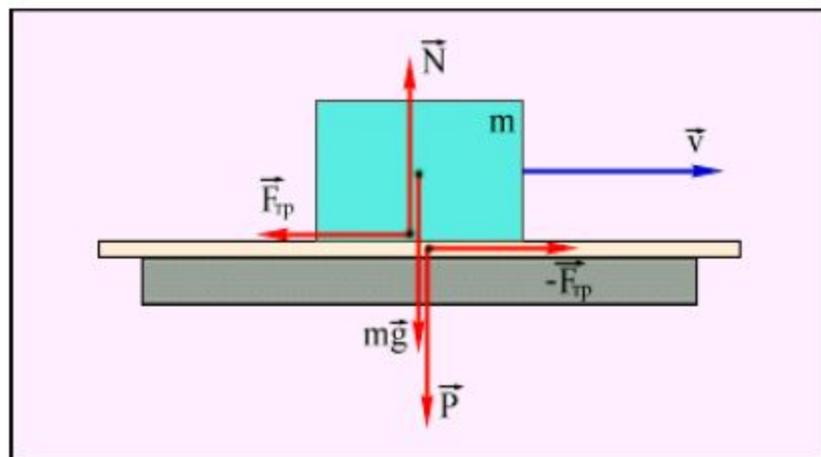
$$\vec{F}_{тр. \max} = \mu \cdot \vec{N}$$

где μ – 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

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

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

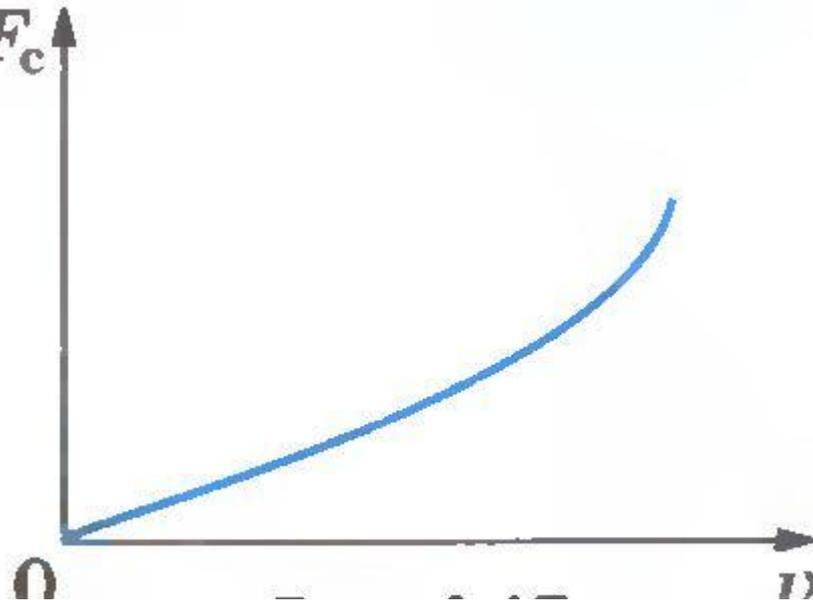
- подбирают материалы и шлифуют поверхности
- переходят от скольжения к качению (сила трения качения

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

- 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 .