

# Сила упругости

# Сила упругости. Деформация

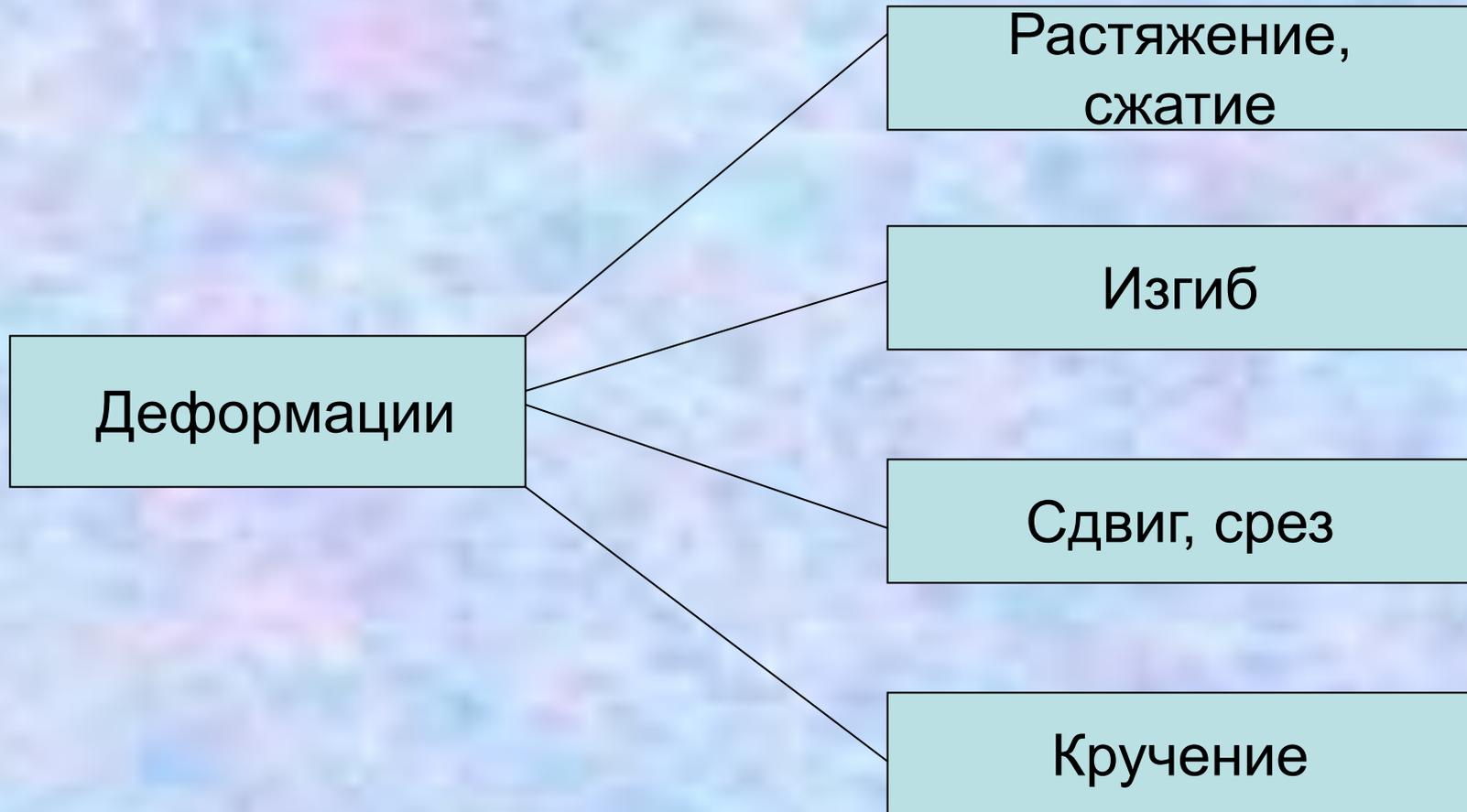
**Сила упругости**  
возникает при деформации тел

**Деформация** – изменение формы или объема тела

**Упругая деформация**  
(исчезает после удаления нагрузки)

**Пластическая деформация**  
(остается после удаления нагрузки)

# Виды деформаций



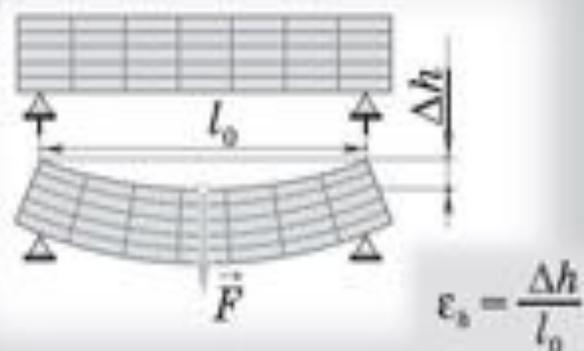
# ВИДЫ ДЕФОРМАЦИЙ

ДЕФОРМАЦИИ В БЫТУ

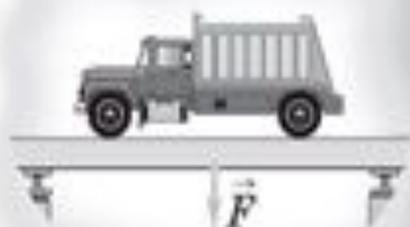


ИЗГИБ

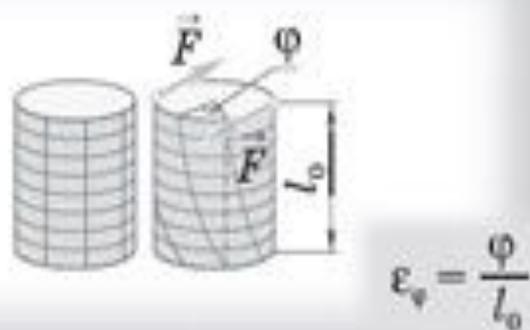
МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ



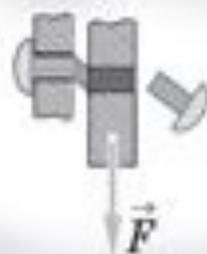
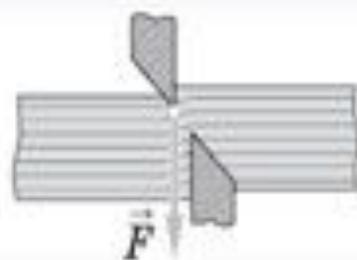
ДЕФОРМАЦИИ В ТЕХНИКЕ



КРУЧЕНИЕ



СРЕЗ



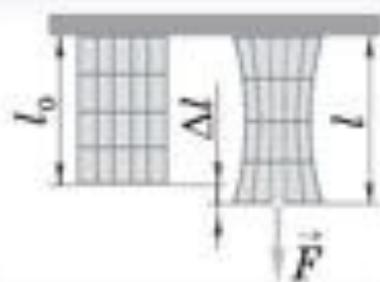
# ВИДЫ ДЕФОРМАЦИЙ

ДЕФОРМАЦИИ В БЫТУ



РАСТЯЖЕНИЕ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ

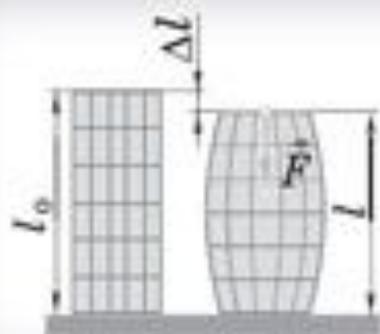


$$\epsilon_l = \frac{\Delta l}{l_0}$$

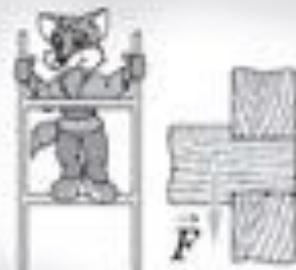
ДЕФОРМАЦИИ В ТЕХНИКЕ



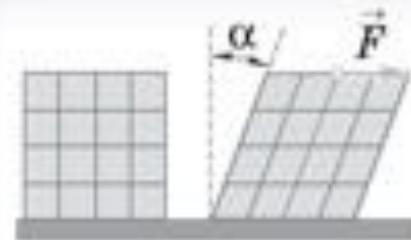
СЖАТИЕ



$$\epsilon_l = \frac{\Delta l}{l_0}$$



СДВИГ



$$\epsilon_\alpha = \operatorname{tg} \alpha$$



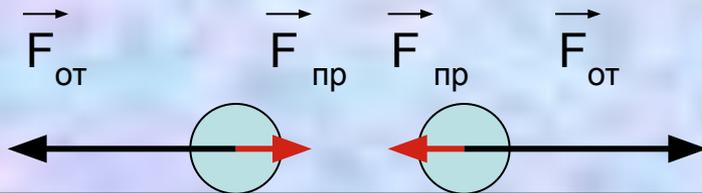
# Сила упругости равна сумме сил притяжения и отталкивания между молекулами

нет деформации



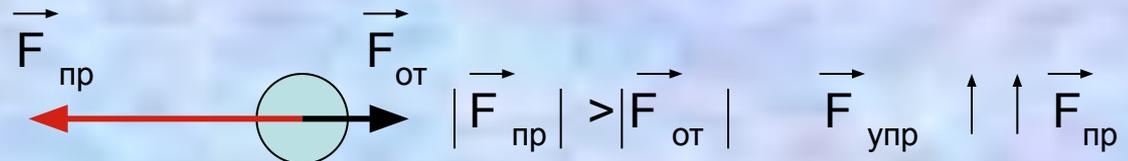
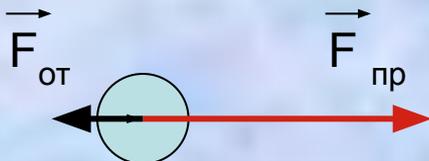
$$|\vec{F}_{\text{пр}}| = |\vec{F}_{\text{от}}| \quad \vec{F}_{\text{упр}} = 0$$

сжатие



$$|\vec{F}_{\text{пр}}| < |\vec{F}_{\text{от}}| \quad \vec{F}_{\text{упр}} \uparrow \uparrow \vec{F}_{\text{от}}$$

растяжение



$$|\vec{F}_{\text{пр}}| > |\vec{F}_{\text{от}}| \quad \vec{F}_{\text{упр}} \uparrow \uparrow \vec{F}_{\text{пр}}$$

# Закон Гука

Английский ученый Роберт Гук в 1660 году установил закон:

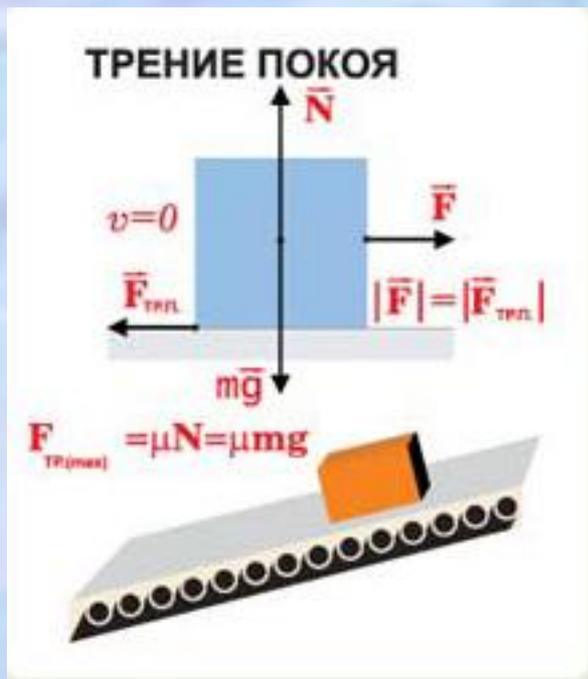
**Сила упругости прямо пропорциональна  
смещению тела и противоположна ему по знаку**

$$F_{\text{упр}} = - kx$$

$k$  – коэффициент жесткости [Н/м]

$x$  – смещение (удлинение тела) [м]

# СИЛА ТРЕНИЯ



# Виды силы трения.

**1. Сила трения покоя**



**2. Сила трения качения**

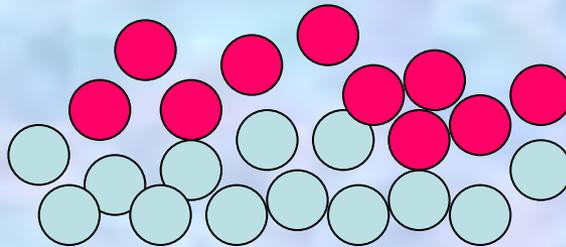


**3. Сила трения скольжения**



# Сила трения

**Трение** – один из видов взаимодействия тел.

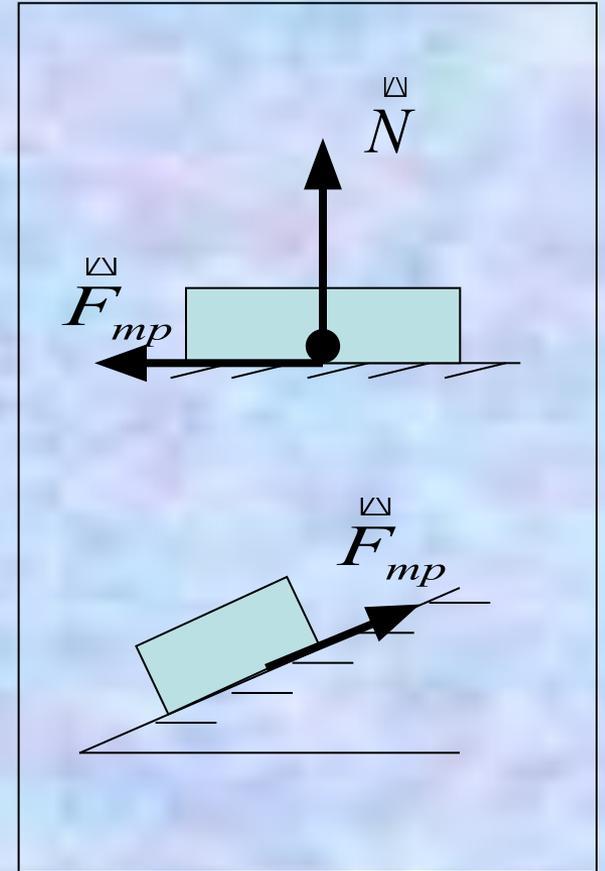


Силы трения возникают вследствие взаимодействия между атомами и молекулами соприкасающихся тел.

# Причины возникновения силы трения покоя

Сила, возникающая при взаимодействии поверхности одного тела с поверхностью другого, когда тела неподвижны, называется силой трения покоя

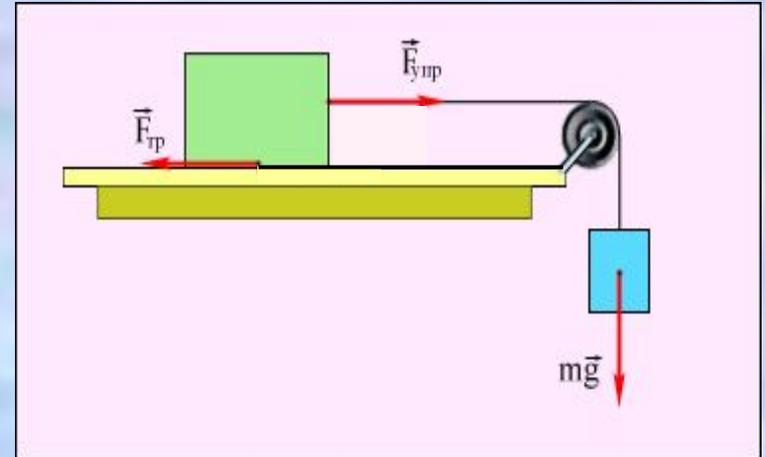
Сила трения всегда направлена **по касательной** к соприкасающимся поверхностям.



# Особенности силы трения покоя

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

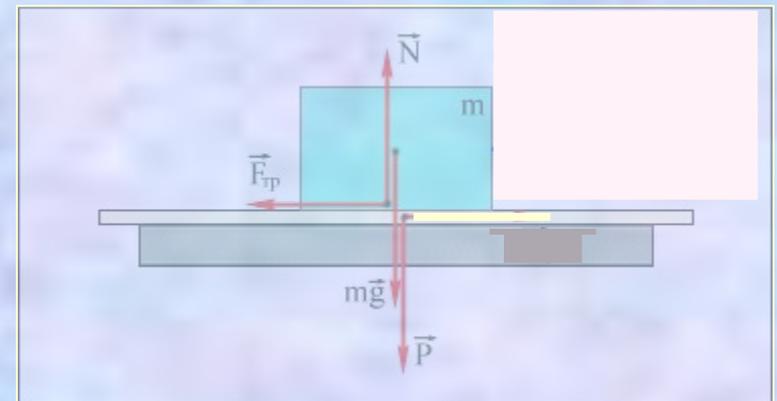
$$(v = 0) \quad \vec{F}_{mp} = -\vec{F}_{yup}$$



2. Сила трения покоя не может превышать некоторого максимального значения

$$(F_{mp})_{\max}$$

$$F_{mp} = (F_{mp})_{\max} = \mu N$$

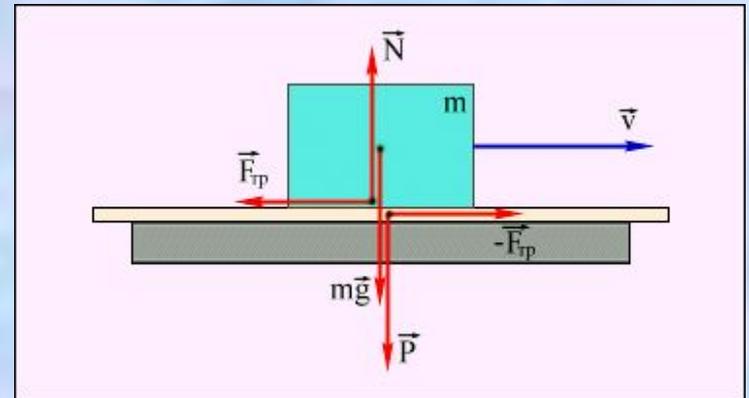


$\vec{N}$  – сила реакции опоры,

$\vec{P} = -\vec{N}$  – вес тела,

# Причины возникновения силы трения скольжения

Если внешняя сила больше  
 $(F_{\text{тр}})_{\text{max}}$ , возникает  
относительное  
проскальзывание и тело  
начинает движение.



Силу трения в этом случае называют ***силой трения скольжения***.

$$F_{\text{max}} < F_{\text{вн}}$$

# Коэффициент трения $\mu$

$$F_{тр} = \mu N$$

$$\vec{P} = - \vec{N}$$

Коэффициент трения  $\mu$  – величина безразмерная.

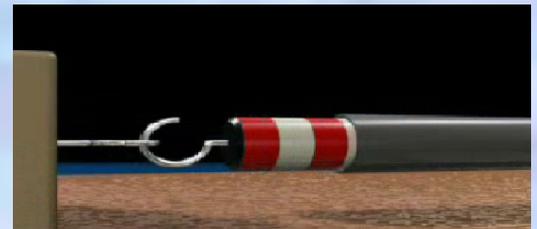
$$\mu < 1$$

Он не зависит от площади контактирующих поверхностей.



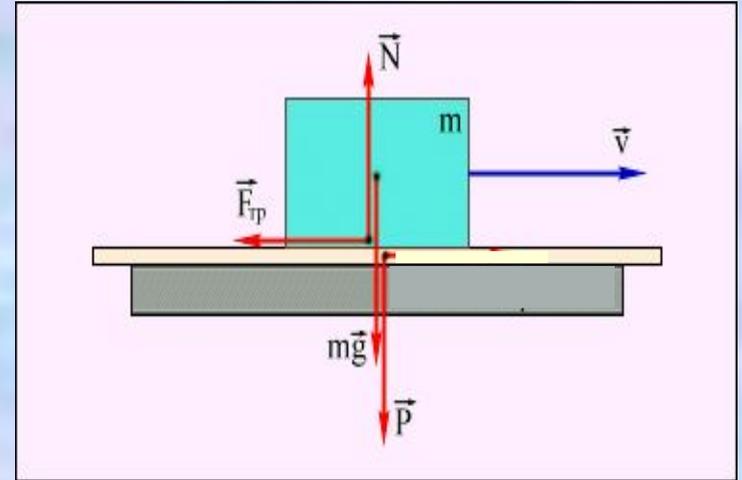
Он зависит от

1. материалов соприкасающихся тел
2. качества обработки поверхностей



# Особенности силы трения скольжения

1. Сила трения скольжения всегда направлена противоположно относительной скорости соприкасающихся тел



2. Силу трения скольжения можно уменьшить путем введения смазки.

