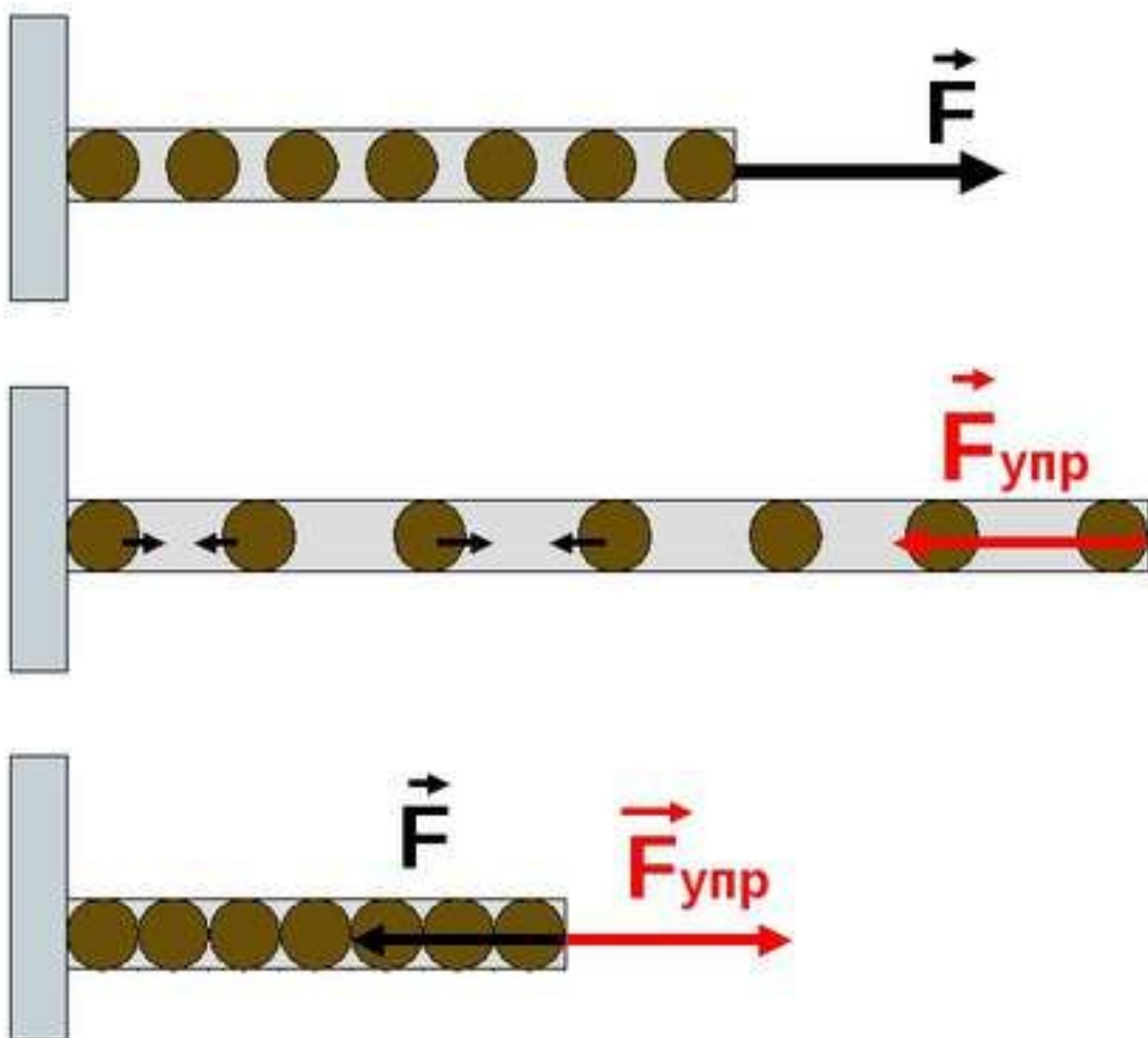


# Сила упругости



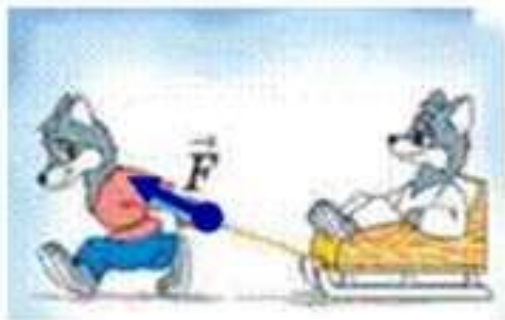
# Сила упругости

Сила, возникающая в результате деформации тела и направленная в сторону смещения частиц тела, называется **силой упругости**.

**Деформация** –  
изменение формы  
тела.



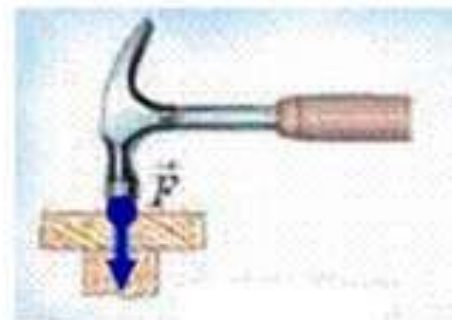
# Сила упругости



растяжение



кручение



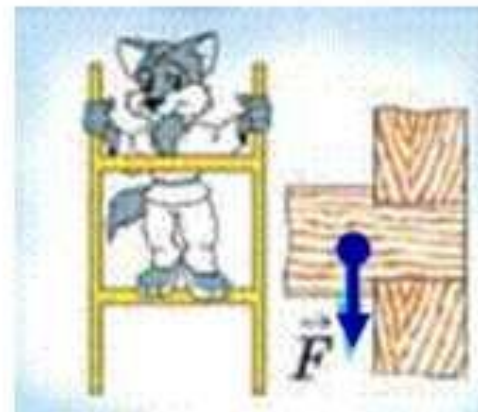
сжатие



изгиб



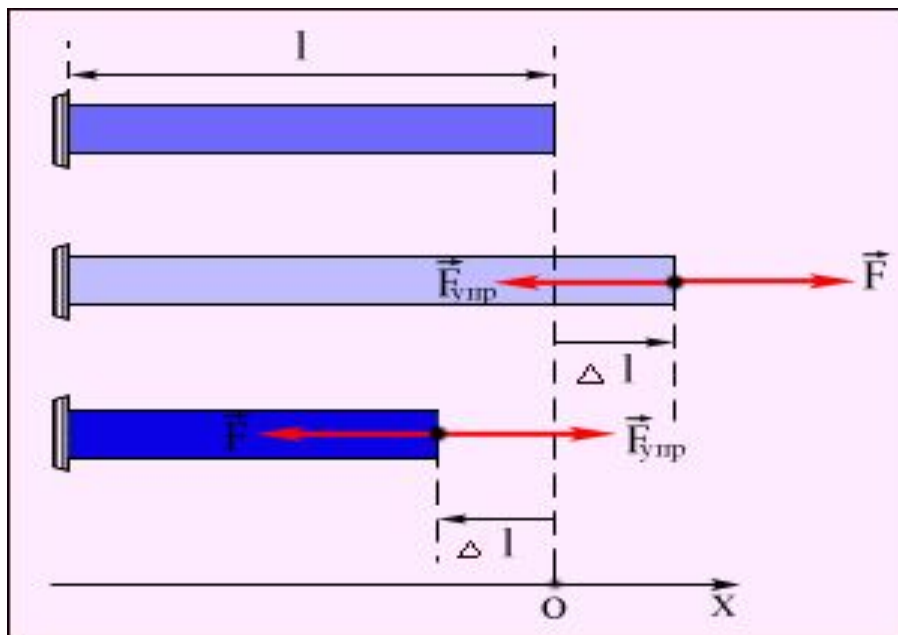
срез



сдвиг

## Закон Гука:

Сила упругости, возникающая при деформации тела, пропорциональна его удлинению и направлена противоположно направлению перемещения частиц тела при деформации.



$$F_{упр} = k\Delta l$$

$$\Delta l = |l - l_0| \quad \text{- удлинение тела;}$$

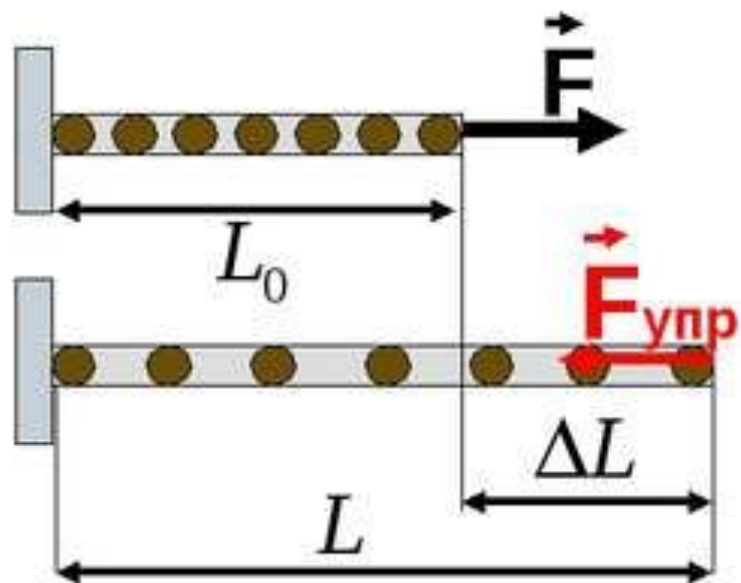
$$k = \frac{F_{упр}}{\Delta l} \quad \text{- коэффициент пропорциональности, называемый жесткостью тела. Единица измерения жесткости - Н/м.}$$



При деформации растяжения  $\Delta l > 0$ , при деформации сжатия  $\Delta l < 0$ .

Поэтому, если спроектировать закон Гука на ось X, то мы получим  $F_{упр} = -kx$ , где  $x$  - проекция  $\Delta l$  на ось X.

# Сила упругости

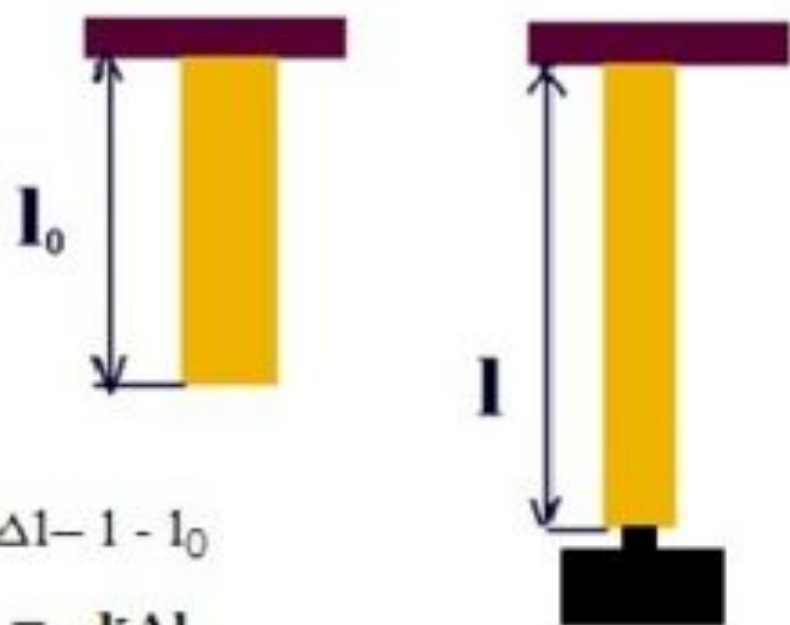


Модуль силы упругости при растяжении (или сжатии) тела прямо пропорционален изменению длины тела.

$$F_{\text{упр}} = k\Delta L \quad \text{- закон Гука}$$

$k$  – жесткость

$$[k] = \frac{H}{M}$$



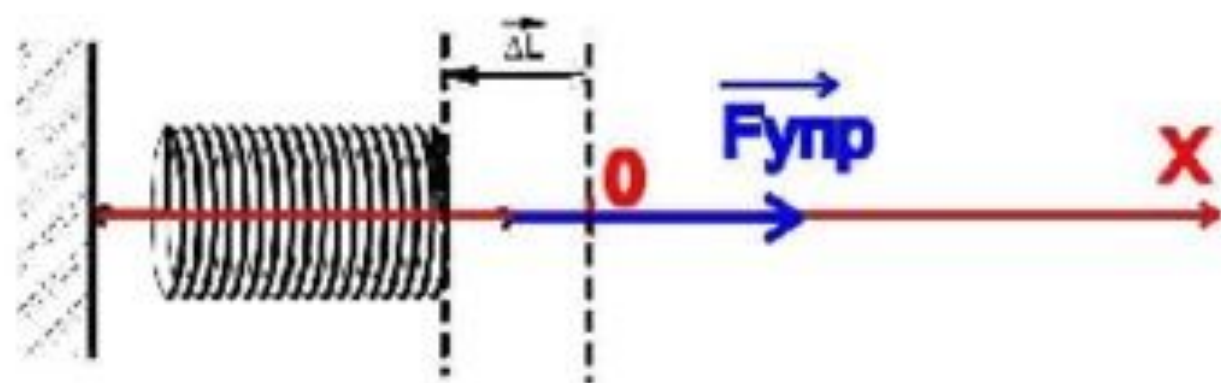
$$\Delta l = l - l_0$$

$$F_{\text{упр.}} = -k \Delta l$$

$$F_{\text{упр.}} = -k(l - l_0)$$

$$k = \frac{F}{\Delta l}$$

$$[k] = 1 \frac{H}{M}$$



# ДЕФОРМАЦИЯ

```
graph TD; A[ДЕФОРМАЦИЯ] --- B[упругая]; A --- C[пластическая]
```

*упругая*

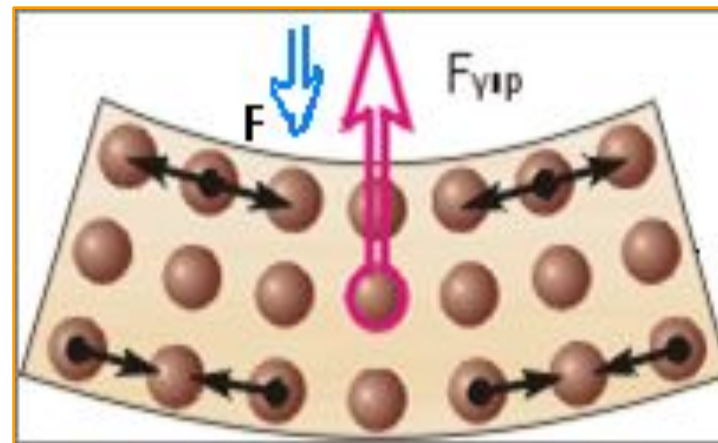
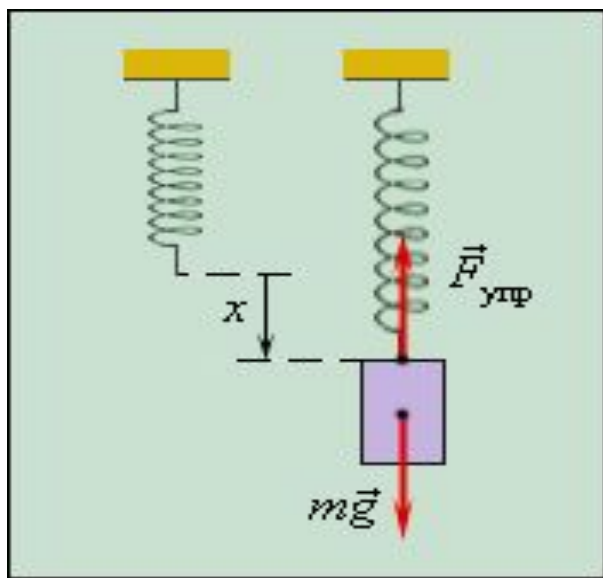
*пластическая*

**Закон Гука применим только для упругой деформации!**

## Сила упругости

Совокупность всех молекулярных сил взаимодействия, действующих на тело, образует силу упругости

Сила упругости стремится вернуть тело в исходное положение. Обозначается она так же буквой  $F$  с индексом  $F_{упр}$



### Характеристики силы упругости:

1. Сила упругости приложена к телу (например, сила упругости, возникшая в пружине, действует на груз)
2. Сила упругости всегда направлена противоположно той силе, которая вызвала изменение формы или размеров тела.
3. Сила упругости имеет электромагнитную природу.



## От чего зависит жесткость?



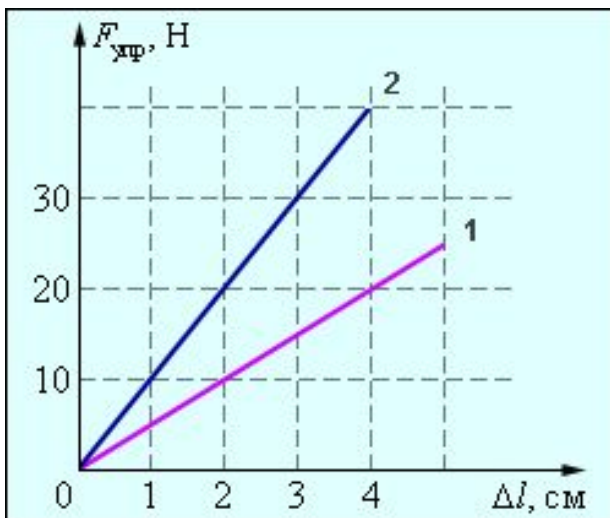
### **! Интересно знать**

- ▣ *Как ни удивительно, но кость по своей прочности уступает только твёрдым сортам стали, и оказывается гораздо прочнее, тел из гранита и бетона, ставших образцами прочности!*
- ▣ *Если сравнить крепость человеческого волоса с проволокой такого же диаметра, то волос будет крепче чем свинцовая, цинковая, алюминиевая, платиновая и медная проволока. Только железо, бронза и сталь крепче человеческого волоса. Женская коса может удержать груз до 20 т.*
- ▣ *Паутина в три раза крепче стальной проволоки такого же диаметра.*

## Пример решение задач:

1. Какова сила упругости, возникающая в пружине, жесткостью 50 Н/м, если она растянулась на 5см?

Дано:	СИ	Решение:
$k = 50 \text{ Н/м}$		$F_{\text{упр}} = k \Delta l$
$\Delta l = 5 \text{ см}$	0, 05м	$F_{\text{упр}}$
<hr/>		
$F_{\text{упр}} = ?$		
Ответ:	$F_{\text{упр}} = 2,5 \text{ Н}$	



На рисунке представлены графики зависимости модулей сил упругости от деформации для двух пружин.  
Чему равно отношение жесткости первой пружины к жесткости второй пружины?

<u>Дано:</u>	<u>СИ</u>
$\Delta l = 2\text{ см}$	$0,02\text{ м}$
$F_1 = 10\text{ Н}$	
$F_2 = 20\text{ Н}$	
$\frac{k_1}{k_2} = ?$	

Решение:

Записываем закон Гука для каждой пружины

$$F_{упр1} = k_1 \Delta l \qquad F_{упр2} = k_2 \Delta l$$

Из закона получаем, что  $k_1 = \frac{F_{упр1}}{\Delta l}$ , а  $k_2 = \frac{F_{упр2}}{\Delta l}$

Подставляем численные значения

$$k_1 = \frac{10\text{ Н}}{0,02\text{ м}} = 500 \frac{\text{Н}}{\text{м}}, \text{ а } k_2 = \frac{20\text{ Н}}{0,02\text{ м}} = 1000 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Тогда  $\frac{k_1}{k_2} = \frac{500\text{ Н}}{1000\text{ Н}} = \frac{1}{2}$

Ответ:  $\frac{1}{2}$

*Чему равна жесткость пружины, если под действие силы 2Н, она растянулась на 4см?*

### **Задание по выбору.**

- **Задача на «3»:**

**Какова сила упругости, возникающая в пружине, жесткостью 100 Н/м, если она растянулась на 2,5см?**

- **Задача на «4»:**

**Сила 12Н сжимает пружину на 7,5 см. какой величины силу нужно приложить, чтобы сжать эту пружину?**

- **Задача на «5»:**

**Пружина длиной 3см при нагрузке 25Н удлинилась на 2мм. Определить длину пружины при нагрузке 100Н.**