

Деформация и силы упругости. Закон Гука

Силы в механике

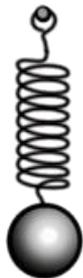
```
graph TD; A[Силы в механике] --> B[Гравитационные силы]; A --> C[Силы упругости]; A --> D[Силы трения];
```

Гравитационные силы

Силы упругости

Силы трения

Силы упругости



Силы упругости возникают при деформации тел!

Деформация — это изменение объема или формы тела.



Силы упругости возникают при попытке изменить форму или объем твердого тела и при попытке изменить объем жидкости или при сжатии газа.

Деформации

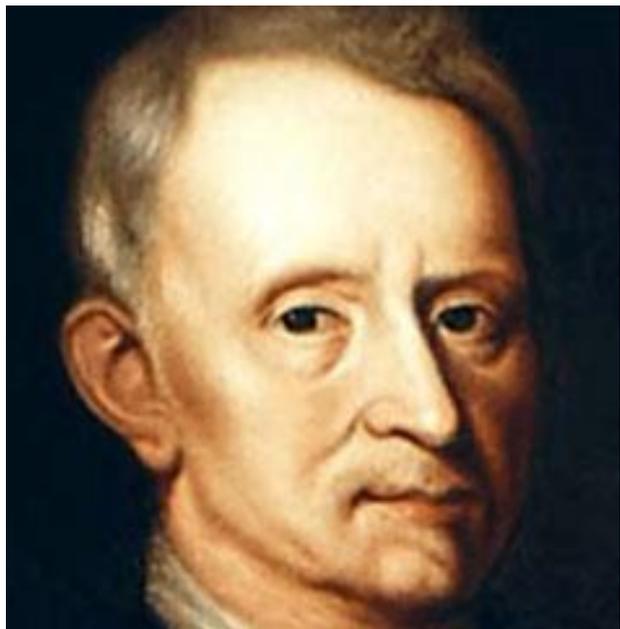
Неупругие



Упругие



Закон Гука



Роберт Гук
1635 — 1703

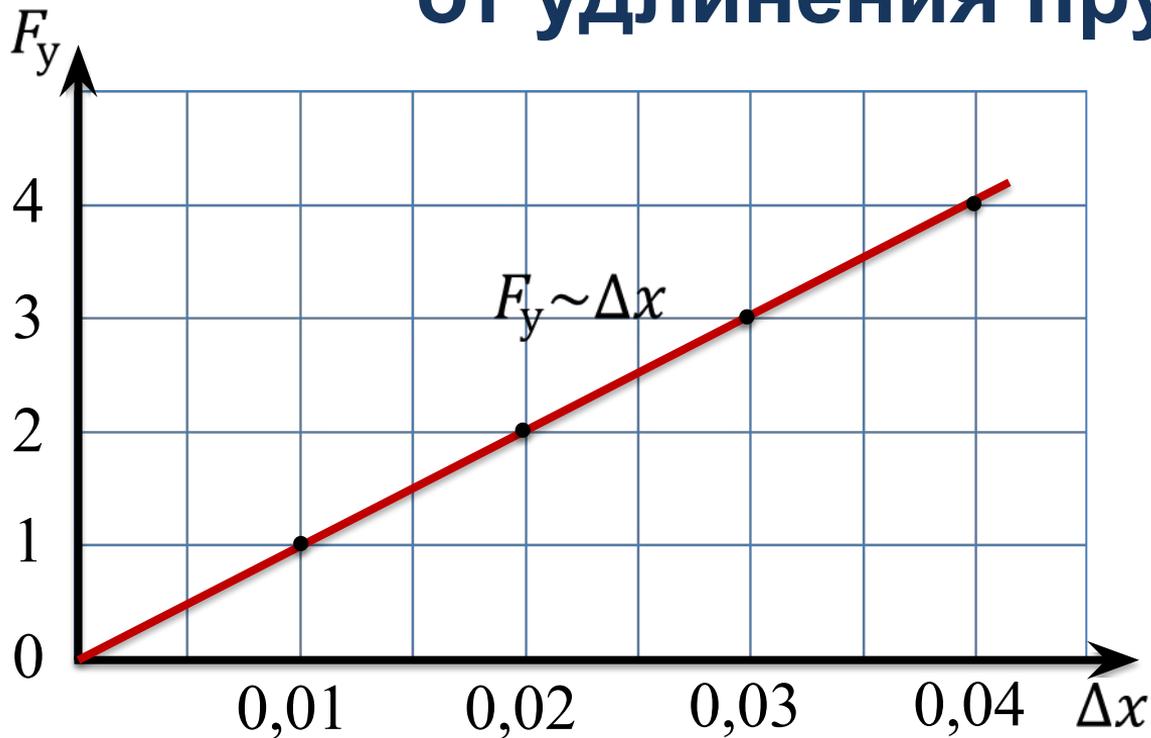
При упругой деформации растяжения или сжатия, удлинение тела прямо пропорционально приложенной силе.

$$F_{yx} = k \Delta x$$

Δx — удлинение пружины,
 k — коэффициент жесткости.

$$[k] = \left[\frac{\text{Н}}{\text{м}} \right]$$

График зависимости силы упругости от удлинения пружины



$$F_y = k|\Delta x| \quad k = 100 \text{ Н/м}$$

Сила упругости, Н	Удлинение пружины, м
1	0,01
2	0,02
3	0,03
4	0,04

Какую силу нужно приложить к пружине с коэффициентом жесткости 500 Н/м чтобы сжать её на 20% ? Длина пружины составляет 60 см

Дано:

$$k = 500 \text{ Н/м}$$

$$x = 60 \text{ см}$$

$$\Delta x = 0,2x$$

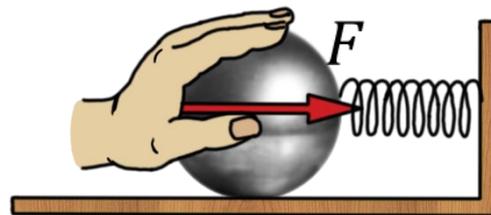
$$F - ?$$

$$|F| = |F_y|$$

$$|F_y| = k\Delta x$$

$$|F| = k\Delta x = k \times 0,2x$$

$$|F| = 500 \times 0,2 \times 0,6 = 60 \text{ Н}$$



Когда на пружину подвесили груз массой **2 кг** её длина составила полметра, а когда на неё подвесили груз массой **3 кг**, удлинение пружины составило **10 см**. Найдите длину пружины в расслабленном состоянии и коэффициент жесткости пружины.

Дано:

$$m_1 = 2 \text{ кг}$$

$$m_2 = 3 \text{ кг}$$

$$x_1 = 0,5 \text{ м}$$

$$\Delta x_2 = 0,1 \text{ м}$$

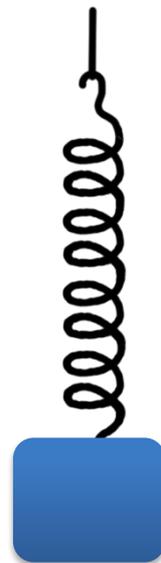
$$k = ?$$

$$x_0 = ?$$

$$\begin{cases} k\Delta x_1 = m_1 g & \Delta x_1 = 0,5 - x_0 \\ k\Delta x_2 = m_2 g & \Delta x_2 = 0,1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} k(0,5 - x_0) = m_1 g \\ 0,1k = m_2 g \Rightarrow \end{cases}$$

$$k = \frac{m_2 g}{0,1} = \frac{3 \times 9,8}{0,1} = 294 \text{ Н/м}$$



Когда на пружину подвесили груз массой 2 кг, её длина составила полметра, а когда на неё подвесили груз массой 3 кг, удлинение пружины составило 10 см. Найдите длину пружины в расслабленном состоянии и коэффициент жесткости пружины.

Дано:

$$m_1 = 2 \text{ кг}$$

$$m_2 = 3 \text{ кг}$$

$$x_1 = 0,5 \text{ м}$$

$$\Delta x_2 = 0,1 \text{ м}$$

$$k - ?$$

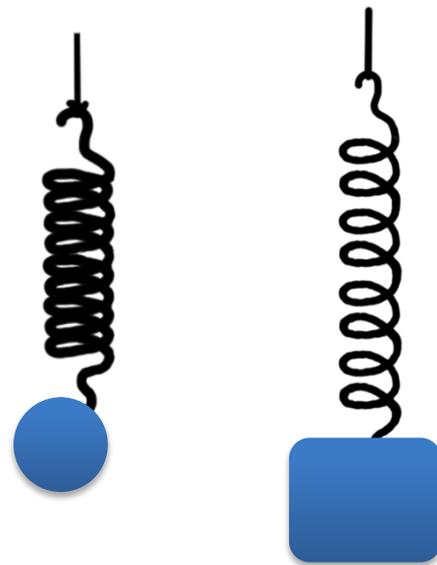
$$x_0 - ?$$

$$k(0,5 - x_0) = m_1 g$$

$$0,5 - x_0 = \frac{m_1 g}{k}$$

$$x_0 = 0,5 - \frac{m_1 g}{k}$$

$$x_0 = 0,5 - \frac{2 \times 9,8}{294} \approx 0,43 \text{ м}$$



Рыбак вытягивает рыбу из воды вертикально вверх с ускорением $1,2 \text{ м/с}^2$. Масса рыбы равна $1,5 \text{ кг}$, коэффициент жесткости лески составляет 800 Н/м . Найдите растяжение лески.

Дано:

$$a = 1,2 \text{ м/с}^2$$

$$m = 1,5 \text{ кг}$$

$$k = 800 \text{ Н/м}$$

$$\Delta x - ?$$

$$N - mg = ma$$

$$N = m(g + a) = P$$

$$F_y = P \quad F_y = k\Delta x \Rightarrow$$

$$\Delta x = \frac{F_y}{k} = \frac{m(g + a)}{k}$$

$$\Delta x = \frac{1,5(9,8 + 1,2)}{800} = 0,02 \text{ м} = 2 \text{ см}$$



Основные выводы

- **Деформация** — это изменение объема или формы тела.
- **Типы деформации:** изгиб, сжатие, растяжение и кручение.
- **Упругая деформация** — это деформация, после которой тело восстанавливает исходную форму, как только перестают действовать силы, вызвавшие деформацию.
- **Неупругая деформация** — это деформация, после которой тело не восстанавливает свою форму даже после окончания действий сил, вызвавших деформацию.

Основные выводы

- При **деформации** или попытке деформации твердого тела возникают **силы упругости**.
- **Силы упругости всегда препятствуют деформации.**
- **Силы упругости в жидкостях возникают только при попытке изменения объема.**
- **Силы упругости в газах возникают при попытке сжатия.**