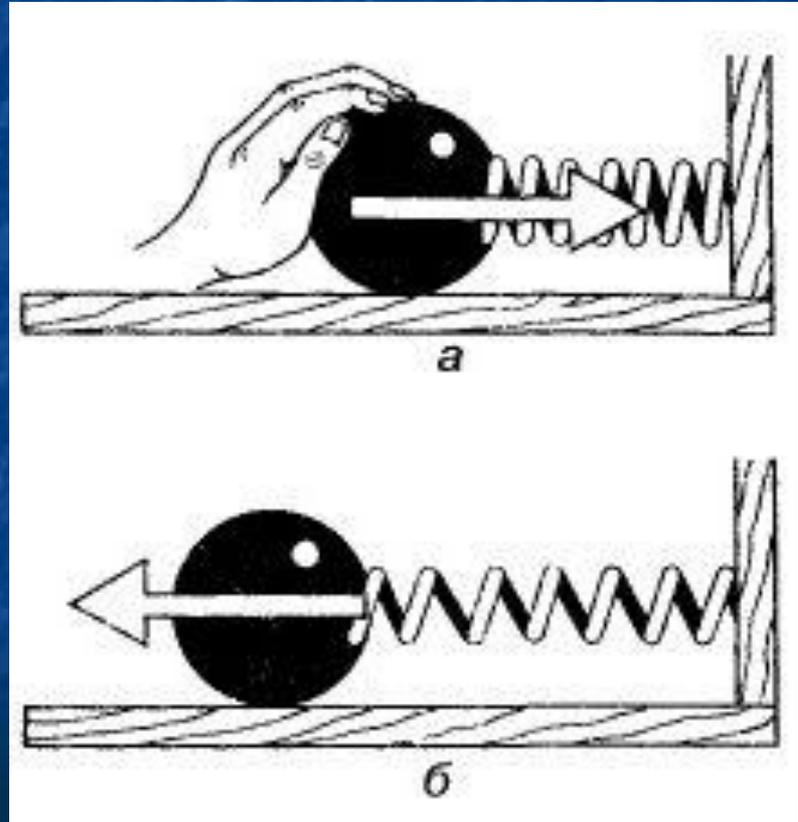


Тема: Деформация  
тела.

Сила упругости.  
Закон Гука.

Деформация – изменение формы или размеров тел под действием внешних сил.



# Деформации

Упругие

Восстанавливает первоначальный размер и форму.

Неупругие Не

восстанавливает первоначальный размер и форму.





Сила, с которой деформированное тело действует на то тело, которое его деформирует, называется силой упругости.

$F_{упр}$  – сила упругости

(Возникает при деформации)

$$[F_{упр}] = Н$$

# Как рассчитать силу упругости?

$F_{упр} = - k_{\Delta} \Delta l$  – закон Гука

$\Delta l = l - l_0$  – изменение длины тела,

$$[l] = \text{м}$$

$l_0$  – начальная длина тела,  $[l_0] = \text{м}$

$l$  – конечная длина тела,  $[l] = \text{м}$

Относительная деформация  $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$

При упругих деформациях сила упругости пропорциональна изменению длины тела и направление противоположно деформации.

$k$  – жёсткость тела

$$k = \frac{F_{\text{упр}}}{\Delta l} \quad k = \frac{H}{M}$$

$k$  – зависит от материала,  
геометрических размеров тел.

**Механическим напряжением**  
называется отношение  
величины силы упругости  
 $F_{упр}$  к площади поперечного  
сечения  $S$  тела:

$$\sigma = F_{упр} / S$$

- Это так называемый **закон Гука**. Его можно записать в виде:

- $\sigma = E \cdot \varepsilon$ .

Коэффициент пропорциональности  $E$ ,  
входящий в закон Гука, называется **модулем  
упругости** или **модулем Юнга**.

$$\varepsilon = \Delta l / l_0,$$

получим:

$$F_{\text{упр}} / S = E \cdot \Delta l / l_0$$

Отсюда

$$F_{\text{упр}} = (S \cdot E / l_0) \cdot \Delta l$$

или

$$F_{\text{упр}} = k \cdot \Delta l$$

Здесь введено обозначение

$$k = E \cdot S / l_0.$$

# Работа и потенциальная энергия (Дж)

$$A = F \Delta l / 2, \quad \Pi = F \Delta l / 2,$$

$$\Pi = ES (\Delta l)^2 / 2l, \quad \text{или} \quad \Pi = k (\Delta l)^2 / 2. \quad (11.9)$$

Таким образом, потенциальная энергия упруго деформированного тела прямо пропорциональна квадрату абсолютной деформации.

$$\Delta l = Fl / ES.$$

# Задача № 1

Жёсткость пружины равна  $25 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ .

Какую силу нужно приложить к пружине, чтобы сжать её на 2 см?

## Задача № 2

Чему равна жесткость пружины, если сила  $2\text{Н}$  растягивает её на  $4\text{ см}$ ?

# Контрольная работа

## ■ 1 вариант

- 1) Металлический стержень длиной 7 м, имеющий площадь поперечного сечения  $50 \text{ мм}^2$ , при растяжении силой 1 кН удлинился на 0,2 см. Определить модуль Юнга вещества и род металла.
- 2) Стальная пружина под действием силы 300 Н удлинилась на 2 см. Какой потенциальной энергией будет обладать эта пружина при растяжении на 10 см? Деформация упругая.
- 3) При каком наибольшем диаметре поперечного сечения стальная проволока под действием силы 7850 Н разорвется? Предел прочности стали  $4 \times 10^8 \text{ Па}$ .

## ■ 2 вариант

- 1) Под действием силы 2 кН пружина сжимается на 4 см. Какую работу необходимо совершить, чтобы сжать ее на 12 см? Деформация пружины упругая.
- 2) . Каково должно быть наименьшее сечение стальной проволоки длиной 4,2 м, чтобы при действии растягивающей силы 10 кН ее абсолютное удлинение не превышало 0,6 см? Модуль Юнга стали 220 ГПа.
- 3) Чему равно абсолютное удлинение медной проволоки длиной 50 м и площадью поперечного сечения 20 мм<sup>2</sup> при продольной нагрузке 600 Н? Модуль Юнга меди  $E=130$  ГПа.

#### IV. Модуль упругости некоторых веществ

Вещество	$E$ , ГПа	Вещество	$E$ , ГПа
Алюминий	70	Медь	130
Бетон	20	Свинец	17
Железо	200	Сталь	220
Кирпич	28	Чугун	90
Латунь	110		

7.88. На сколько удлинится стальная проволока длиной 1,8 м и диаметром 0,50 мм под действием груза, вес которого 15 Н? Выдержит ли проволока груз весом 100 Н, если ее предел прочности на разрыв составляет 1,2 ГПа?

7.89. При каком абсолютном удлинении стальной стержень длиной 2,0 м и площадью поперечного сечения  $10,0 \text{ мм}^2$  обладает потенциальной энергией 44 мДж?

7.90. Определить относительное удлинение медного стержня, если при его растяжении работа упругой силы равна 0,24 Дж. Длина стержня равна 2,0 м, а площадь его поперечного сечения —  $2,0 \text{ мм}^2$ .

7.91. К медному стержню, длина которого 1,0 м и пло-

щадь поперечного сечения  $10 \text{ мм}^2$ , подвесили груз массой 100 кг. Определить потенциальную энергию упругой деформации стержня.