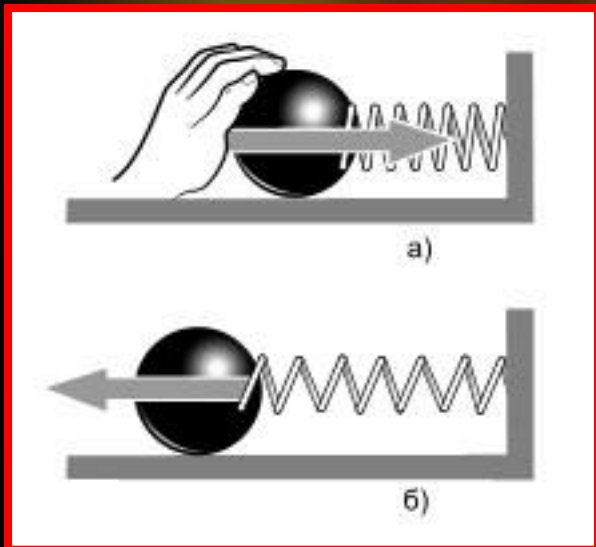




Сила упругости

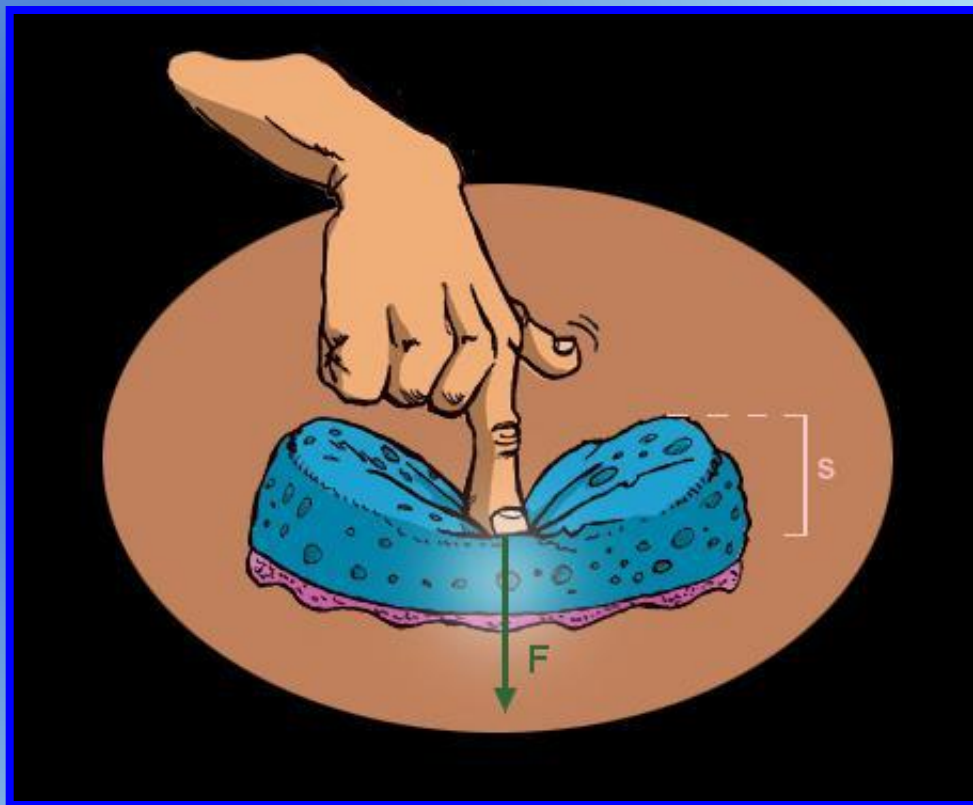


Сила упругости – сила, возникающая при деформации тела и направленная противоположно направлению смещения частиц при деформации



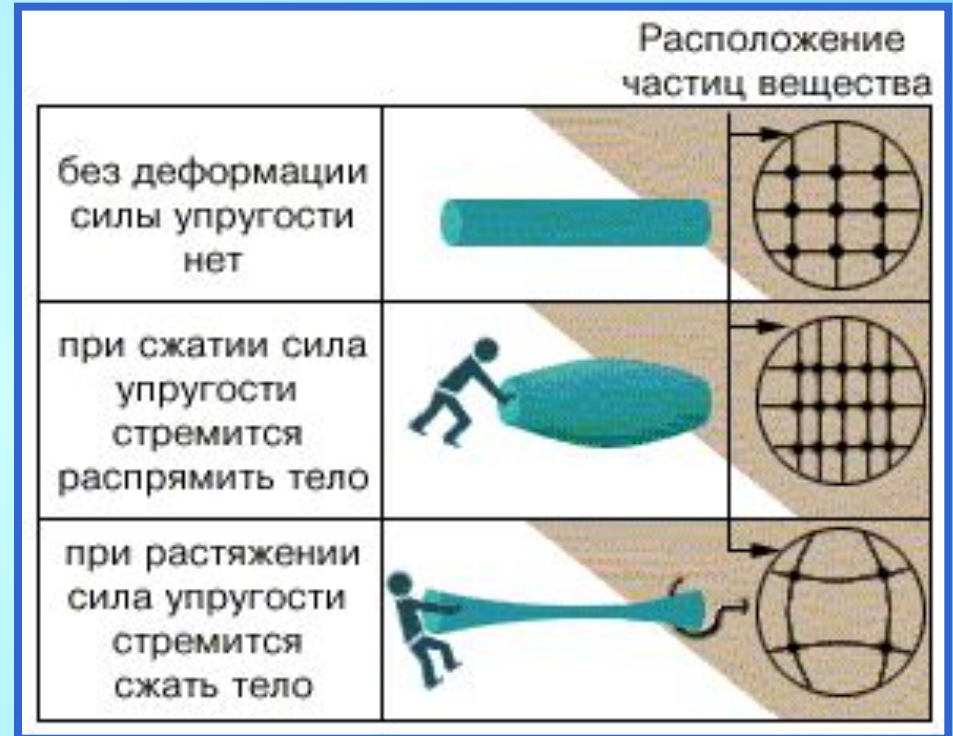
Условия возникновения силы упругости - деформация

Под деформацией понимают изменение объема или формы тела под действием внешних сил



Причины деформации

Причина возникновения силы упругости заключается в изменении расположения молекул при деформации.



При изменении расстояния между атомами изменяются силы взаимодействия между ними, которые стремятся вернуть тело в исходное состояние. Поэтому силы упругости имеют электромагнитную природу.

Виды деформаций

Упругие –
исчезают после
прекращения
действия внешних
сил:

Растяжения и сжатия

Сдвига

Изгиба

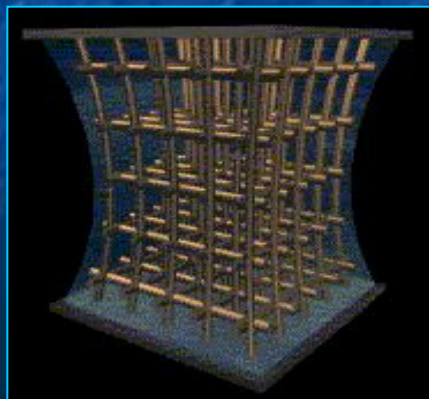
Кручения

Пластические –
не исчезают после
прекращения
действия внешних
сил

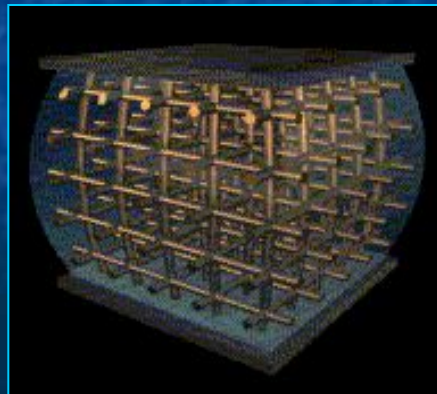
Основные типы упругой деформации

Растяжение и сжатие

При деформации растяжения увеличиваются размеры тела.

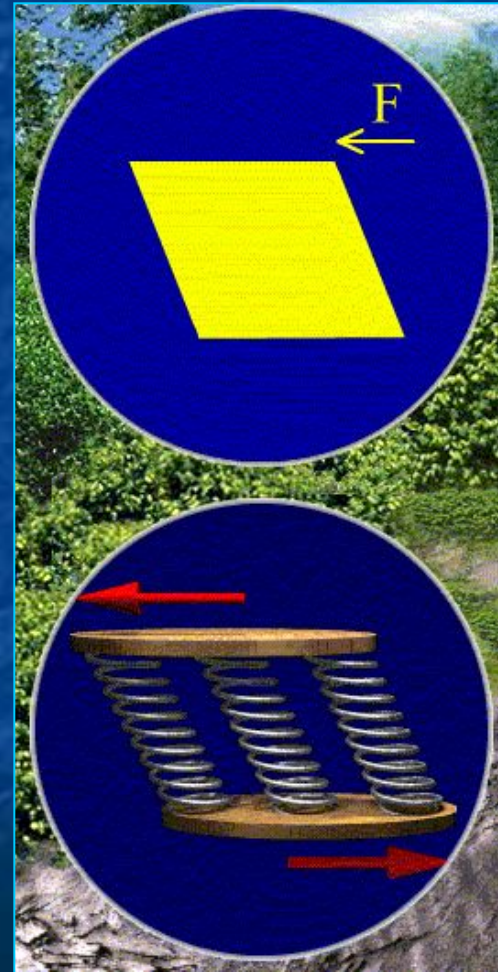
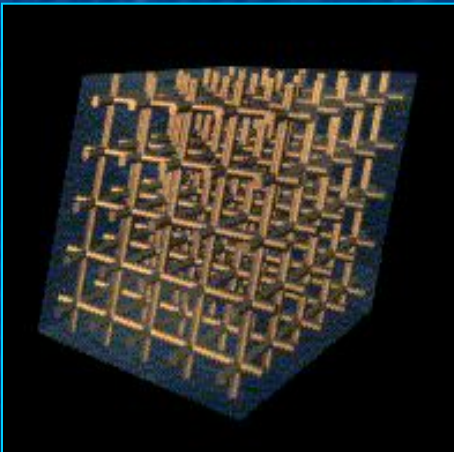


При деформации сжатия уменьшаются размеры тела.



Основные типы упругой деформации

СДВИГ



Основные типы упругой деформации

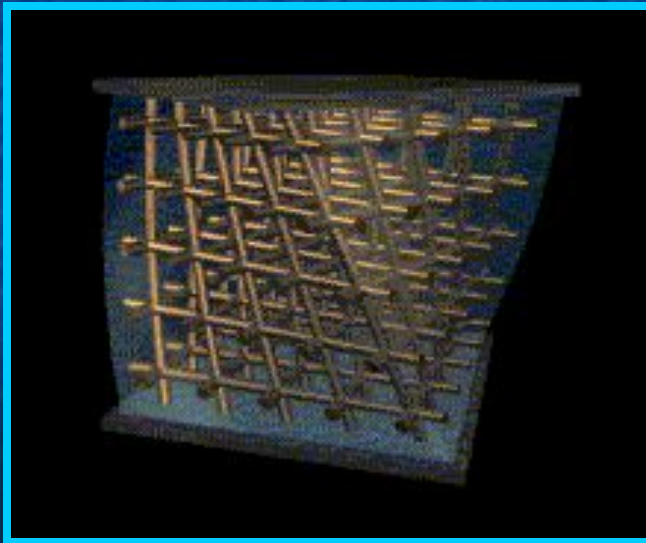
**Изгиб –
сочетание
растяжения и
сжатия**

При деформации изгиба
одни размеры тела
увеличиваются,
а другие - уменьшаются.



Основные типы упругой деформации

Кручение –
сводится к
сдвигу



От чего зависит сила упругости?

$$\Delta l = l - l_0$$

*абсолютное
растяжение или
сжатие тела*

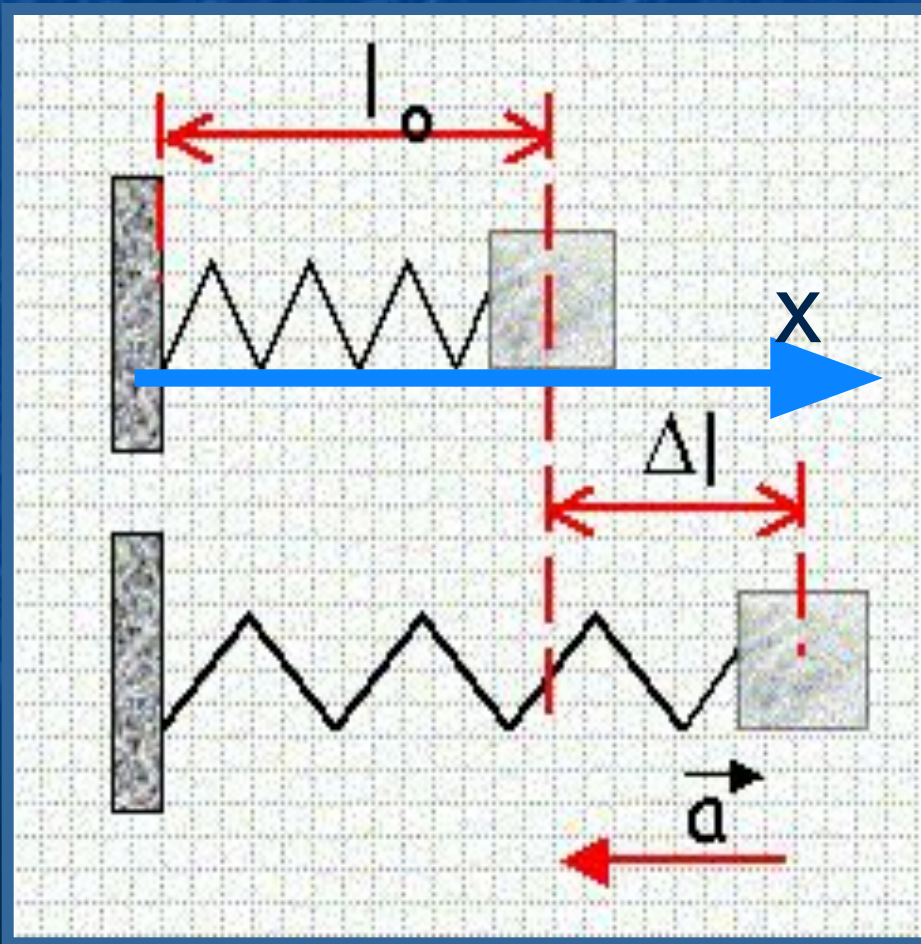
$\Delta l > 0$, если

растяжение

$\Delta l < 0$, если

сжатие

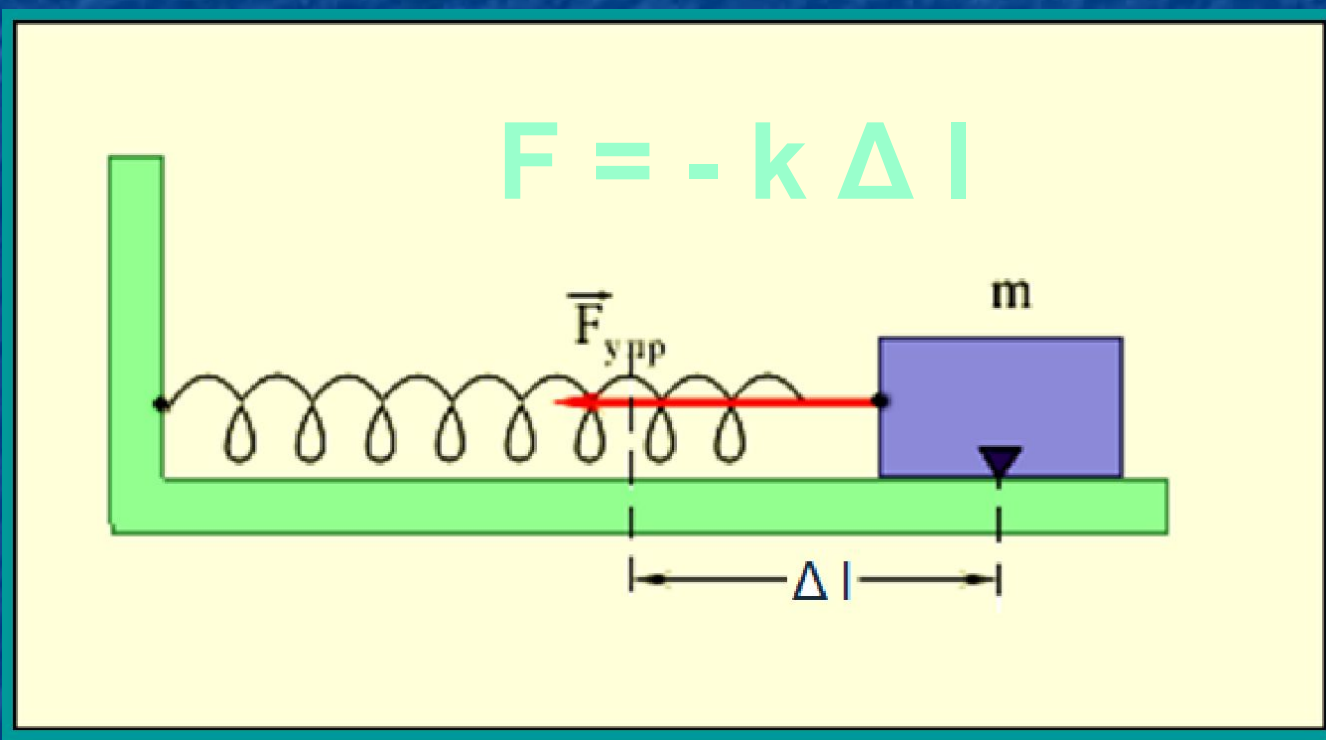
$$[\Delta l] = \text{м}$$



Сила упругости прямо
пропорциональна
абсолютному удлинению
(растяжению) тела

$$F \sim |\Delta l|$$

Формула закона Гука (в проекции на ось X)



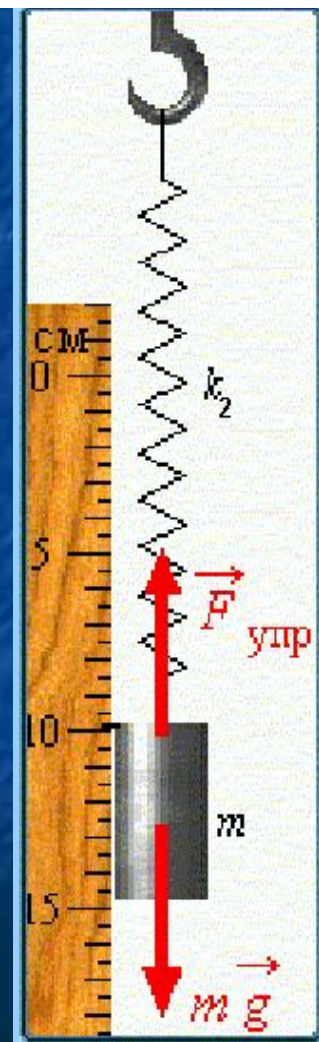
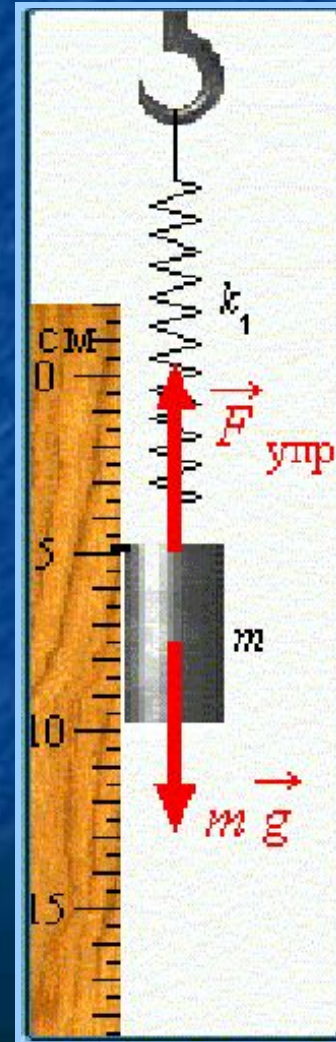
Δl - удлинение тела,

k – коэффициент жесткости $[k] = \text{Н/м}$

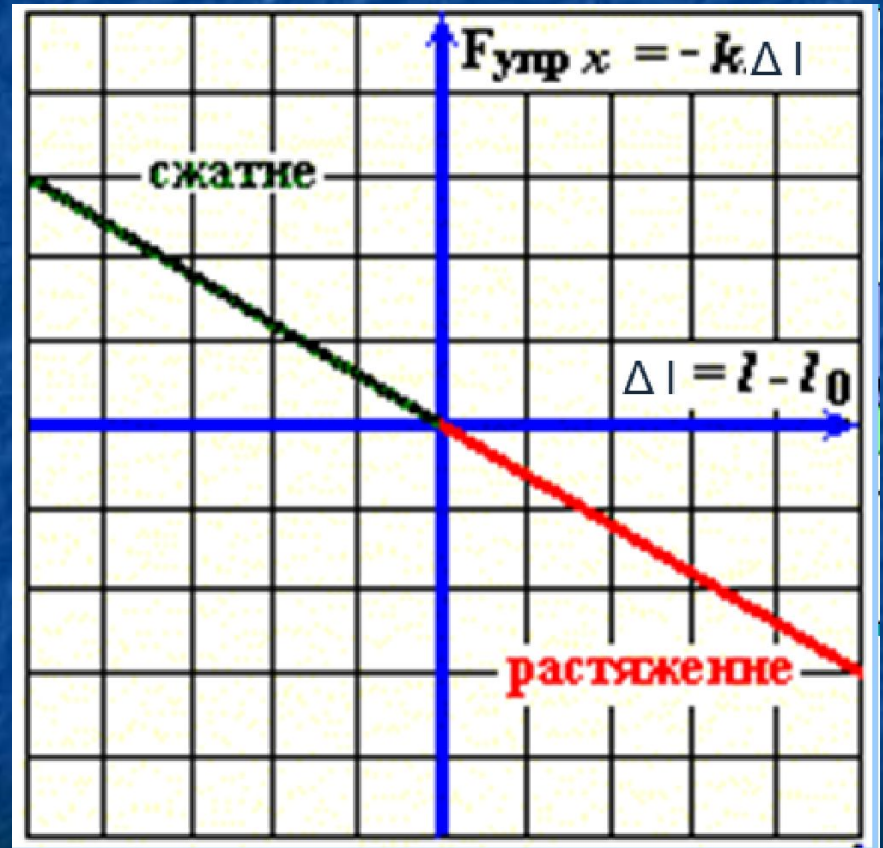
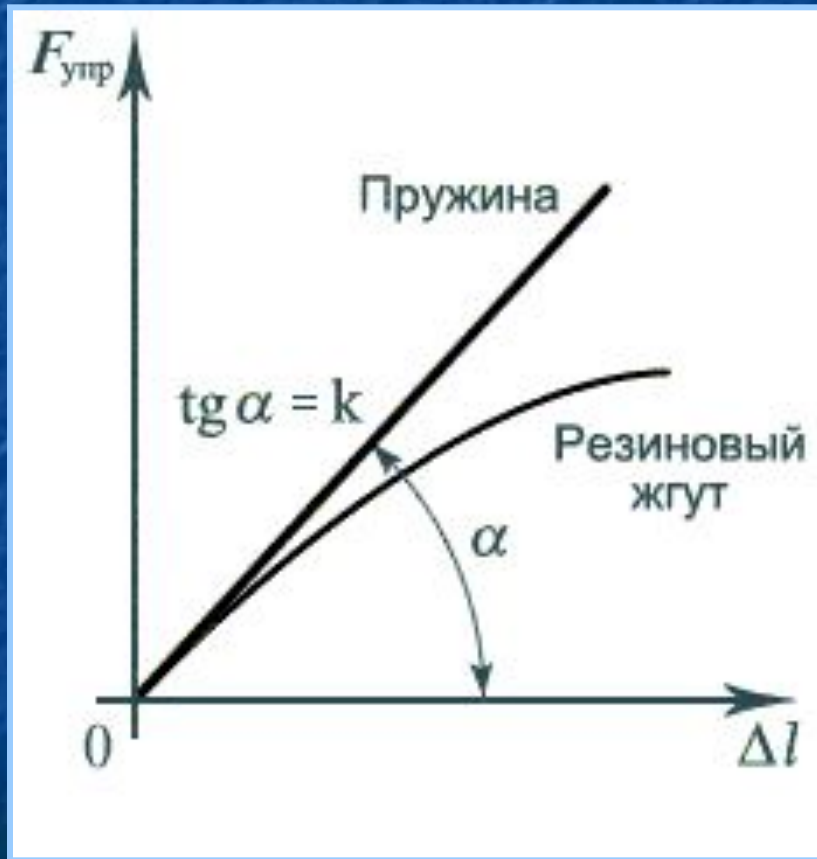
Что называется жесткостью тела?

$$k = \frac{F_x}{|\Delta l|}$$

При действии одной и той же силы на разные пружины жесткости зависит от формы и размеров тела, а также от материала. Коэффициент жесткости равен первой пружины при сжатии жесткости второй. ($k_1 > k_2$)



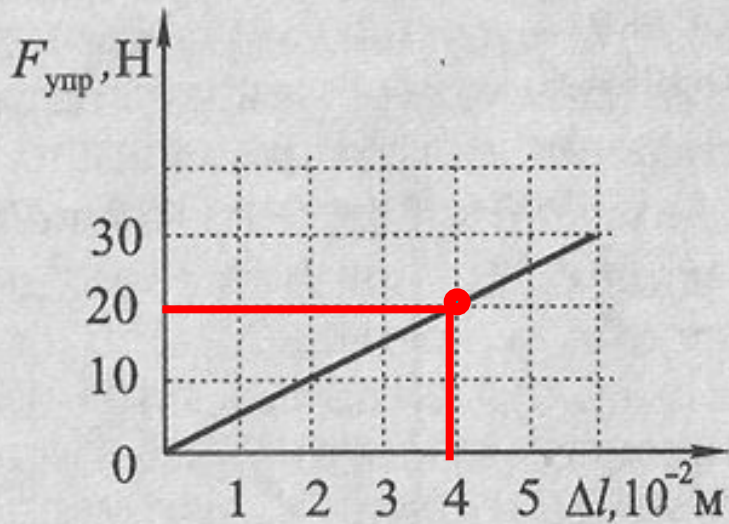
Графическое представление закона Гука



$$\text{tg } \alpha = k = F_{\text{упр}} / \Delta l$$

Определите жесткость пружины

$$k = \frac{F_x}{|\Delta l|}$$



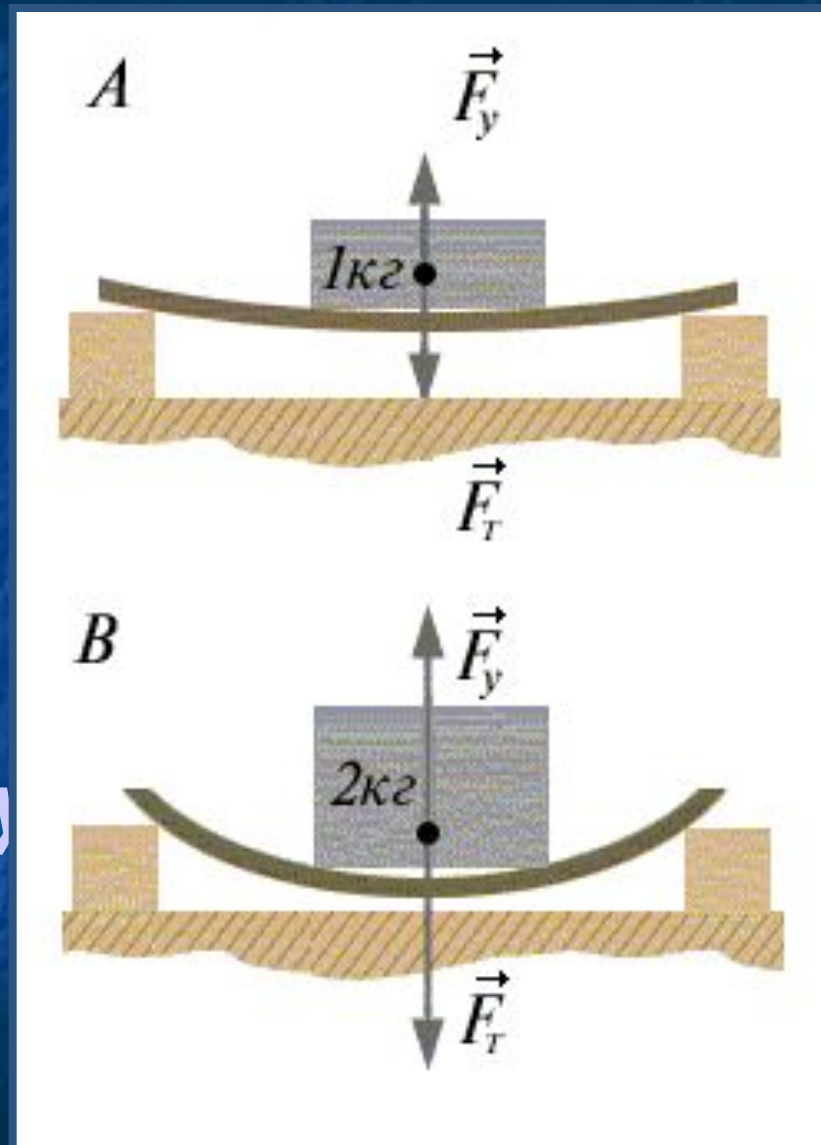
$$k = 20 \text{ H} / 0,04 \text{ м} = 500 \text{ H/м}$$

Закон Гука для малых упругих деформаций

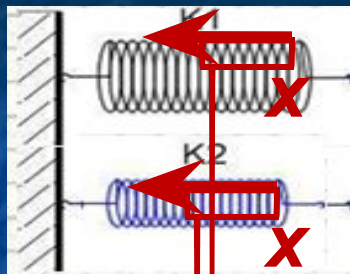
Сила упругости, возникающая при деформации тела, прямо пропорциональна его удлинению (сжатию) и направлена противоположно перемещению частиц тела при деформации

Закон Гука при изгибе

Закон Гука можно обобщить и на случай более сложной деформации, например, деформации изгиба: *сила упругости прямо пропорциональна прогибу стержня, концы которого лежат на двух опорах*



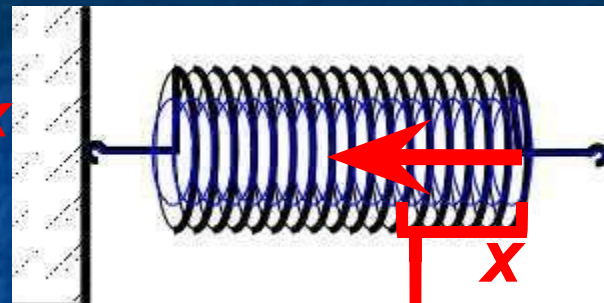
Расчет коэффициента жесткости двух пружин (параллельное соединение)



$$F_{\text{упр}} = k_1 x$$

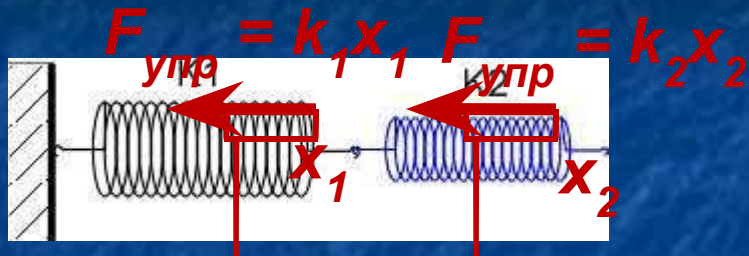
$$F_{\text{упр}} = k_2 x$$

$$F_{\text{общ}} = (k_1 + k_2) x$$



- Имеем две пружины с коэффициентами жесткости k_1 и k_2
- Рассчитаем коэффициент жесткости пружины, которая может заменить эти две пружины, если они соединены параллельно.
- Представим, что мы потянули за концы этих пружин:
- каждая из них удлинилась на x .
- в каждой из них возникнут силы упругости $k_1 x$ и $k_2 x$, которые приложены в одной точке,
- Поэтому мы можем заменить эти две пружины на одну, которая растянута на x и создает силу $(k_1 + k_2) x$, следовательно,
 $F_{\text{общ}} = (k_1 + k_2) x = k_{\text{общ}} x$.
- Отсюда получаем, что $k_{\text{общ}} = k_1 + k_2$

Расчет коэффициента жесткости двух пружин (последовательное соединение)



$$F = k_1 x_1 = k_2 x_2$$

Они равны между собой по 3 закону Ньютона, так как они с этими силами пружины действуют друг на друга в точке соединения.

- Общее удлинение (деформация) будет равна $x = x_1 + x_2$
- Поэтому мы можем заменить эти две пружины на одну, которая растянута на x и создает силу $F = k_{\text{общ}} x = k_1 x_1 = k_2 x_2$, следовательно, общее удлинение пружины

$$x = \frac{F}{k_{\text{общ}}}$$

$$x_1 = \frac{F}{k_1}$$

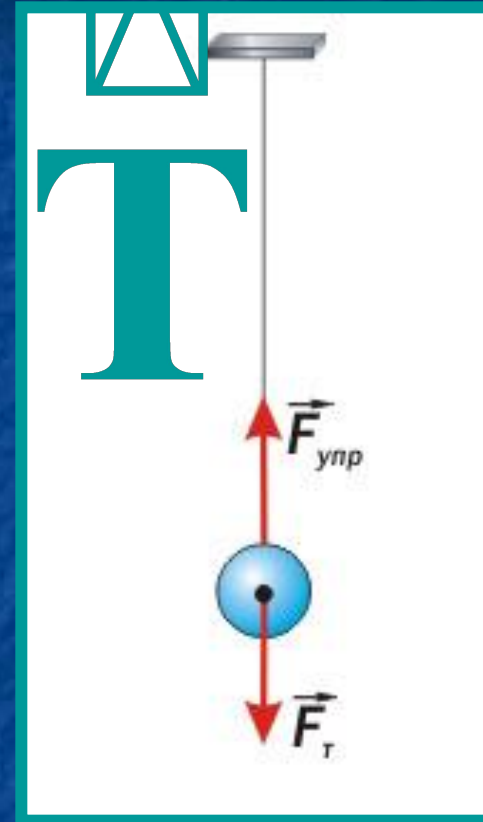
$$x_2 = \frac{F}{k_2}$$

$$x = x_1 + x_2$$

$$\frac{1}{k_{\text{общ}}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$

Примеры сил упругости

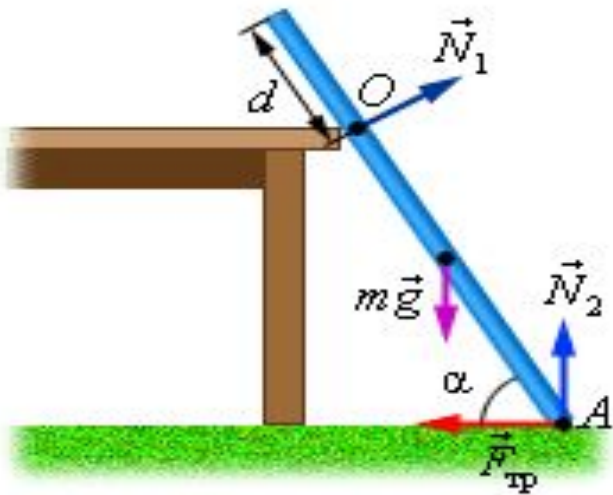
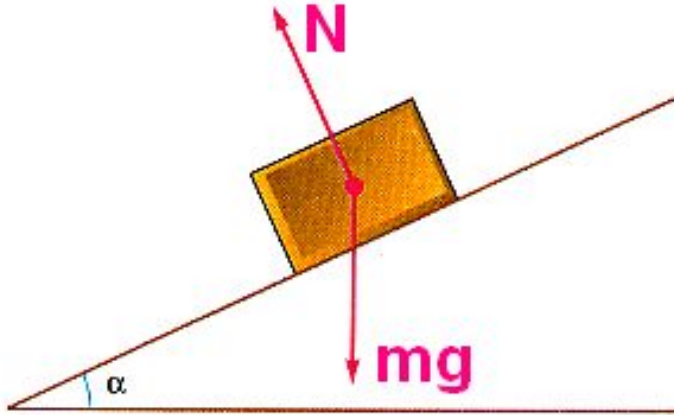
Сила упругости, которая возникает при натяжении подвеса (нити) называется силой натяжения нити и направлена вдоль нити (троса и т. п.)



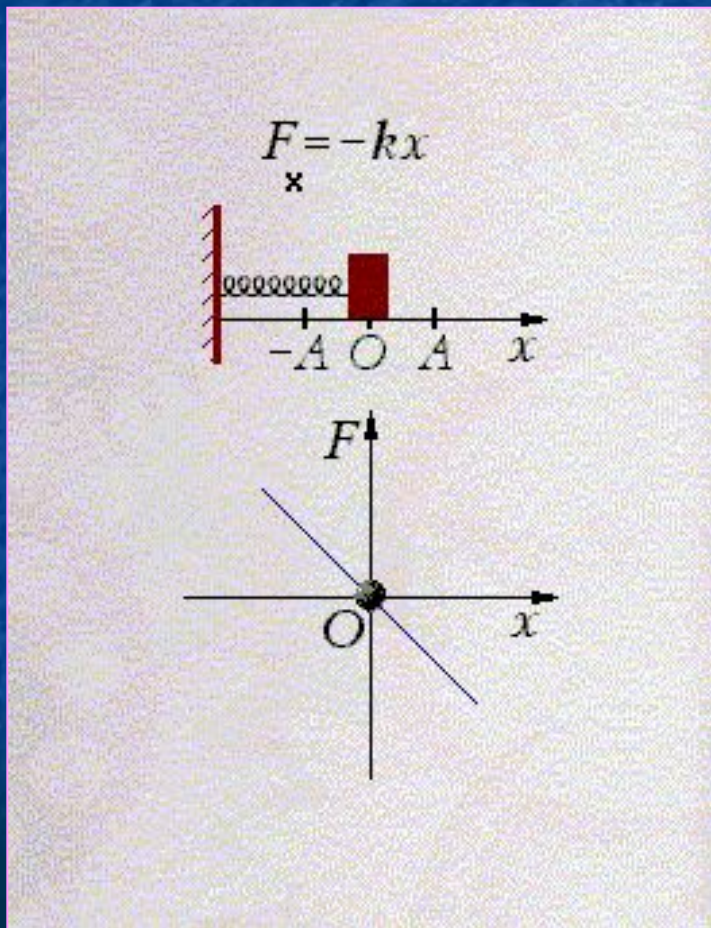
Сила натяжения приложена в точке контакта

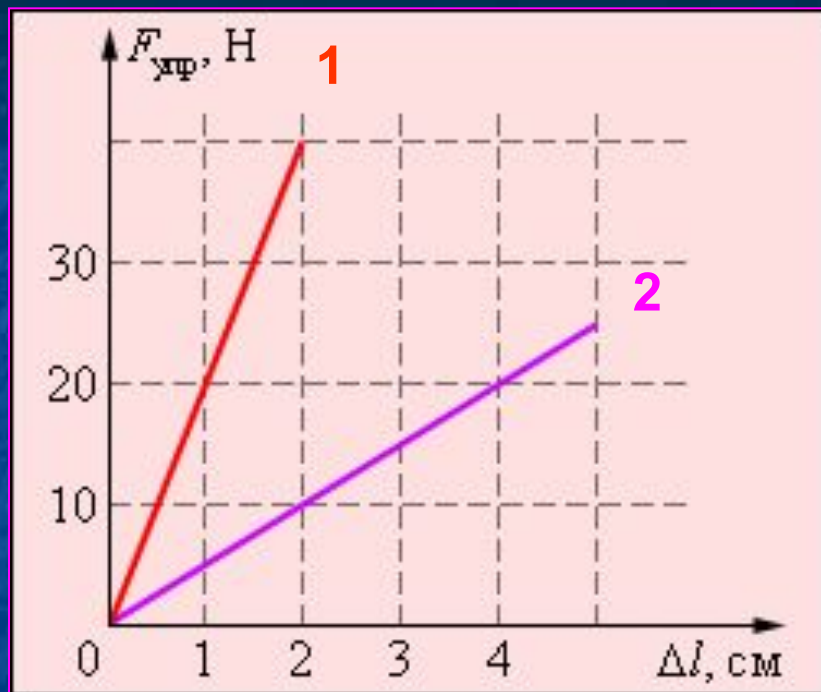
Примеры сил упругости

Сила упругости, которая возникает при действии опоры на тело, называется силой реакции опоры и направлена перпендикулярно поверхности соприкосновения тел



Когда справедлив закон Гука?





В какой пружине больше коэффициент жесткости? Чему они равны?

Ответ: $k_1 > k_2$;

$$k_1 = 2000 \text{ Н/кг}, k_2 = 500 \text{ Н/кг}$$