



# Силы в механике

- Сила упругости
- Закон Гука

преподаватель физики

Костенкова С.С.

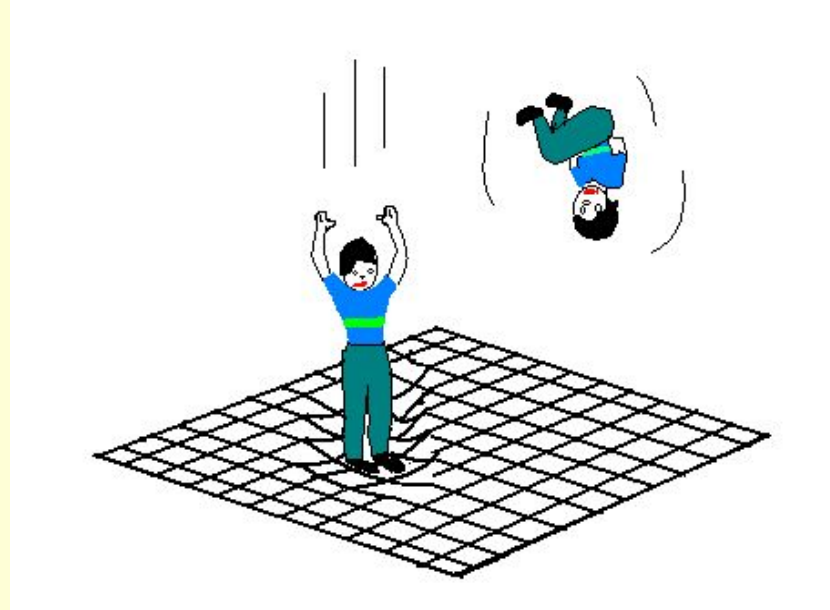
2014г.




# Что заставляет выпрямляться сетку батута ?

## • СИЛА УПРУГОСТИ


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



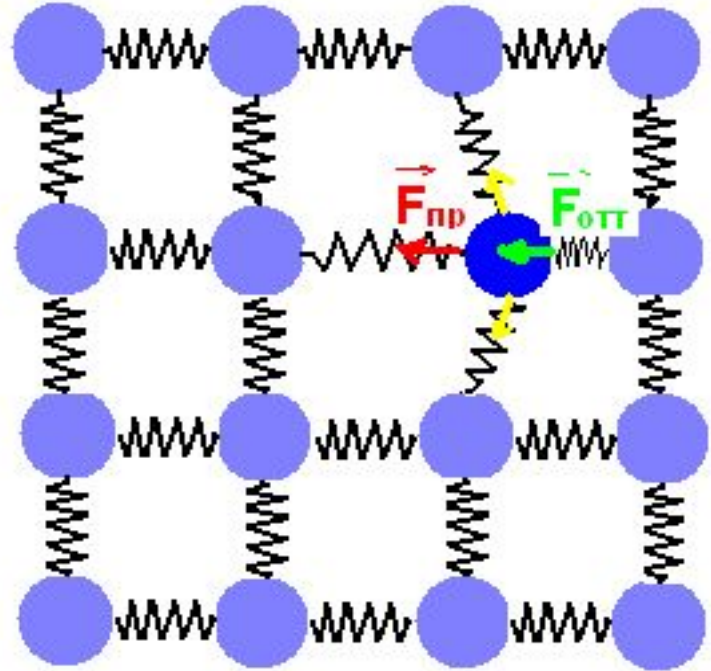


# УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ силы упругости



- **Деформация** – это изменение формы или размеров тела (или части тела) под действием внешних сил.
  - Деформация вызывает изменение относительного расположения частиц.
- 

- Все тела состоят из атомов или молекул
- Частицы взаимодействуют между собой с силами притяжения и отталкивания
- Расстояния между частицами сравнимы с размерами частиц



Увеличиваем расстояния –  
возникают силы притяжения  
Уменьшаем – возникают силы  
отталкивания

**СИЛЫ УПРУГОСТИ  
имеют  
ЭЛЕКТРОМАГНИТНУЮ  
ПРИРОДУ**

# Виды деформаций

**Упругие** (исчезают после прекращения действия внешних сил)



- **Пластические** (остаются после прекращения действия внешних сил)



# Типы упругой деформации

- Растяжение ( $X > 0$ )

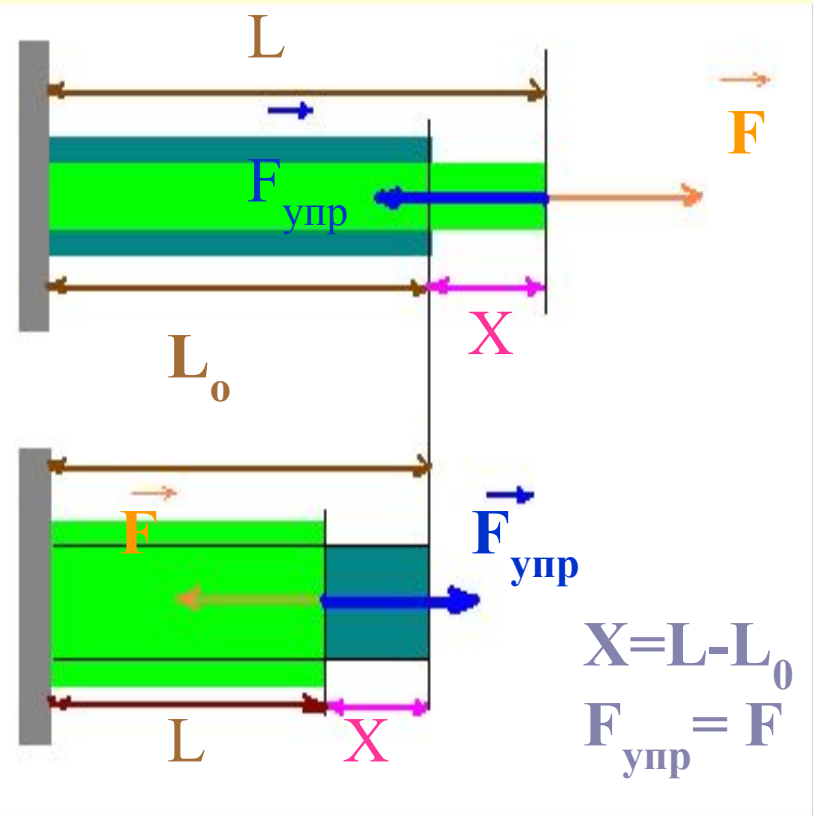
(увеличиваются размеры тела)

-испытывают тросы, канаты, лески в подъемных устройствах, стяжки между вагонами

- Сжатие ( $X < 0$ )

(уменьшаются размеры тела)

-испытывают столбы, колонны, стены, фундаменты, некоторые кости скелета и др.

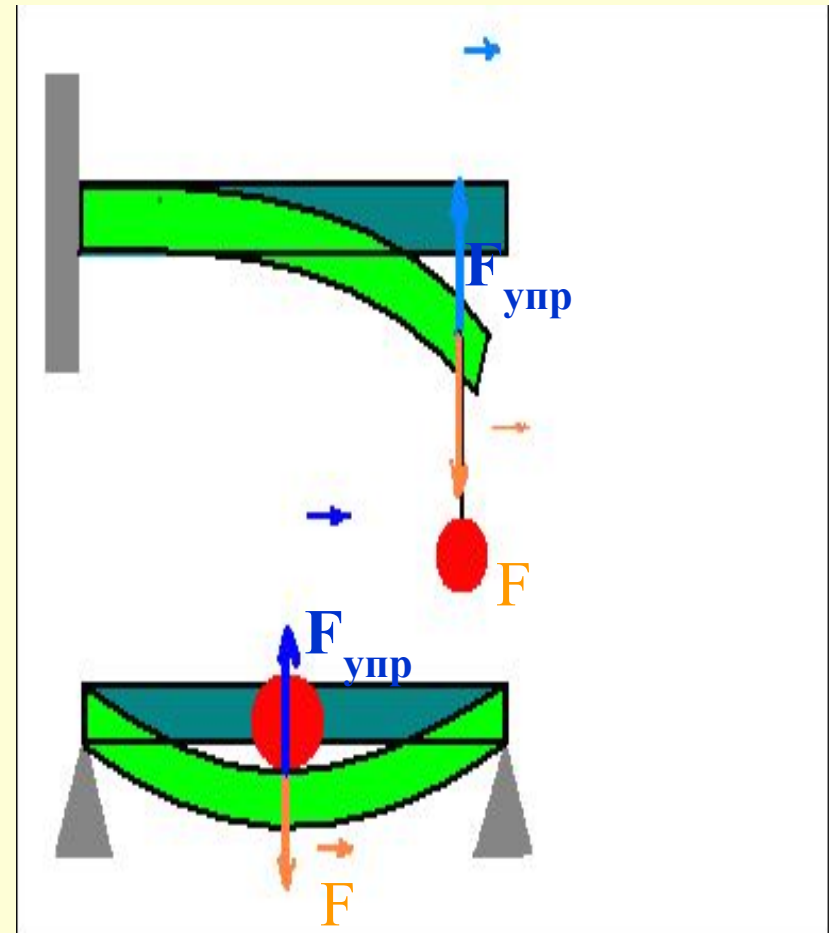


# Изгиб

## Сочетание

## растяжения и сжатия

- -испытывают нагруженные балки, кронштейны, сиденья



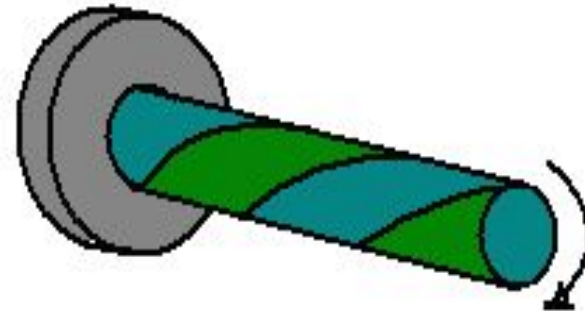
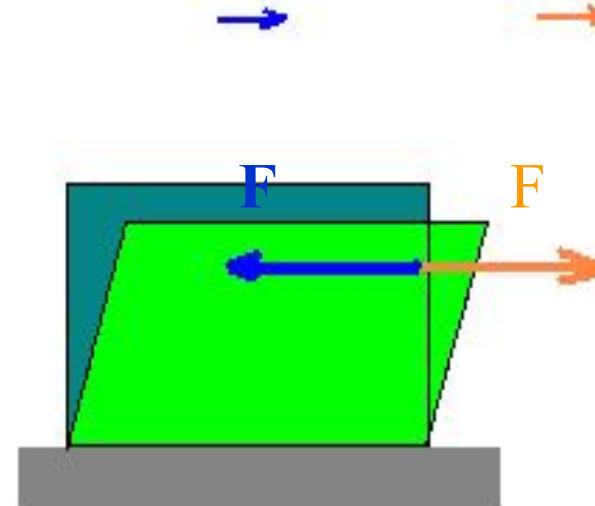
- Сдвиг

-испытывают балки в местах опор, заклепки, соединяющие детали

- Кручение

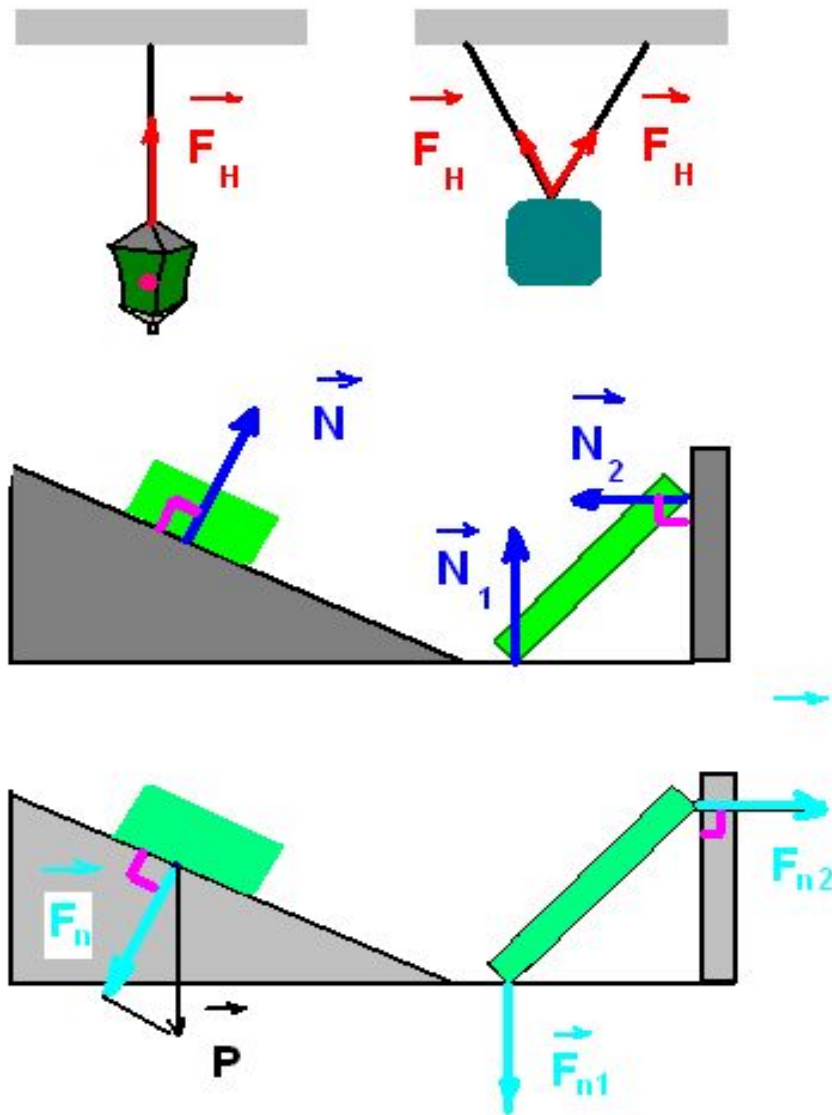
*сводится к сдвигу*

- -испытывают болты при заворачивании, валы машин, сверла





# Разновидности силы упругости



**Сила натяжения** -это сила упругости, действующая на тело со стороны нити или пружины  
Направлена вдоль нити


**Сила реакции опоры**- это сила упругости, действующая на тело со стороны опоры. Направлены перпендикулярно ее поверхности вверх.

**Сила нормального давления** это сила упругости действующая со стороны тела на опору. Направлены перпендикулярно поверхности вниз.


# РОБЕРТ ГУК

- Родился 18 июля 1635г в местечке Фрешуотер на английском острове Уайт в семье настоятеля местной церкви.
- Современник Ньютона он не раз стоял на пороге великих открытий (и даже оспаривал в суде авторство закона всемирного тяготения), но не владея математикой в должной мере, ограничился гениальными догадками.
- Известен как автор закона, который сейчас носит его имя.



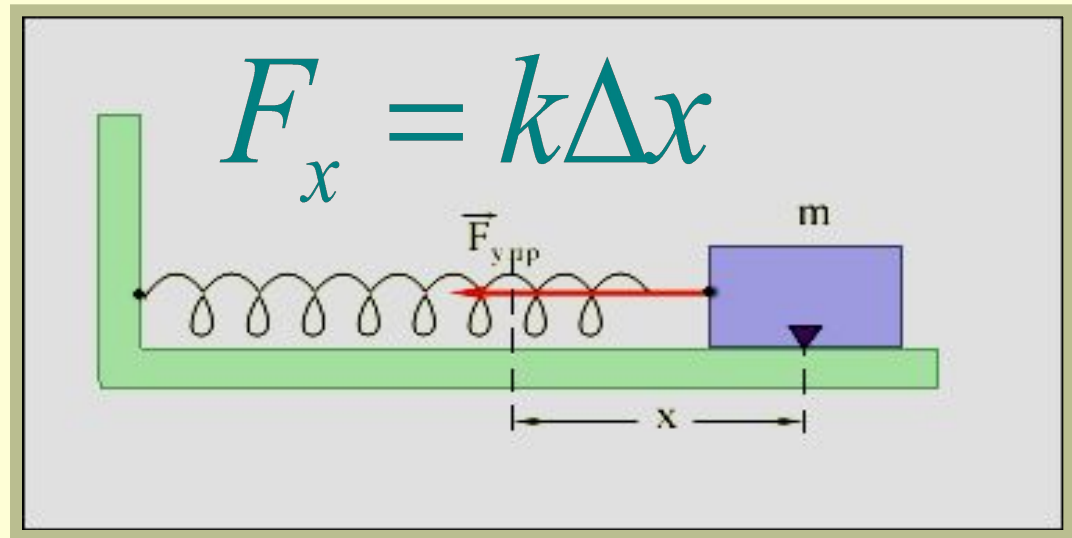


Çàêĩ Ãóêà.flv



## ЗАКОН ГУКА (КЛАССИЧЕСКАЯ ФОРМА)

- Модуль силы упругости, возникающей при деформации тела, пропорционален его удлинению.

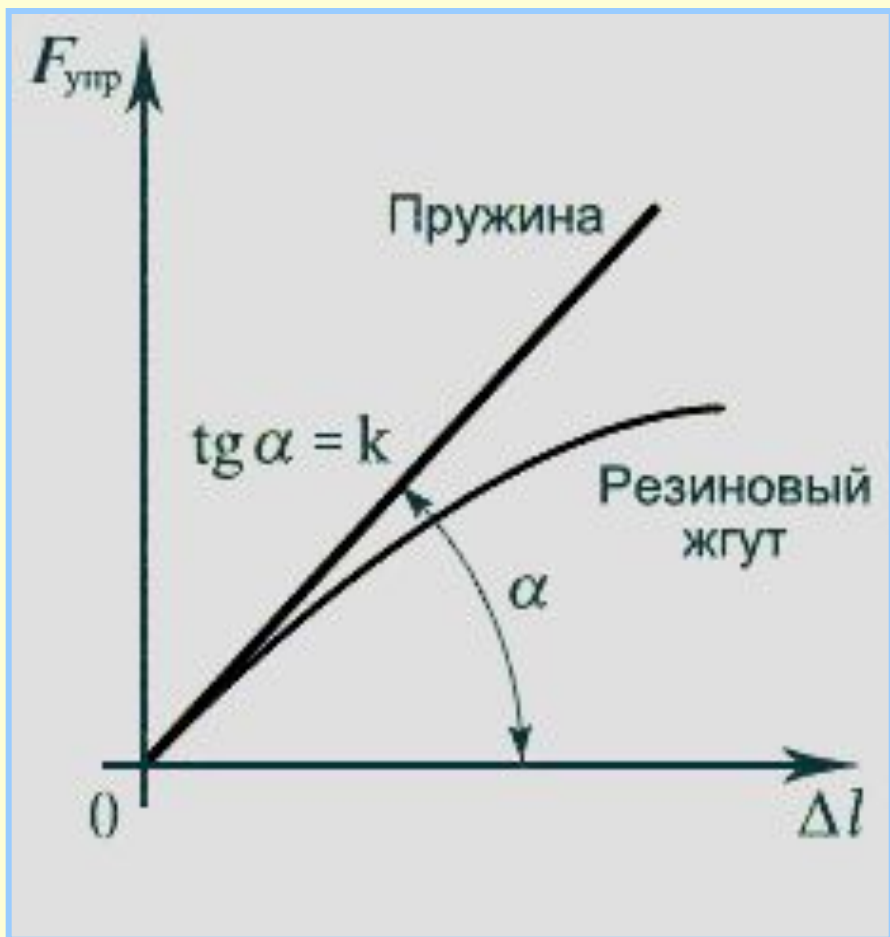


$k$  - коэффициент жесткости;

$\Delta x = \Delta l$  - удлинение тела

При больших деформациях закон не выполняется

# Графическое представление закона Гука



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

# ЖЕСТКОСТЬ ТЕЛА

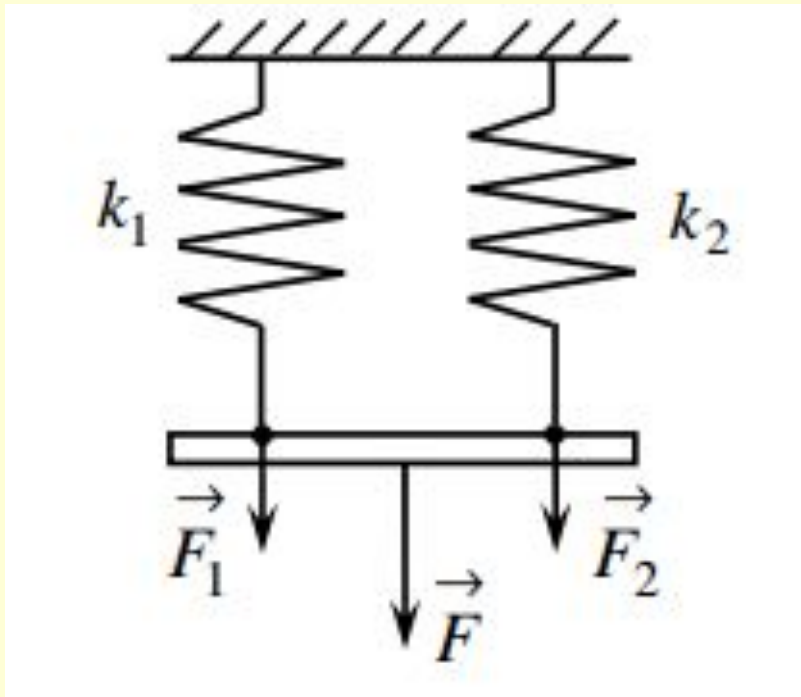
Коэффициент жесткости зависит от формы и размеров тела, а также от материала.

Физический смысл: он численно равен силе упругости при растяжении тела на 1 м.

$$[k]=\text{Н/М}$$

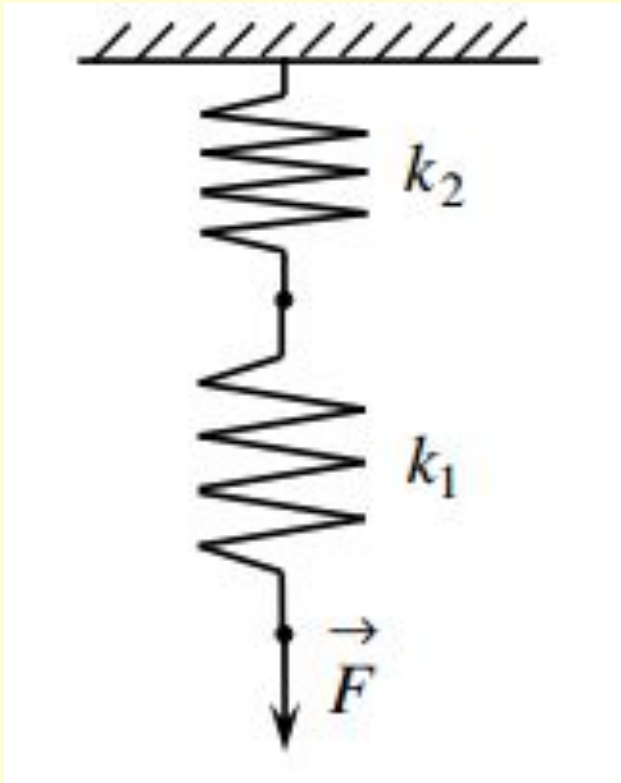
$$k = \frac{F_x}{|\Delta X|}$$

# Жесткость параллельно соединенных пружин



$$k_1 + k_2 = k$$

# Жесткость последовательно соединенных пружин



$$\underline{k_1} \cdot \underline{k_2} = k$$

$$k_1 + k_2$$



# ЗАКОН ГУКА

В физике закон Гука принято записывать в другой форме

# Относительное удлинение

1. Введем понятие  
относительного  
удлинения  
(сжатия) –  $\varepsilon$  (эпсилон)

Относительное удлинение  
(сжатие) – это изменение  
длины тела, отнесенное к  
единице длины.

Оно равно отношению  
относительного удлинения  
тела (сжатия)  
к его первоначальной  
длине:

$$\varepsilon = \frac{|\Delta x|}{x_0}$$

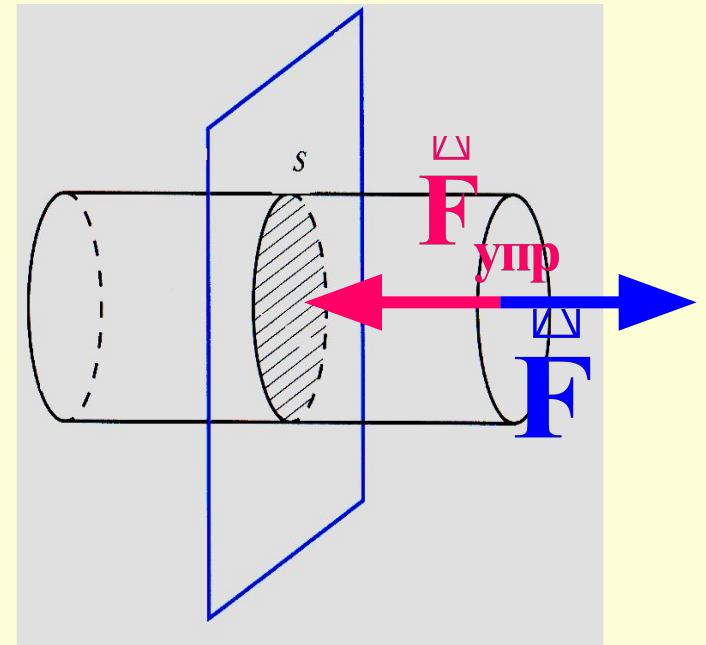
# Механическое напряжение


2. Введем понятие механического напряжения

• Механическое напряжение – это сила упругости, действующая на единицу площади. Оно равно отношению модуля силы упругости к площади поперечного сечения тела:

$$\text{(сигма)} \quad \sigma = \frac{F_{\text{упр}}}{S}$$

$$[\sigma] = \frac{H}{m^2} = Pa$$



- 
- При упругой малой деформации механическое напряжение прямо пропорционально относительному удлинению (сжатию) тела (ЗАКОН ГУКА)

$$\sigma = E \varepsilon$$

где **E** – модуль Юнга или модуль упругости, который измеряется в **Па**

(  $E = \sigma / \varepsilon \Rightarrow$  измеряется в тех же единицах, что напряжение)





# Модуль упругости(Юнга) - E

Модуль Юнга зависит только от свойств материала и не зависит от размеров и формы тела.

Физический смысл -показывает напряжение, которое необходимо приложить к телу, чтобы удлинить его в 2 раза.

Для различных материалов модуль Юнга меняется в широких пределах. Например:

для стали,  $E \approx 2 \cdot 10^{11} \text{ Н/м}^2$ ,

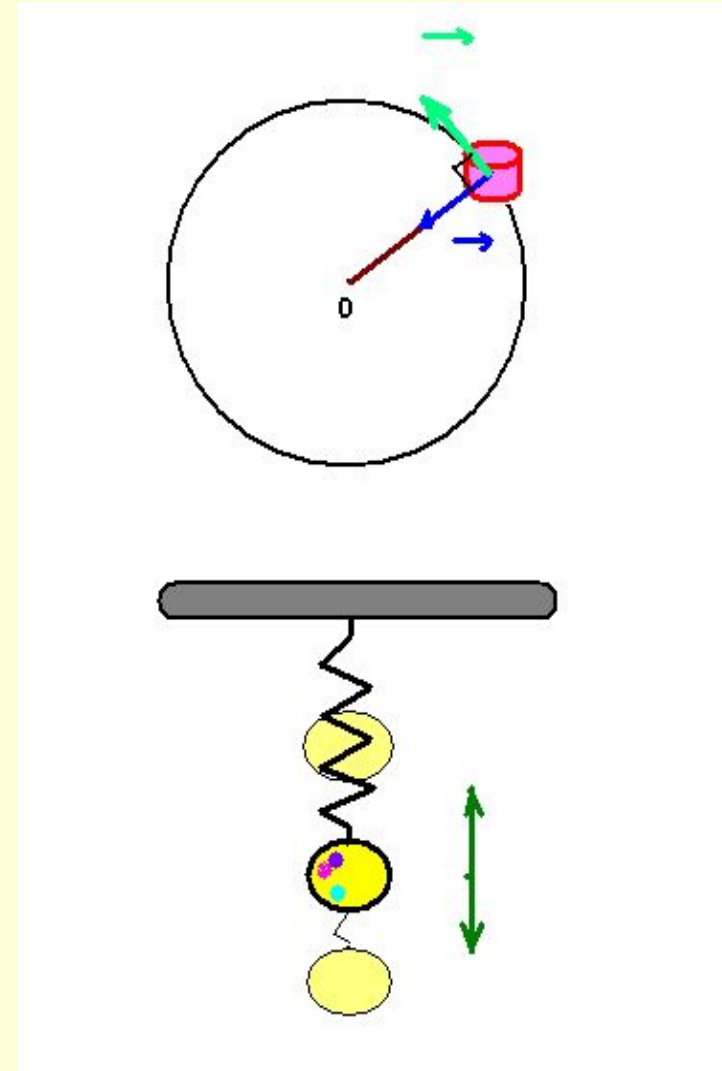
а для резины  $E \approx 2 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$ .



# ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛЫ УПРУГОСТИ

- Тело может совершать движение **по окружности** (если вектора силы и скорости перпендикулярны)
- Тело может совершать **колебательное движение** (если вектора силы и скорости коллинеарны); уравнение движения:

$$m a = - k X = - k \Delta L$$



# Решить задачу

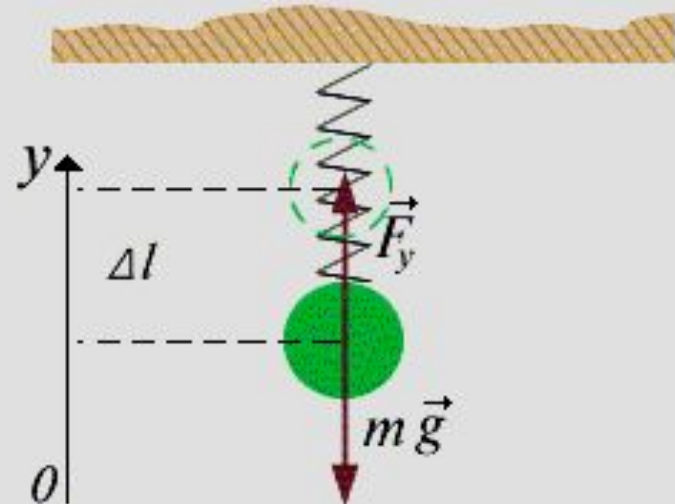
Тело массой 100г подвешено на пружине, которая вследствие этого удлинилась на 10см.

Определить жесткость пружины.

$$m = 100\text{г}$$

$$\Delta l = 10\text{см}$$

$$k = ?$$



Уравнение второго закона Ньютона  
в проекции на ось OY

$$F_y - mg = 0$$

$$\downarrow$$
$$k \Delta l = mg$$

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

$$k = \frac{0.1\text{кг} \cdot 9.8\text{м/с}^2}{0.1\text{м}} = 9.8\text{Н/м}$$

- **Ответ: жесткость пружины равна 9,8 Н/м**

# Решить задачу

- К закрепленной одним концом проволоке диаметром 2мм подвешен груз массой 10кг. Найти механическое напряжение в проволоке.

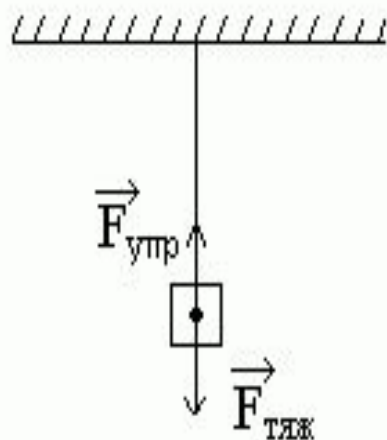
ДАНО:

$$d = 2 \text{ мм}$$

$$m = 10 \text{ кг}$$

$$\sigma = ?$$

РЕШЕНИЕ:



$$\sigma = F_{\text{упр}} / S; \quad F_{\text{упр}} = F_{\text{тяж}}; \quad F_{\text{упр}} = mg;$$

$$F_{\text{упр}} = 10 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} = 98 \text{ Н};$$

$$R = d/2 = 0,001 \text{ м}; \quad S = \pi \cdot R^2;$$

$$S = 3,14 \cdot 0,001^2 \text{ м}^2 = 0,00000314 \text{ м}^2;$$

$$\sigma = 98 \text{ Н} / 0,00000314 \text{ м}^2 = 31612903 \text{ Па} \approx 32 \text{ МПа};$$

ОТВЕТ:

32 МПа



## Домашнее задание.

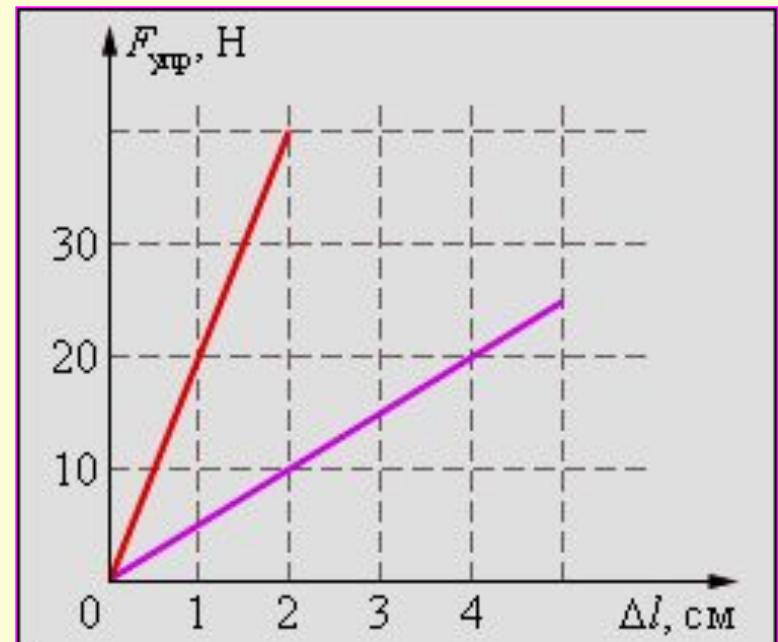
1. Подготовить опорный конспект по теме: «Закон Гука». ( по плану)


2. Подготовить опорный конспект по теме: «Сила упругости».(по плану)

Тетрадь, учебник стр.62-63


3. Решить задачу:

В какой пружине  
больше коэффициент  
жесткости?  
Чему они равны?






**Создание синквейна на тему:  
Деформация, Закон Гука, Сила  
упругости  
(творческое задание)**





# Что такое синквейн?

- Слово «синквейн» происходит от французского слова «пять» и означает «стихотворение, состоящее из пяти строк»;
  - Дидактический синквейн появился в начале XX века в США;
  - Синквейн –это не обычное стихотворение, написанное в соответствии с определёнными правилами.
- 

# Что пишется в каждой строке?

1 строка

1 слово - заголовок. Это существительное или местоимение. (Кто? Что?)

2 строка

2 слова Это прилагательные. (Какой? Какая? Какое? Какие?)

3 строка


3 слова Это глаголы. (Что делает? Что делают?)

4 строка

4 слова Это фраза, в которой выражается личное мнение к предмету разговора.

5 строка

1 слово Вывод, итог. Это существительное. (Кто? Что?)



- Физика.

Теоретическая, экспериментальная.

Изучает, определяет, доказывает.

Наука о природе, законах и явлениях.

Мир.





Молекула.


Маленькая, подвижная.

Двигается, притягивается, отталкивается.

Молекула – это то, из чего состоит вещество.

Частица.





Закон сохранения и превращения энергии.

Нужный, полезный.

Превращается, сохраняется, не изменяется.

Энергия превращается из одного вида в другой

Один из основных законов природы.

