



# Физика твёрдого тела



Далее

# СОДЕРЖАНИЕ

- 1) Физика твердого тела :
- 3) Типы деформаций:
- 4) Виды деформаций:
- 5) Механическое напряжение:
- 6) Закон Гука:
- 7) Проверь себя:
- 8) Тест «Кристаллические и аморфные тела»



# ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

**Мы живем на поверхности твердого тела – земного шара, в сооружениях, построенных из твердых тел.**

**Наше тело, хотя и содержит 65% воды, тоже твердое.**

**Знать свойства твердых тел жизненно необходимо.**



- ❖ Современная промышленность не может обойтись без самых разнообразных кристаллов. Они используются в часах, транзисторных приёмниках, вычислительных машинах, лазерах и многом другом.
- ❖ Великая лаборатория-природа - уже не может удовлетворить спрос развивающейся техники:
- ❖ на специальных фабриках выращивают искусственные кристаллы
- ❖ учёные создают твёрдые тела с заданными механическими, магнитными, электрическими и другими свойствами.

Далее

# Твердые тела

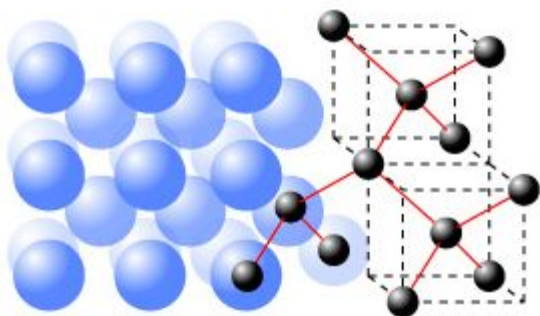


Кристаллические

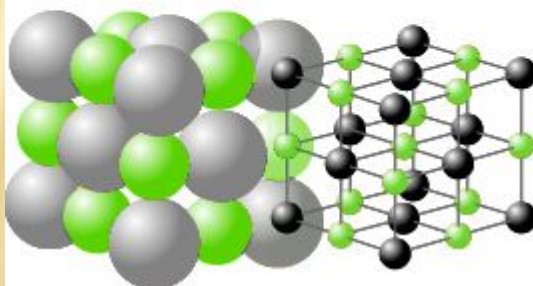
Аморфные

Свойства  
сохранение  
объема и формы

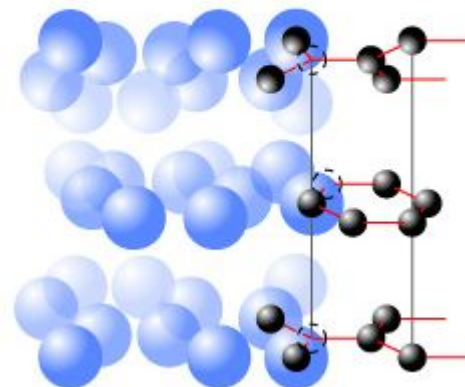
УПАКОВКА АТОМОВ  
И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ  
РЕШЕТКА АЛМАЗА



УПАКОВКА АТОМОВ  
И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ  
РЕШЕТКА  
ПОВАРЕННОЙ СОЛИ



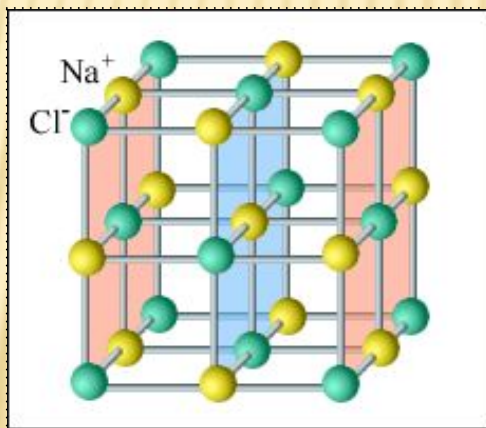
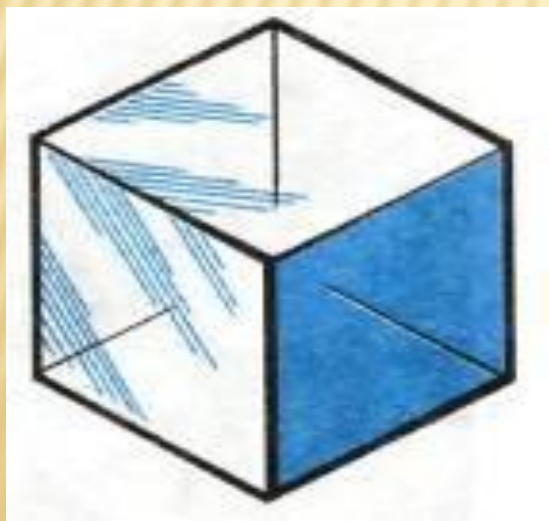
УПАКОВКА АТОМОВ  
И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ  
РЕШЕТКА ГРАФИТА



← НАЗАД

# ЧТО ТАКОЕ КРИСТАЛЛЫ?

Кристаллы - это твёрдые тела, атомы или молекулы которых занимают определённые, упорядоченные положения в пространстве.

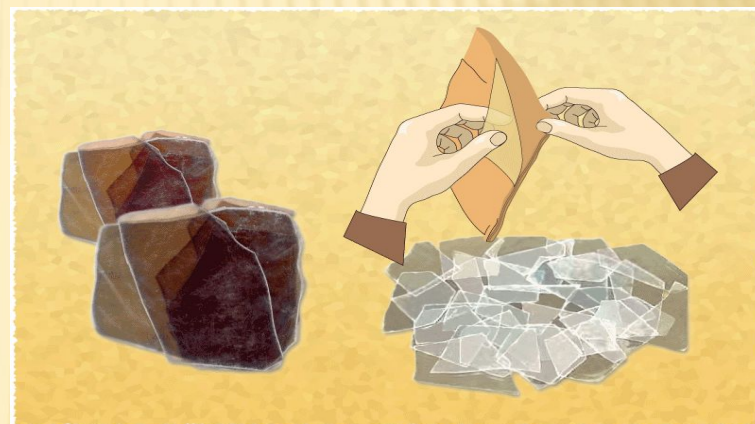


Далее

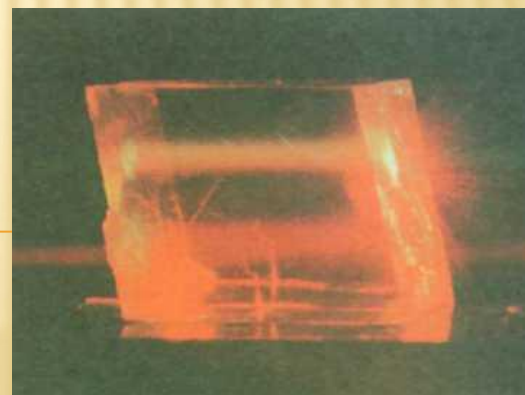
# Все кристаллические тела анизотропны

**АНИЗОТРОПИЯ-** ЗАВИСИМОСТЬ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОТ НАПРАВЛЕНИЯ ВНУТРИ КРИСТАЛЛА.

Различная механическая прочность слюды



Кристаллы по –разному проводят теплоту и электрический ток в различных направлениях. От направления зависят и оптические свойства кристаллов



← НАЗАД

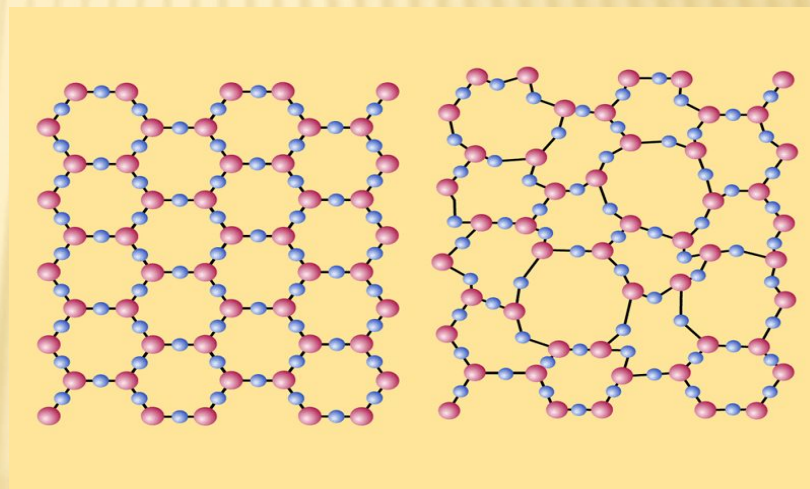
# АМОРФНЫЕ ТЕЛА.

- Это твёрдые тела, у которых нет строгого порядка в расположении атомов

*Примеры  
(кремнезём, смола, стекло, канифоль, сахарный леденец) ,*



янтарь



Расположение частиц  
в кристаллическом и аморфном кварце

Далее

# АМОРФНЫЕ ТЕЛА



## Физические свойства:

- нет постоянной температуры плавления
- по мере повышения температуры размягчаются.
- изотропны, т.е. их физические свойства одинаковы по всем направлениям
- при низких температурах они ведут себя подобно кристаллическим телам, а при высокой подобны жидкостям.

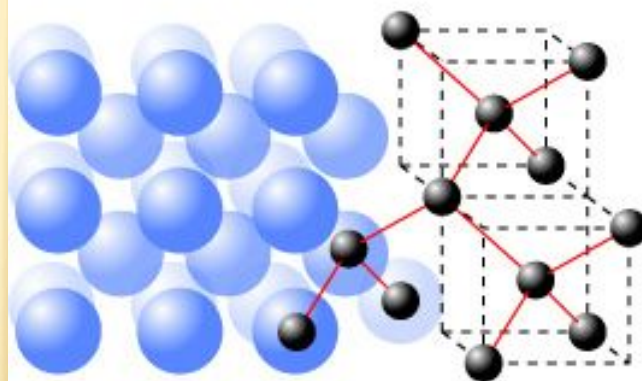


# ТЕСТ

## « КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ И АМОРФНЫЕ ТЕЛА »



УПАКОВКА АТОМОВ  
И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ  
РЕШЕТКА АЛМАЗА



← НАЗАД

Далее →

# ТЕСТ

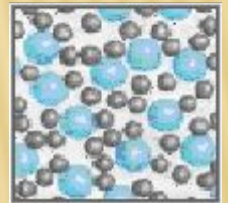
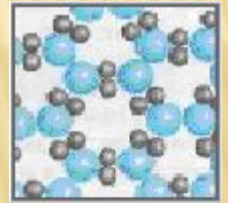


Вопрос

№ 1

Какой фазовый переход изображен на рисунке ?

- 1.Плавление.
- 2.Кристаллизация.
- 3.Конденсация.
- 4.Парообразование.



Далее

# ТЕСТ



Вопрос

№ 2

При каком условии начинается кристаллизация жидкости?

1. При сжатии жидкости.
2. При достижении температуры конденсации.
3. При определенной температуре все молекулы оказываются в положении устойчивого равновесия.

НАЗАД

Далее

# ТЕСТ

Вопрос



№ 3

Найдите соответствие между телами и температурой плавления.

- 1) кристаллические тела;
- 2) аморфные тела.
- а) определенной температуры плавления нет;
- б) температура плавления постоянная.



# ТЕСТ

---

## Вопрос

№ 4



Если тело обладает анизотропией, означает ли это, что оно является кристаллическим?

1. Да.
2. Нет.

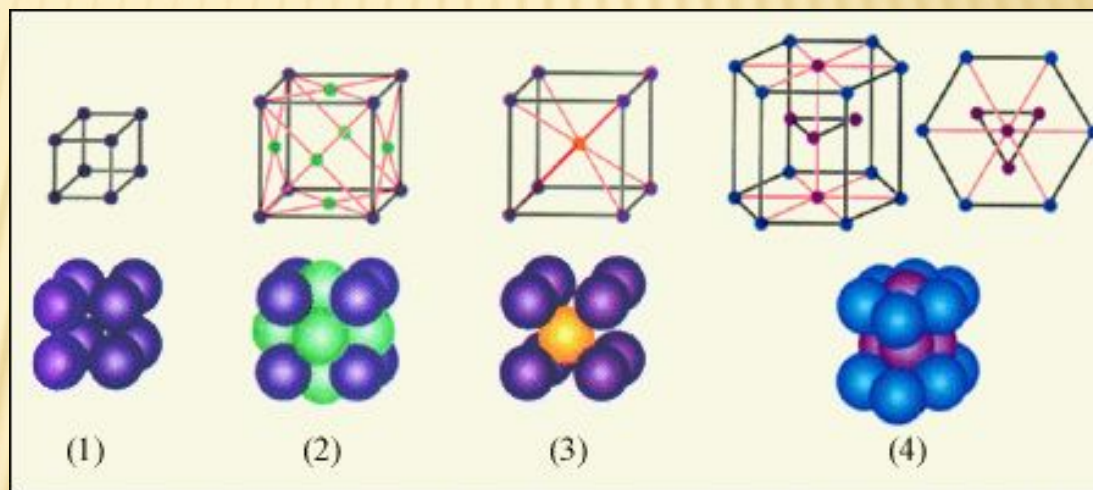


# ТЕСТ

На каком рисунке изображена  
гранецентрированная кубическая решетка?

Вопрос

№ 5



НАЗАД

ОТВЕТЫ

# ОТВЕТЫ

---

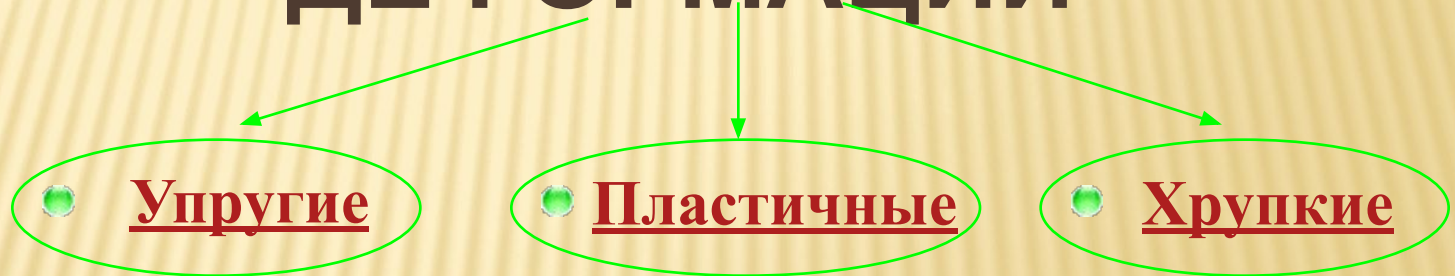
| вопрос | №1 | №2 | №3         | №4 | №5 |
|--------|----|----|------------|----|----|
| Ответ  | 1  | 3  | 2-а<br>1-б | 1  | 3  |



Механические свойства твердых тел обусловлены их молекулярной структурой. Внешнее механическое воздействие на тело может приводить к изменению его формы и объема, т. е. к *деформации*.

*Деформация — изменение формы и размера твердого тела под действием внешних сил.*

## ТИПЫ ДЕФОРМАЦИЙ

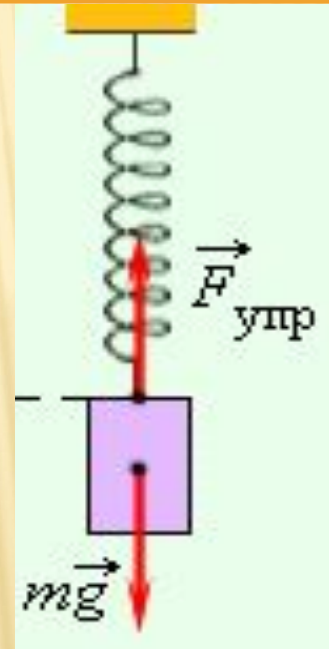


Вопросы для размышления

← НАЗАД

# УПРУГИЕ ДЕФОРМАЦИИ

Многие из окружающих нас тел могут деформироваться, то есть изменять свою форму под внешним воздействием. Это изменение называется упругим, если тело полностью восстанавливает свою форму после прекращения внешнего воздействия.

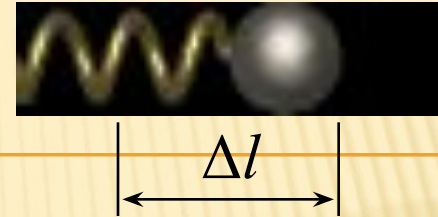


При упругих деформациях справедлив закон Гука: величина деформации пропорциональна вызывающей ее силе,  $F_{\text{упр}} = -kx$ . Коэффициент  $k$  называется жесткостью.

← НАЗАД

→ пример

# ПРИМЕРЫ УПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ



Способностью к упругой деформации обладает, например, спиральная пружина. Мерой деформации пружины может служить ее удлинение, то есть разность длин пружины, возникающая в результате внешнего воздействия.



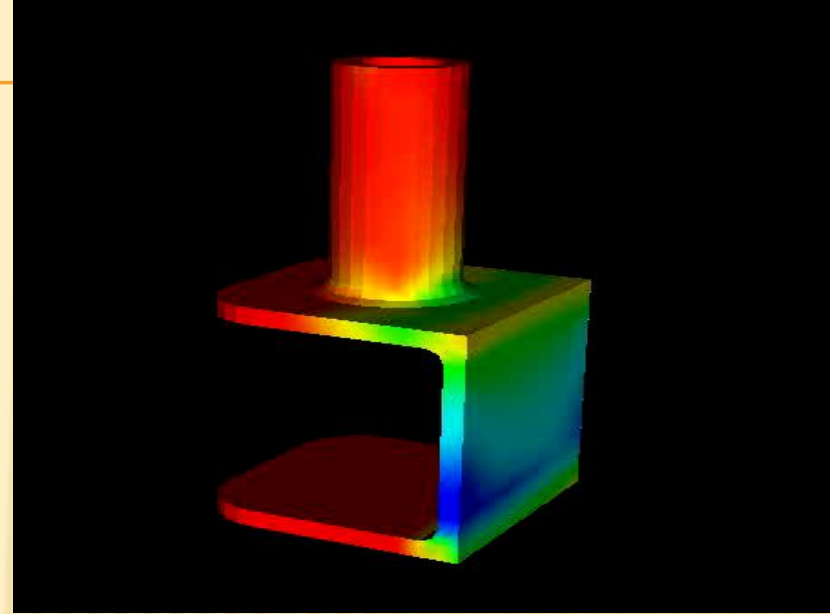
Упруго деформируются резина, сталь, человеческое тело, кости и сухожилия.

*Биологическая ткань допускает восьмикратную упругую деформацию.*



# ПЛАСТИЧНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ

*Пластичная деформация — деформация, сохраняющаяся после прекращения действия внешней силы.*



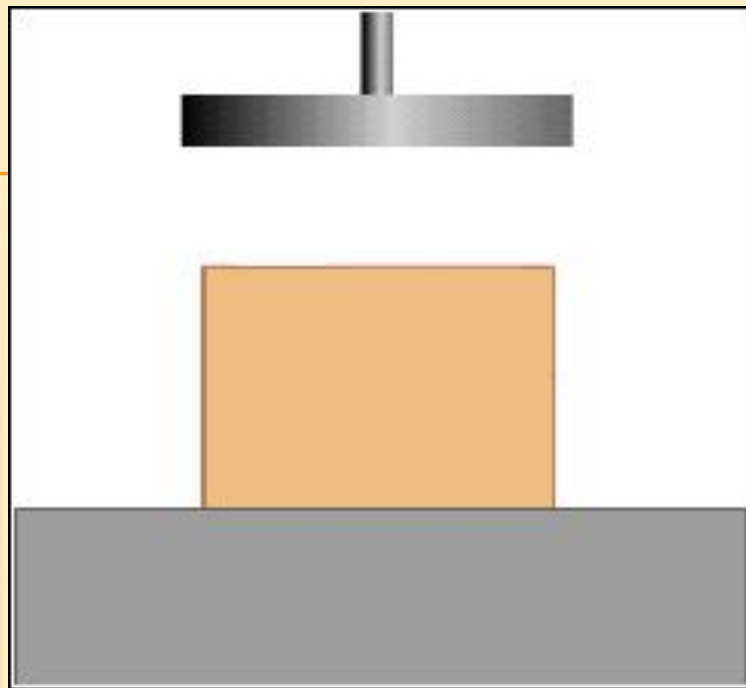
Пластичны свинец, алюминий, воск, пластилин, замазка, жевательная резинка.



# ХРУПКИЕ ДЕФОРМАЦИИ

*Хрупкие деформации  
являются  
необратимыми.*

Материалы, у которых  
разрушение происходит  
при деформациях, лишь  
незначительно  
превышающих область  
упругих деформаций,  
называются **хрупкими**



НАЗАД

пример



стекло



чугун

## ПРИМЕРЫ ХРУПКИХ ТЕЛ



Фарфор



алмаз

← НАЗАД

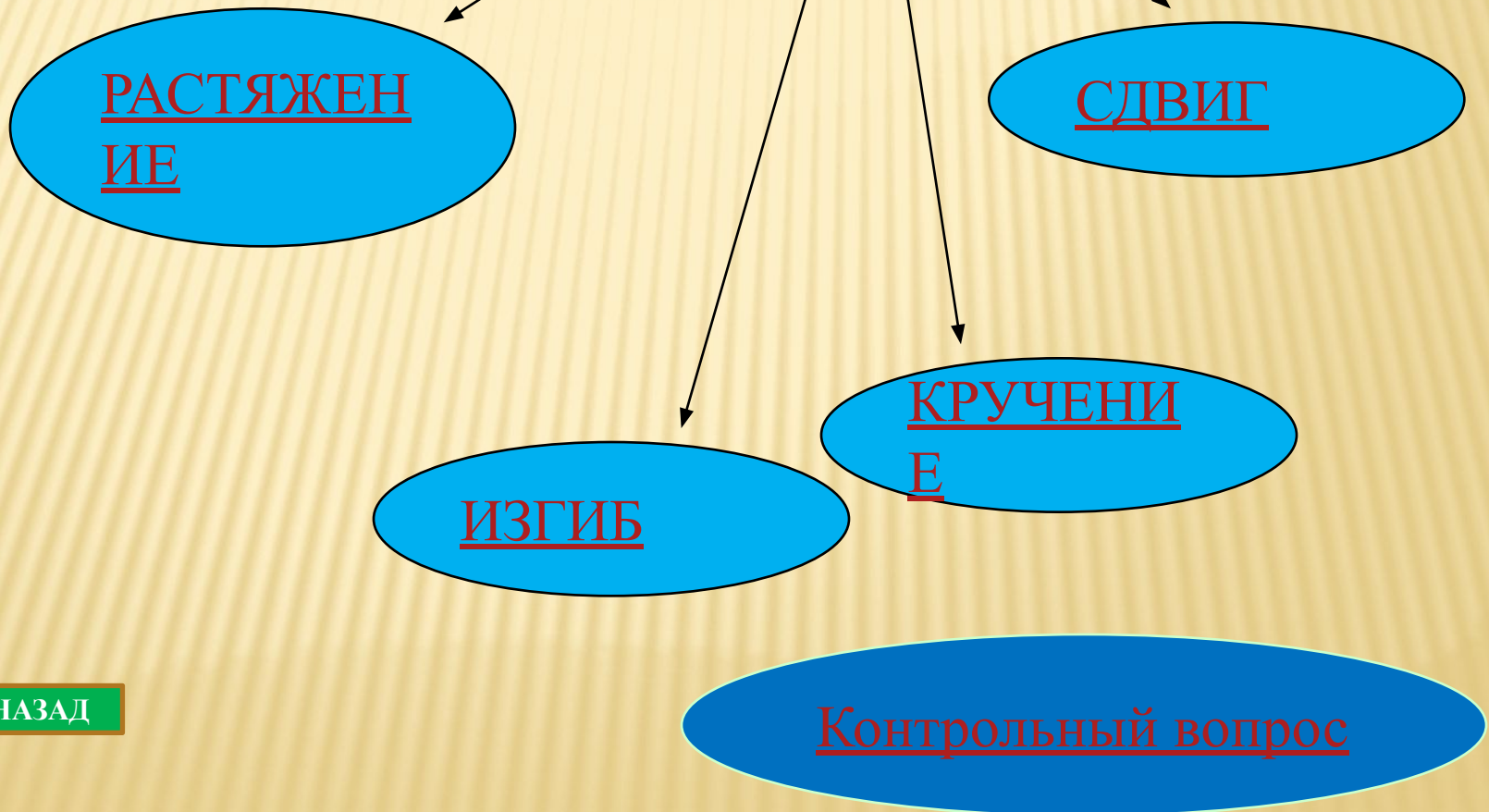
# ВОПРОСЫ ДЛЯ РАЗМЫШЛЕНИЯ

---

- Что называют деформацией?
- Какие деформации называют упругими?
- Приведите примеры упругих деформаций.
- Какие деформации называют пластическими?
- Приведите примеры пластических деформаций.
- Приведите примеры хрупких тел.

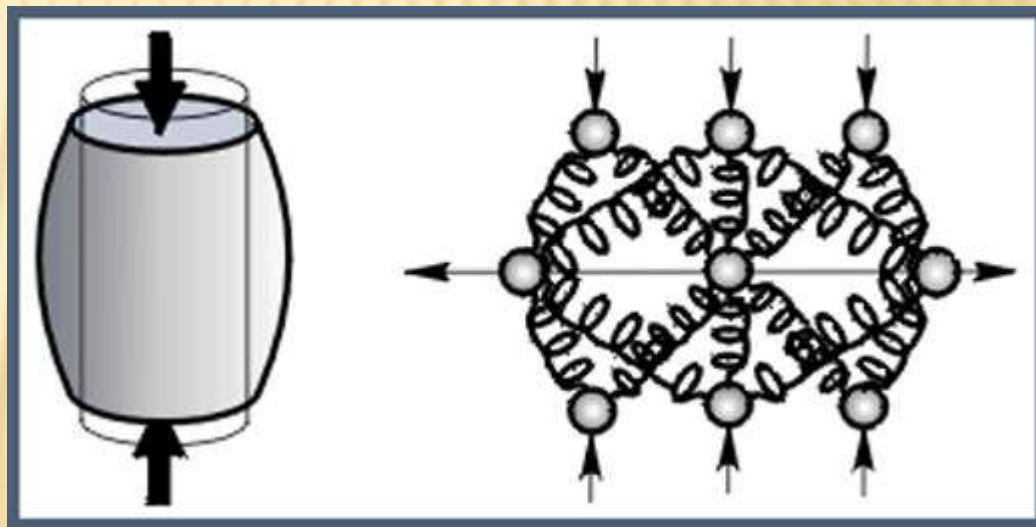
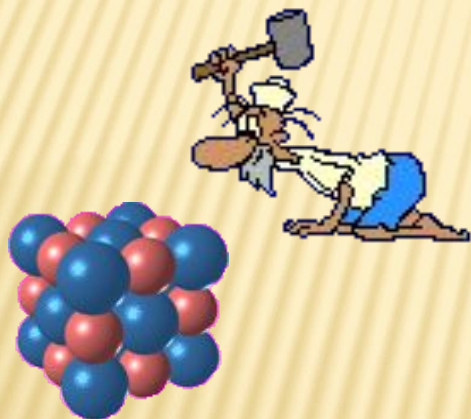


# ВИДЫ ДЕФОРМАЦИЙ



# ВОТ ТАК ВОПРОСИК...

- В технике конструкции машин и механизмов подвергаются действию различных сил, вследствие чего они на некоторое время изменяют свои формы. А что происходит при этом с решеткой кристалла?



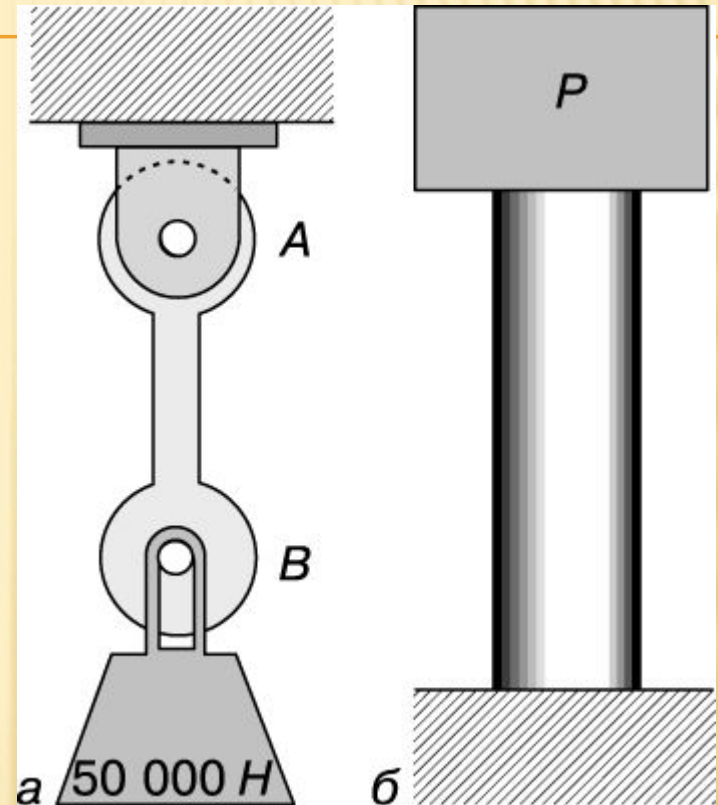
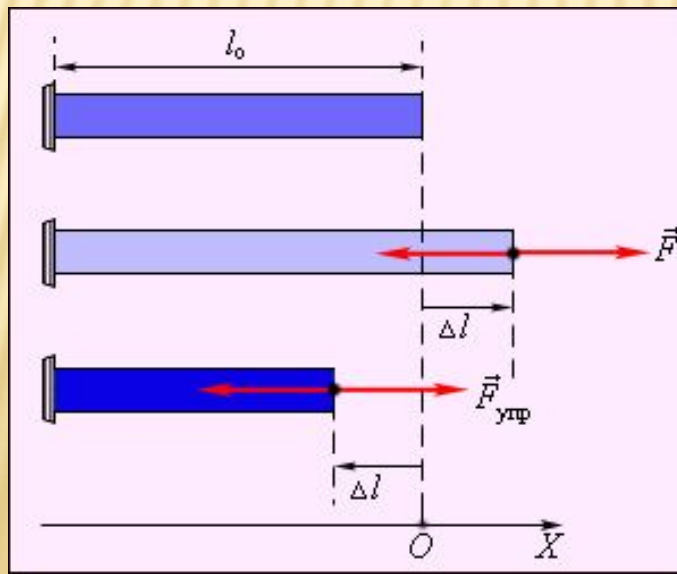
# РАСТЯЖЕНИЕ (СЖАТИЕ)

Деформацию растяжения (сжатия) характеризуют абсолютным удлинением

$$\Delta l = l - l_0$$

и относительным удлинением

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

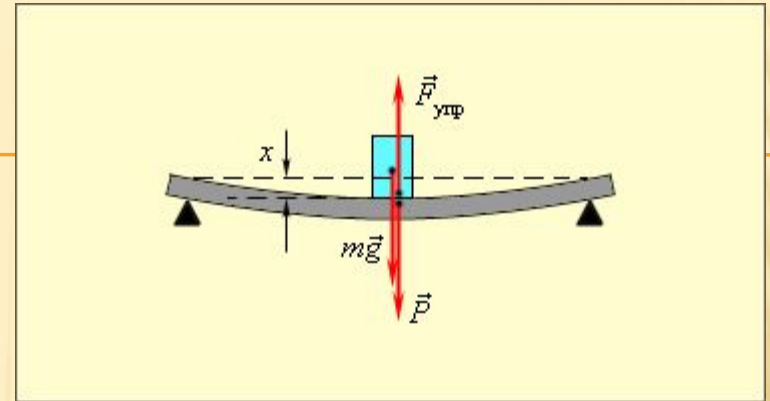


растяжение  
детали

сжатие  
балки

← НАЗАД

# ИЗГИБ



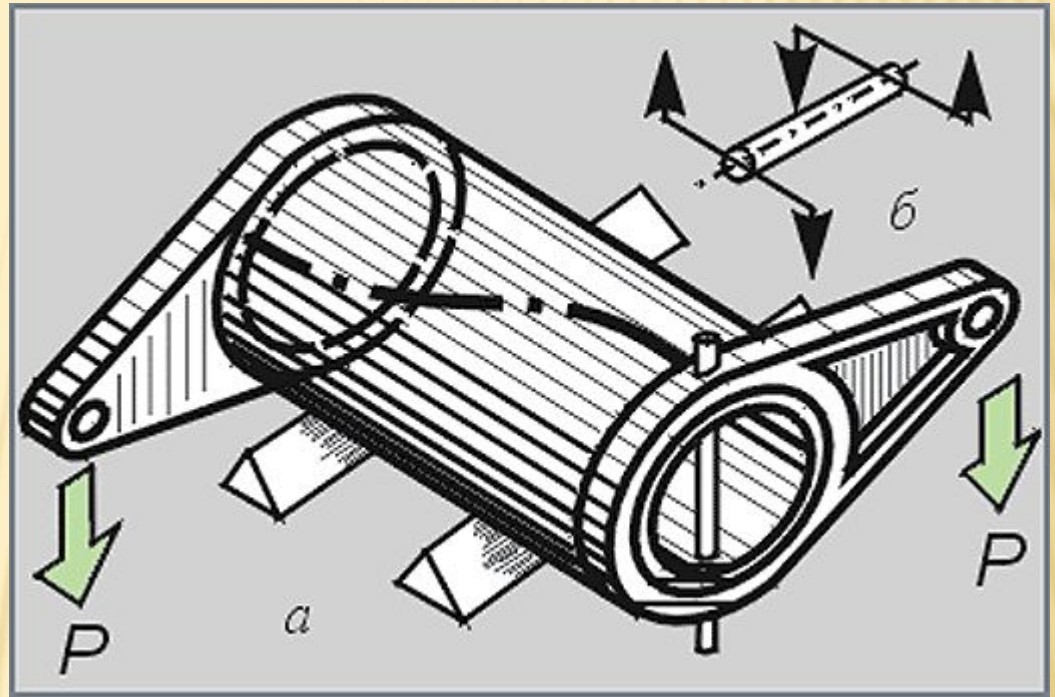
Эта деформация приводит к неоднородному сжатию или растяжению

**Изгиб - сочетание растяжения и сжатия**



← НАЗАД

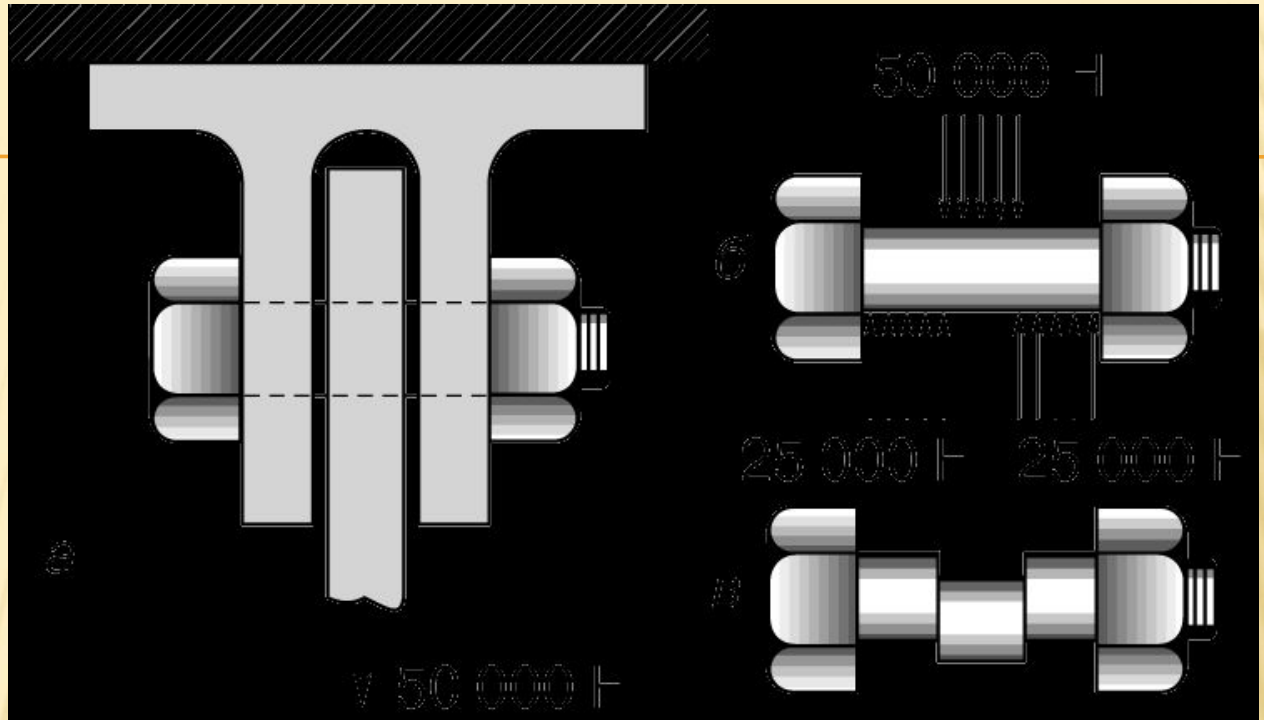
# КРУЧЕНИЕ



Деформация кручения приводит к  
неоднородному растяжению и сдвигу



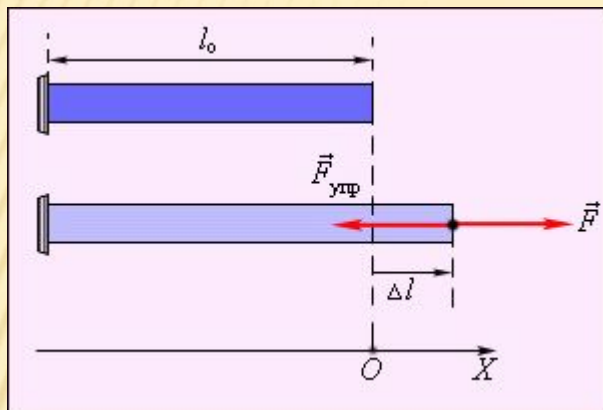
# СДВИГ



Деформацию, при которой происходит смещение слоев тела относительно друг друга, называют деформацией сдвига

← НАЗАД

# МЕХАНИЧЕСКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ



Упругая деформация (растяжение) стержня, длина которого  $l_0$ , а площадь поперечного сечения  $S$ , под действием внешней силы  $F$ .

$$\sigma = \frac{F_{\text{упр}}}{S}$$

Для характеристики упругих свойств тела вводится *механическое напряжение*.

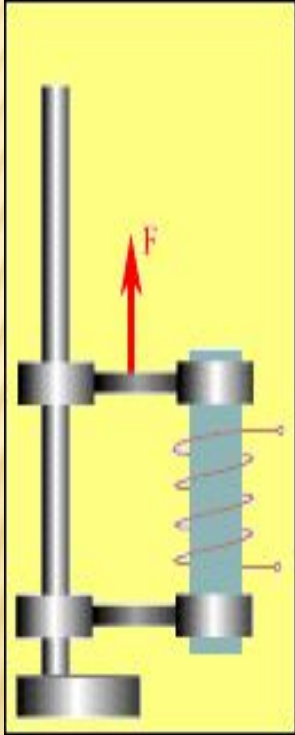
*Механическое напряжение — физическая величина, равная отношению силы упругости к площади поперечного сечения тела:*

Напряжение измеряется в *паскалях (Па)*.



# ЗАКОН ГУКА

Сравнивая  $\sigma = \frac{F_{упр}}{S}$  и  $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$  можно



заметить, что закон Гука  $F = k\Delta l$  преобразуется в выражение  $\sigma = E\varepsilon$  где коэффициент пропорциональности называют модулем упругости (или модулем Юнга)  $E$ . Модуль  $E$  характеризует вещество, из которого сделан стержень. Модуль Юнга измеряется в *паскалях* (Па).

**Эта зависимость получила название закона Гука**

*При упругой деформации тела механическое напряжение прямо пропорционально относительному удлинению тела.*

# ПРОВЕРЬ СЕБЯ

---

1. Какого вида деформации испытывают:  
а) ножки скамейки; б) сиденье скамейки; в) натянутая струна гитары; г) винт мясорубки;
2. К закрепленной одним концом проволоке диаметром 2мм подвешен груз массой 10кг. Найти механическое напряжение в проволоке.



ОТВЕТЫ

# ОТВЕТЫ

1. а)сжатие; б)изгиб; в)растяжение; г)  
кручение;

2.

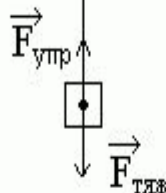
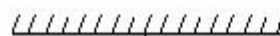
ДАНО:

$$d = 2 \text{ мм}$$

$$m = 10 \text{ кг}$$

$$\sigma = ?$$

РЕШЕНИЕ:



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

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

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

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

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

ОТВЕТ:

32 МПа

