***Д***

***олгое время казалось, что самое интересное в Физике - это исследования микромира и микрокосмоса. Именно там пытались найти ответы на наиболее важные, фундаментальные вопросы, объясняющие устройство окружающего мира. А сейчас образовался третий фронт исследований - изучение твёрдых тел.***

***Почему же так важно исследовать твёрдые тела?***

***Огромную роль, конечно, играет здесь практическая деятельность человека. Твёрдые тела - это металлы и диэлектрики, без которых немыслима электротехника, это - полупроводники, лежащие в основе современной электроники, магниты, сверхпроводники, конструкционные материалы. Словом, можно утверждать, что научно-технический прогресс в значительной мере основан на использовании твёрдых тел.***

***Но не только практическая сторона дела важна при их изучении. Сама внутренняя логика развития науки - физики твёрдого тела - привела к пониманию важности коллективных свойств больших систем.***

***Твёрдое тело состоит из миллиарда частиц, которые взаимодействуют между собой. Это обусловливает появление определённого порядка в системе и особых свойств всего количества микрочастиц. Так, коллективные свойства электронов определяют электропроводность твёрдых тел, а способность тела поглощать тепло - теплоёмкость - зависит от характера коллективных колебаний атомов при тепловом движении. Коллективные свойства объясняют все основные закономерности поведения твёрдых тел.***

***Структура твёрдых тел многообразна. Тем не менее, их можно разделить на два больших класса: кристаллы и аморфные тела.***

Рис. 1

**Кристаллы - это твёрдые тела, атомы или молекулы которых занимают определённые, упорядоченные положения в пространстве**. Поэтому кристаллы имеют плоские грани. Например, крупинка обычной поваренной соли имеет плоские грани, составляющие друг с другом прямые углы (рис. 1). Это можно заметить, рассматривая соль с помощью лупы. Строгая периодичность в расположении атомов приводит к сохранению порядка на больших расстояниях (в таком случае говорят, что имеется дальний порядок). А как геометрически правильна форма снежинки! В ней также отражена геометрическая правильность внутреннего строения кристаллического твёрдого тела - льда.

Однако, правильная внешняя форма не единственное и даже не самое главное следствие упорядоченного строения кристалла. **Главное** - **это зависимость физических свойств от выбранного в кристалле направления**. Прежде всего, бросается в глаза различная механическая прочность кристаллов по разным направлениям. Например, кусок слюды легко расслаивается в одном из направлений на тонкие пластинки, но разорвать его в направлении, перпендикулярном пластинкам, гораздо труднее. Так же легко расслаивается в одном направлении кристалл графита. Когда вы пишете карандашом, такое расслоение происходит непрерывно и тонкие слои графита остаются на бумаге. Это происходит потому, что кристаллическая решётка графита имеет слоистую структуру. Слои образованы рядом параллельных сеток, состоящих из атомов углерода. Атомы располагаются в вершинах правильных шестиугольников. Расстояние между слоями сравнительно велико - примерное в два раза больше, чем длина стороны шестиугольника, поэтому связи между слоями менее прочны, чем связи внутри них. Многие кристаллы по-разному проводят теплоту и электрический ток в различных направлениях. От направления зависят и оптические свойства кристаллов. Так, кристалл кварца по-разному преломляет свет в зависимости от направления падающих на него лучей.

**Зависимость физических свойств от направления внутри кристалла называют анизотропией**. Все кристаллические тела анизотропные.

Кристаллическую структуру имеют металлы. Именно металлы преимущественно используются в настоящее время для изготовления орудий труда, различных машин и механизмов.

Если взять сравнительно большой кусок металла, то на первый взгляд его кристаллическая структура никак не проявляется ни во внешнем виде куска ни в его физических свойствах. Металлы в обычном состоянии не обнаруживают анизотропии.

Дело здесь в том, что металл обычно состоит из огромного количества сросшихся друг с другом кристалликов. Под микроскопом или даже с помощью лупы их нетрудно рассмотреть, особенно на свежем изломе металла. Свойства каждого кристаллика зависят от направления, но кристаллики ориентированны по отношению друг к другу беспорядочно. В результате в объёме, значительно превышающем объём отдельных кристалликов все направления внутри металлов равноправны и свойства металлов одинаковы по всем направлениям.

Твёрдое тело, состоящее из большого числа маленьких кристалликов, называют монокристаллами.

Соблюдая большие предосторожности, можно вырастить металлический кристалл больших размеров - монокристалл. В обычных условиях поликристаллическое тело образуется в результате того, что начавшийся рост многих кристаллов продолжается до тех пор, пока они не приходят в соприкосновение друг с другом, образуя единое тело.

К поликристаллам относятся не только металлы. Кусок сахара, например, также имеет поликристаллическую структуру.

Большинство кристаллических тел - поликристаллы, так как они состоят из множества сросшихся кристаллов. Одиночные кристаллы - монокристаллы имеют правильную геометрическую форму, и их свойства различны по разным направлениям (анизотропия).

Не все твёрдые тела - кристаллы. Существует множество аморфных тел. Чем они отличаются от кристаллов?

У аморфных тел нет строгого порядка в расположении атомов. Только ближайшие атомы - соседи располагаются в некотором порядке. Но строгой направляемости по всем направлениям одного и того же элемента структуры, которая характерна для кристаллов в аморфных телах, нет.

Часто одно и то же вещество может находиться как в кристаллическом, так и в аморфном состоянии. Например, кварц SiO2, может быть как в кристаллической, так и в аморфной форме (кремнезем). Кристаллическую форму кварца схематически можно представить в виде решётки из правильных шестиугольников. Аморфная структура кварца также имеет вид решётки, но неправильной формы. Наряду с шестиугольниками в ней встречаются пяти и семиугольники.

В 1959 г. английский физик Д. Бернал провёл интересные опыты: он взял много маленьких пластилиновых шариков одинакового размера, обвалял их в меловой пудре и спрессовал в большой ком. В результате шарики деформировались в многогранники. Оказалось, что при этом образовывались преимущественно пятиугольные грани, а многогранники в среднем имели 13,3 грани. Так что какой-то порядок в аморфных веществах определённо есть.

**Свойства Аморфных тел**. Все аморфные тела изотропные, т.е. их физические свойства одинаковы по всем направлениям. К аморфным телам относятся стекло, смола, канифоль, сахарный леденец и др.

При внешних воздействиях аморфные тела обнаруживают одновременно упругие свойства, подобно твёрдым телам, и текучесть, подобно жидкости. Так, при кратковременных воздействиях (ударах) они ведут себя как твёрдые тела и при сильном ударе раскалываются на куски. Но при очень продолжительном воздействии аморфные тела текут. Проследим за куском смолы, который лежит на гладкой поверхности. Постепенно смола по ней растекается, и, чем выше температура смолы, тем быстрее это происходит.

Атомы или молекулы аморфных тел, подобно молекулам жидкости, имеют определённое время “осёдлой жизни” - время колебаний около положения равновесия. Но в отличие от жидкостей это время у них весьма велико. Так, для вара при t = 20oC время “осёдлой жизни” 0,1 с. В этом отношении аморфные тела близки к кристаллическим, так как перескоки атомов из одного положения равновесия в другое происходят редко.

Аморфные тела при низких температурах по своим свойствам напоминают твёрдые тела. Текучестью они почти не обладают, но по мере повышения температуры постепенно размягчаются и их свойства всё более и более приближаются к свойствам жидкостей. Это происходит потому, что с ростом температуры постепенно учащаются перескоки атомов из одного положения в другое. Определённой температуры тел у аморфных тел, в отличие от кристаллических, нет.

**Физика твёрдого тела**. Чёловечество всегда использовало, и будет использовать твёрдые тела. Но если раньше физика твёрдого тела отставала от развития технологии, основанной на непосредственном опыте, то теперь положение переменилось. Теоретические исследования приводят к созданию твёрдых тел, свойства которых совершенно необычны. Получить такие тела методом проб и ошибок было бы невозможно. Создание транзисторов, о которых пойдёт речь в дальнейшем, - яркий пример того, как понимание структуры твёрдых тел привело к революции во всей радиотехнике.

Получение материалов с заданными механическими, магнитными, электрическими и другими свойствами - одно из основных направлений современной физики твёрдого тела.

Аморфные тела занимают промежуточное положение между кристаллическими твёрдыми телами и жидкостями. Их атомы или молекулы располагаются в относительном порядке. Понимание структуры твёрдых тел (кристаллических и аморфных) позволяет создавать материалы с заданными свойствами.

**Деформация твёрдого тела** - изменение его формы или объёма. Растяните резиновый шнур за концы. Очевидно, участки шнура сместятся друг относительно друга; шнур окажется деформированным - станет длиннее и тоньше. Деформация возникает всегда, когда различные части тела под действием сил перемещаются неодинаково.

Шнур, после прекращения действия на него сил, возвращается в исходное состояние. *Деформации, которые полностью исчезают после прекращения действия внешних сил, называются упругими*. Кроме резинового шнура, упругие деформации испытывают пружина, стальные шарики при столкновении и т.д.

Теперь сожмите кусочек пластилина. В ваших руках он легко примет любую форму. Первоначальная форма пластилина не восстановится сама собой. Пластилин “не помнит” какая форма бы у него сначала. Деформации, которые не исчезают после прекращения действия внешних сил, называются пластическими. Пластическую деформацию, при небольших, но не кратковременных воздействиях испытывают воск, клина, свинец.

Рис.2

F1= -F F

**Деформация растяжения (сжатия)**. Если к одному стержню, закреплённому одним концом, приложить силу *F* вдоль оси стержня в направлении от этого конца (рис. 2), то стержень подвергнется деформации растяжения. Деформацию растяжения характеризуют абсолютным удлинением.

*Δl = l - l0*

и относительным удлинением

ε *= Δl / l0*

где *l0* - начальная длинна, а *l* - конечная длинна стержня.

Деформацию растяжения испытывают тросы, канаты, цепи в подъёмных устройствах, стяжки между вагонами и т.д.

При малых растяжениях (*l0<< l*), деформации большинства тел упругие.

Рис. 3

F1= -F F

Если на тот же стержень подействовать силой *F*, направленной к закреплённому концу (рис. 3), то стержень подвергнется деформации сжатия. В этом случае относительная деформация отрицательна: ε< 0.

При растяжении или сжатии изменяется площадь поперечного сечения тела. Это можно обнаружить, если растянуть резиновую трубку, на которую предварительно надето металлическое кольцо. При достаточно сильном растяжении кольцо падает. При сжатии, наоборот, площадь поперечного сечения тела увеличивается.

Рис. 4

**B C B C** F

a b a b

c d c d

γ

**A D A D**

**a b**

**Деформация сдвига**. Возьмём резиновый брусок с начерченными на его поверхности горизонтальными и вертикальными линиями и закрепим на столе (рис. 4, а). Сверху к бруску прикрепим рейку и приложим к ней горизонтальную силу (рис. 4, б). Слои бруска ab, cd и др. Сдвинутся, оставаясь параллельными, а вертикальные грани, оставаясь плоскими, наклонятся на угол *γ* .

**Деформацию, при которой происходит смещение слоёв тела друг относительно друга, называют деформацией сдвига.**

Если силу *F* увеличить в два раза, то и угол *γ* увеличится в 2 раза. Опыты показывают, что при упругих деформациях угол сдвига *γ* прямо пропорционален модулю *F* приложенной силы.

Наглядно деформацию сдвига можно показать на модели твёрдого тела, которое состоит из ряда параллельных пластин, соединённых между собой пружинами. Горизонтальная сила сдвигает пластины друг относительно друга без изменения объёма тела. У реальных твёрдых тел при деформации сдвига объём также не меняется.

Деформациям сдвига подвержены все балки в местах опор, заклёпки и болты, скрепляющие детали и т.д. Сдвиг на большие углы может привести к разрушению тела - срезу. Срез происходит при работе ножниц, долота, зубила, зубьев пилы.

**Изгиб и кручение.** Более сложными видами деформации являются изгиб и кручение. Деформацию изгиба испытывает, например, нагруженная балка. Кручение происходит при завёртывании болтов, вращении валов машин, свёрл и т.д. Эти деформации сводятся к неоднородному растяжению или сжатию и неоднородному сдвигу.

Все деформации твёрдых тел сводятся к растяжению (сжатию) и сдвигу. При упругих деформациях форма тела восстанавливается, а при пластических не восстанавливается.

**Тепловое движение** вызывает колебания атомов (или ионов), из которых состоит твёрдое тело. Амплитуда колебаний обычно мала по сравнению с межатомными расстояниями, и атомы не покидают своих мест. Поскольку атомы в твёрдом теле связаны между собой, их колебания происходят согласованно, так что по телу с определённой скоростью распространяется *волна*. Для описания колебаний в твёрдых телах при низких температурах часто используют представления о *квазичастицах - фононах*.

По своим электронным свойствам твёрдые тела разделяются на *металлы*, *диэлектрики* и *полупроводники*. Кроме того, при низких температурах возможно сверхпроводящее состояние, в котором сопротивление электрическому току равно нулю.

Рис. 5 *Металл*

ε

Движение микрочастиц подчиняется законам квантовой механики. У связанных *электронов*, например в *атоме*, энергия может принимать только определённые к в а н т о в а н н ы е з н а ч е н и я. В твёрдом теле эти уровни энергии объединяются в зоны, разделённые запрещёнными областями энергии (рис. 5). В силу *принципа Паули* электроны не скапливаются на нижнем уровне, а занимают уровни с разными энергиями. В результате может оказаться, что все уровни энергии в зоне будут полностью заполнены. Такое твёрдое тело является диэлектриком. Такое твёрдое тело является *диэлектриком*. Изменить энергию электрона можно только сразу на большую конечную величину (ширину запрещённой области, или, как говорят, ***энергетической щели***). Поэтому электроны в диэлектрике не могут ускоряться в электрическом поле, и проводимость при нулевой температуре (когда нет тепловых возбуждений) равна нулю (сопротивление бесконечно).

В металле, напротив, верхний заполненный уровень энергии лежит внутри зоны, энергия электронов может меняться почти непрерывно, и электрическое поле создаёт ток. Упорядоченное движение электронов вдоль поля накладывается на интенсивное хаотическое движение. Максимальная энергия электронов определяется их *концентрацией*. В типичных металлах это величина порядка электрон-вольт. Соответствующая такой энергии температура ≈ 104К! Так что даже при абсолютном нуле часть электронов в металле энергично движется и имеет огромную эффективную температуру.

Рис. 6

зона проводимости

запретная зона

зона валентности

возбуждение электронов в полупроводнике

*Полупроводник* - это тот же диэлектрик, но с малой величиной энергетической щели. Тепловое движение может “забрасывать” электроны в свободную зону (она называется зоной проводимости в отличие от заполненной валентной зоны), где они уже ускоряются электрическим полем (рис. 6). Поэтому полупроводники обычно имеют небольшую проводимость, резко зависящую от температуры. На проводимость полупроводников можно также влиять, вводя специальные примеси.

Полупроводниковые кристаллы позволяют создавать сложные *полупроводниковые приборы*, в том числе так называемые *интегральные схемы*. Сейчас достигнута такая степень интеграции, что миллионы отдельных элементов умещаются на площади размером в 1 см2! Такое устройство как бы является единым кристаллом, и новую область техники не зря называют *твердотельной электроникой*.

Огромное значение для современной техники имеют магнитные материалы. Атомы (или часть атомов), из которых состоит магнитное тело, могут обладать *магнитным моментом*. Если взаимодействие между магнитными моментами велико, то они выстраиваются определенным образом и твёрдое тело переходит в ферромагнитное или антиферромагнитное состояние.

**Механические свойства твёрдых тел.**

**Диаграмма растяжения**. Величина, характеризующая состояние деформированного тела, называется *механическим напряжением.* В любом сечении деформированного тела действуют силы упругости, препятствующие разрыву этого тела на части. Напряжением или, точнее, **механическим напряжением называют отношение модуля силы упругости *F* к площади поперечного сечения *S* тела.**

*σ =F/S*

В СИ за единицу напряжения принимается 1 Па= 1 Н/м2, как и для давления.

В случае сжатия стержня напряжение аналогично давлению в газах и жидкостях. Для исследования деформации растяжения стержень при помощи специальных устройств подвергают растяжению, а затем измеряют удлинение образца и возникающее в нём напряжение. По результатам опытов вычерчивают график зависимости напряжения σ от относительного удлинения ε, получивший название диаграммы растяжения.

**Закон Гука**. Опыт показывает: **при малых деформациях напряжение σ прямо пропорцианально относительному удлинению ε** (участок OA диаграммы). Эта зависимость, называемая **законом Гука,** записывается так**:**

σ = E |ε| (1)

Относительное удлинение ε в формуле (1) взято по модулю, так как закон Гука справедлив как для деформации растяжения, так и для деформации сжатия, когда ε < 0.

*Коэффициент пропорциональности E, входящий в закон Гука, называется модулем упругости или модулем Юнга.* Модуль Юнга определяют по формуле (1), измеряя напряжение σ и относительное удлинение ε при малых деформациях.

Для большинства широко распространённых материалов модуль Юнга определён экспериментально. Так, для хромоникелевой стали *E=2,1⋅1011* Па, а для алюминия *E=7⋅1010* Па. Чем больше модуль Юнга, тем меньше деформируется стержень при прочих равных условиях (одинаковых *F,S,l0*). Модуль Юнга характеризует сопротивляемость материала упругой деформации растяжения или сжатия.

Закон Гука, записанный в формуле (1), легко привести к виду, известному из курса физики IX класса.

Действительно, подставив в формулу (1) σ = F/S и ε = |Δl|/l0 , получим:

F/S=E ⋅ |Δl|/l0

Отсюда

F = SE/l0 ⋅ |Δl|. (2)

Обозначим

SE/l0=k, тогда

F=k|Δl |. (3)

Таким образом, *жесткость* k стержня прямо пропорциональна произведению модуля Юнга на площадь поперечного сечения стержня и обратно пропорциональна его длине.

**Пределы пропорциональности и упругости.** Мы уже говорили, что закон Гука выполняется при небольших *деформациях*, а, следовательно, при напряжениях, не превосходящих некоторого предела. Максимальное напряжение σп (см. Рис. 7), при котором ещё выполняется закон Гука, называют пределом пропорциональности.

Если увеличивать нагрузку, то деформация становится нелинейной, напряжение перестанет быть прямо пропорциональным относительному удлинению. Тем не менее, при небольших нелинейных деформациях после снятия нагрузки форма и размеры тела практически восстанавливаются. Максимальное напряжение, при котором ещё не возникают заметные остаточные деформации (относительная остаточная деформация не превышает 0,1%), называют пределом упругости σуп. Предел упругости превышает предел пропорциональности лишь на сотые доли процента.

Рис. 7

δ

E

δпч K

C D

δуп

B

δп  A

O Q P ε

**Предел прочности**. Если внешняя нагрузка такова, что напряжение в материале превышает предел упругости, то после снятия нагрузки образец, хотя немного и укорачивается, но не принимает прежних размеров, а остаётся деформированным.

По мере увеличения нагрузки деформация нарастает всё быстрее и быстрее. При некотором значении напряжения, соответствующем на диаграмме точке C, удлинение нарастает практически без увеличения нагрузки. Это явление называют текучестью материала (участок CD). Кривая на диаграмме идёт пир этом почти горизонтально. Далее с увеличением деформации кривая напряжений начинает немного возрастать, и достигает максимума в точке *E*. Затем напряжение резко спадет, и образец нарушается (точка K). Таким образом, разрыв происходит после того, как напряжение достигает максимального значения σпч, называемого пределом прочности (образец растягивается без увеличения внешней нагрузки вплоть до разрушения). Эта величина зависит от материала образца и качества его обработки.

Сооружения или конструкции надёжны, если возникающие в них при эксплуатации напряжения в несколько раз меньше предела прочности.

Исследования растяжения (сжатия) твёрдого тела позволяют установить, от чего зависит коэффициент жесткости в законе Гука. Диаграмма растяжения, полученная экспериментально, даёт достаточно полную информацию о механических свойствах материала и позволяет оценить его прочность.

**Пластичность и Хрупкость.**

**Упругость.** Тело из любого материала при малых деформациях ведёт себя, как упругое. Его размеры и форма восстанавливаются при снятии нагрузки. В то же время все тела в той или иной мере могут испытывать пластические деформации.

Механические свойства материалов разнообразны. Такие материалы, как резина или сталь обнаруживают упругие свойства при сравнительно больших напряжениях и деформациях. Для стали, например, закон Гука выполняется вплоть до ε = 1%, а для резины - до десятков процентов. Поэтому такие материалы называют упругими.

**Пластичность.** У мокрой глины, пластилина или свинца область упругих деформаций мала. *Материалы, у которых незначительные нагрузки вызывают пластические деформации, называют пластичными.*

Деление материалов на упругие и пластичные в значительной мере условно. В зависимости от возникающих напряжений один и тот же материал будет вести себя или как упругий, или как пластичный. Так, при очень больших напряжениях сталь обнаруживает пластичные свойства. Это широко используют при штамповке стальных изделий с помощью пресса, создающего огромную нагрузку.

Холодная сталь или железо с трудом поддаются ковке молотом. Но после сильного нагрева им легко придать посредствам ковки любую форму. Свинец пластичный и при комнатной температуре, но приобретает ярко выраженные упругие свойства, если его охладить до температуры ниже -100 C0.

**Хрупкость.** Большое значение на практике имеет свойство твёрдых тел, называемое хрупкостью. Материал называют хрупким, если он разрушается при небольших деформациях. Изделия из стекла и фарфора хрупкие, так как они разбиваются на куски при падении на пол даже с небольшой высоты. Чугун, мрамор, янтарь также обладают повышенной хрупкостью, и, наоборот, сталь, медь, свинец не являются хрупкими.

У всех хрупких материалов напряжение очень быстро растёт с увеличением деформации, они разрушаются при весьма малых деформациях. Так, чугун разрушается при относительном удлинении ε ≈ 0,45%. У стали же при ε ≈ 0,45% деформация остаётся упругой и разрушение происходит при ε ≈ 15%.

Пластичные свойства у хрупких материалов практически не проявляются.

Даны более или менее точные определения упругости, пластичности и хрупкости материалов. Мы теперь лучше представляем, что обозначают эти слова, нередко встречающиеся в обиходной жизни.

**ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ**

1. Плуг сцеплен с трактором стальным тросом. Допустимое напряжение материала троса σ = 20 ГПа. Какой должна быть площадь поперечного сечения троса, если сопротивление почвы движению плуга равно1,6⋅105 H?

Дано: Си: Решение:

F = 1,6⋅105Н S = F/σ

σ = 20 ГПа 20 000 000 000 S = 1,6/200000=8⋅10-6

S = 8⋅10-6

S - ?

2. Каким должен быть модуль силы, приложенной к стержню вдоль его оси, чтобы в стержне возникло напряжение 1,5⋅108 Па? Диаметр стержня равен 0,4см.

Дано: Решение:

d = 0,0004м. S = π⋅R2=π⋅(d/2)2=π⋅(0,0002)2=π⋅(0,00000004)= π⋅4⋅10-8;

σ = 1,5⋅108Па F = σ⋅S;

F - ? F = 1,5⋅108⋅π⋅4⋅10-8= 6π

1. Какое напряжение возникает у основания кирпичной стены высотой 20м ? Плотность кирпича равна 1800 кг/м2. Одинаковой ли должна быть прочность кирпичей у основания стены и в верхней её части?

Дано: Решение:

g≈10 σ = F/S;

h0=0м F = mg = hspg;

h1=20м σ = hSpg/S = hpg;

ρ=1800кг/см3 σ1 = h1pg ≈ 20⋅1800⋅10 ≈ 360000 ≈ 360 кПа;

σ2 = h0pg ≈ 0⋅1800⋅10 = 0 Па.

σ1 - ?

Ответ: 1) напряжение у основания стены ≈ 360 кПа.

2) неодинаковое, т.к. в верхней части напряжение нулевое.

4. Какую наименьшую длину должна иметь свободно подвешенная за один конец стальная проволока, чтобы она разорвалась под действием силы тяжести? Предел прочности стали равен 3,2⋅108 Па, плотность - 7800кг/м3.

Дано: Решение:

σ = 3,2⋅108 Па F = mg = ρlsg;

ρ = 7800 кг/м3 σ = F/S;

g ≈ 10 F = σ⋅s

ρlsg = σ⋅s | :s

l - ? ρlg = σ;

l = σ/ρg = 3,2⋅108/7800⋅10 = 3,2⋅105/78 см.

5. Под действием силы 100Н проволока длиной 5м и площадью поперечного сечения 2,5 мм2 удлинилась на 1мм. Определите напряжение, испытываемое проволокой, и модуль Юнга.

Дано: Си: Решение:

F = 100Н σ = F/S

l0 = 5м σ = 100/0,0000025 = 40000000 = 4⋅107 Па;

S = 2,5мм2 0,0000025м2 E = (F⋅l0)/(S⋅|Δl|) = (100⋅5)/(0,0000025⋅1) =

Δl = 1мм = 500/0,0000025 = 200000000 = 2⋅108 Па;

σ - ?

E - ?

Ответ: σ = 4⋅107; E = 2⋅108.

6. Железобетонная колонна сжимается силой F. Пологая, что модуль Юнга бетона Eб составляет 1/10 модуля Юнга железа Еж, а площадь поперечного сечения железа составляет 1/20 площади поперечного сечения бетона. Найти, какая часть нагрузки приходится на бетон.

Дано: Решение:

F F = σ⋅S = E⋅|ε|⋅S

Eб = 1/10⋅Еж Fб = Еб⋅ε⋅Sб;

Sж = 1/20⋅Sб Fж = Еж⋅ε⋅Sж;

Fб/Fж = (Еб⋅ε⋅Sб)/ (10Еб⋅ε⋅1/20⋅Sб) = 2

Fб/Fж - ?

Ответ: 2

Чем сложнее устроено твёрдое тело, тем труднее выявить коллективные эффекты. Особенно сложно устроены органические твёрдые тела, хотя и в них имеется определённая структура. Как именно возникает здесь упорядочение, к каким коллективным свойствам оно приводит - на эти вопросы науке ещё предстоит ответить. Но ясно, что именно на этом пути лежит ключ к понимаю тайн живой природы.

Список литературы:

-“Физика X” (Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев) 1990г.

-“Энциклопедический словарь юного физика” (В.А.Чуянов) 1984г.