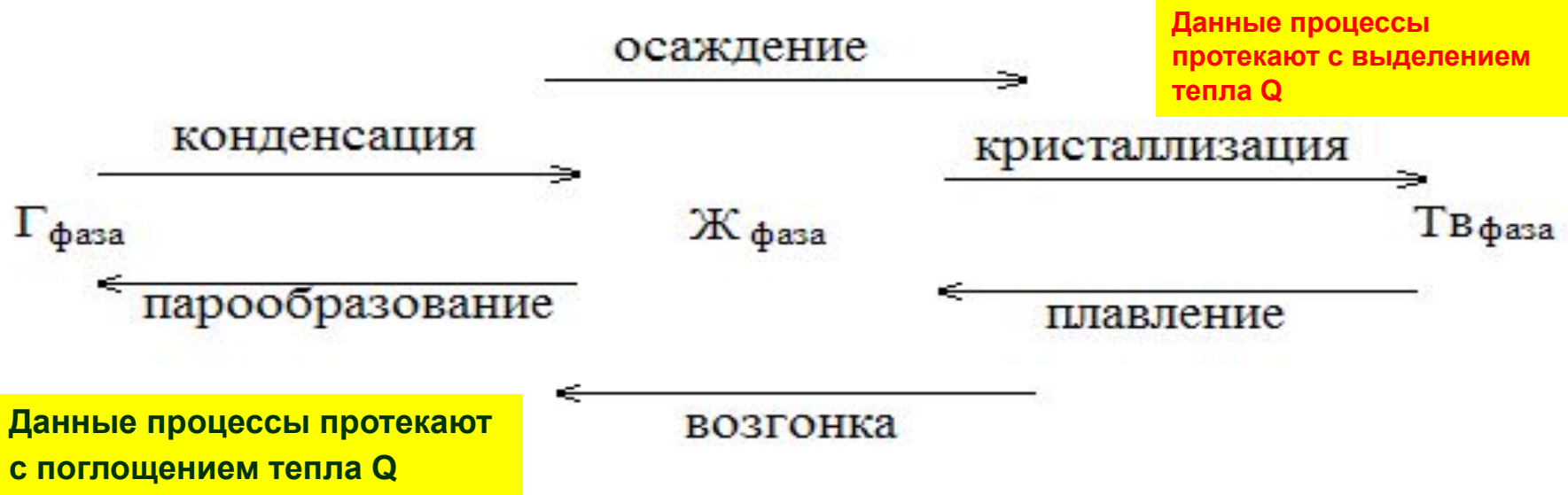


The background of the slide features a serene sunset over a vast ocean. The sky is a deep, vibrant blue, transitioning to a lighter, hazy blue near the horizon. A soft, multi-colored rainbow arches across the sky, its colors blending into the sunset light. The ocean below is a rich, textured blue, with gentle ripples on its surface. The overall atmosphere is calm and natural.

ФАЗЫ ВЕЩЕСТВА ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ

АГРЕГАТНЫЕ СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА.



Ежедневно мы наблюдаем как вещество переходит из одного состояния в другое: высыхают лужи или замерзают, тает снег, выпадают осадки. Всё это переходы вещества из одного агрегатного состояния в другое.

Данные состояния отличаются внутренним строением и внешними условиями.

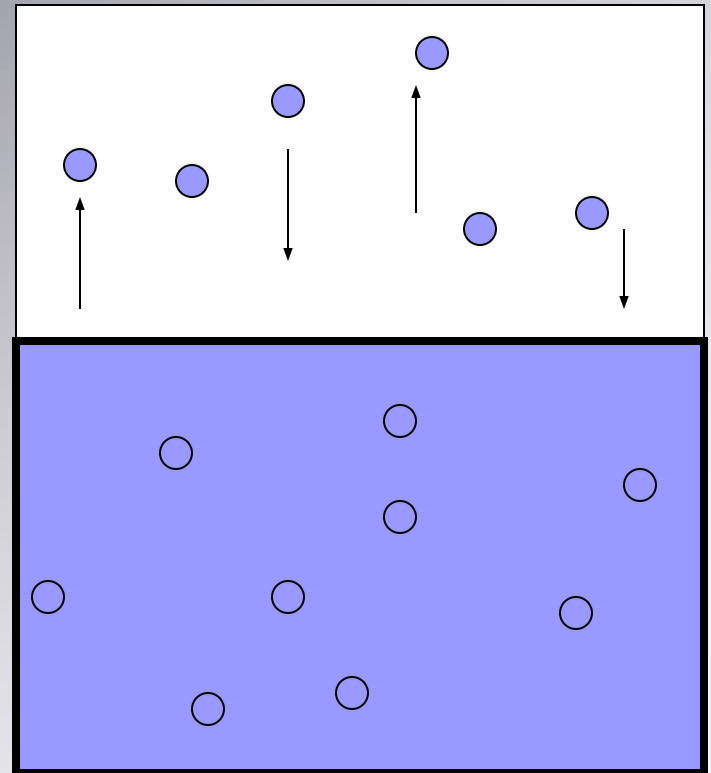
При изменении условий вещество совершает переход: либо естественный (выше перечислены примеры), либо искусственный (в химической промышленности очистка жидкостей путём конденсации: спирт, вода; изготовление деталей: расплавленный металл разливают по формам, охлаждают, он затвердевает)

Таким образом, изучение процессов перехода вещества из одного состояния в другое имеет большое практическое значение.

Насыщенный пар -
вещество в
газообразном состоянии,
находящееся в
динамическом
равновесии со своей
жидкостью.

Динамическое
равновесие - состояние,
при котором за единицу
времени конденсируется
и испаряется одинаковое
число молекул.

НАСЫЩЕННЫЙ ПАР И ЕГО СВОЙСТВА.



СВОЙСТВА НАСЫЩЕННОГО ПАРА

1. Давление насыщенного пара при $T = \text{const}$ не зависит от V

- при уменьшении V пара, вещество переходит в жидкое состояние, тем самым концентрация пара не меняется \Rightarrow и давление и плотность не изменяется.

$$\rho = m_0 n; P = n k T.$$

(аналогично при увеличении объёма).

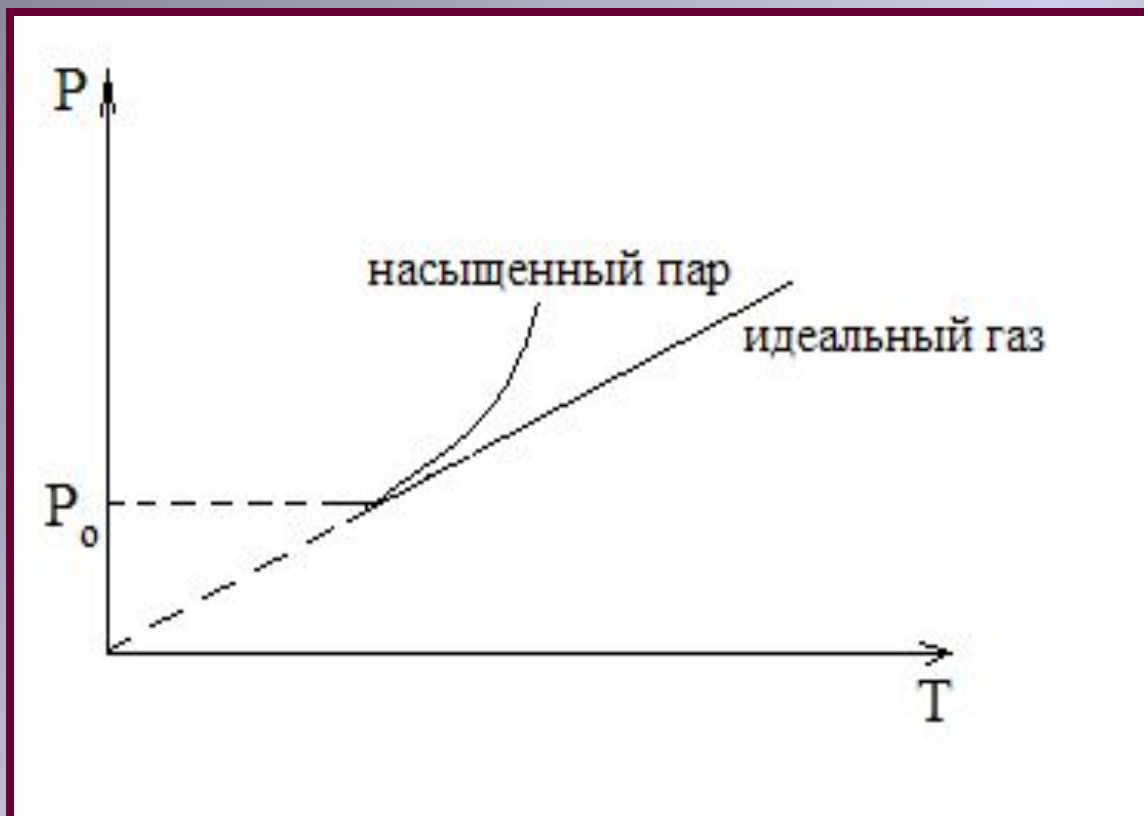
Не выполняется изотермический процесс.

2. Давление насыщенного пара не зависит от V , но зависит от T .

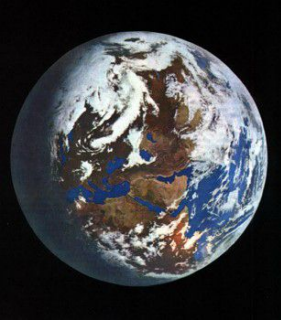
- при увеличении T интенсивность испарения усиливается, концентрация молекул в паре увеличивается до тех пор, пока опять не установится динамическое равновесие, но оно будет уже при большей концентрации \Rightarrow и давление будет увеличено.

Не выполняется изохорный процесс.

Плотность насыщенного пара - это предельно возможное количество паров в единице объема при заданной температуре.



- P_0 - давление насыщенного пара - давление, при котором жидкость находится в динамическом равновесии со своим паром.
- Ненасыщенный пар - пар, находящийся при давлении ниже насыщенного пара, если переводить его в жидкость, только сжатием.



ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА.

Влажность воздуха - величина, характеризующая наличие водяных паров в атмосфере Земли.



Земля имеет несколько оболочек. Воздушная - атмосфера и водная - гидросфера. Гидросфера покрывает 70,8% поверхности Земли.

К водной оболочке Земли относятся воды суши - реки, озера, подземные воды, льды; и воды - мирового океана. С поверхности, которых происходит непрерывное испарение в воздух. Затем водяной пар конденсируется в верхних (холодных) слоях атмосферы и выпадает в виде осадков.

Содержание водяных паров влияет на климат местности. В глубине материка он более сухой. Это воздействует на развитие флоры и фауны.

Влажность воздуха необходимо учитывать в сельском хозяйстве и на производстве. Например: при хранении продуктов, лакокрасочных изделий, предметов искусства, и т. д.

Нормальная влажность воздуха для человека 40 - 60% .

Увеличить влажность воздуха можно, увеличив открытую поверхность воды, а уменьшить, используя вещества, хорошо впитывающие влагу.

- Pa - парциальное давление - давление, которое пар производил бы, если бы все остальные газы отсутствовали.

$$[Pa] = Pa$$



Относительная влажность - отношение парциального давления P_a водяного пара, содержащегося в воздухе при данной температуре к давлению насыщенного пара P_n при той же температуре.

- показывает, какую часть в процентах составляет абсолютная влажность от плотности насыщенного пара.

$$B = (P_a / P_n) \cdot 100 \% \text{ или}$$

$$B = (\rho_a / \rho_H) \cdot 100 \% ; \quad [B]=\%$$

Абсолютная влажность - измеряется плотностью водяного пара ___ а находящегося в воздухе или парциальным давлением P_a .

- характеризует количество водяных паров в единицу объема при данных конкретных условиях.

■ ТОЧКА РОСЫ

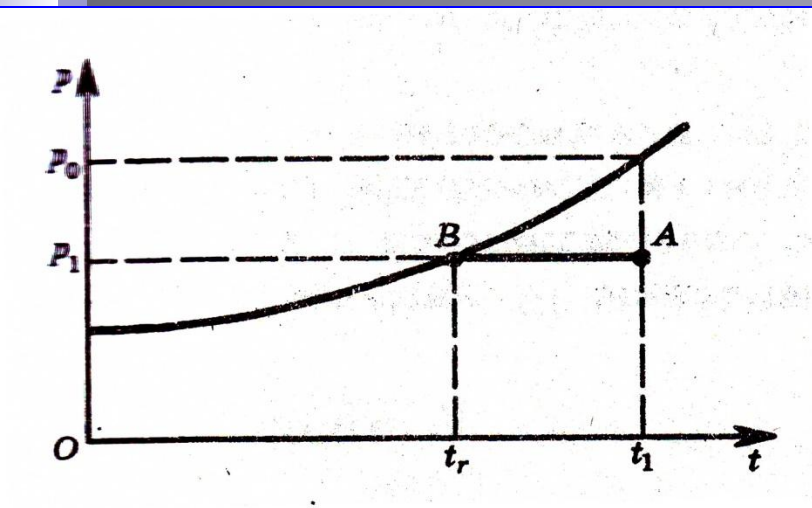
При относительной влажности 100% устанавливается динамическое равновесие.

В данном случае воздух становится насыщенным водяными парами; выпадает роса, туман.

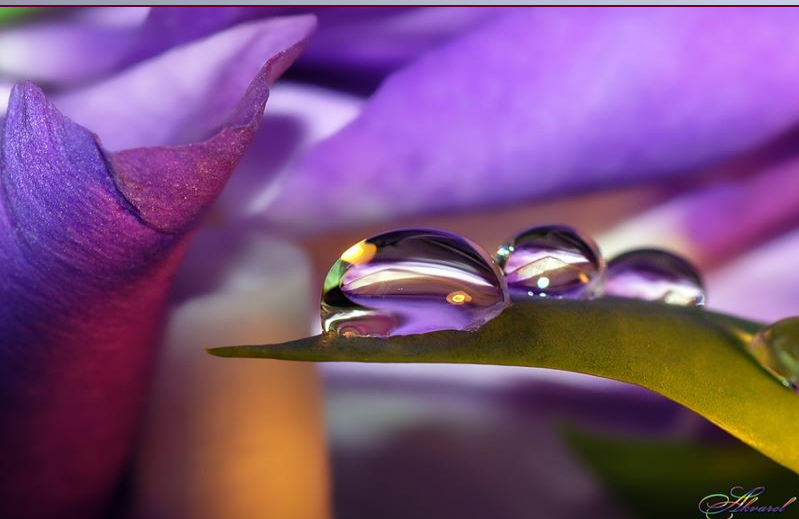
Точка росы –

-температура t_p при которой находящиеся в воздухе водяной пар становится насыщенным.

- температура, до которой необходимо охладить пар, чтобы стал насыщенным паром.



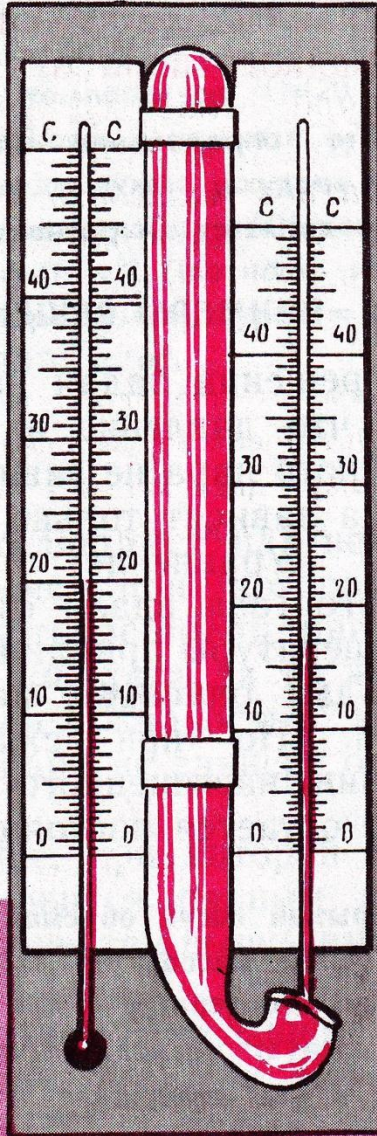
- т. А - состояние пара при температуре t_1 . т. В - после охлаждения пара до t_2 пар стал насыщенным



Приборы для определения влажности воздуха:

Психрометр ("психро" - холод с греческого языка).

- состоит из двух одинаковых термометров: сухого шарик с ртутью, которого находится в воздухе и влажный шарик, которого обвязан марлей и погружен в ванночку с водой.



Пример:

$$t_c = 18; \quad t_{вл} = 25 \Rightarrow \Delta t = 7$$

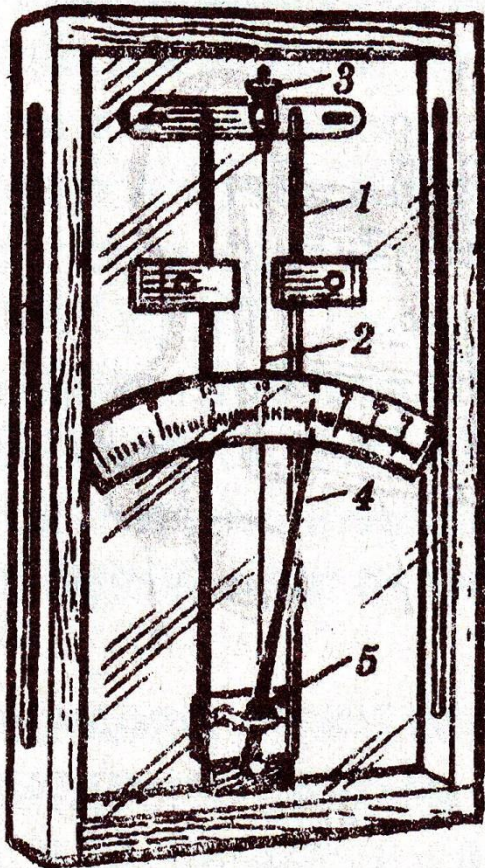
по « Психрометрической таблице»
относительная влажность $B = 41\%$

Если оба термометра показывают одинаковую температуру, то $B=100\%$
 \Rightarrow наблюдается термодинамическое равновесие - при точке росы.

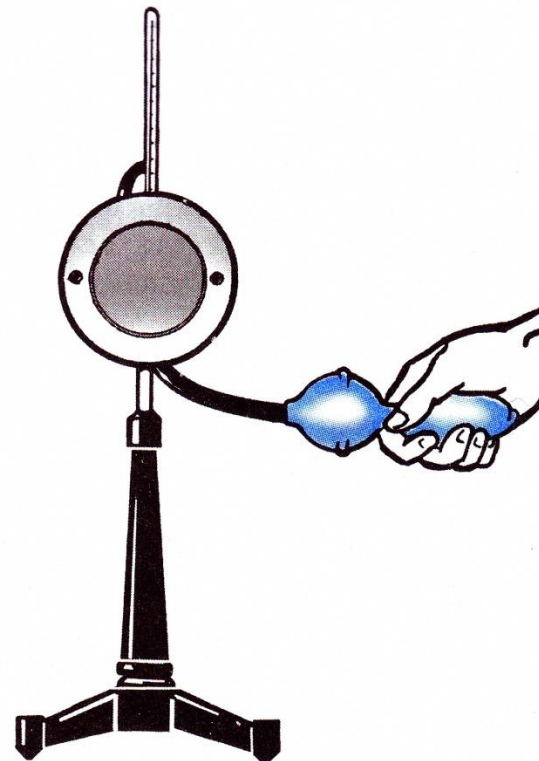
Гигрометр –

его работа основана на том, что обезжиренный человеческий волос удлиняется при увеличении влажности

воздуха



Гигрометр - металлический сосуд, в котором находится легко испаряющийся эфир; при испарении происходит охлаждение зеркальных стенок сосуда, и при достижении точки росы на них выступают капли росы; температуру гигрометра определяют термометром (для ускорения процесса испарение эфира через гигрометр с помощью груши продувают воздух)



Критическая температура $T_{кр}$ - температура, при которой исчезают различия между жидкостью и её насыщенным паром (плотности равны).

Газы имеющие достаточно высокую (выше 220K) критическую температуру, сначала сжимают, затем охлаждают до температуры ниже кипения.

воды $T_{кр} = 647\text{K}$, гелия $T_{кр} = 5\text{K}$

углекислоты $T_{кр} = 304\text{K}$

хлора $T_{кр} = 417,15\text{K}$

аммиака $T_{кр} = 405,55\text{K}$



Сжижение газов.

Любой газ можно перевести в жидкость простым сжатием, если его температура ниже критической.

Вещества, которые мы привыкли видеть в газообразном состоянии имеют низкую $T_{кр}$. Деление на жидкость и газ условно. Например, аммиак был обращен в жидкость еще в 1799 г. Фарадеем. Когда научились создавать условия при низких температурах близких к абсолютному нулю, удалось получить жидкий гелий и его твердое состояние.

Новые методы по сжижению газа предложил Петр Леонидович Капица (1894 - 1984).

Детандер - расширитель - охлаждает газ за счет совершения работы против сил молекулярного взаимодействия и внешних сил: газ, расширяясь, перемещает поршень или вращает турбину, за счет своей внутренней энергии, поэтому охлаждается.

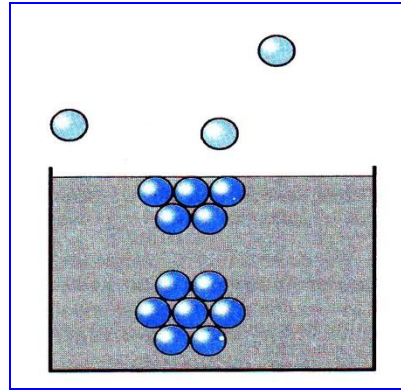
Реактивный детандер предложил П. Л. Капицей (1938 г.)

Сжижение газов используется для

- заполнения электрических ламп (аргон, неон); - при резке и плавке металла, смешивают кислород с аммиаком и получают высокотемпературное пламя; - получение аптечного кислорода; - получения чистого кислорода для двигателей первых ракет;
- жидкий аммиак используют в холодильных установках;
- в науке используют для изучения плохо исследованных свойств вещества: сверхтекучести, исчезновение вязкости, сверхпроводимости.

ЖИДКОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА.

Основные свойства
жидкости:

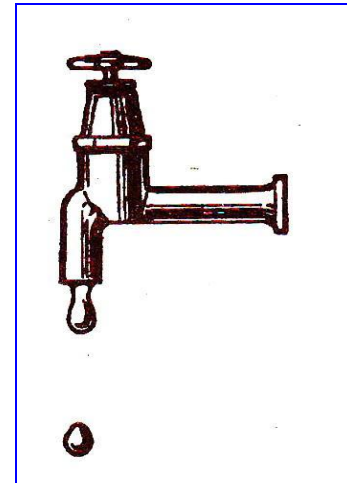


- На Земле жидкость, предоставленная сама себе принимает форму капли - вытянутого шара вследствие действия силы тяжести.

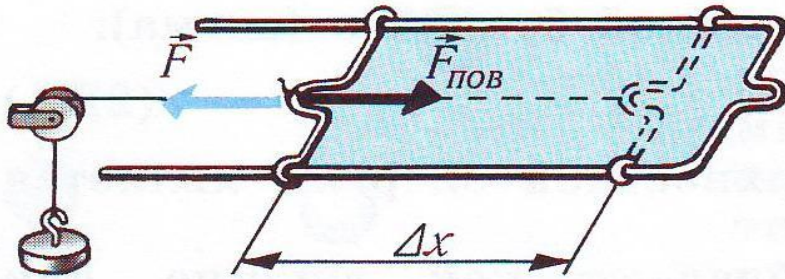
На поверхности раздела жидкости и её ненасыщенного пара возникает сила обусловленная молекулярным взаимодействием.

Каждая молекула жидкости окружена соседями, равномерно действующими на неё. Но на молекулы поверхностного слоя силы не скомпенсированы и они сжимают жидкость.

В свободном состоянии жидкость принимает форму с минимальной поверхностью - это ШАР.



Сила поверхностного натяжения



Рассмотрим опыт: поместим проволочную рамку в мыльный раствор, образующий пленку; одна сторона рамки передвигается, если приложить к ней силу F , тогда в пленке возникает сила поверхностного натяжения, удерживающая рамку:

рамка

Сила,
приложенная
к рамке

Мыльная
пленка

F поверхн.
натяжения

- сила стремящаяся
сократить свободную
поверхность жидкости;

- действует вдоль
поверхности жидкости
перпендикулярно к
линии
ограничивающей эту
поверхность.

F_n - сила

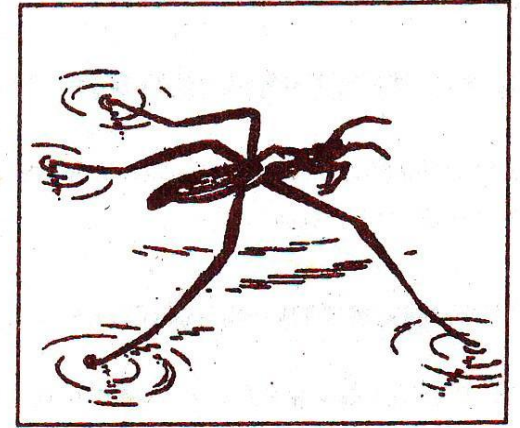
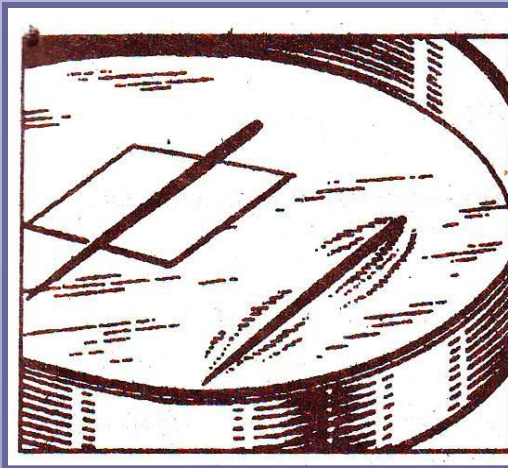
поверхностного натяжения.

■ Экспериментально было получено, что отношение F_n к длине свободной поверхности - есть постоянная величина - КОЭФФИЦИЕНТ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ

$$F_n = \alpha l$$

L - длина границы свободной поверхности жидкости.

α - коэффициент поверхностного натяжения; величина табличная



- $[\alpha] = \text{Н/м}$
- $\alpha = F_n / L$
- - зависит от природы жидкости
- - от t
- - при $t_{кр}$ $\alpha \Rightarrow 0$

Парообразование - фазовый переход из жидкости в газ.

Кипение

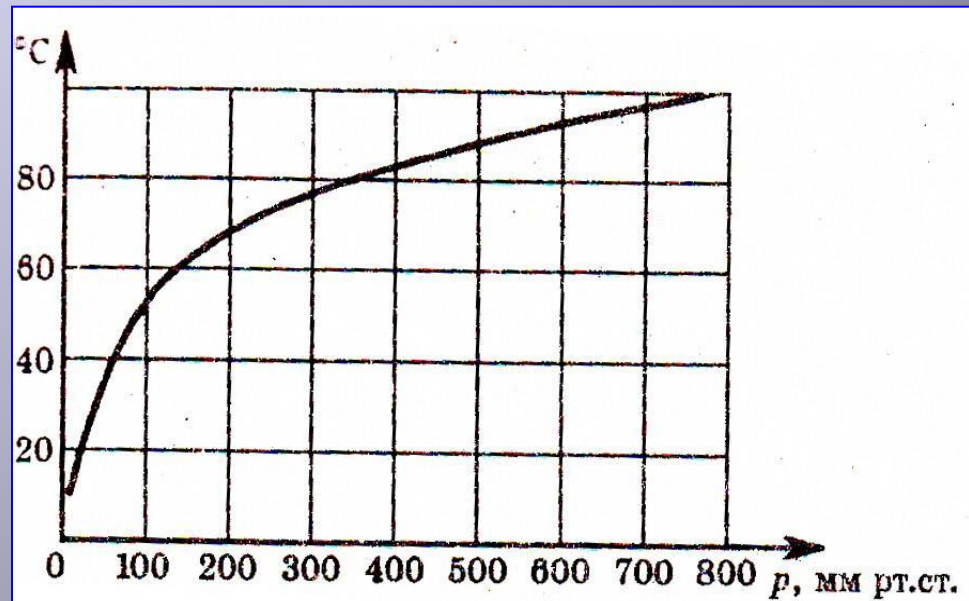
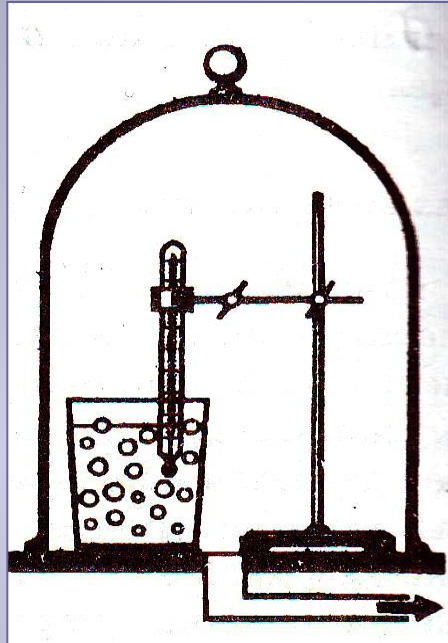
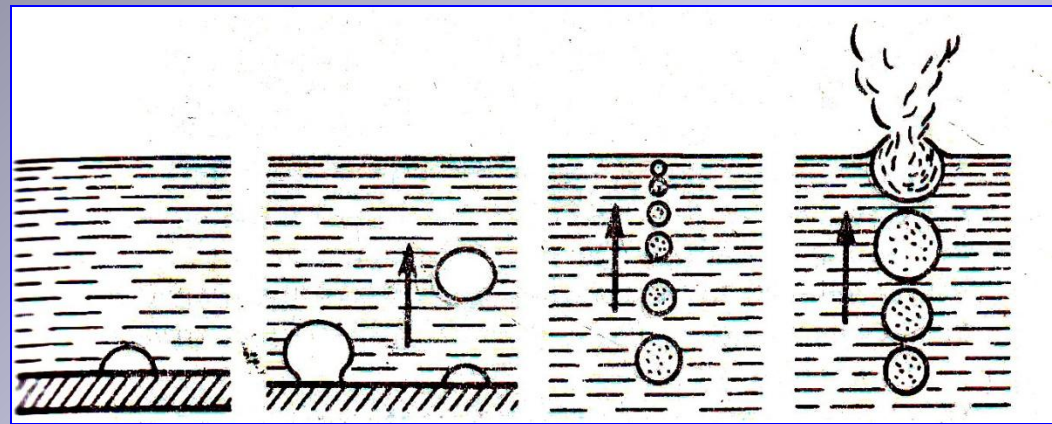
- процесс парообразования по всему объему жидкости.

- при $T = \text{const}$

- величина табличная

$R_{\text{пузыря}} = R_{\text{атм}}$

- t кипения зависит от атмосферного давления (при понижении атмосферного давления температура кипения понижается).



При пониженном атм. давлении t кипения падает до 20 С.

Испарение -

- процесс, при котором с поверхности жидкости вылетают молекулы, у которых $E_{кин}$ больше $E_{потен}$.
- - происходит при любой температуре
- - при высокой температуре процесс ускоряется.
- - жидкость отдает тепло.
- - обратный процесс конденсация.



Смачивание и не смачивание твердой поверхности жидкостью.

При рассмотрении молекулярной картины поверхностного слоя жидкости выяснили, что ее молекулы, расположенные на поверхности разделяющей жидкость и газ почти не притягиваются молекулами газа.

Если жидкость граничит с твердым телом, результат иной.



На границе жидкости и твёрдых тел различают два явления:



-если сила взаимодействия молекул твёрдого тела и молекул жидкости меньше сил взаимодействия между молекулами жидкости

(ртуть-стекло)
(вода – железа)

- если сила взаимодействия молекул твёрдого тела и молекул жидкости больше сил взаимодействия между молекулами жидкости

(ртуть-железо)
(вода – бумага)

Капиллярность.

Капилляр - трубка с малым внутренним диаметром.

(латинское слово «волос») Например: марля, почва, кровеносная система, губка.

Капиллярные явления - явления, обусловленные поверхностным натяжением и происходящие в тонких узких трубках.

- жидкость в капилляре либо поднимается, либо опускается в сравнении с внешним уровнем жидкости.

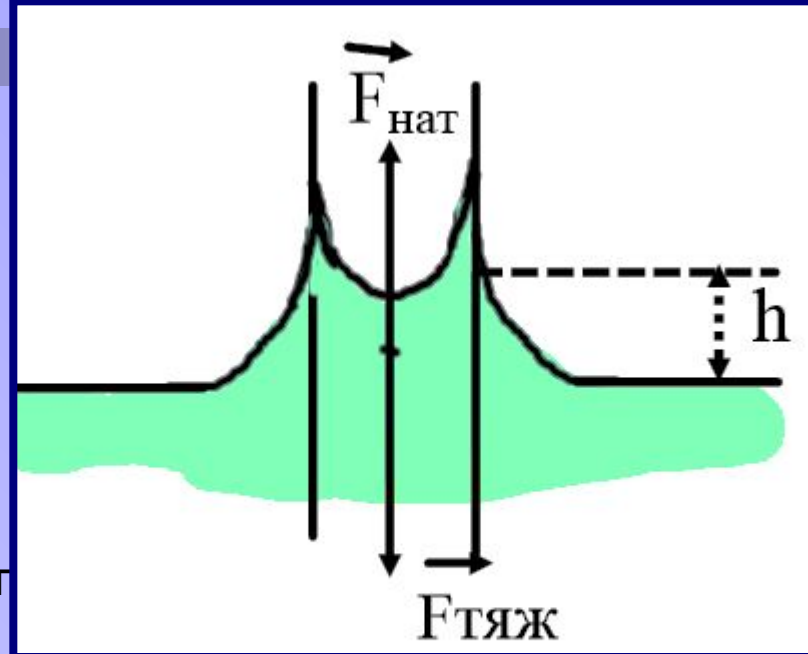
- поместим капилляр в жидкость



Рассмотрим подробно случай смачивания.

- сила поверхностного натяжения направлена перпендикулярно поверхности жидкости, а сила тяжести приложена к центру тяжести столбика (в центре столбика жидкости)

- уровень воды в капилляре перестанет меняться, когда эти силы тяжести и поверхностного натяжения уравновесят друг друга.



$$F_{нат} = F_{тяжести}$$

$$F_m = mg = \rho Vg = \rho hSg;$$

$$F_{нат} = \alpha L.$$

Подставим и получим:

$$h = \frac{2\alpha}{\rho g r}$$

Формула расчета высоты подъема жидкости в капилляре.

r - радиус капилляра.

L - длина окружности капилляра.

g - ускорение свободного падения

Свойства твердых тел.

I. Строение твердых тел.

Кристаллические твердые тела.

существует «дальний порядок» в
расположении частиц

Анизотропия - зависимость физических
свойств от направления

Свойство упругости

У каждого вещества существует
определенная T плавления

Аморфные тела.

отсутствует порядок в расположении
частиц

Изотропия - независимость физических
свойств от направления

Свойство текучести

Нет определенной T плавления

Существуют вещества, которые могут быть и аморфными и кристаллическими: кварц, сахар.

Изучение свойств твердых тел позволяет получать новые материалы для развития радиотехники, и другие современные технологии.

Монокристалл

Анизотропия

Алмаз

рубин

Поликристалл

Изотропия

Минералы

Керамика

Сплавы

сахар

Смола

Янтарь

Стекло

Кварц

леденец

Кристаллы - твердые тела, частицы которых (атомы, молекулы или ионы) занимают упорядоченное положение в пространстве (кристаллическая решетка).

Свойства кристаллов

1. Упорядоченное расположение частиц (кристаллическая решетка).
2. Анизотропия (монокристаллы) - зависимость физических свойств от направления в кристалле (графит, кварц, турмалин).
3. Изотропия (поликристаллы). Тела, свойства которых, одинаковы по всем направлениям.
4. Определенная температура плавления.
5. Полиморфизм существование различных кристаллических структур у одного и того же вещества (атомы углерода могут образовать графит, алмаз, фуллерен; кальцит и арагонит - имеют одинаковый химический состав CaCO_3).

Монокристаллы – крупные одиночные кристаллы

Поликристаллы состоят из множества беспорядочно ориентированных кристаллов.

Аморфные тела (от греческого "аморфос" - бесформенный) - твердые тела, не имеющие строгой повторяемости во всех направлениях.

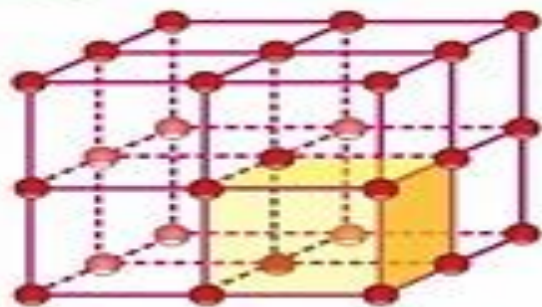
Свойства аморфных тел:

1. Изотропия.
2. При низких температурах имеют свойства твердых тел, при нагревании - свойства жидкостей.
3. Не имеют определенной температуры плавления.
4. Неустойчивое состояние: со временем переходит в кристаллическое.

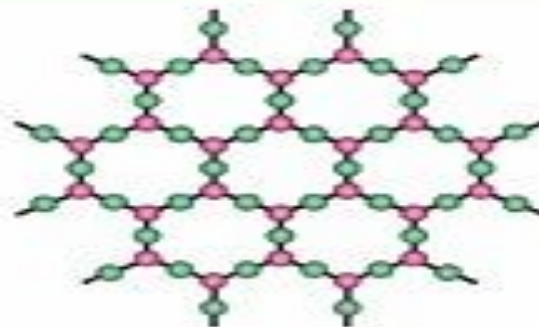
Примеры; аморфных тел: янтарь, смола, воск, стекло.



КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА

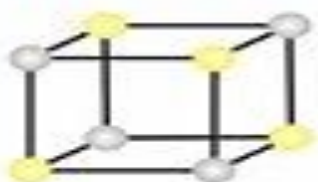


Элементарная ячейка решетки

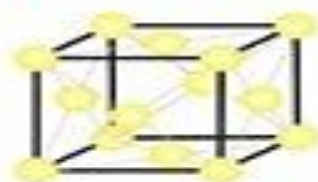


Кристаллическая решетка кварца

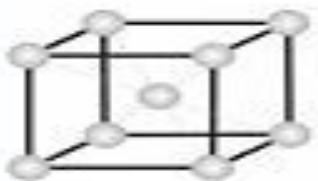
ТИПЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ РЕШЕТОК



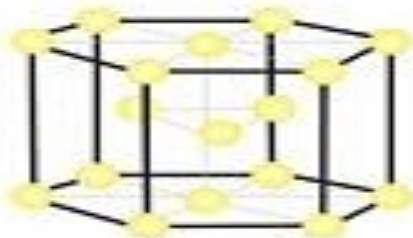
Кубическая



Гранецентрированная

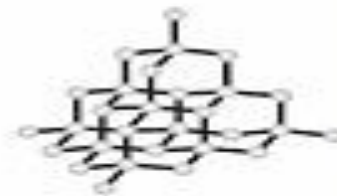


Объемно-центрированная

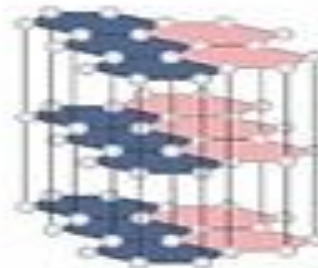


Гексагональная

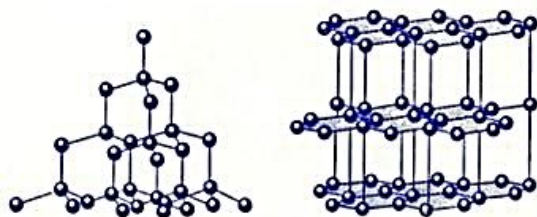
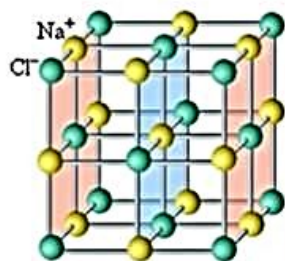
ПОЛИМОРФИЗМ



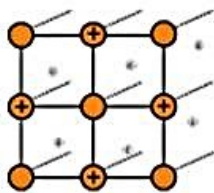
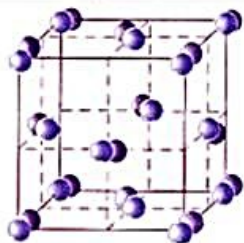
Алмаз



Графит



Кристаллические решетки алмаза (слева) и графита (справа)



Himege.ru

Тип решетки	Примеры веществ	Физические свойства веществ
<u>Ионная</u>	Соли, оксиды и гидроксиды типичных металлов	Твердые, хрупкие, тугоплавкие, многие растворимы в воде, расплавы проводят электрический ток
<u>Атомная</u>	алмаз(C), графит(C), бор(B), кремний(Si). оксид алюминия (Al_2O_3), оксид кремния (IV)- SiO_2	Очень твердые, очень тугоплавкие, прочные, нелетучие, не растворимы в воде
<u>Молекулярная</u>	При обычных усл.-г/ж ($O_2, H_2, Cl_2, N_2, Br_2, H_2O, CO_2, HCl$) Сера S_8 , белый фосфор P_4 , йод I_2 ; органические вещества	Непрочные, летучие, легкоплавкие, способны к возгонке, имеют небольшую твердость
<u>Металлическая</u>	Металлы и сплавы	Ковкие, обладают блеском, пластичностью, тепло- и электропроводны

Тип кристаллической решетки	Молекулярная	Ионная	Атомная	Металлическая
Частицы, находящиеся в узлах решетки	Молекулы	Положительно и отрицательно заряженные ионы (катионы и анионы)	Атомы	Атомы и положительно заряженные ионы металлов
Характер связи между частицами кристалла	Силы межмолекулярного взаимодействия (в т.ч. водородные связи)	Электростатические ионные связи	Ковалентные связи	Металлическая связь между ионами металлов и свободными электронами
Прочность связи	Слабая	Прочная	Очень прочная	Разной прочности
Отличительные физические свойства веществ	Легкоплавкие, небольшой твердости, многие растворимы в воде	Тугоплавкие, твердые, многие растворимы в воде. Растворы и расплавы проводят электрический ток (проводники II рода)	Очень тугоплавкие, очень твердые, практически нерастворимы в воде	Разнообразны по свойствам; имеют металлический блеск; обладают электропроводностью (проводники I рода) и теплопроводностью
Примеры веществ	Йод I_2 , лед H_2O , «сухой лед» (твердый CO_2)	Хлорид натрия $NaCl$, гидроксид калия KOH , нитрат бария $Ba(NO_3)_2$	Алмаз C , кремний Si	Медь Cu , калий K , цинк Zn

Механические свойства тел.


Свойства твёрдых тел:

- 1) прочность - способность выдержать нагрузки без разрушения
- 2) пластичность - способность сохранять деформацию после прекращения действия внешних сил (воск, пластилин)
- 3) хрупкость - способность разрушаться при внешнем воздействии (стекло)
- 4) твёрдость - способность оставлять царапины на поверхности другого твёрдого тела (алмаз, агат, рубин)


Алмаз самое твёрдое тело. Твёрдость влияет на величину трения, поэтому шарики-подшипники делают, из очень твёрдой стали, а опоры для осей часов делают из рубина, агата и т.д.

Деформация

■ изменения формы и объёма тела под действием внешних сил или изменении внешних условий (температура).



Упругая –
исчезает при
снятии внешнего
воздействия.



Пластическая –
не исчезает при
снятии внешнего
воздействия.

Растяжение и сжатие.

$$\Delta L = |l - l_0| \text{ - абсолютное удлинение}$$
$$\varepsilon = \frac{|l - l_0|}{l_0} \text{ - относительное удлинение}$$

Механическое создается
- приложенной к телу силой

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad [\sigma] = \frac{H}{M^2} = Па$$

S - площадь поперечного сечения тела
F или P - сила действующая на тело (вес)

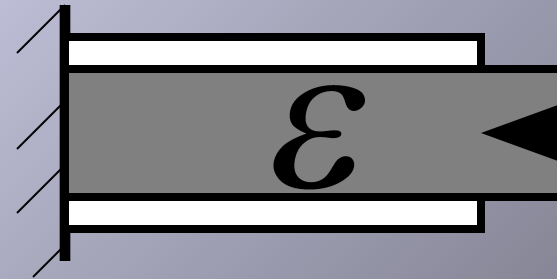
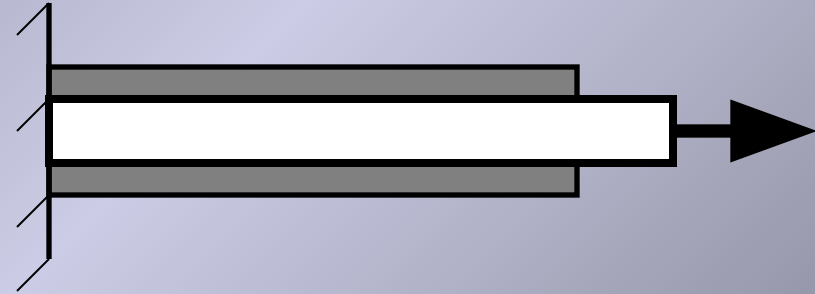
Закон Гука:

- механическое напряжение в упруго деформированном теле прямо пропорционально относительной деформации этого тела.

$$\sigma = E|\varepsilon|$$

E - модуль Юнга, табличная величина; характеризует материал
- относительная деформация.

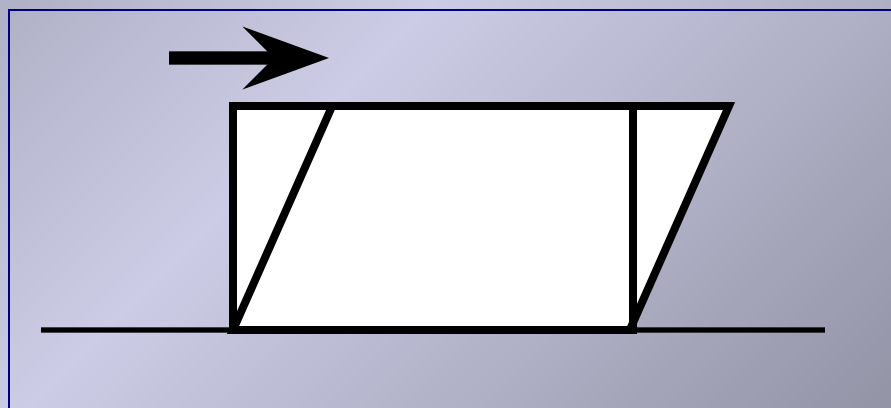
Виды деформации



Изгиб - деформация сводящаяся к растяжениям и сжатиям в различных частях тела.

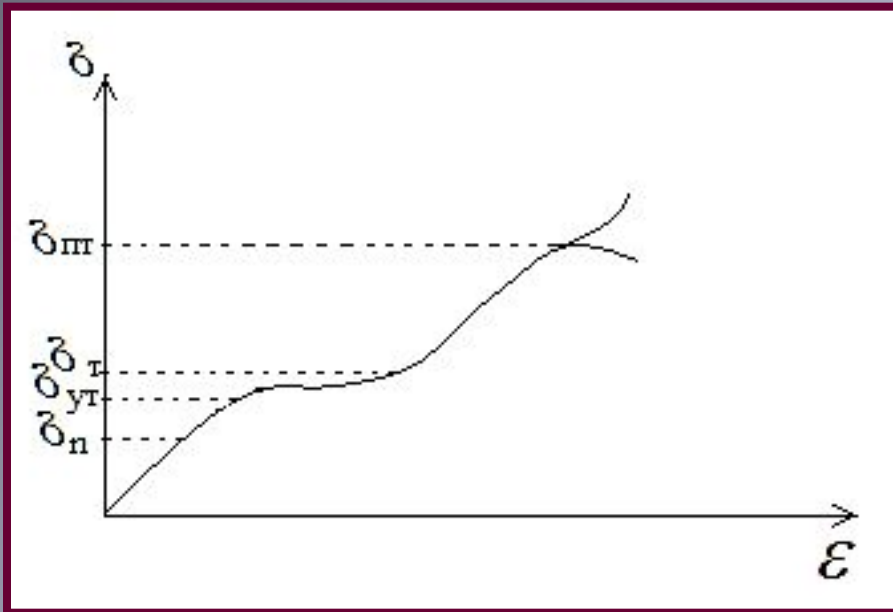


Сдвиг



Кручение-неоднородный сдвиг.

Диаграмма растяжения материала



- **Зависимость между механическим напряжением σ и относительной деформацией ε .**

$\sigma_{п}$ – *предел пропорциональности*
Наибольшее напряжение, до которого справедлив закон Гука.

$\sigma_{ут}$ – *предел упругости*
Наибольшее напряжение, при котором еще возникают заметные остаточные деформации.

$\sigma_{т}$ – *предел текучести*
Напряжение, при котором происходит рост остаточных деформаций образца при практически постоянной силе.

$\sigma_{пч}$ – *предел прочности*
Напряжение, соответствующее наибольшей силе, выдерживающей образцом до разрушения.

Фаза вещества. Фазовые переходы. Диаграмма состояния вещества.

Фаза вещества - равновесное состояние вещества, отличающегося по своим физическим свойствам от других состояний того же вещества.

Фазовый переход - переход из одного равновесного состояния в другое при изменении внешних условий.

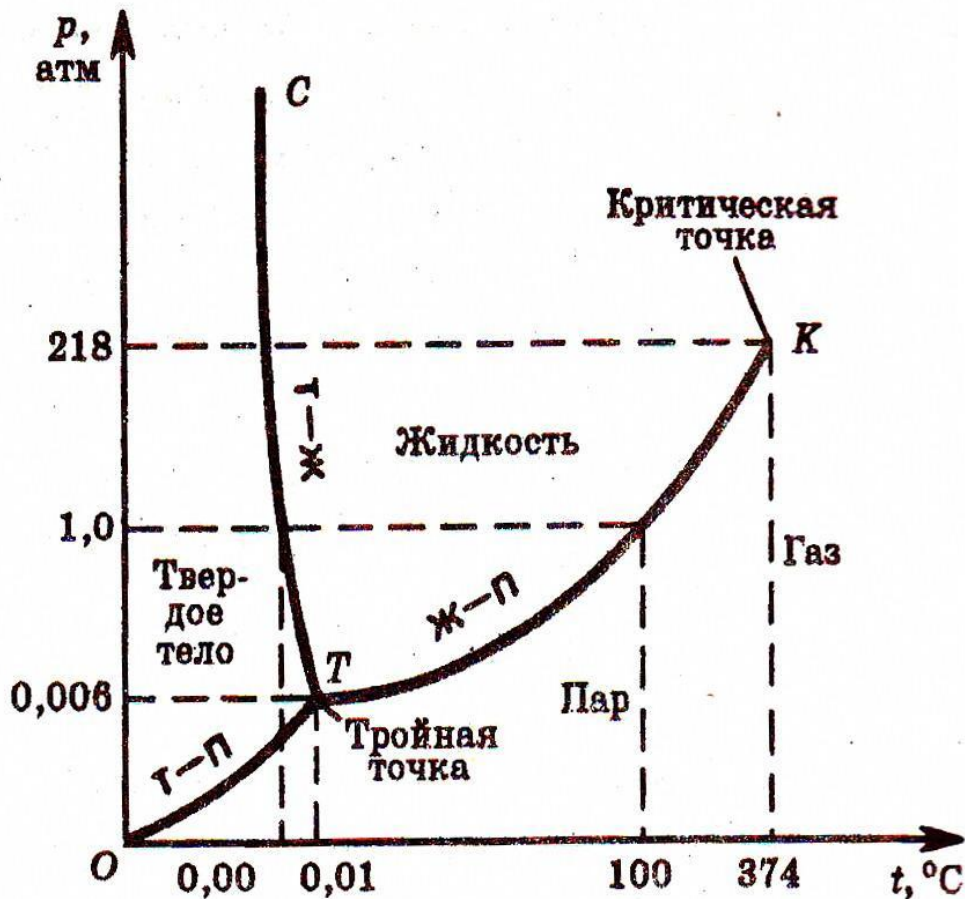
Переходы первого рода- переходы из одного агрегатного состояния в другое.

Фазовые переходы второго рода, при которых превращение происходит сразу во всём объёме в результате непрерывного изменения кристаллической решётки, то есть взаимного расположения частиц в решётке. Например, переход ферромагнетика; переход гелия в сверхтекучее состояние.



Диаграмма состояний вещества.

На основе экспериментальных данных составляют диаграмму состояний вещества. Она используется, чтобы описать состояние вещества и происходящие фазовые переходы.



- Каждая точка на диаграмме соответствует равновесному состоянию вещества (оно может находиться в нём неограниченно долго)
- СК - кривая равновесия между жидкостью и газом (кривая испарения)
- СА - кривая равновесия между твёрдым телом и газом (кривая возгонки)
- ВС - кривая равновесия между твёрдым телом и жидкостью (кривая плавления);

Рассмотрим диаграмму -

С - тройная точка - точка на диаграмме соответствующая равновесию трёх фаз (вода, лёд, водяной пар)

$T_{тр} = 273,15 \text{ К}$ $P_{тр} = 4,58 \text{ мм рт. ст.}$

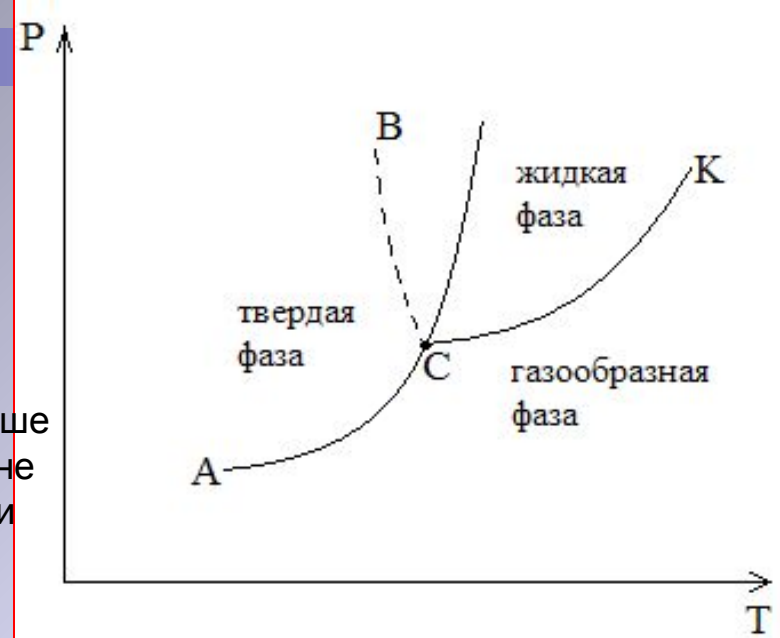
При плавлении плотность большинства веществ уменьшается.

Например: плотность расплавленного парафина меньше плотности твердого, поэтому он в расплавленном парафине тонет. Следовательно, что объем парафина при плавлении увеличивается.

Это говорит о том, что **при правильном упорядоченном расположении молекул в кристалле занимаемый объем меньше, чем при беспорядочном их расположении в жидкости.** Исключением являются чугун, кремний, висмут и вода.

Лед плавает на поверхности воды и это играет большую роль в природе. Слой льда, плохо проводящий тепло защищает воду от охлаждения и полного вымерзания. Расширение воды при замерзании также является причиной и другого важного в жизни Земли явления - разрушения горных пород. Известно, что нельзя доводить воду до замерзания в водопроводе - при этом трубы лопаются.

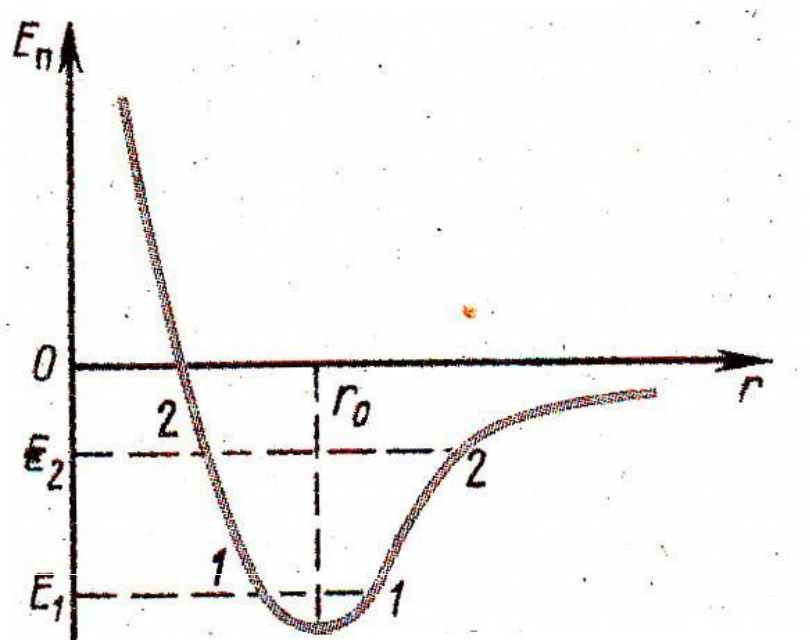
У веществ, которые при плавлении расширяются, увеличения внешнего давления повышает точку плавления. У воды увеличение давления, наоборот, понижает точку замерзания.



Вывод:

- фазовые превращения связаны с изменением внутренней энергии вещества и происходит с поглощением или выделением тепла - теплоты фазового перехода.

Внутренняя энергия единицы массы газообразного вещества больше чем внутренняя энергия единицы массы жидкого вещества, больше чем внутренняя энергия единицы массы твердого вещества.



- измерение линейных размеров тела и его объема при повышении температуры.

Причина: С повышением температуры возрастает полная энергия атомов, значит, колебания около положения равновесия атома усиливаются, что и приводит к увеличению расстояния между частицами.

ТЕПЛОВОЕ РАСШИРЕНИЕ ТЕЛ *

- **Линейное расширение** - характеризуется температурным коэффициентом линейного расширения.

$$L = L_0 (1 + \alpha \Delta T)$$

L_0 - длина тела при начальной температуре T_0

L - длина тела при конечной T

ΔT - разность температур

температурный коэффициент $\alpha = \text{K}^{-1}$

$$\alpha = \frac{1}{\Delta T} \frac{\Delta l}{l_0}$$

Объемное расширение - характеризуется температурным коэффициентом объемного расширения β

$$V = V_0 (1 + \beta \Delta T)$$

$$\beta = \frac{1}{\Delta T} \frac{\Delta V}{V_0},$$

где $\Delta V = V - V_0$, V_0 и V — объемы тела при температурах T_0 и T

Температурные коэффициенты объемного расширения некоторых жидкостей при 273 К

Вещество	$\alpha, 10^{-3} \text{ K}^{-1}$
Ртуть	0,18
Керосин	1,0
Спирт	1,1
Эфир	1,7

Вещество $\alpha, 10^6 \text{ K}^{-1}$

Свинец	29
Стекло:	
обычное (примерно)	10
кварцевое	0,7
Суперинвар (сплав железа и никеля с добавкой хрома)	0,03
Цинк	30
Фарфор	3

Между температурными коэффициентами линейного и объемного расширения существует связь:

$$\beta = 3\alpha,$$

Данные явления необходимо учитывать при конструкции металлических и других сооружений: рельсы не укладывают вплотную; провода высоковольтные или телеграфные не натягивают туго и т. п.

Физика твердого тела позволяет развивать новые технологии.

Изменение объемов необходимо учитывать в технике: при отвердевании или замерзании формы меняют размеры на 1-2,5%; при создании полупроводниковых приборов; при исследовании магнитных свойств различных