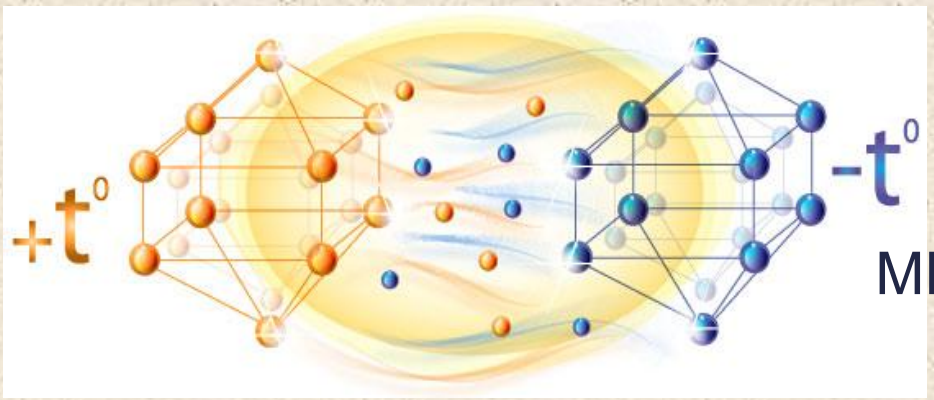
Молекулярная физика и термодинамика



Учитель ВКК
Гудова Г.Н.
МКОУ Калачеевская СОШ №1

Основные понятия

- **Молекула**- мельчайшая частица вещества, обладающая всеми его свойствами
- **Атом** - частица вещества микроскопических размеров и массы, наименьшая часть химического элемента, являющаяся носителем его свойств.
- **Идеальный газ** - теоретическая модель **газа.**

Пренебрегается взаимодействием частиц **газа** (средняя кинетическая энергия частиц много больше энергии их взаимодействия)

Основные понятия

- **Диффузия** - процесс взаимного проникновения молекул или атомов одного вещества между молекулами или атомами другого при взаимном соприкосновении.
- **Броуновское движение**- беспорядочное движение микроскопических видимых, взвешенных в жидкости или газе частиц твердого вещества, вызываемое тепловым движением частиц жидкости или газа.

Основные понятия

- **Количество вещества** (ν) — физическая величина,
характеризующая количество однотипных структурных единиц, содержащихся в веществе. Под структурными единицами понимаются любые частицы, из которых состоит вещество.
- **1 моль**— это количество вещества, содержащее столько молекул, атомов, ионов, электронов или других структурных единиц, сколько содержится атомов в 12 граммах углерода

Основные понятия

- **1 моль**— это количество вещества, содержащее столько молекул, атомов, ионов, электронов или других структурных единиц, сколько содержится атомов в 12 граммах углерода
- **Молекулярная масса-** (Mr) – это число, показывающее во сколько раз масса данного вещества больше массы 1/12 атома углерода.
- **Молярная масса**- масса 1 моля вещества

Основные понятия

- **Абсолютный нуль температуры** – минимальный теоретический предел температуры, который может иметь физическое тело.
- t= - 273,15 ^{0}C соответствует Т = 0 К
- N_A=6•10^{23} 1/моль, (число Авогадро)
- k= 1,38•10 $^{-23}$ Дж/К (пост. Больцмана)
- R= 8,31 Дж/моль К (газовая постоянная)

Молекулярная физика

Основные положения МКТ:

- 1. Все тела (вещества) состоят из частиц между которыми есть промежутки.
- 2. Частицы находятся в постоянном, беспорядочном движении.
- 3. Частицы вещества взаимодействуют друг с другом: притягиваются на небольших расстояниях и отталкиваются, когда эти расстояния уменьшаются

Молекулярная физика

- **Масса:** $m_0 = \frac{M}{N_A}$ (масса молекулы)

$$\boldsymbol{m = \frac{N}{N_A} \cdot M}$$ (масса вещества)

- **Количество вещества:**

$$\nu = \frac{m}{M}, \qquad \nu = \frac{N}{N_A}$$

- **Концентрация** (количество молекул в единице объема): $\boldsymbol{n = \frac{N}{V}}$

Молекулярная физика

- **Связь температурных шкал**: T=273+t

Молекулярная физика

- Давление газа создается ударами беспорядочно движущихся молекул о дно и стенки сосуда:
- $p = \frac{1}{3} n m_0 \overline{v^2}$,
- $p = \frac{1}{3} \rho \overline{v^2}$,
- $p = n k T$,
- $p = \frac{2}{3} n E_k$.
- Диаметр молекулы: $a = \sqrt[3]{\frac{M}{\rho \cdot N_A}}$

Молекулярная физика

- Скорость движения молекул:

$$v = \sqrt{\frac{3\,k\,T}{m_0}}, \quad v = \sqrt{\frac{3\,R\,T}{M}}.$$

$$R = 8{,}31\ \frac{\text{Дж}}{\text{моль}\cdot\text{К}}$$

- Энергия теплового движения молекул:

$$E = \frac{m_0 v^2}{2}, \qquad E = \frac{2}{3}\,k\,T.$$

Молекулярная физика

- Уравнение Менделеева – Клапейрона:

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

$$p = \frac{\rho RT}{M}$$

$$pV = \nu RT$$

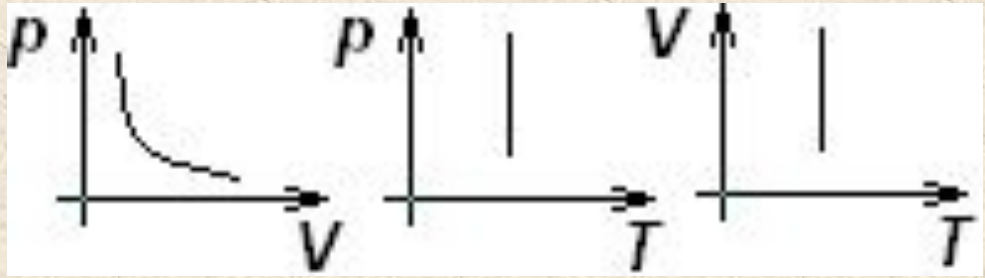
- Уравнение Клапейрона:

$$\frac{pV}{T} = const$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

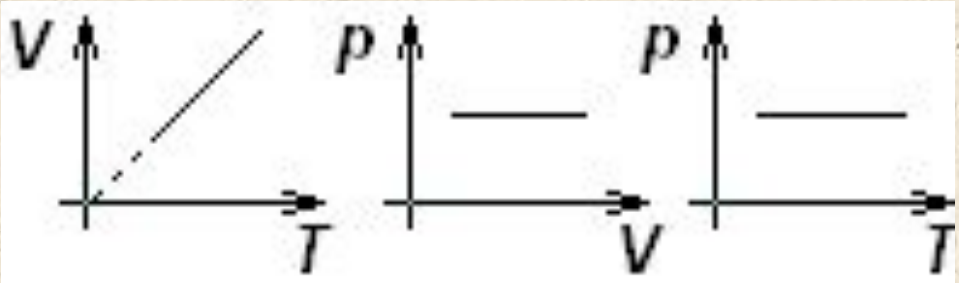
Газовые законы

- Бойля-Мариотта
- T=const; $p_1V_1=p_2V_2$
- Изотермический



Газовые законы

- Гей - Люссака
- p=const; $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$
- Изобарный

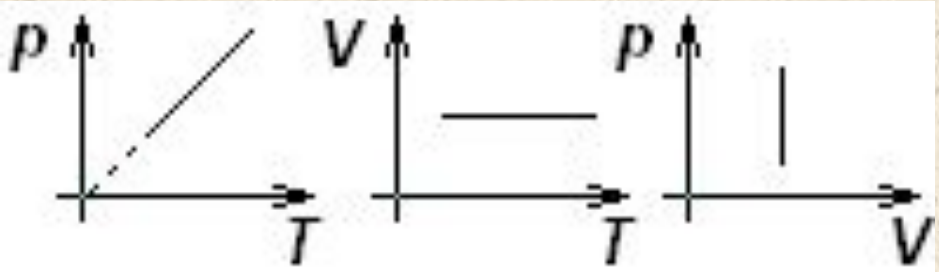


Газовые законы

- Шарля

V=const; $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$

- Изохорный



Термодинамика

- **Внутренняя энергия -** тела это суммарная энергия теплового движения его частиц (кинетическая) плюс потенциальная энергия их взаимодействия друг с другом.
- $U = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{M} RT$ (для одноатомного газа)
- **Работа** при постоянном давлении: $A = p \cdot \Delta V$

Термодинамика

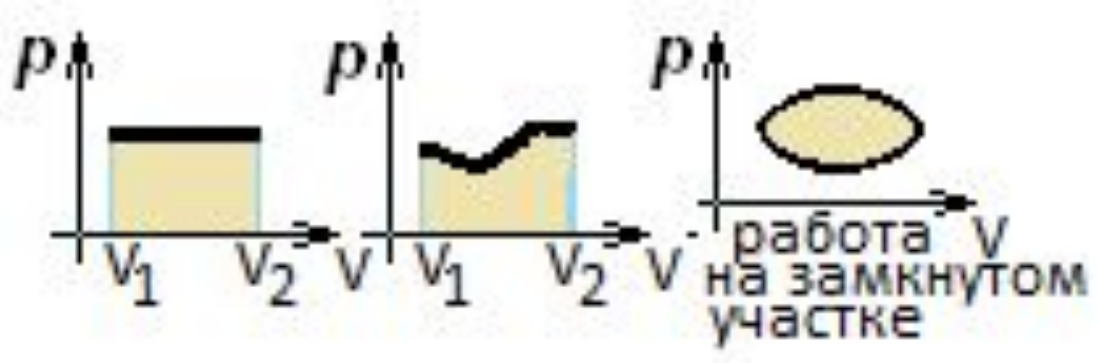
1 закон термодинамики:

- **ΔU= Q + A** Внутреннюю энергию можно изменить передачей теплоты (теплопроводность, конвекция, излучение) или совершением работы.
- **Q= ΔU + A´** Количество теплоты, переданное системе идет на изменение внутренней энергии и на совершение работы.

где А – работа, совершенная над газом (газ сжали), **А´** – работа газа (газ расширился)

Термодинамика

Площадь фигуры под графиком давления численно равна работе



Термодинамика

Применение 1 закона термодинамики к изопроцессам:

- 1. **Изотермический:** T= const, $\Delta T=0$,

  $Q=A'$

  (вся теплота идет на совершение работы)
- 2. **Изобарный:** p=const, ,

  $Q=5/2\nu RT$, $Q= 5/2\ p\Delta V$
- 3. **Изохорный:** V=const, $\Delta V=0$, $A' =0$,

  $Q = \Delta U$

(Вся теплота идет на изменение внутренней энергии).

- 4. **Адиабатный:** (процесс, происходящий без теплообмена с окружающей средой) Q=0,

  $A' = - \Delta U$

(Работа совершается за счет уменьшения внутренней энергии)

Термодинамика

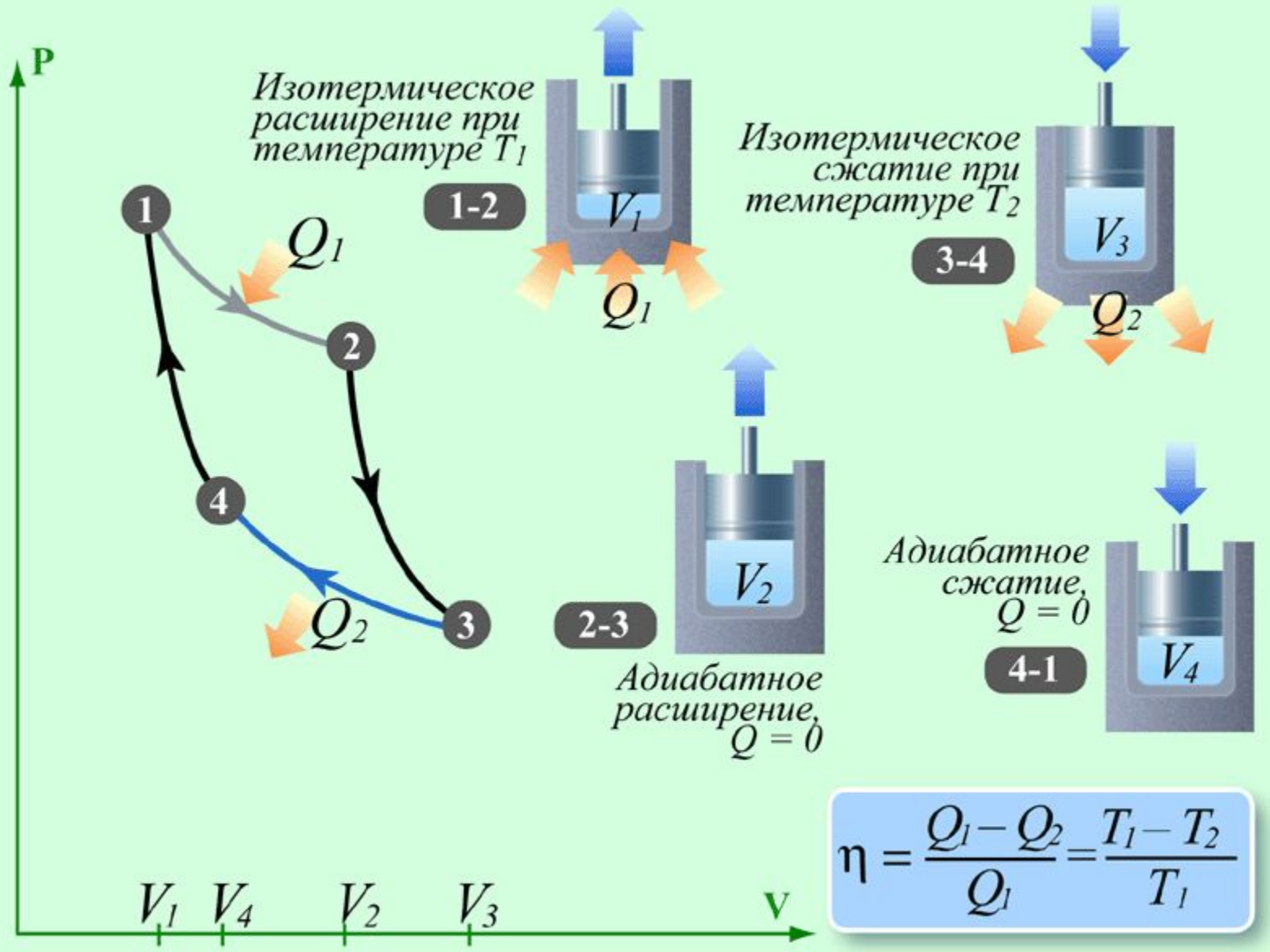
- Коэффициент полезного действия:

$$\eta = \frac{A}{Q_1} \cdot 100\%$$

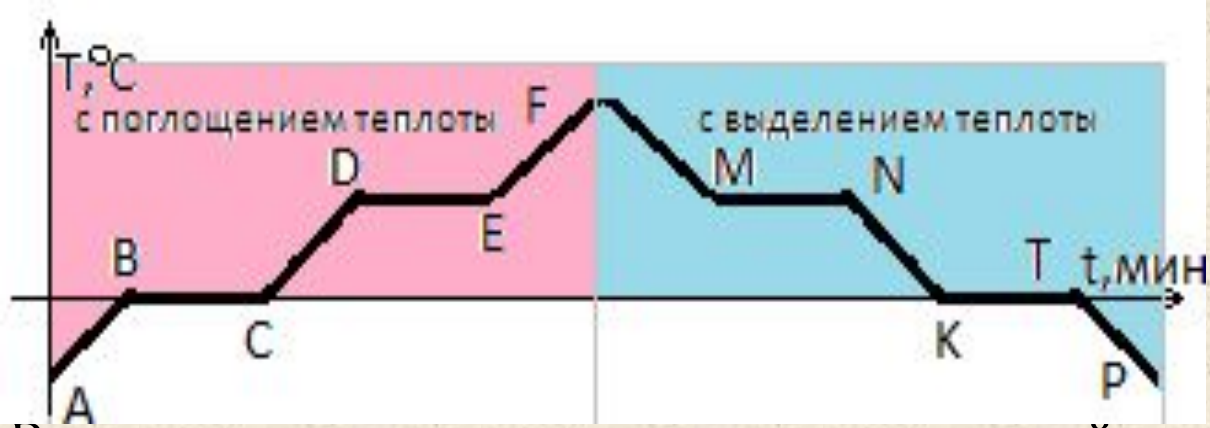
- $A = Q_1 - Q_2$
- $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\%$
- Для идеального теплового двигателя:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\%,$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1}$$


P
V
1
2
3
4
Q_1
Q_2
V_1 V_4 V_2 V_3
Изотермическое расширение при температуре T_1
1-2
V_1
Q_1
Изотермическое сжатие при температуре T_2
3-4
V_3
Q_2
2-3
V_2
Адиабатное расширение, $Q = 0$
Адиабатное сжатие, $Q = 0$
4-1
V_4
$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$

Агрегатные состояния вещества



АВ –нагревание твердого тела, в кристаллической решетке молекулы колеблются интенсивнее.

ВС – плавление, разрушается кристаллическая решетка. CD- нагревание жидкости, молекулы жидкости движутся быстрее.

DE-испарение при кипении, молекулы покидают жидкость. EF- нагревание пара, молекулы пара движутся быстрее. FMNKTP – обратный процесс: остывание пара, конденсация, остывание жидкости, кристаллизация, остывание твердого тела.

Агрегатные состояния вещества

- **Нагревание(остывание)** ,

  $Q = cm\,\Delta t$,

  c – удельная теплоемкость – количество теплоты, необходимое для нагревания 1 кг вещества на 1^0C (1К)

- **Плавление (кристаллизация)**

  $Q = \pm \lambda m$,

  λ –удельная теплота плавления – количество теплоты, необходимое для плавления 1 кг кристаллического вещества, взятого при температуре плавления

Испарение (конденсация)

$Q = \pm r\,m$

r - удельная теплота испарения – количество теплоты, необходимое для испарения1 кг жидкости, взятой при температуре кипения

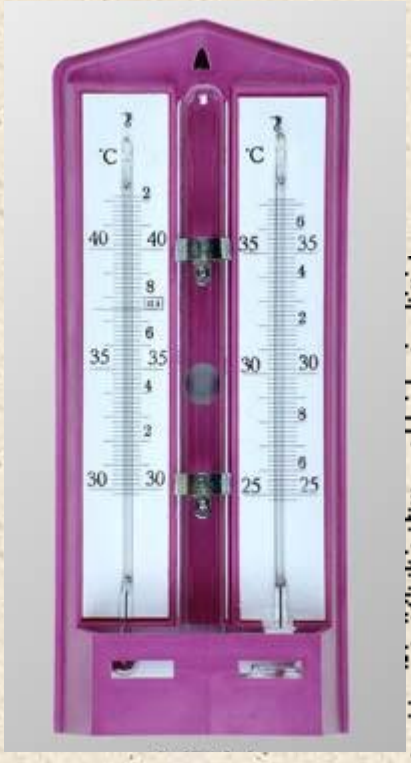
Агрегатные состояния вещества

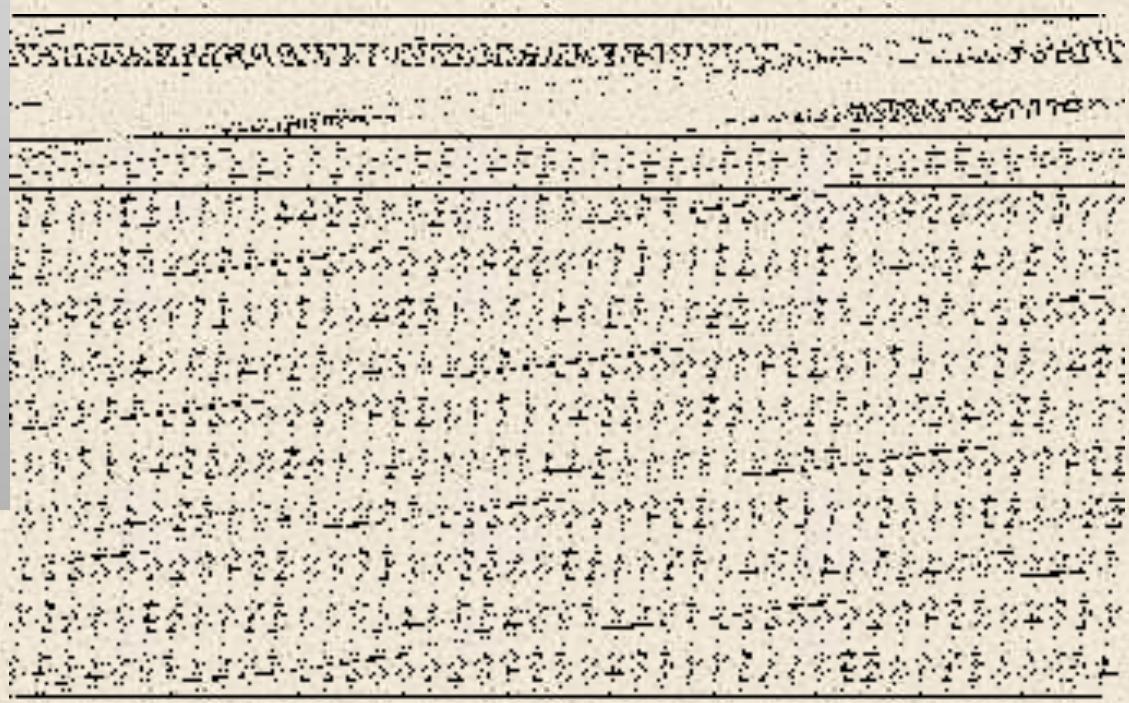
- **Влажность** – отношение парциального давления пара к давлению насыщенного пара при данной температуре

$$\varphi = \frac{p}{p_{\text{н}}} \cdot 100\%$$

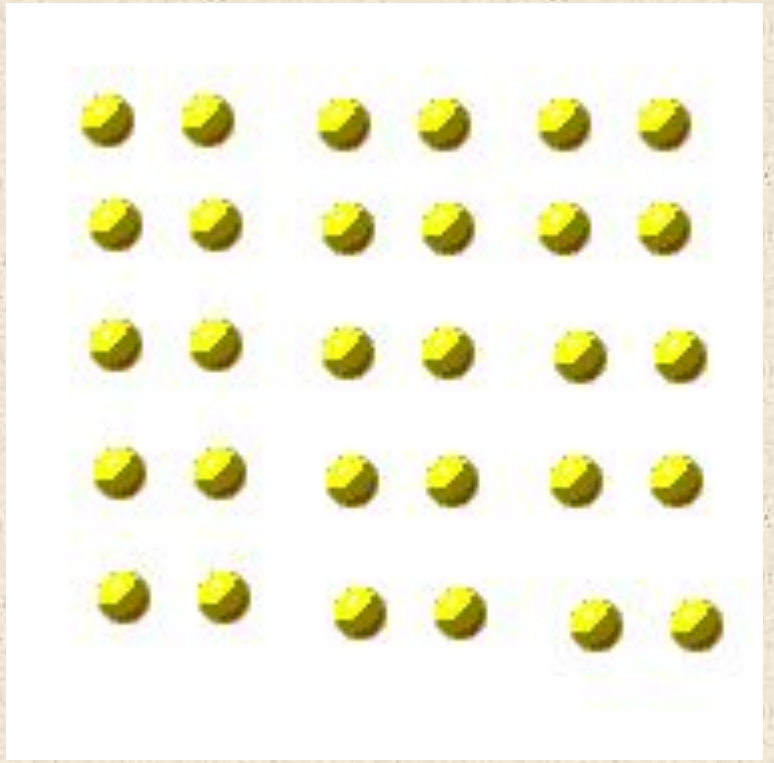
- Насыщенный пар – пар, находящийся в термодинамическом равновесии со своей жидкостью (зависит только от температуры).
- Точка росы – температура, при которой водяной пар, содержащийся в воздухе становится насыщенным.

Психрометр





Агрегатные состояния вещества

Кристаллическое	Аморфное
Есть определенная t плавления	Нет определенной t плавления
Анизотропны (физические свойства тела по всем направлениям различны)	Изотропны (физические свойства тела по всем направлениям одинаковы)
Дальний порядок расположения молекул	Ближний порядок расположения молекул

Спасибо за внимание!