

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

ВЗАИМНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

Преподаватель. Красин И.Г.

Испарение

Испарение - процесс превращения жидкости в пар при любой температуре.

Молекулы в жидкости непрерывно движутся.

Если какая-нибудь молекула подойдет к поверхности и сможет вылететь из жидкости, то над жидкостью образуется пар.

Чтобы вылететь из жидкости молекуле нужно иметь энергию, достаточную для преодоления притяжения соседних молекул. Жидкость при испарении охлаждается, так как внутренняя энергия уменьшается.

Испарение зависит:

- 1) От влажности воздуха.
- 2) От вида жидкости.
- 3) От ветра.
- 4) От площади свободной поверхности.
- 5) От температуры жидкости.



Термодинамическое равновесие

Термодинамическое равновесие – состояние системы в котором ее внутренние процессы не изменяют макроскопических параметров (таких как температура и давление).

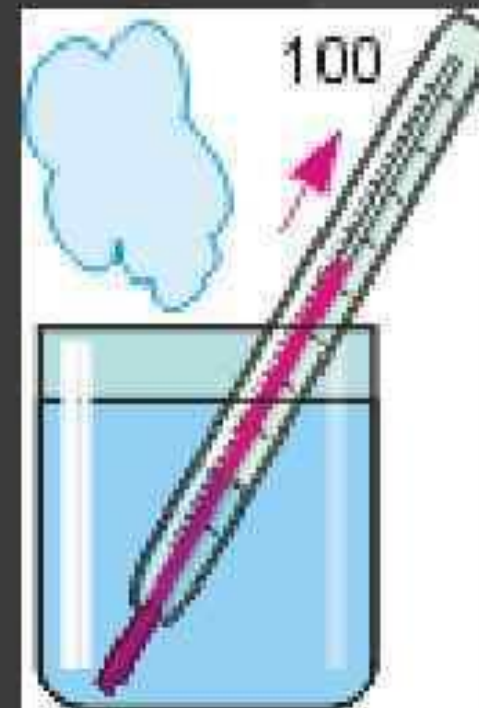
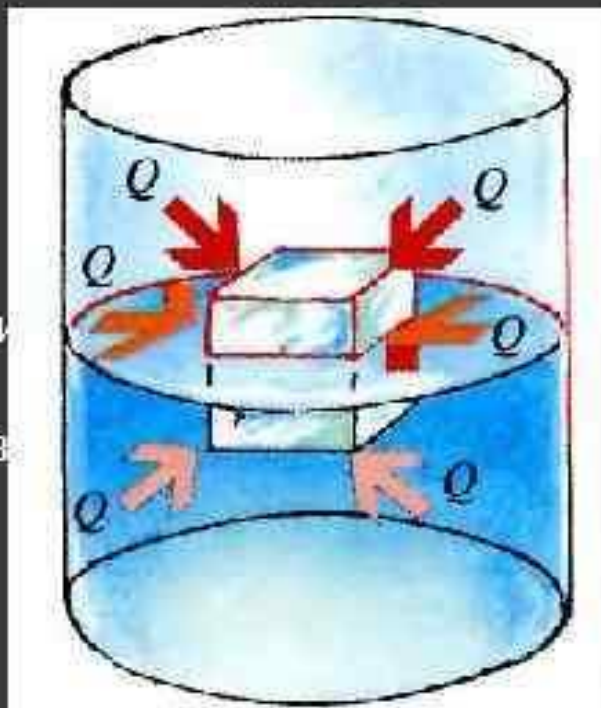
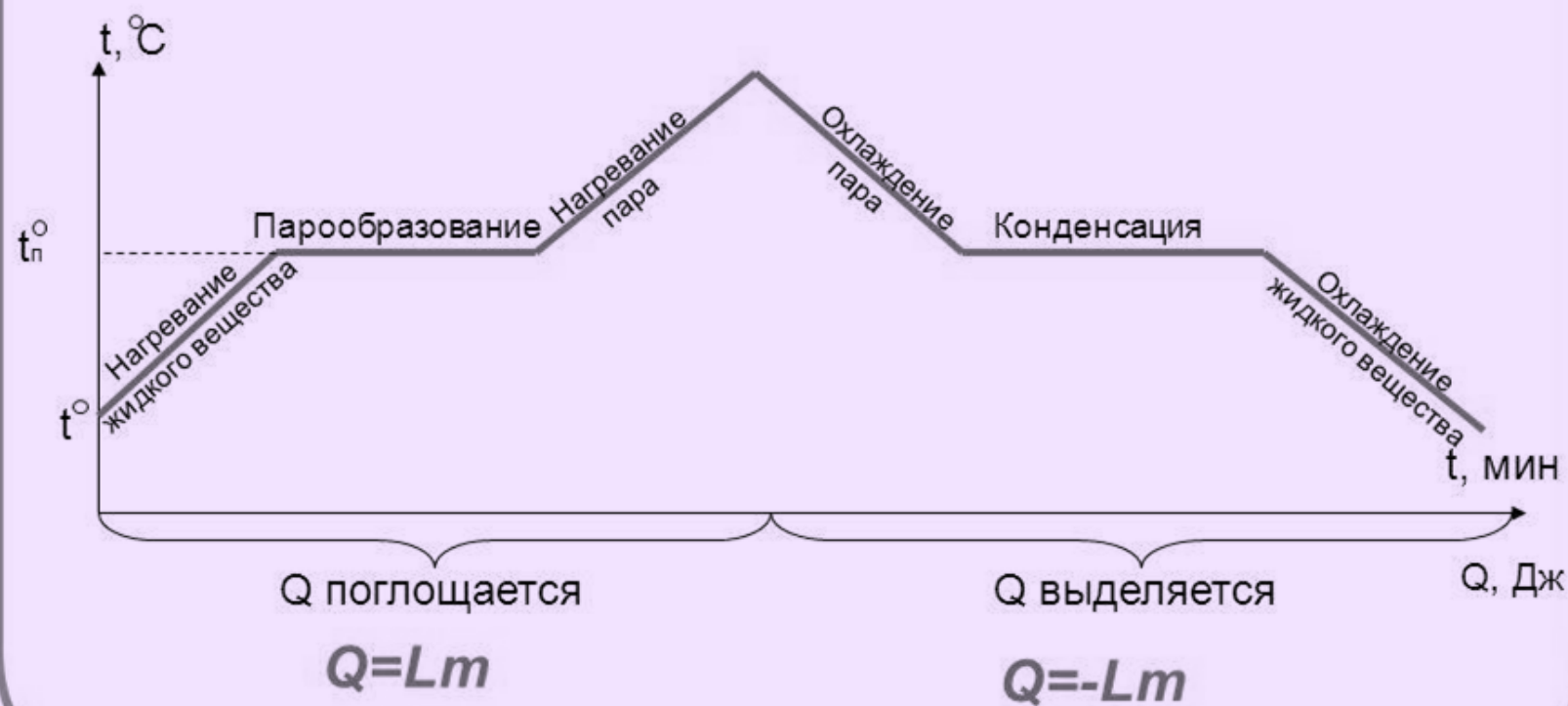


График парообразования и конденсации



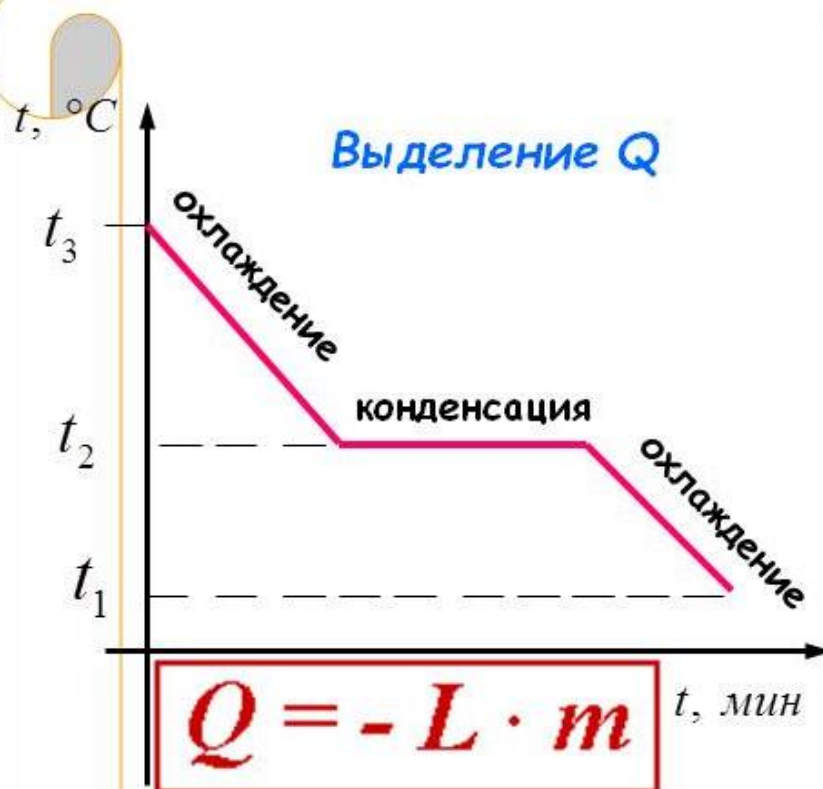
Насыщенный пар

- **Насыщенный пар** — это пар, находящийся в термодинамическом равновесии с жидкостью или твёрдым телом того же состава.





Конденсация



1. При охлаждении уменьшается температура пара, скорость движения его частиц, его внутренняя энергия
2. Когда пар охлаждается до температуры конденсации, энергия молекул уменьшается до такой степени, что они сближаются на расстояние, на котором действуют силы молекулярного притяжения.

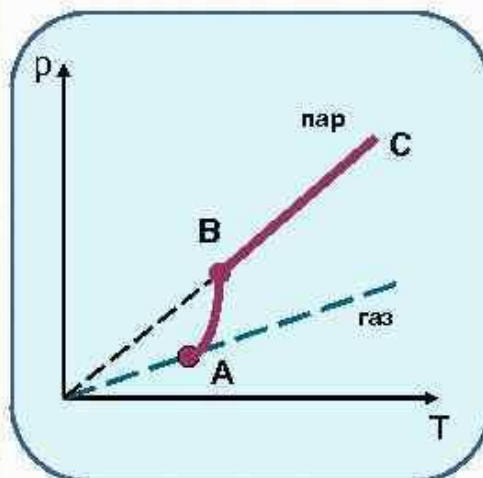
Зависимость давления насыщенного пара от температуры

Идеальный газ

$$p = n k T$$

$$n = \text{const}$$

Давление растет
только за счет
роста
температуры
(изохора)



Насыщенный пар

$$p = n k T$$

$$n \neq \text{const}$$

Давление растет:

- за счет роста концентрации
- за счет роста температуры

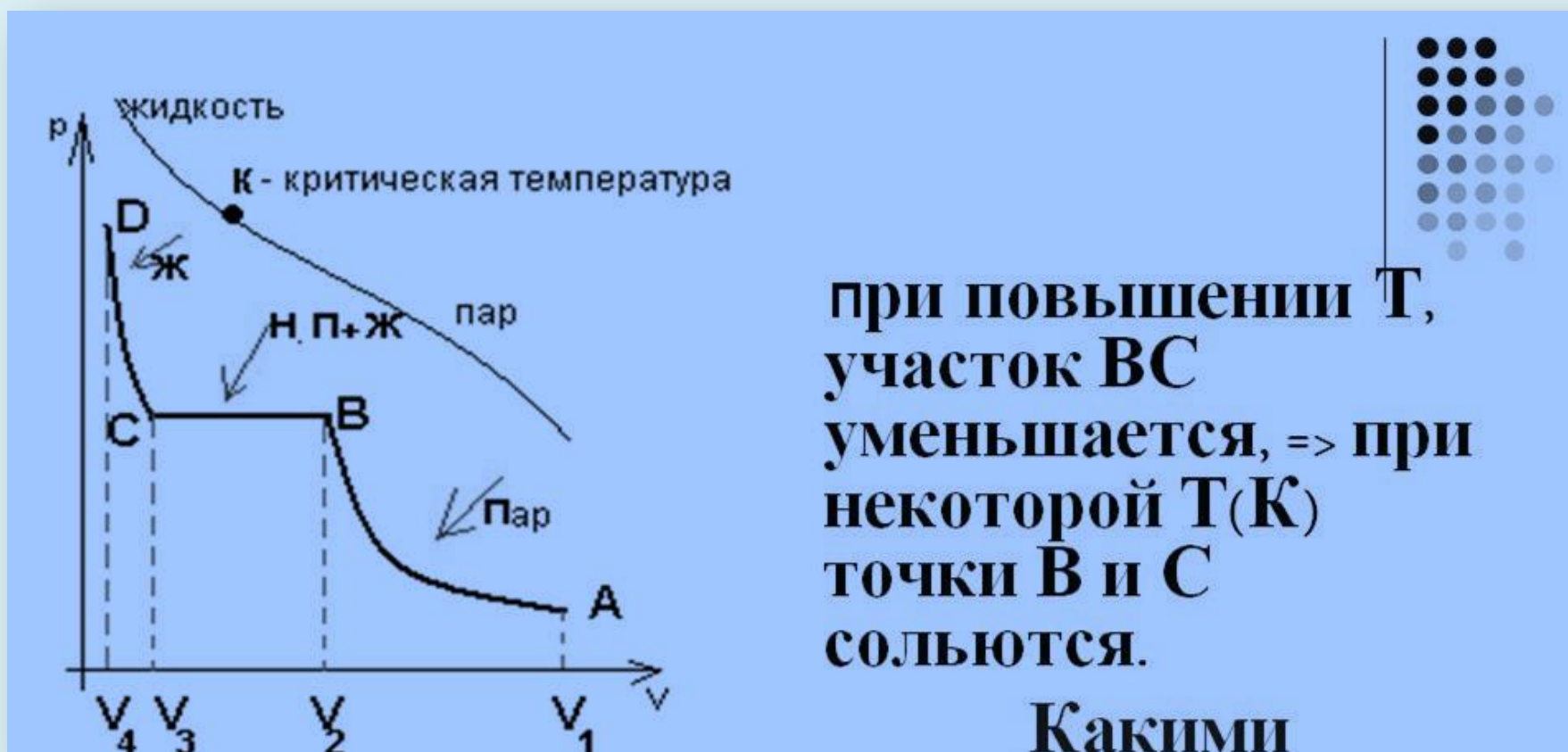
BC – пар перестает
быть насыщенным и
его давление растет
пропорционально
температуре

ВЫВОД: С ростом температуры давление насыщенного пара растет быстрее, чем идеального газа, т.к. увеличивается еще и концентрация молекул.

КОНЦЕНТРАЦИЯ МОЛЕКУЛ НАСЫЩЕННОГО ПАРА ПРИ ПОСТОЯННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ НЕ ЗАВИСИТ ОТ ЕГО ОБЪЕМА

ДАВЛЕНИЕ НАСЫЩЕННОГО ПАРА ЗАВИСИТ ОТ ЗАНИМАЕМОГО ИМ ОБЪЕМА

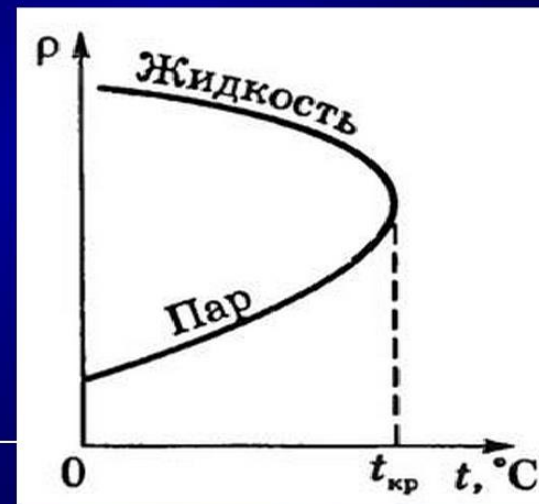
ДАВЛЕНИЕ $p_{\text{нп}}$ ПАРА, ПРИ КОТОРОМ ЖИДКОСТЬ НАХОДИТСЯ В РАВНОВЕСИИ СО СВОИМ ПАРОМ НАЗЫВАЮТ ДАВЛЕНИЕМ НАСЫЩЕННОГО ПАРА



ЕСЛИ ПАР ПОСТЕПЕННО СЖИМАЮТ ПРИ ПОСТОЯННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ, А ПРЕВРАЩЕНИЕ ЕГО В ЖИДКОСТЬ НЕ ПРОИСХОДИТ, ТО ТАКОЙ ПАР НАЗЫВАЮТ НЕНАСЫЩЕННЫМ

МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА, ПРИ КОТОРОЙ ПАР ЕЩЕ МОЖЕТ ПРЕВРАТИТЬСЯ В ЖИДКОСТЬ, НАЗЫВАЕТСЯ КРИТИЧЕСКОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ

- Критическая температура – это температура, при которой исчезает различие в свойствах жидкости и насыщенного пара.



**СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ ВЫШЕ КРИТИЧЕСКОЙ
НАЗЫВАЕТСЯ ГАЗОМ;**

**ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ НИЖЕ КРИТИЧЕСКОЙ, КОГДА У ПАРА ЕСТЬ
ВОЗМОЖНОСТЬ ПРЕВРАТИТЬСЯ В ЖИДКОСТЬ, - ПАРОМ.**

$$P_{н.п.} = nkT$$

**ТАК КАК ДАВЛЕНИЕ НАСЫЩЕННОГО ПАРА НЕ ЗАВИСИТ ОТ ОБЪЕМА, ТО,
СЛЕДОВАТЕЛЬНО, ОНО ЗАВИСИТ ТОЛЬКО ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ**

**ДАВЛЕНИЕ НАСЫЩЕННОГО ПАРА РАСТЕТ НЕ ТОЛЬКО ВСЛЕДСТВИЕ
ПОВЫШЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ЖИДКОСТИ. НО И ВСЛЕДСТВИЕ УВЕЛИЧЕНИЯ
КОНЦЕНТРАЦИИ МОЛЕКУЛ (ПЛОТНОСТИ) ПАРА**

ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ПАРА В ЗАКРЫТОМ СОСУДЕ (ИЛИ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ОБЪЕМА ПРИ ПОСТОЯННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ) ИЗМЕНЯЕТСЯ МАССА ПАРА



КИПЕНИЕ

Кипение – процесс парообразования во всем объёме жидкости при определенной температуре, зависящей от внешнего давления

Температура, при которой жидкость кипит, называется температурой кипения

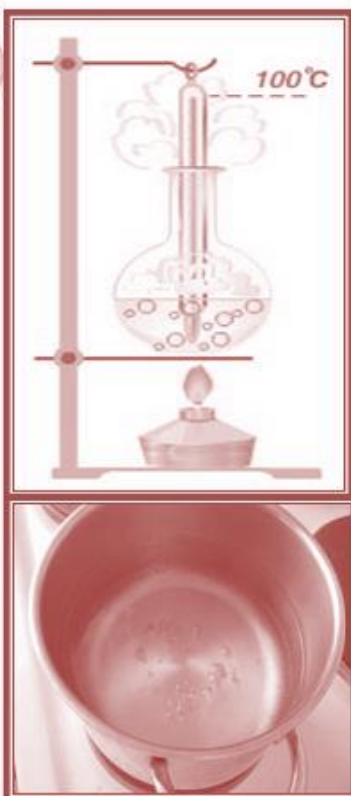
Во время кипения температура жидкости не меняется

С ростом давления увеличивается температура кипения жидкости





Механизм кипения воды



1. При нагревании испарение с поверхности воды усиливается.
2. Появление в жидкости многочисленных мелких пузырьков воздуха, растворённого в воде. При нагревании излишек воздуха выделяется в виде пузырьков с насыщенным водяным паром - испарение внутрь жидкости.
3. Пузырьки становятся крупнее и многочисленнее.
4. Архимедова сила, действующая на пузырьки, возрастает и при температуре близкой к кипению они всплывают.
5. С приближением к поверхности объём пузырьков резко возрастает, на поверхности они лопаются, находящийся в них насыщенный пар выходит в атмосферу - слышен характерный шум - вода кипит.

ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА

АБСОЛЮТНАЯ

ρ - количество водяного пара, содержащегося в 1 м³ воздуха, т.е. **плотность водяного пара**.

$$\rho = \frac{MP}{RT}$$

Давление, которое производил бы водяной пар, если бы другие газы отсутствовали, называют **парциальным давлением водяного пара**

ОТНОСИТЕЛЬНАЯ

φ - относительная влажность воздуха - показывает, как далек пар от насыщения (%)

$$\varphi = \frac{p_n}{p_{н.п.}} \cdot 100\%$$

отношение парциального давления **p** п водяного пара, содержащегося в воздухе при данной температуре, к давлению **p** н.п насыщенного пара при той же температуре, выраженной в процентах.

Удельная теплота парообразования

- Физическая величина, показывающая, какое **количество теплоты** необходимо, чтобы обратить жидкость **массой 1 кг** в пар без изменения температуры, называется **удельной теплотой парообразования**.
- Единица удельной теплоты парообразования в системе СИ:

$$\bullet [L] = 1 \text{ Дж/кг}$$

С ростом давления удельная теплота парообразования уменьшается и наоборот.



Если влажный пар охладить, то при некоторой температуре находящийся в нём пар станет насыщенным и начнёт конденсироваться (выпадает роса, иней, появляется туман)

Температура, при которой пар, находящийся в воздухе, становится насыщенным, называется **точкой росы**.

