

# **Растворы (1)**

## **Растворы неэлектролитов**

Лекция курса

**«Общая и неорганическая химия»**

для 11-х классов СУНЦ

В.В.Загорский

# Растворы



+ NaCl



+ CO<sub>2</sub>



+ C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH



+ «минеральные соли»



# Растворы

**Раствор** – гомогенная (однородная) система, которая содержит два или более компонентов.

**Компоненты** – вещества, количества которых можно менять независимо друг от друга.

Компоненты растворов могут быть: твердые, жидкие, газообразные...

Любые, лишь бы растворялись.

Чаще всего мы встречаем водные, т.е. жидкие растворы.

# Растворимость и концентрация

## Растворимость:

Масса вещества, растворимая в 100 г растворителя (воды)

## Концентрация:

*массовая доля* (часто в виде процентной концентрации) –

отношение массы вещества к массе раствора:

$$\omega = m_{\text{вещества}} / m_{\text{раствора}} (*100\%) ;$$

*молярная концентрация*  $C$  – количество вещества (число молей)

$v$  в литре раствора:

$$C = v_{\text{вещества}} / V_{\text{р-ра}} ;$$

*моляльная концентрация*  $C_M$  – количество вещества (число

молей)  $v$ , приходящееся на 1 кг растворителя:

$$C_M = v_{\text{вещества}} / m_{\text{растворителя}}$$

## *Еще концентрации*

**Градусом** применительно к содержанию алкоголя в спиртных напитках называют процент содержания спирта в напитке по объёму.

**Пиво:** до  $0,5^\circ$  — безалкогольное,  
 $3^\circ$  -  $6^\circ$  — светлое или темное, более  $8^\circ$  — крепкое.

**Квас:** от  $0,7^\circ$  до  $2,6^\circ$ . Самый распространенный —  $1,2^\circ$ .

**Кефир:** до  $0,88^\circ$ .

«Плотность» пива указывается в процентах или **градусах Баллинга**. Градус Баллинга - весовой процент экстракта, выраженный в граммах веществ, содержащихся в 100 г раствора. Предложил в XIX веке чешский химик Карел Наполеон Баллинг. Безалкогольное пиво имеет плотность до 5%, легкое светлое - 11 - 13 %, плотные сорта светлого и темного пива достигают 20%.

## Еще концентрации

**Градусом** применительно к содержанию алкоголя в спиртных напитках называют процент содержания спирта в напитке по объёму.

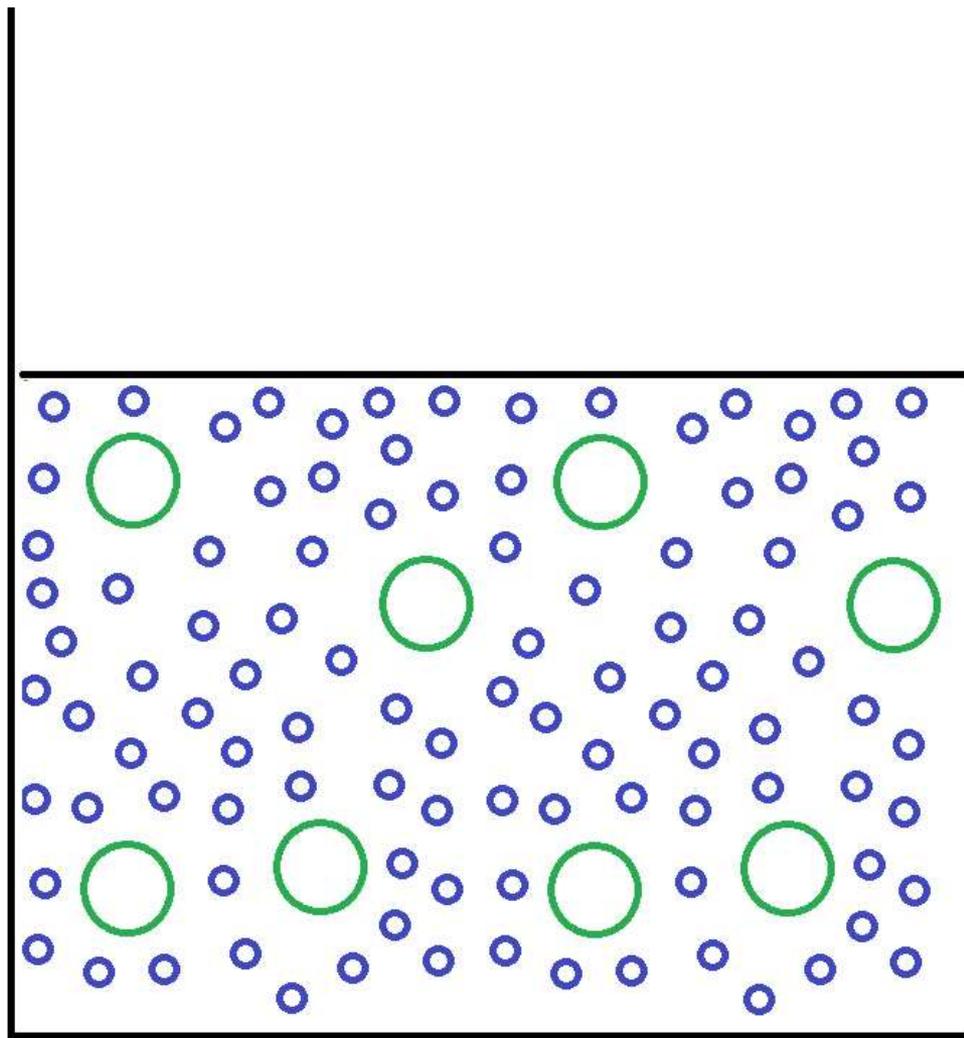
Выражение «концентрация алкоголя в крови 1,5 ‰ (промилле)» следует понимать так, что в одном литре крови (точнее говоря, в одном литре смеси крови с чистым этанолом), то есть в 1000 миллилитрах, находится 1,5 миллилитра чистого этанола (и чуть больше 998,5 миллилитров чистой крови). Смотрятся доли именно объёма, а не массы.

0,3-0,5 промилле — незначительное влияние алкоголя,  
0,5-1,5 — легкое опьянение, 1,5-2,5 — опьянение средней степени,  
2,5-3 — сильное опьянение, 3-5 — тяжелое отравление алкоголем,  
5-6 — смертельная доза

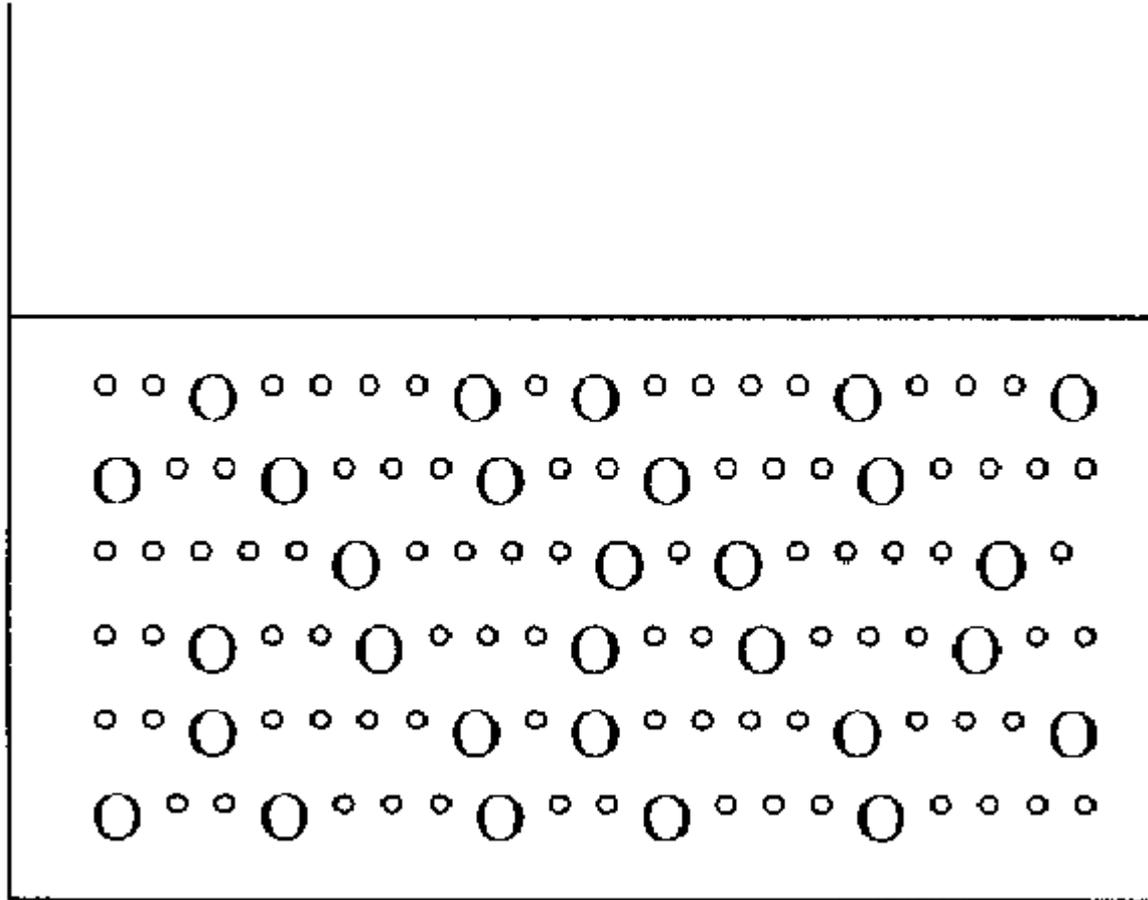
Растворы бывают разбавленные,  
концентрированные, насыщенные и ...



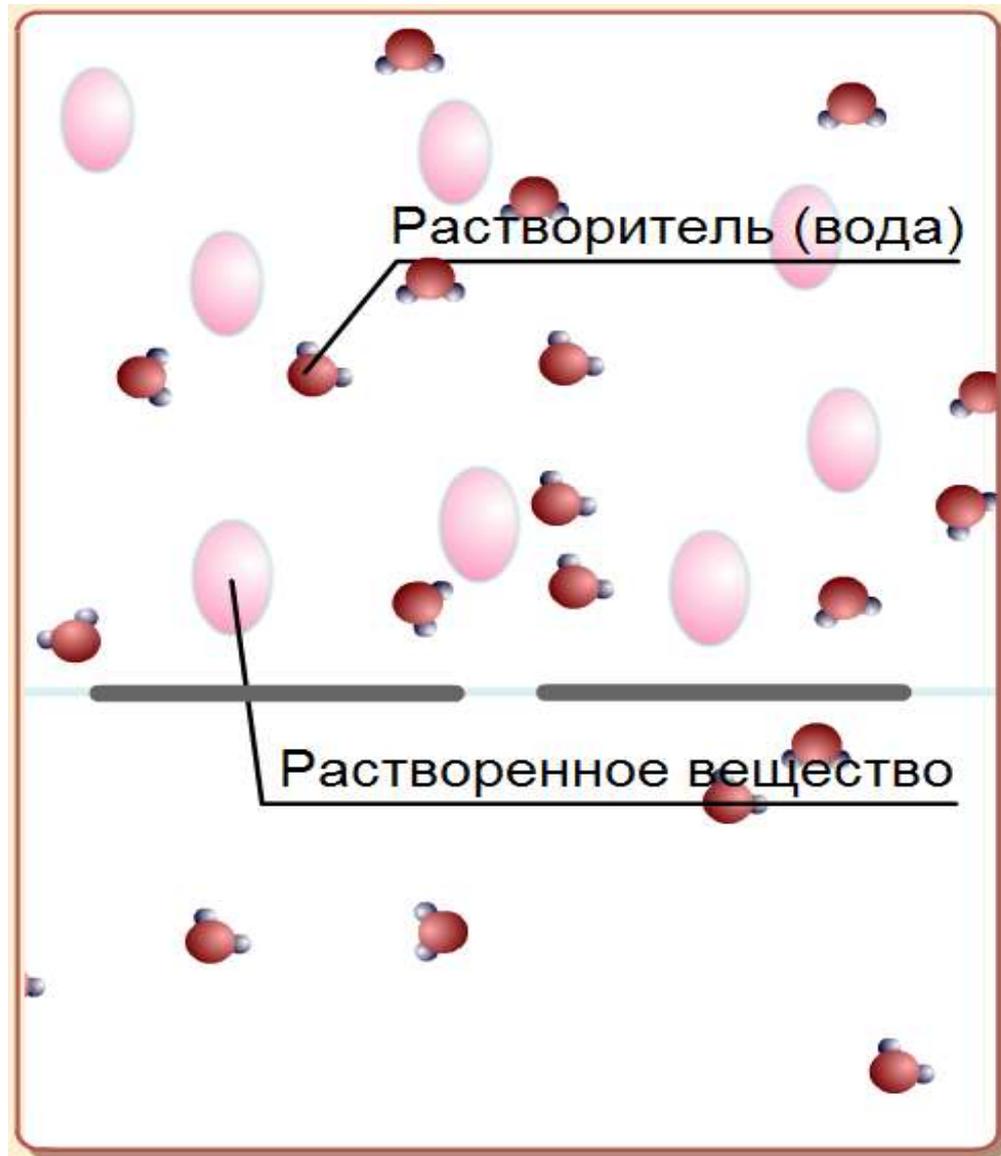
# Модель идеального раствора (1)



# Модель идеального раствора (1)



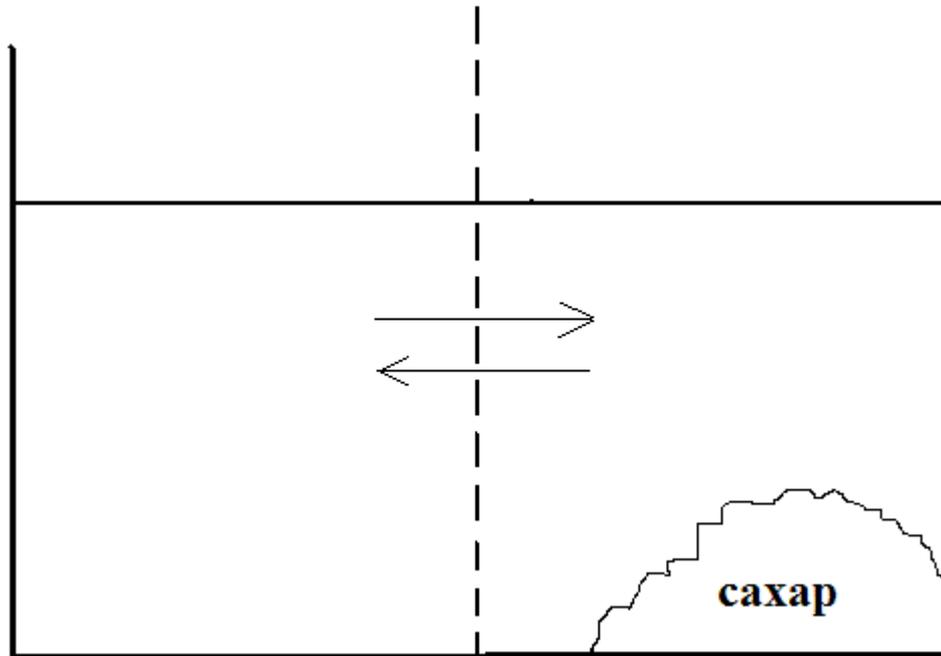
## Модель идеального раствора (2)



# Задача 1

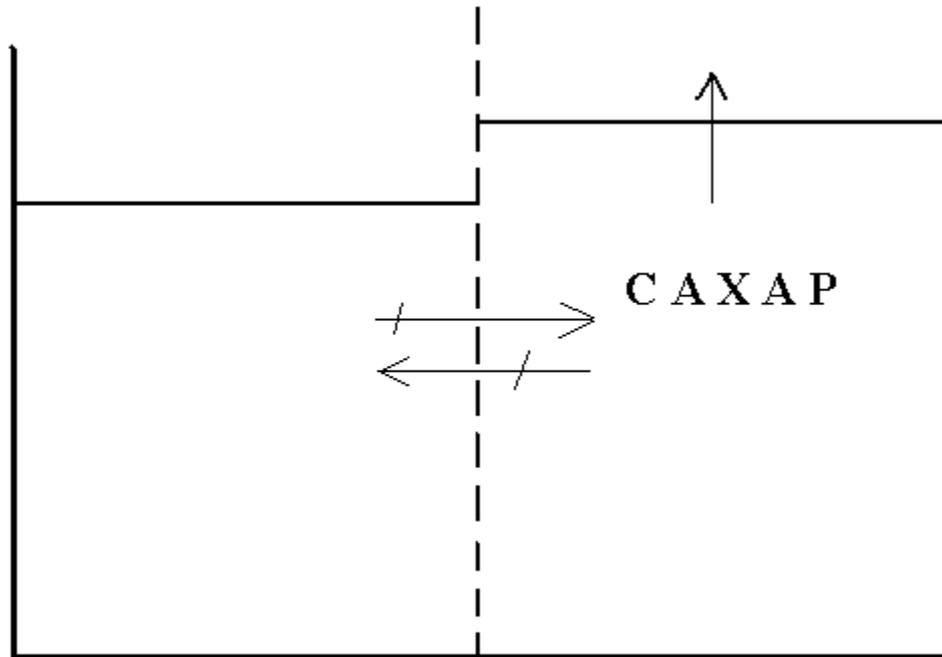
Сосуд с чистой водой перегородили на две половинки полупроницаемой мембраной – маленькие молекулы воды могут проникать сквозь поры в мембране, а большие молекулы сахара не могут. Потом в правую половину сосуда насыпали сахар.

- а) Как изменится скорость проникновения воды слева направо?
- б) Как изменится скорость проникновения воды справа налево?
- в) Что мы будем наблюдать через некоторое время?



# Осмоз

$$\pi = CRT \quad (R = 0,082 \text{ л*атм})$$



# Осмоз. Питание растений

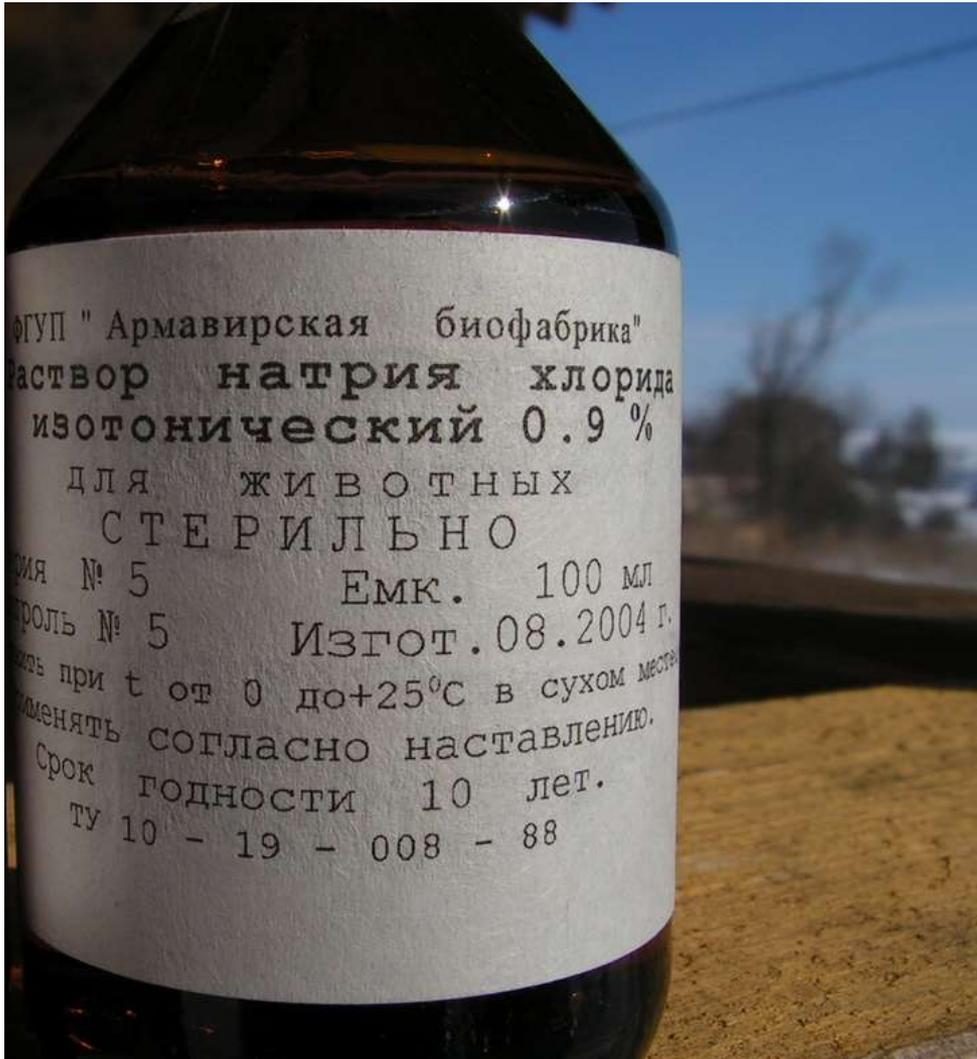
[bastilija.fotoplenka.ru](http://bastilija.fotoplenka.ru)



# Осмотическое давление



# Осмоз. Физиологический раствор



ОАО НПК «ЭСКОМ»

355107, г. Ставрополь,  
Старомарьевское  
шоссе, 9г  
Тел.: (8652)94-85-82  
Факс: (8652)94-68-12  
Факс: (8652)94-71-54

**«ЭСКОМ»**  
ОАО НПК

## НАТРИЯ ХЛОРИД

Раствор для инфузий 0,9%. 400 мл  
Стерильно. Апиrogenно.  
Для внутривенного введения.

Состав: натрия хлорида - 9 г  
воды для инъекций - до 1 л

В СЛУЧАЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОКРАСКИ  
ПРЕПАРАТА ИЛИ ПОЯВЛЕНИЯ  
ВЗВЕСИ РАСТВОР НЕ ПРИГОДЕН  
К УПОТРЕБЛЕНИЮ.

Хранить в сухом месте  
при температуре не выше + 25°C.  
Допускается замораживание.  
Несмачиваемость внутренней  
поверхности бутылки не является  
противопоказанием к применению  
препарата.

Из аптек отпускается по рецепту врача.  
Для стационаров.

P № 00119/01-2002



46054531000025

1030503 05 04

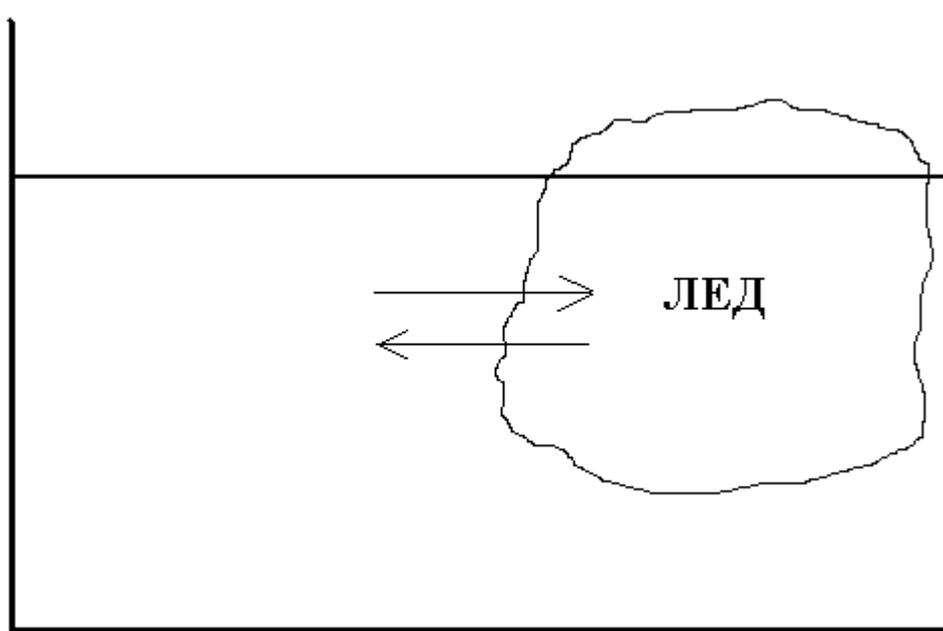
Годен до:

Осмотическое давление крови человека при 37°C составляет 7,7 атм (780 кПа)

## Задача 2

В сосуде, содержащем воду и лед, поддерживается постоянная температура  $0^{\circ}\text{C}$ . Потом в сосуд насыпали поваренную соль.

- а) Как изменится скорость растворения льда?
- б) Как изменится скорость кристаллизации воды?
- в) Что будет наблюдаться, если и после добавления соли температуру  $0^{\circ}\text{C}$  будут продолжать поддерживать?



# Криоскопия

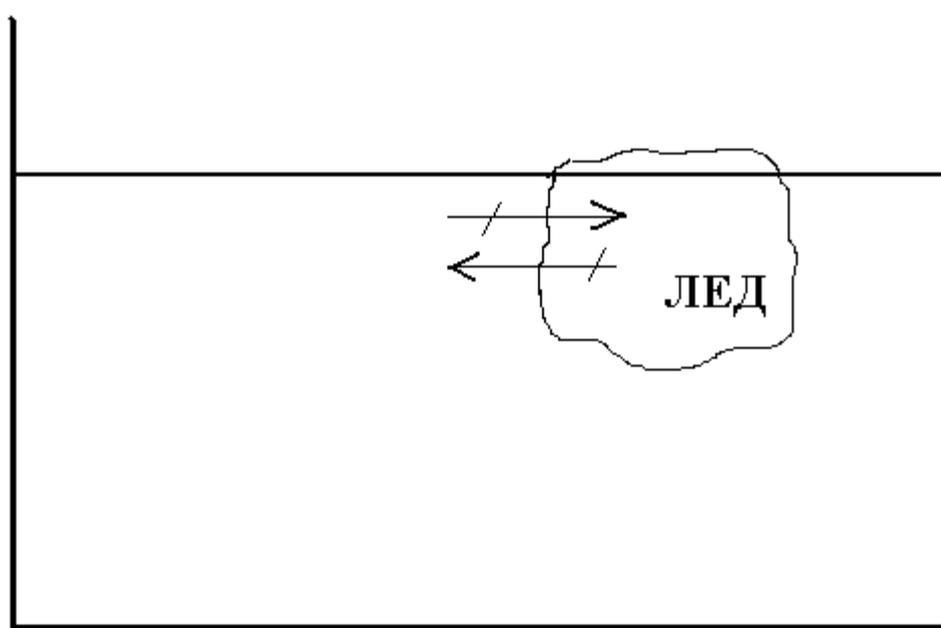
$$\Delta t_{\text{зам}} = K C_M = K(g1000)/MG$$

$C_M$  – молярная концентрация;

$g$  – масса вещества, растворенного в  $G$  граммах растворителя;

$M$  – молекулярная масса растворенного вещества;

$K$  – криоскопическая константа растворителя (для воды 1,853)



# Борьба с гололедом



Фото:

<http://www.lenta.ru/news/2005/11/21/experiment/>

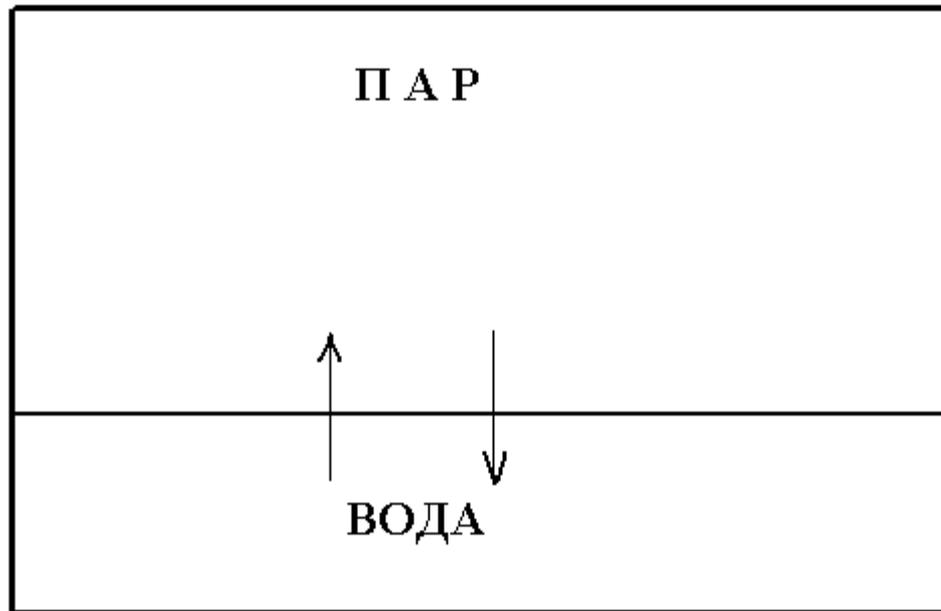
<http://www.kp.ru/daily/23484.5/38194/>

## Задача 3

Замкнутый термостатируемый сосуд частично заполнен водой, остальную его часть занимают только пары воды. Потом в сосуд бросили поваренную соль.

- а) Как изменится скорость испарения воды?
- б) Как изменится скорость конденсации воды?
- в) Как изменится давление в сосуде?

Температура все время постоянна



# Эбуллиоскопия

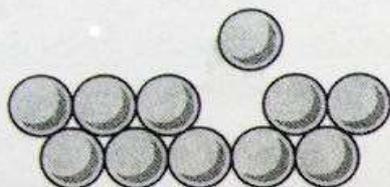
$$\Delta t_{\text{кип}} = E C_M = E(g1000)/MG$$

$C_M$  – моляльная концентрация;

$g$  – масса вещества, растворенного в  $G$  граммах растворителя;

$M$  – молекулярная масса растворенного вещества;

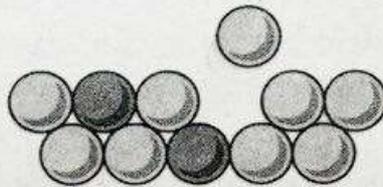
$E$  – эбуллиоскопическая константа растворителя (для воды 0,51)



## Чистый растворитель

Все частицы могут покидать поверхность жидкости.

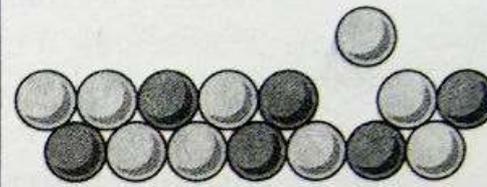
Давление паров нормальное.



## Разбавленный раствор

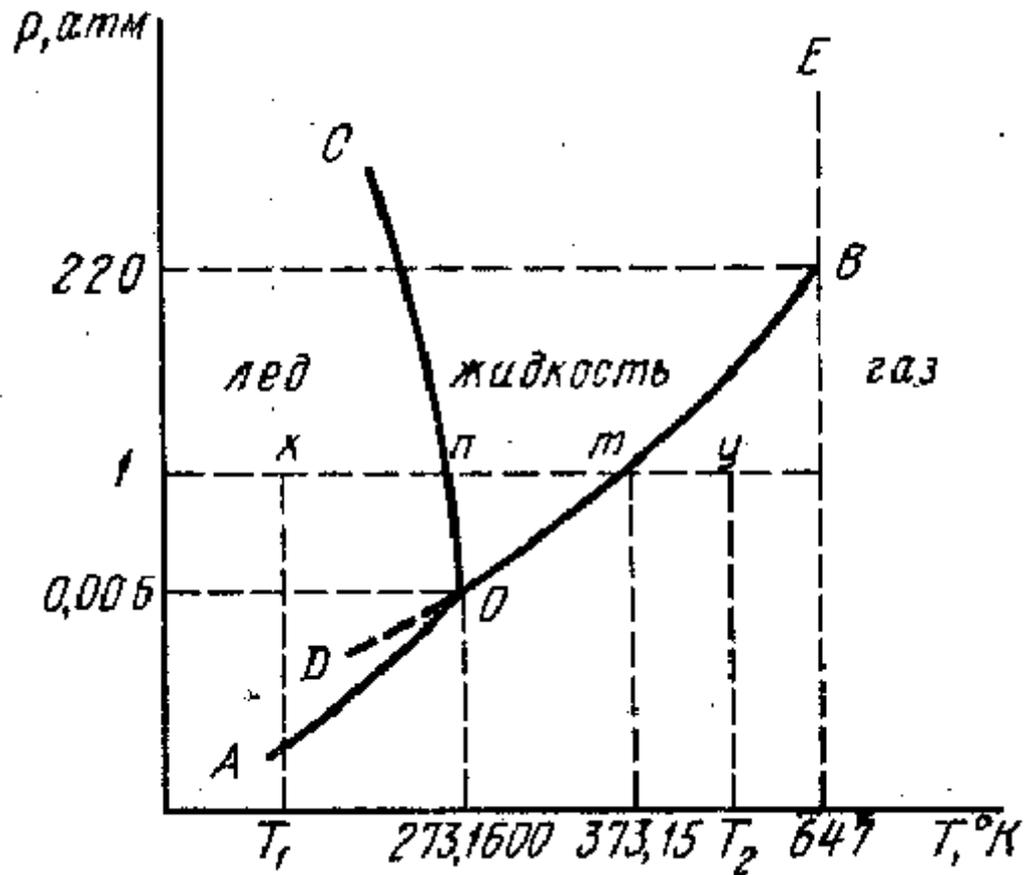
Некоторые места на поверхности заняты растворенным веществом, и меньшее число частиц растворителя может покидать поверхность.

Давление паров уменьшается.



## Концентрированный раствор

Лишь небольшое число частиц растворителя находится вблизи поверхности и может ее покинуть. Давление паров уменьшается значительно сильнее.

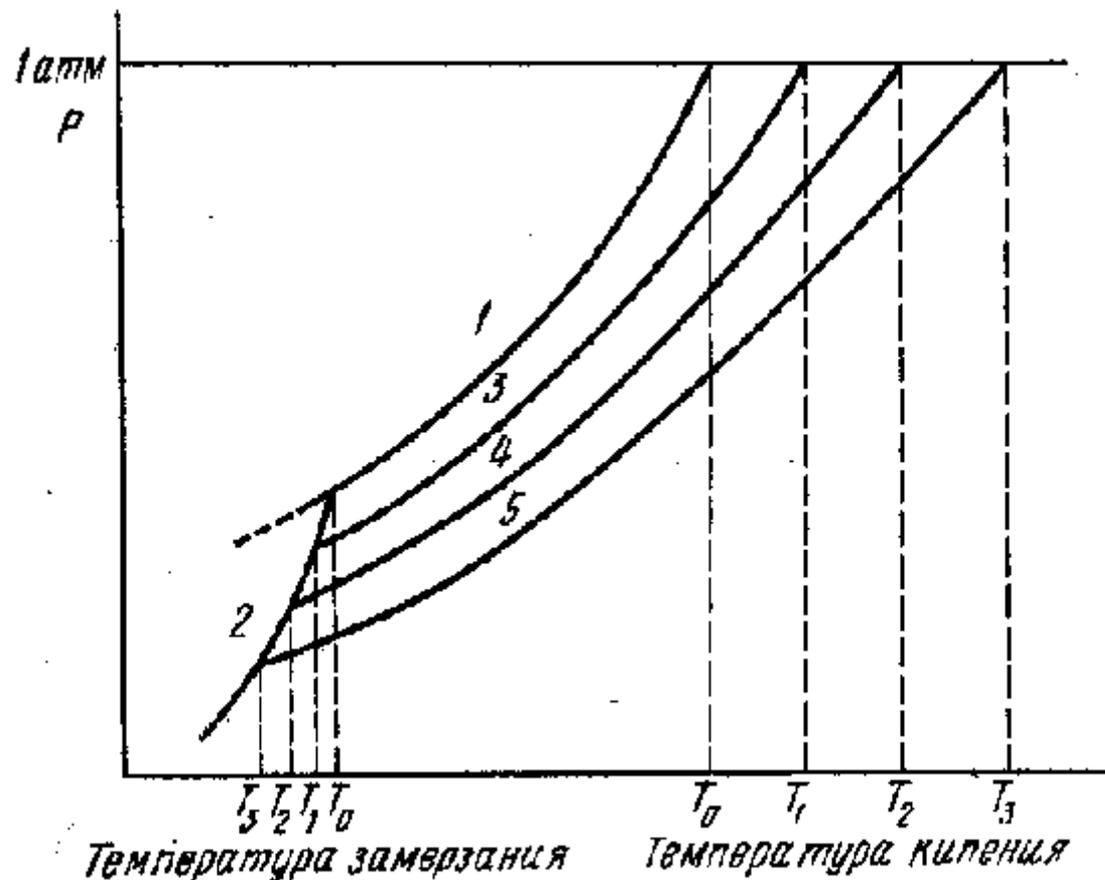


## Фазовая диаграмма воды при умеренных давлениях.

Точка O – *тройная точка* равновесия газообразного, жидкого и твердого состояний воды.

Точка B – *критическая точка* воды.

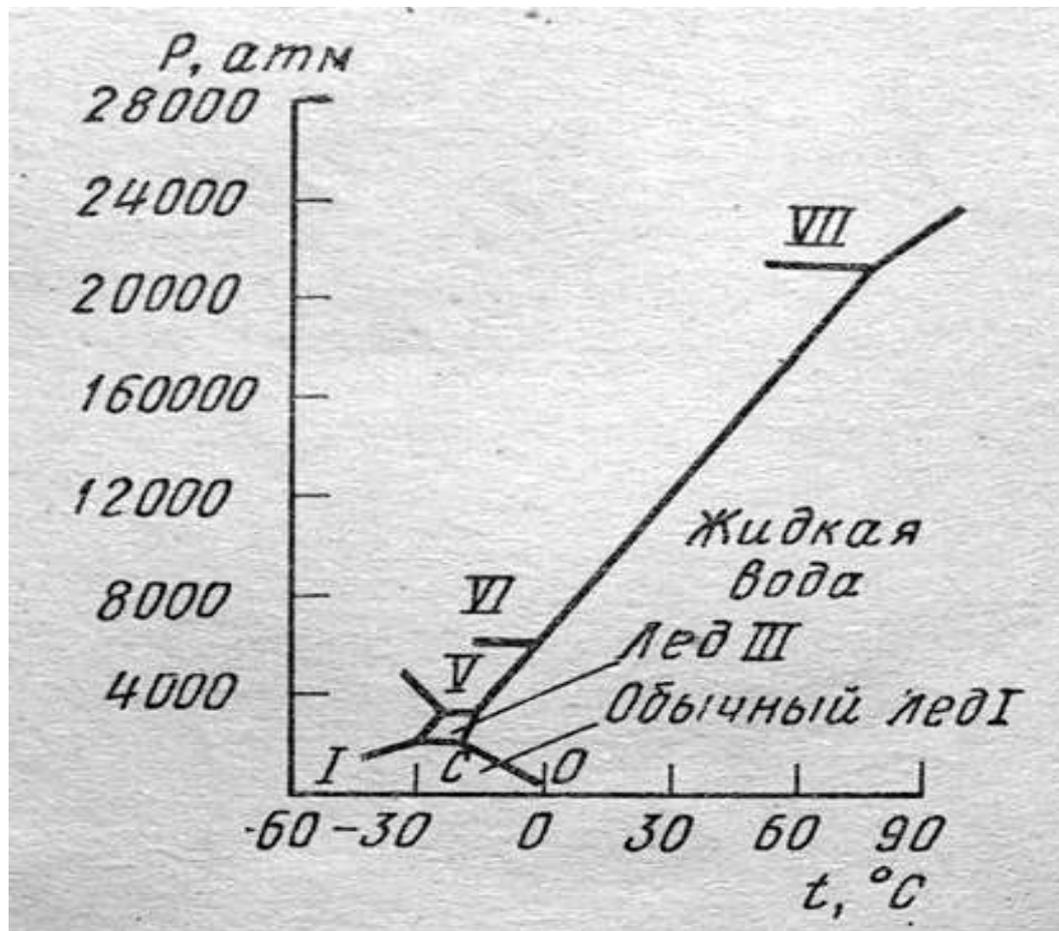
Кривая OD соответствует переохлажденной воде.



## Зависимость давления пара от температуры

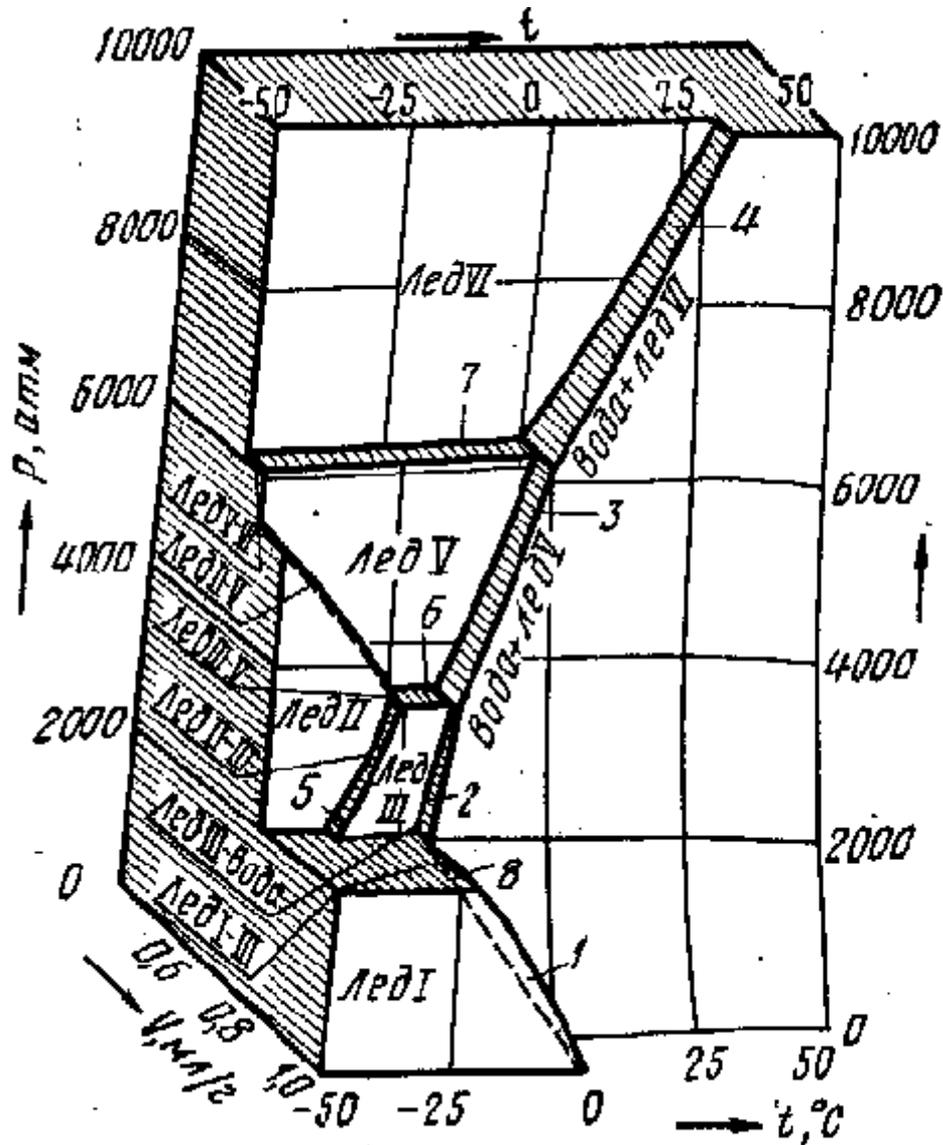
- 1 – кривая для чистого жидкого растворителя;
- 2 – кривая для чистого твердого растворителя;
- 3, 4, 5 – давление пара растворителя над растворами с увеличивающейся концентрацией нелетучего вещества.

# Фазовая диаграмма воды при высоких давлениях



# Объемная фазовая диаграмма воды

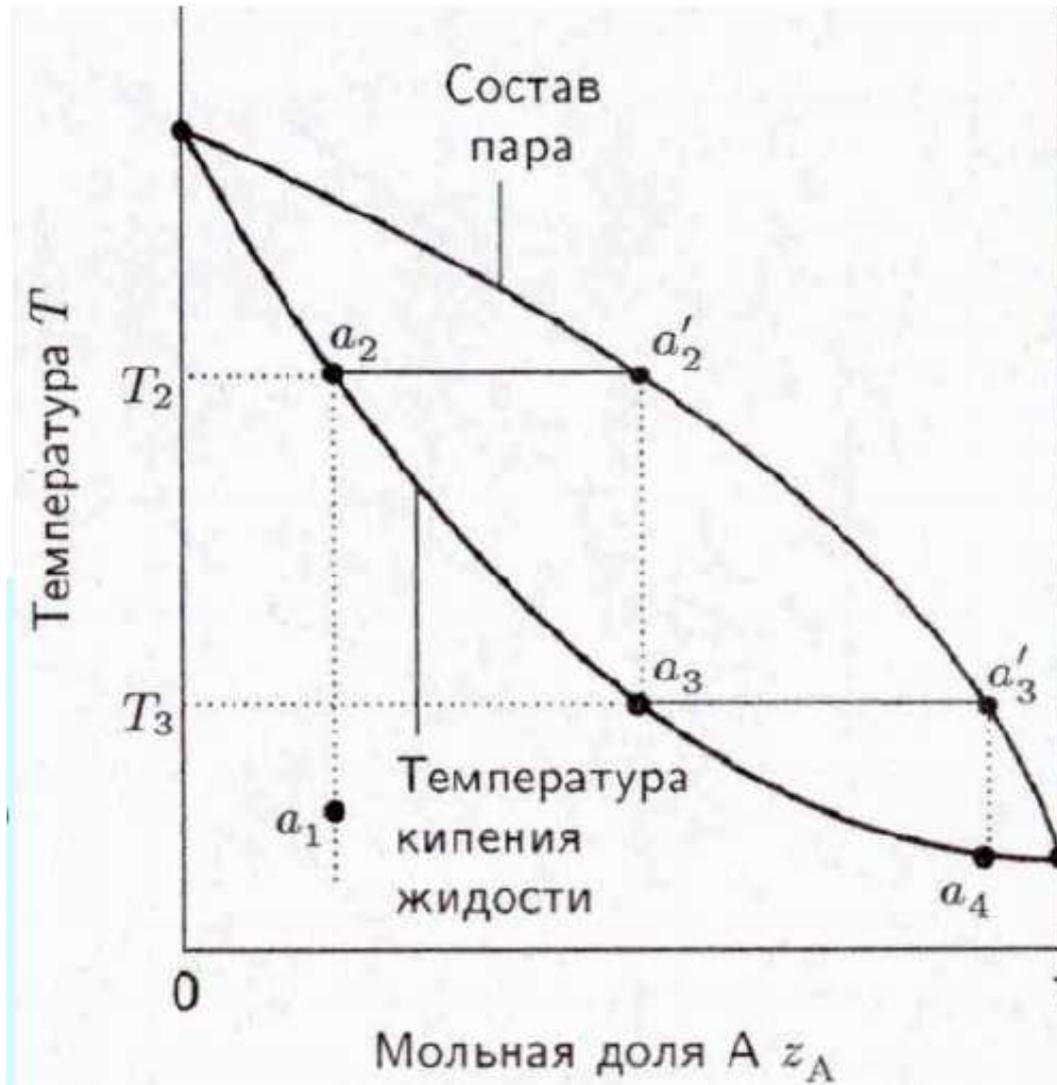
при высоких давлениях



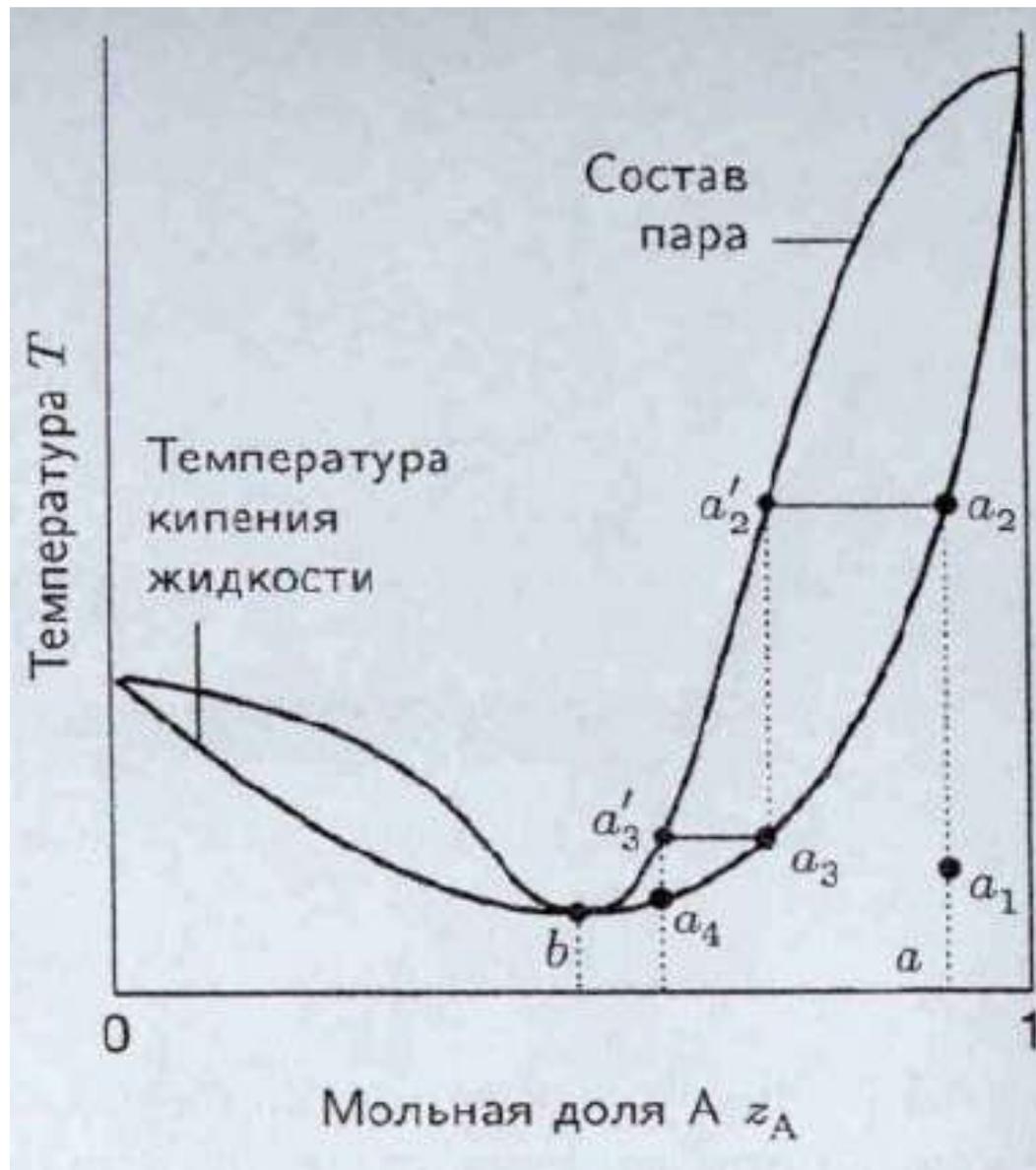
Поверхности существования фаз

- 1) лед I – вода;
- 2) лед III – вода;
- 3) лед V – вода;
- 4) лед VI – вода;
- 5) лед II – лед III;
- 6) лед III – лед V;
- 7) лед V – лед VI;
- 8) лед I – лед III

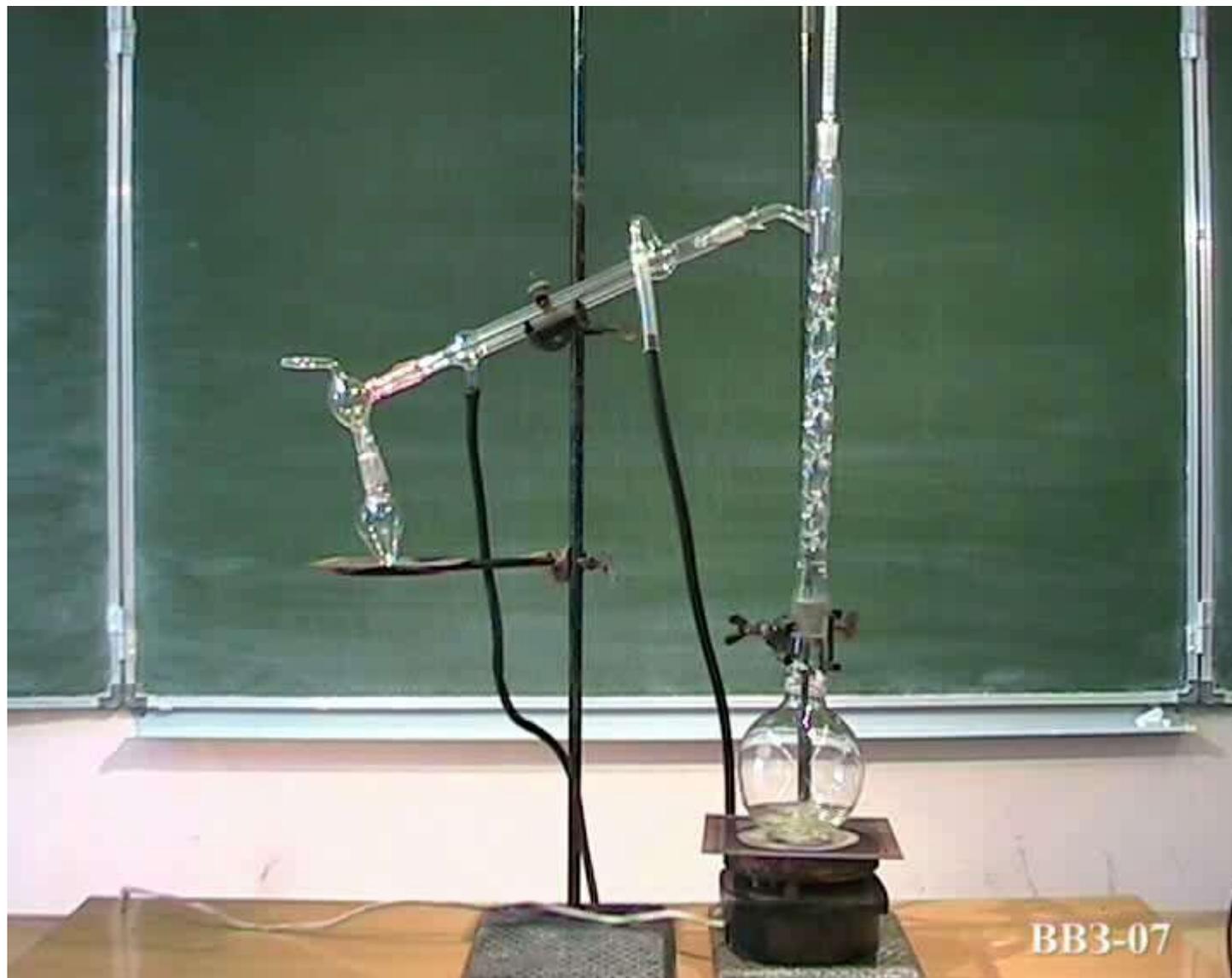
# Равновесие жидкость-пар. Идеальный раствор



# Равновесие жидкость-пар. Азеотроп (min)



# Равновесие жидкость-пар. Перегонка



Что это???

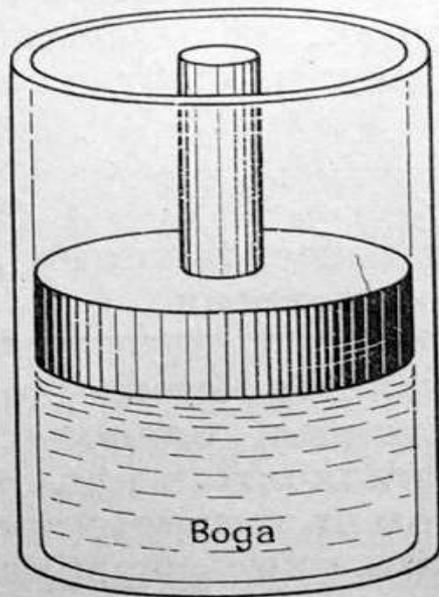




**В лекции использованы модели  
из эл. учебника «Открытая химия 2.5»  
(<http://www.college.ru/chemistry/course/design/index.htm>)**







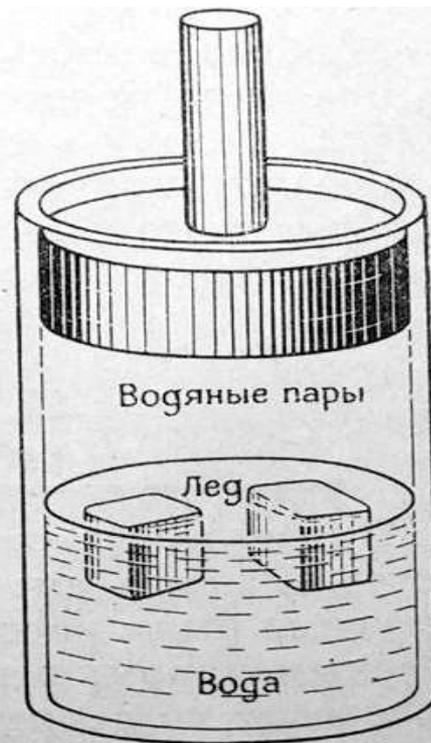
1 компонент;  
1 фаза;  
Температура и давление  
изменяются независимо  
 $V=2$

$$C = 1$$

$$P = 1$$



$C = 1$   
 $P = 2$   
Температура или да-  
вление изменяются,  
остальные перемен-  
ные остаются неиз-  
менными  
 $V=1$



$C = 1$   
 $P = 3$   
Температура и давление  
имеют фиксированные  
значения  
 $V=0$

## Правило фаз в однокомпонентной системе (вода)

$$P + V = C + 2$$

# Скороварка (автоклав)

