

РАСТВОРЫ

ПРОФ. СОПОВ В.П.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Растворы – это многокомпонентные гомогенные (однофазные) системы переменного состава.

Растворы бывают жидкими, твёрдыми и газовыми.

Фазовое состояние раствора определяется фазовым состоянием растворителя.

Растворитель – это компонент, фазовое состояние которого при образовании раствора не изменяется.

Растворенное вещество - компонент раствора, который присутствует в меньшем или незначительном количестве



ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

- ▶ Растворение — переход молекул вещества из одной фазы в другую (раствор, растворенное состояние). Происходит в результате взаимодействия атомов (молекул) растворителя и растворённого вещества и сопровождается увеличением энтропии при растворении твёрдых веществ и её уменьшением при растворении газов. При растворении межфазная граница исчезает, при этом многие физические свойства раствора (например, плотность, вязкость, иногда — цвет, и другие) меняются.
- ▶ В случае химического взаимодействия растворителя и растворённого вещества сильно меняются и химические свойства — например, при растворении газа хлороводорода в воде образуется жидкая соляная кислота.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Массовая доля –
отношение массы растворенного вещества к массе раствора (доли, %)

$$\omega(\%) = \frac{m_{\text{в}}}{m_{\text{р}}} \cdot 100\%$$

$$m_{\text{р}} = m_{\text{H}_2\text{O}} + m_{\text{в}}$$

Молярная концентрация –
отношение количества растворенного вещества к объему раствора (моль/л)

$$n = \frac{m_{\text{в}}}{M}$$

$$C = \frac{n}{V}$$

$$C = \frac{m_{\text{в}}}{M \cdot V}$$

$m_{\text{в}}$ – масса растворенного вещества, (г) n (моль) – количество растворенного вещества (моль)
 $m_{\text{р}}$ – масса раствора, (г)
 $m_{\text{H}_2\text{O}}$ – масса воды, (г) M – молярная масса растворенного вещества, (г/моль)
 V – объем раствора, (л)

Концентрация — величина, характеризующая количественный состав раствора.

Молярная доля — отношение количества молей данного компонента к общему количеству молей всех компонентов. Молярную долю выражают в долях единицы.

$$N_i = \frac{n_i}{\sum n}$$

Молярность (C_m) - отношение числа молей растворенного вещества к массе растворителя:

$$C_m = \frac{m_2 \cdot 1000}{M_2 \cdot m_1}$$

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

В зависимости от агрегатного состояния растворителя различают газообразные, жидкие и твердые растворы. Газообразными растворами являются воздух и другие смеси газов.

К жидким растворам относят гомогенные смеси газов, жидкостей и твердых тел с жидкостями.

Твердыми растворами являются многие сплавы, например, металлов друг с другом, стекла.



• Коллоидные растворы - размер частиц 10^{-7} - 10^{-9} м.

Истинные растворы – размер частиц 10^{-9} - 10^{-10} м

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

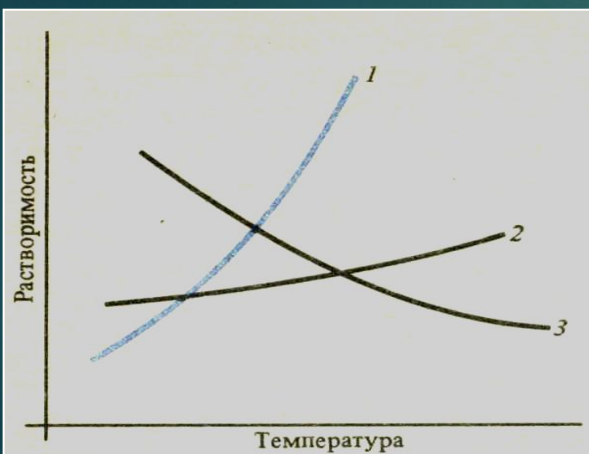
- **Растворимость** - число моль растворенного в-ва в одном литре раств-ля (в состоянии насыщения)

$$S_i = \frac{n_i}{V} \quad [\text{моль/л}]$$

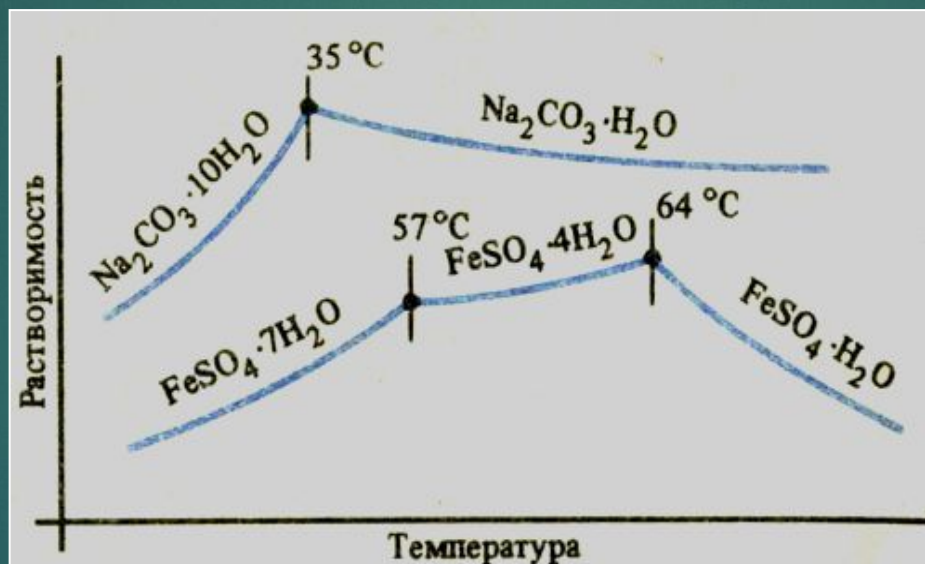
- **Кэфф. растворимости** - масса раств-го компонента в 100 г. раств-ля
- **Ненасыщенный раствор** - содержит раств-го в-ва меньше равновесного кол-ва, т.е. скорость растворения больше скорости кристаллизации.
- **Перенасыщенный раствор** - скорость кристаллизации больше скорости растворения.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

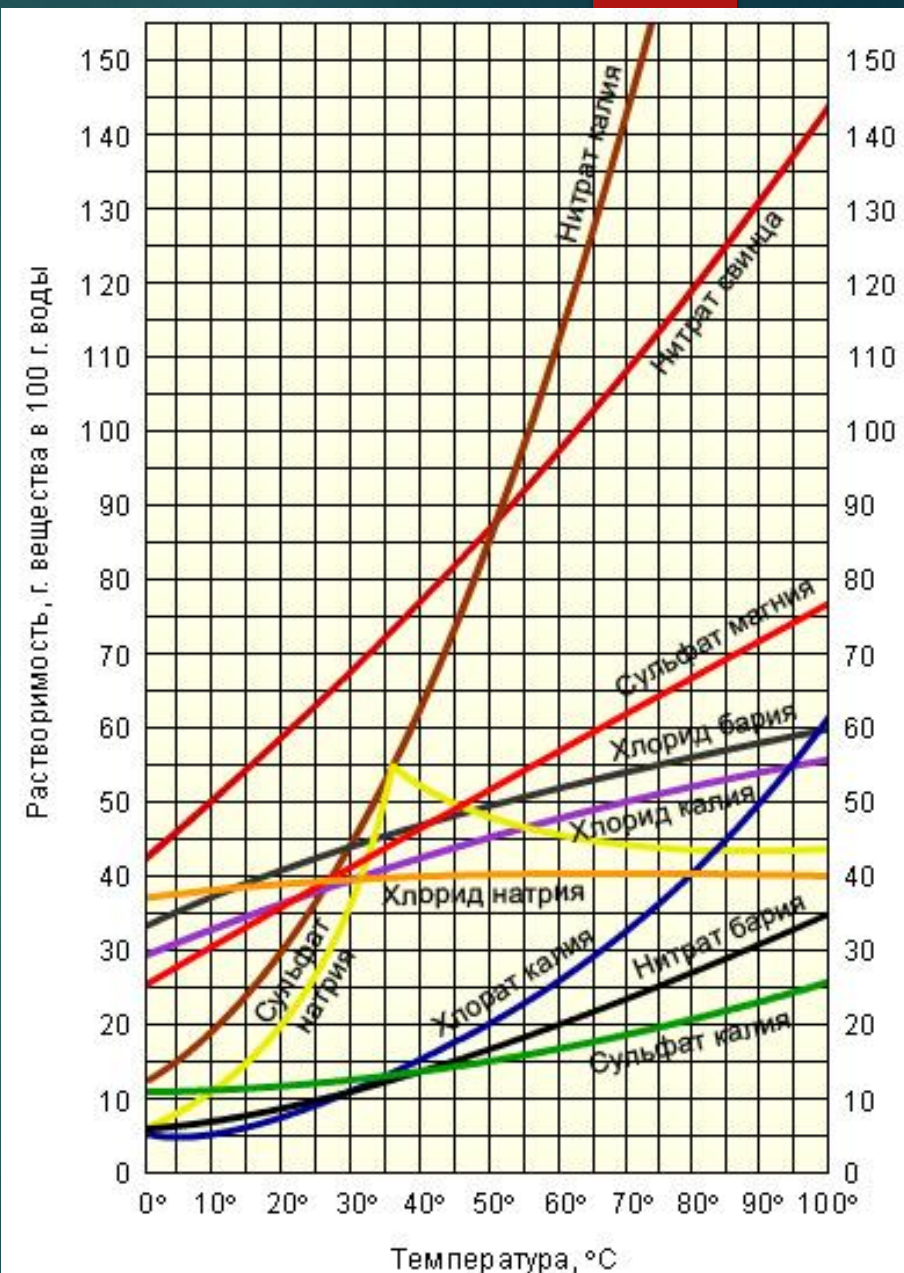
Растворимость зависит от температуры, причем для некоторых веществ очень сильно. Мнение о том, что чем выше температура, тем выше растворимость соли в воде, не всегда верно. Есть соли, растворимость которых в воде сначала растет, а затем падает.



Кривые растворимости различных твердых веществ в воде: 1 — большинство веществ; 2 — NaCl, LiOH, K₂SO₃; 3 — MnSO₄, Li₂SO₄, CaCrO₄



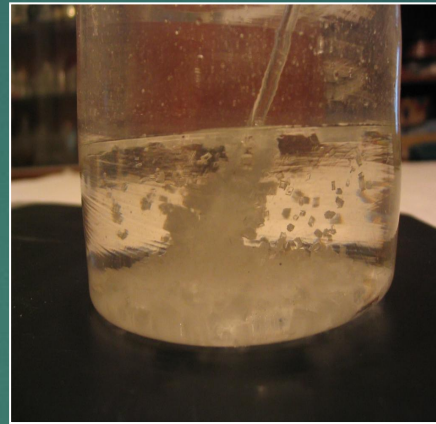
6.5. Кривые растворимости кристаллогидратов в воде



ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

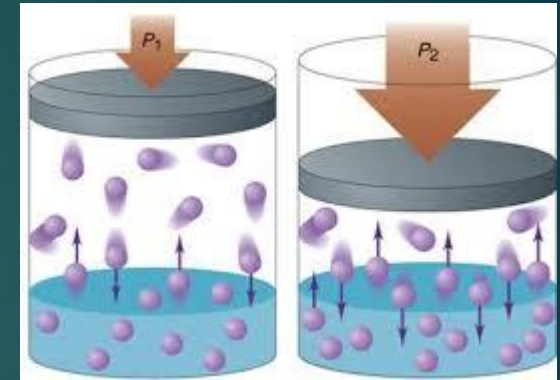
Насыщенный раствор

- ▶ Насыщенным (при данной температуре) называют раствор, который находится в равновесии с растворимым веществом.
- ▶ Устанавливается фазовое равновесие: растворимое вещество \rightleftharpoons раствор



Растворимость газов

- ▶ Взаимная растворимость газов неограниченна.
- ▶ Растворимость газа в жидкости зависит от природы газа, растворителя, температуры и прямо пропорциональна парциальному давлению p газа над поверхностью его раствора (закон Генри): $C = k \cdot p$, C - массовая доля газа в насыщенном растворе, k – коэффициент Генри, p – парциальное давление
- ▶ Закон пригоден лишь для идеальных растворов и невысоких давлений:
 - в жидкостях и тв. телах идет без разрушения крист. решетки
 - теплота растворения определяется теплотой гидратации, которая всегда $\Delta H < 0$ (при нагревании растворимость ум-ся)
 - уменьшается объем газа при его поглощении ($\Delta V < 0$), что соответствует $\Delta S < 0$
 - это приводит к уменьшению растворимости с ув-ем температуры

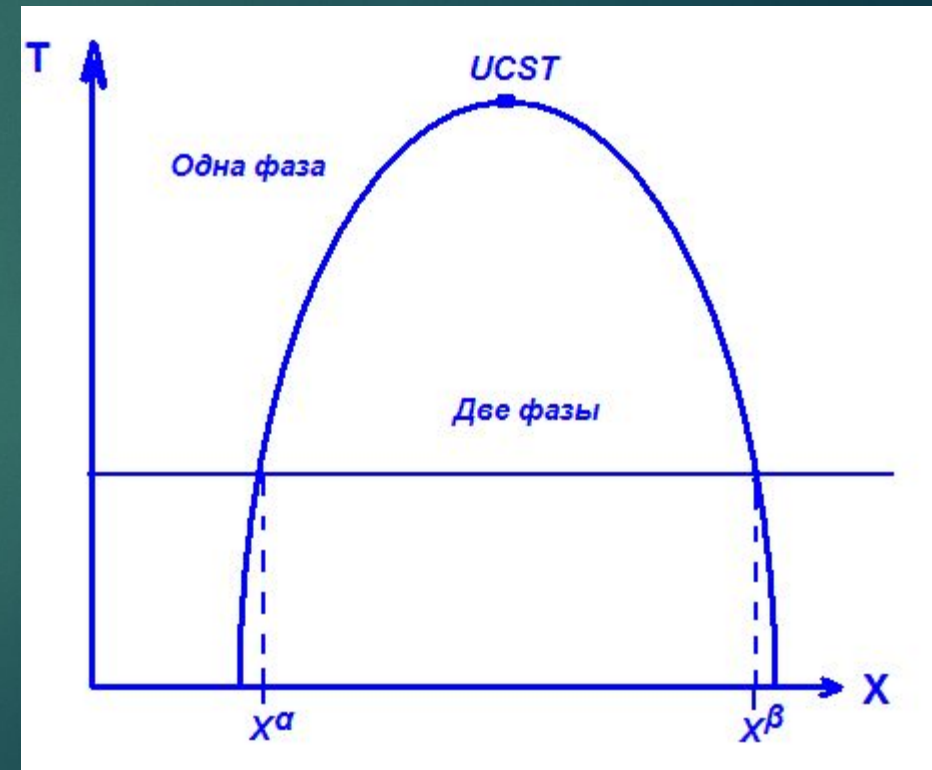


С повышением давления растворимость газов в жидкостях увеличивается, а с понижением уменьшается.

Растворы жидкостей

- ▶ Неограниченная взаимная растворимость (вода и этанол, вода и серная кислота, вода и ацетон и др.)
- ▶ Практически полная нерастворимость (вода и бензол, вода и CCl_4 и др.)
- ▶ Ограниченная взаимная растворимость (вода – диэтиловый эфир, анилин – вода)

Критическая температура растворения - температура, при которой ограниченная взаимная растворимость переходит в неограниченную. (фенол+вода $t=66,4^\circ\text{C}$)

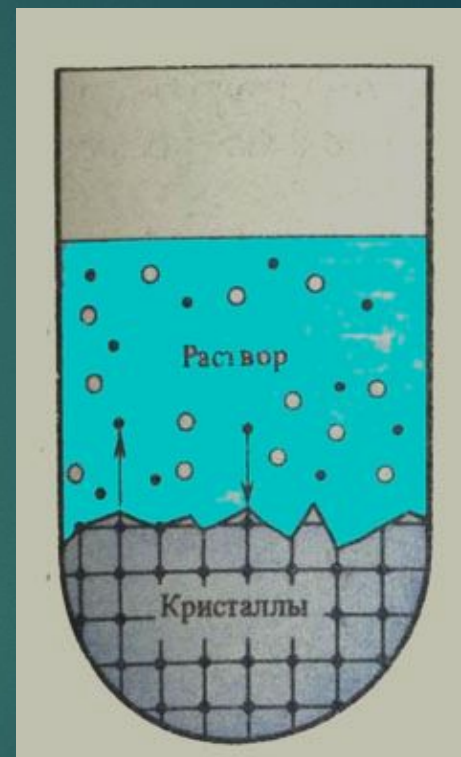


Растворы твердое-жидкость

Растворение твердых тел - гетерогенное физико-химическое взаимодействие твердого тела и жидкости, сопровождающееся переходом твердой фазы в раствор.

Различают **физическое, химическое и электрохимическое растворение**. При физическом растворении переход в раствор в-ва не сопровождается изменением его хим. состава. При химическом растворении переход в-ва в раствор сопровождается хим. р-цией; исходное в-во нельзя выделить из раствора в твердом состоянии физ. методами (примеры - растворение металлов или их оксидов в кислотах. Электрохимическое растворение протекает в условиях, когда процессу сопутствует перенос электрических зарядов.

Растворение сопровождается поглощением или выделением теплоты.



Свойства растворов

Свойства растворов пропорциональны концентрациям компонентов, они аддитивны (обусловлены количеством частиц), поэтому их называют коллигативными свойствами

Коллигативные свойства

- ▶ давление пара растворителя над раствором
- ▶ температура кипения
- ▶ температура замерзания
- ▶ осмотическое давление



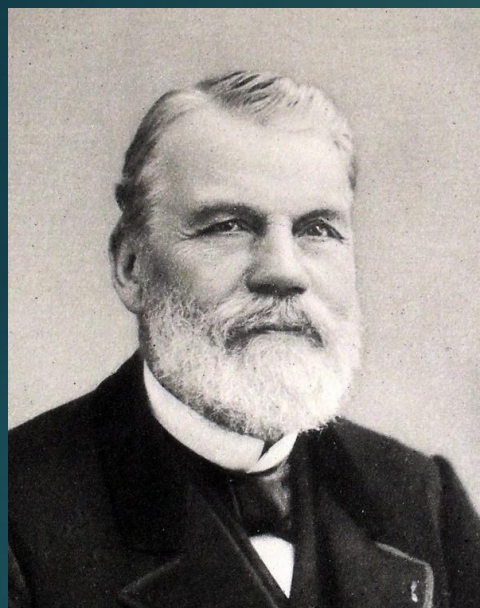
Свойства растворов

ЗАКОН РАУЛЯ

Понижение давления насыщенного пара растворителя над раствором пропорционально мольной доле растворенного вещества

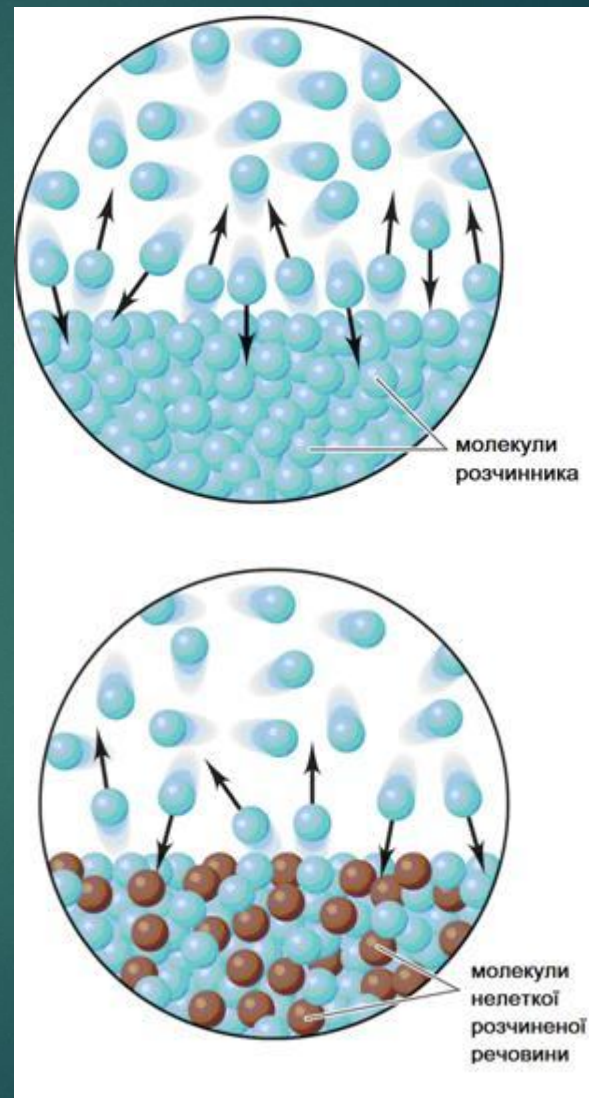
$$\Delta P = P_0 N_B$$

$$\frac{P_0 - P}{P_0} = N_B$$



Франсуа Мари Рауль

Относительное понижение давления пара растворителя над раствором равно мольной доле растворенного вещества и не зависит от природы растворенного вещества.



Свойства растворов

2 ЗАКОН РАУЛЯ

Повышение температуры кипения и понижение температуры замерзания растворов пропорциональны моляльной концентрации растворенного вещества

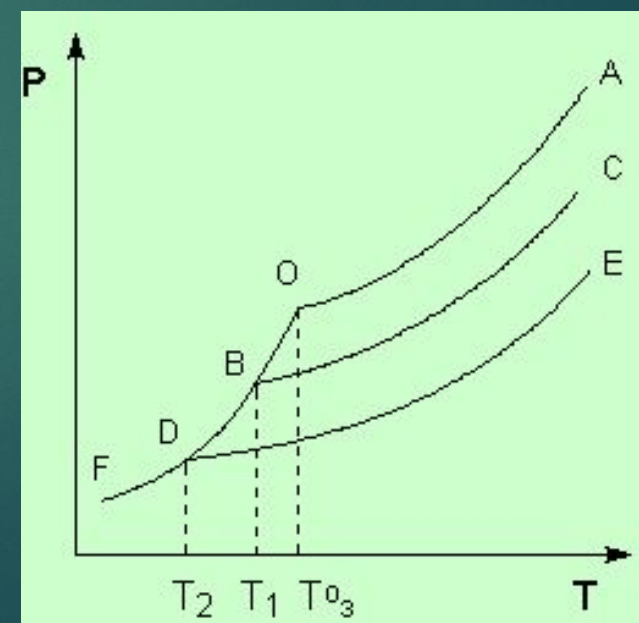
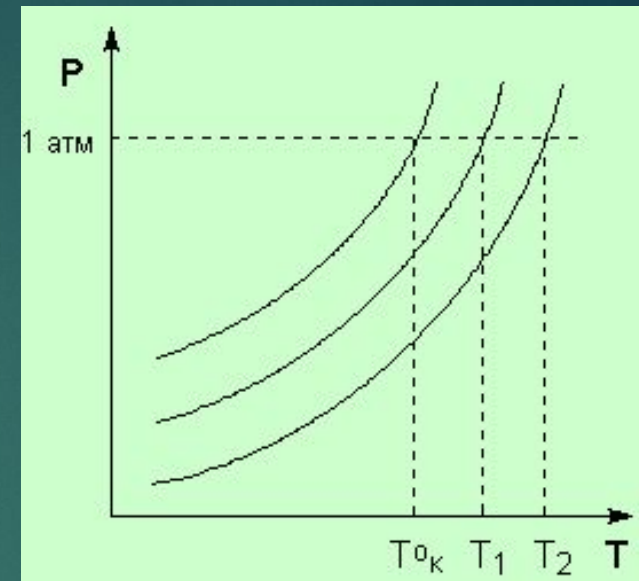
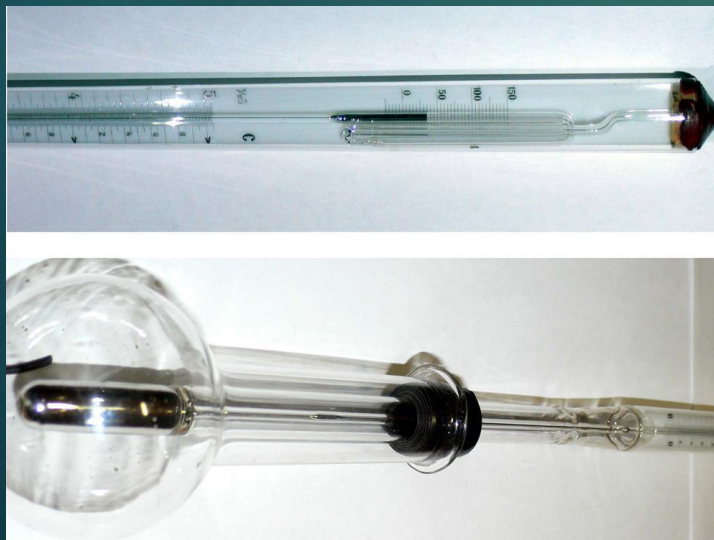
$$\Delta T_k = E \cdot C_m$$

E - эбулиоскопическая константа;

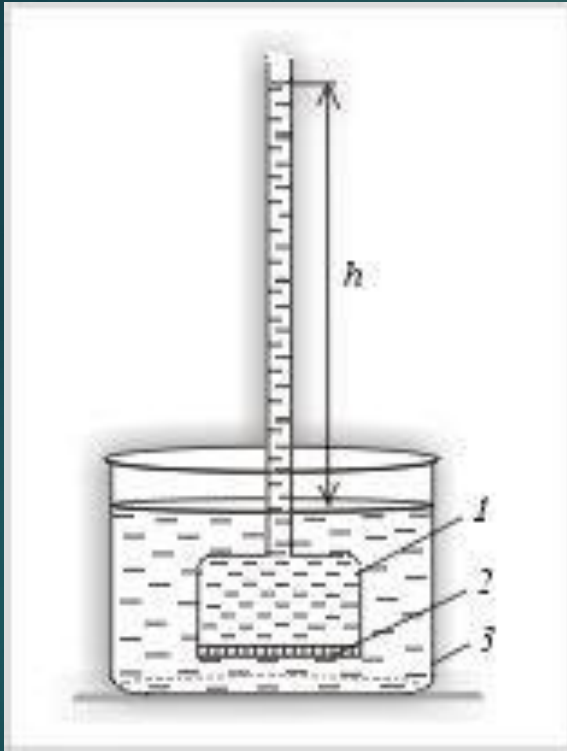
C_m - моляльная концентрация, моль/кг

$$\Delta T_z = K \cdot C_m$$

K - криоскопическая константа



ОСМОС

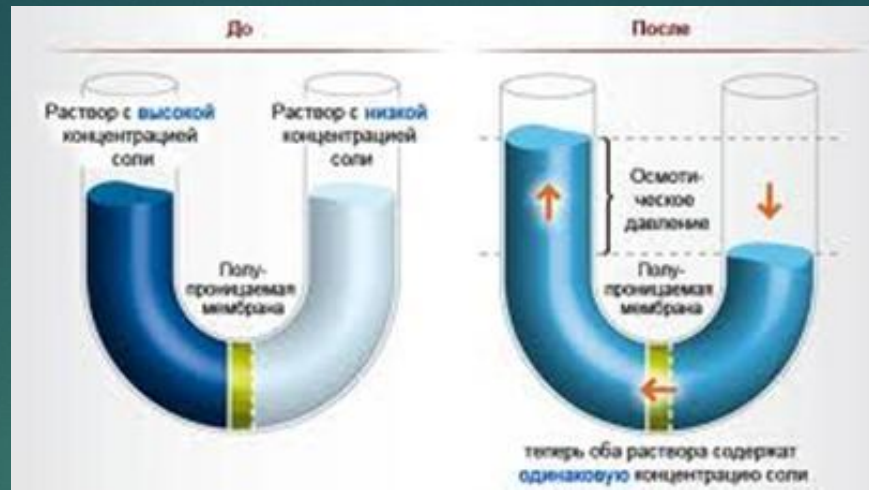


Прибор для определения осмотического давления:

1 – сосуд с раствором;

2 – полупроницаемая перегородка;

3 – сосуд с растворителем



Явление самопроизвольного перехода растворителя через полупроницаемую перегородку в раствор называется осмосом. Через некоторое время объем раствора в сосуде 1 увеличится и его уровень поднимется выше уровня растворителя в сосуде 3 на высоту h .

В результате увеличения объема раствора в сосуде 1 возникает гидростатическое давление, называемое осмотическим давлением, которое количественно оценивается высотой h подъема жидкости в сосуде 1.

Процесс перехода растворителя в раствор самопроизволен, но обратный процесс самопроизвольно осуществляться не может, и для разделения раствора на растворитель и растворенное вещество следует затратить работу. Если в сосуде 1 с раствором увеличить давление, то растворитель будет переходить в обратном направлении через мембрану 2 в сосуд 3. Этот процесс называется **обратным осмосом**, его используют для опреснения морской воды.

ОСМОС

Осмотическое давление зависит от концентрации растворенного вещества и температуры.

$$\pi = CRT$$

Это уравнение и есть т.н. *принцип Вант-Гоффа*:

осмотическое давление идеального раствора равно тому давлению, которое оказывало бы растворенное вещество, если бы оно, находясь в газообразном состоянии при той же температуре, занимало бы тот же объем, который занимает раствор.

