Общие свойства растворов

Дисперные системы

- Смеси веществ по степени дисперсности *(дисперсность — характеристика размеров частиц данного вещества)* условно разделяют на грубодисперсные, или механические смеси (размер частиц 1000 нм), коллоидные растворы (размер частиц 1—100 нм) и истинные растворы, размер частиц которых определяется размером ионов, молекул, ионных пар и различных ассоциатов.

Виды дисперсных систем

- **Суспензия** — взвесь частиц одного или нескольких твердых веществ в жидкой среде.
- **Эмульсия** — взвесь капель одной или нескольких жидких веществ в жидкой среде другого состава.
- **Аэрозоли** — взвесь жидких и твердых частиц в газообразной среде Частицы твердых веществ в аэрозолях часто несут определенный заряд: осно́вные веществ (Fe_2O_3, MgO, ZnO, Cr_2O_3 и др.) образуют отрицательно заряженную пыль, а кислотные (SiO_2, C, S_8, TiO_2 и др.) — положительно заряженную.

Виды дисперсных систем

- **Коллоидные растворы** (или золи) — микрогетерогенные, метастабильные системы с жидкой средой, содержащей очень мелкие частицы, участвующие в интенсивном броуновском движении. Поэтому они равномерно распределены по объему и очень медленно осаждаются (коагулируют). Золи кажутся однородными и прозрачными.
- **Истинные растворы –** это однофазные системы переменного состава, содержащие атомы, ионы или молекулы и различные ассоциаты последних.

Качественный состав растворов

- **Растворителем** считают то вещество, агрегатное состояние которого не изменяется при образовании раствора
- Растворенное вещество
- Если массы растворенного вещества m_{B2} и растворителя m_{B1} сопоставимы ($m_{B2} \approx m_{B1}$), то раствор считают **концентрированным**, если масса растворенного вещества m_2 много меньше массы растворителя m_1 ($m_{B2} << m_{B1}$), то раствор считают **разбавленным.**

Количественный состав растворов

- Соотношение количества растворенного вещества и растворителя количественно определяет **концентрация** раствора. В неорганической химии для количественного выражения **состава растворов** используют **массовую долю**, **молярную концентрацию** и **эквивалентную концентрацию**.

Концентрация раствора

- Концентрация в химии – это молярность раствора Единица измерения молярной концентрации c_{B2} – моль/л. Если в растворе серной кислоты H_2SO_4 молярная концентрация равна 1 моль/л, то это обозначается как **1М** раствор H_2SO_4 (одномолярный раствор серной кислоты).
- **Массовая доля** w_B растворенного вещества В
  $w_B = m_B / m_{(р)} = m_B / (m_B + m_{воды})$
- **Эквивалентная концентрация** (нормальность):
  следует дополнительно определить фактор эквивалентности или эквивалентное число.

Концентрация раствора

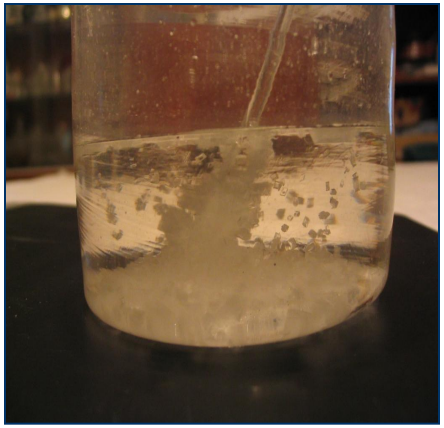
- **Моляльность** растворенного вещества В (обозначение c_m) определяется как отношение количества вещества В ($n_В$, моль) к массе растворителя (m_s, кг): $c_m = n_В, / m_{s.}$. Единица измерения - моль/кг
- **Мольная доля** вещества в смеси (в том числе в растворе) обозначается как $x_В$ и равна отношению количества вещества В ($n_В$, моль) к суммарному количеству всех веществ в смеси (растворе) $\Sigma n_i = n_В + n_1 + n_2 + \ldots + n_i$, а именно:
- $x_В = n_В / \Sigma n_{i.}$. Мольная доля – безразмерная величина.

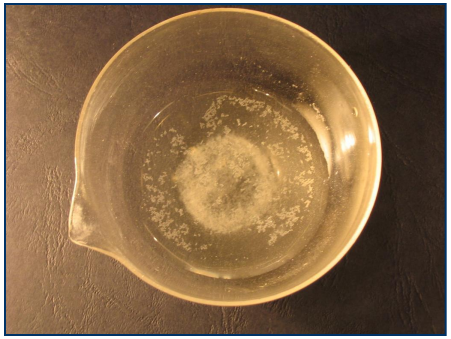
Растворимость

- Растворимость – это способность вещества растворяться в данном растворителе при заданной температуре.
- Количественно растворимость измеряется как концентрация насыщенного раствора.

Насыщенный раствор

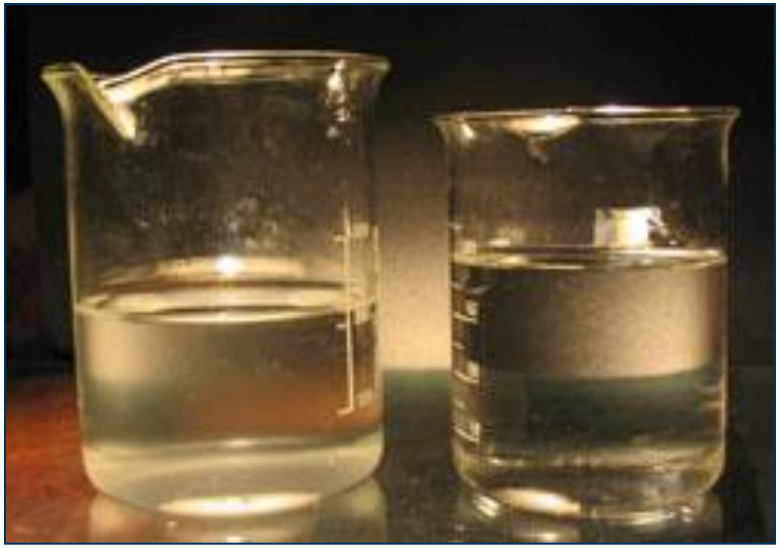
- Насыщенным (при данной температуре) называют раствор, который находится в равновесии с растворяемым веществом.
- Устанавливается фазовое равновесие: растворяемое вещество раствор





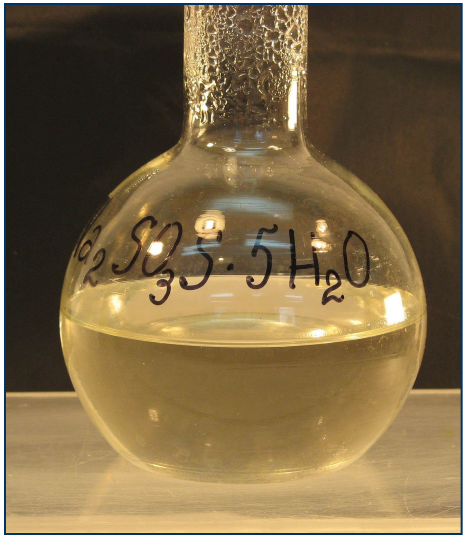
Ненасыщенный раствор

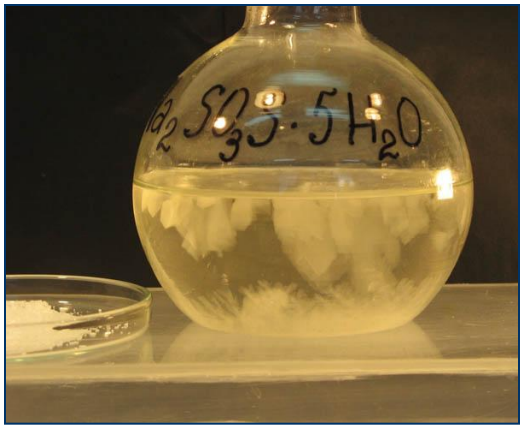
- Ненасыщенным называют раствор, концентрация которого меньше, чем у насыщенного (при данной температуре) раствора.



Пересыщенный раствор

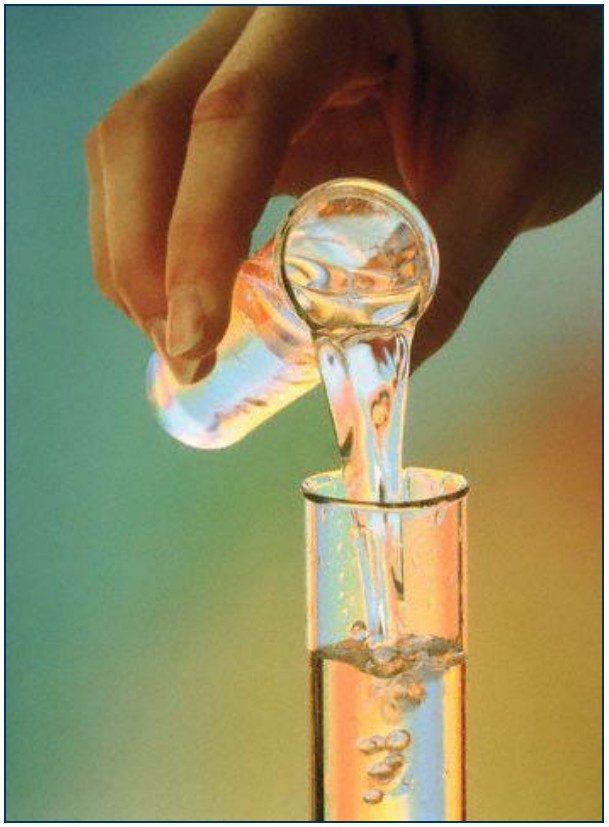
- Пересыщенный раствор содержит растворенного вещества больше, чем требуется для насыщения при данной температуре.





Исследование растворимости веществ

- Эксперимент: растворение кристаллического вещества (хлорид натрия) в жидком растворителе (вода)



Исследование растворимости веществ

T = const

Вода

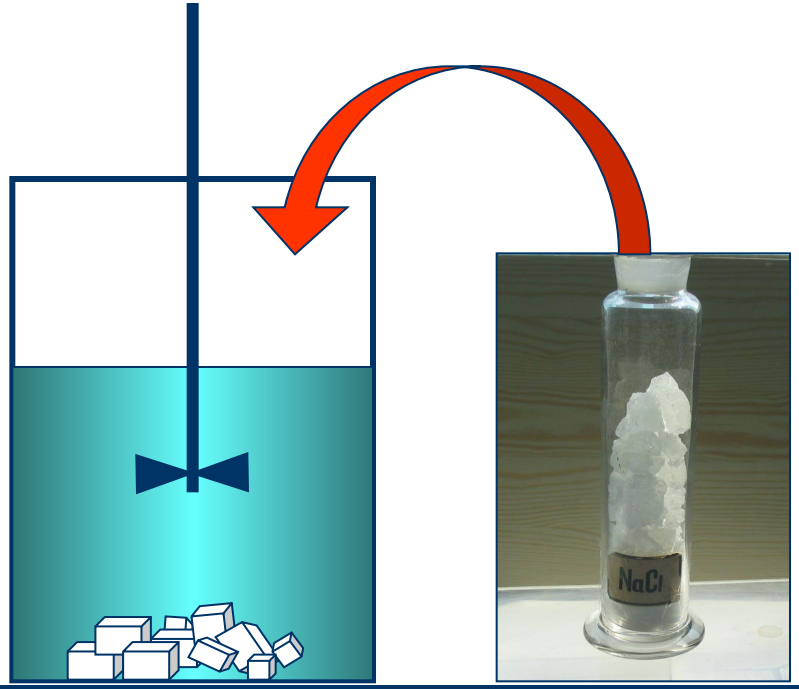


Диаграмма растворимости

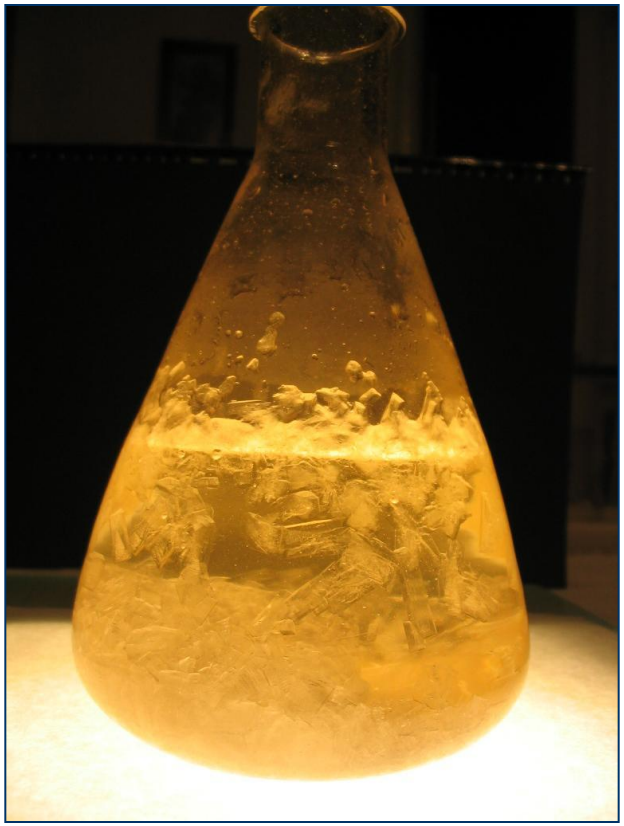
- График зависимости растворимости от температуры – диаграмма (политерма) растворимости

Применение диаграммы растворимости

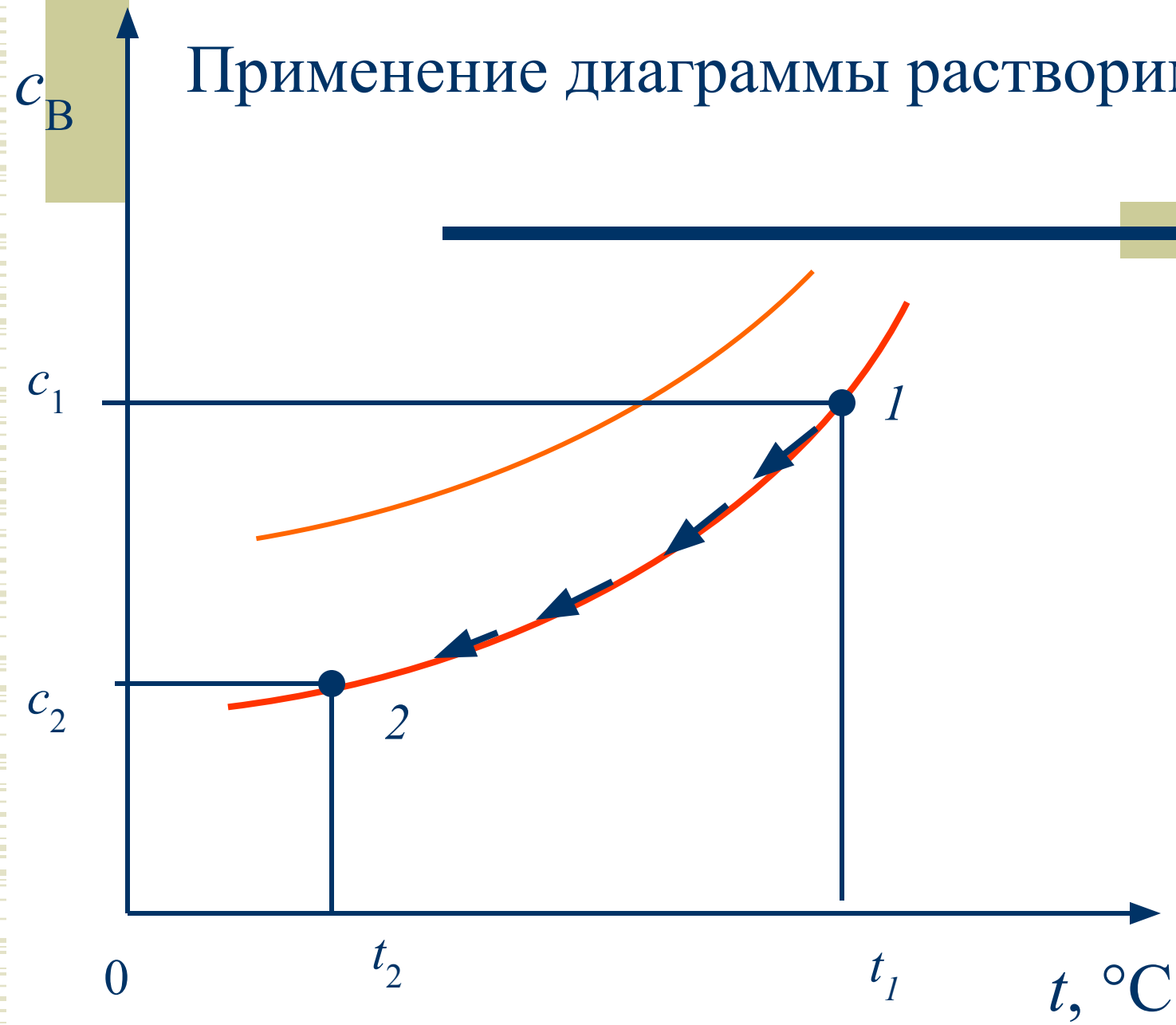
- Эксперимент:

1. Получение насыщенного раствора из ненасыщенного.
2. Охлаждение насыщенного раствора

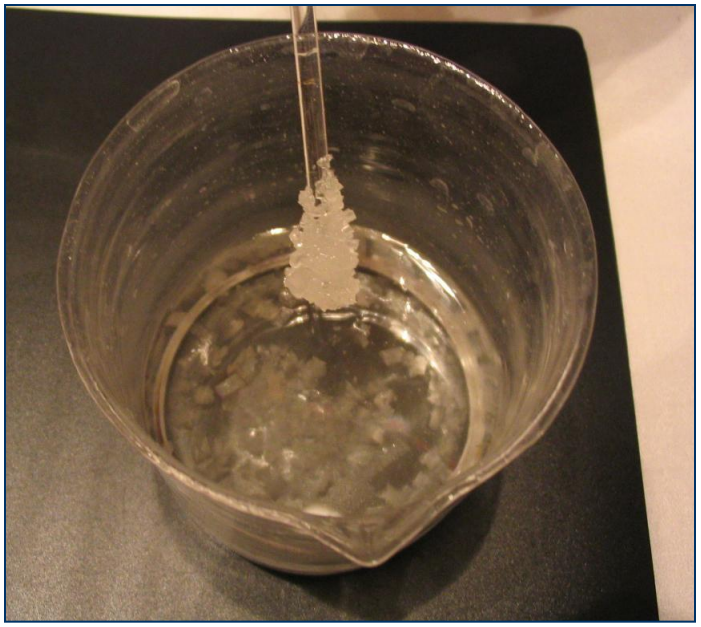
- Диаграмма растворимости



Применение диаграммы растворимости

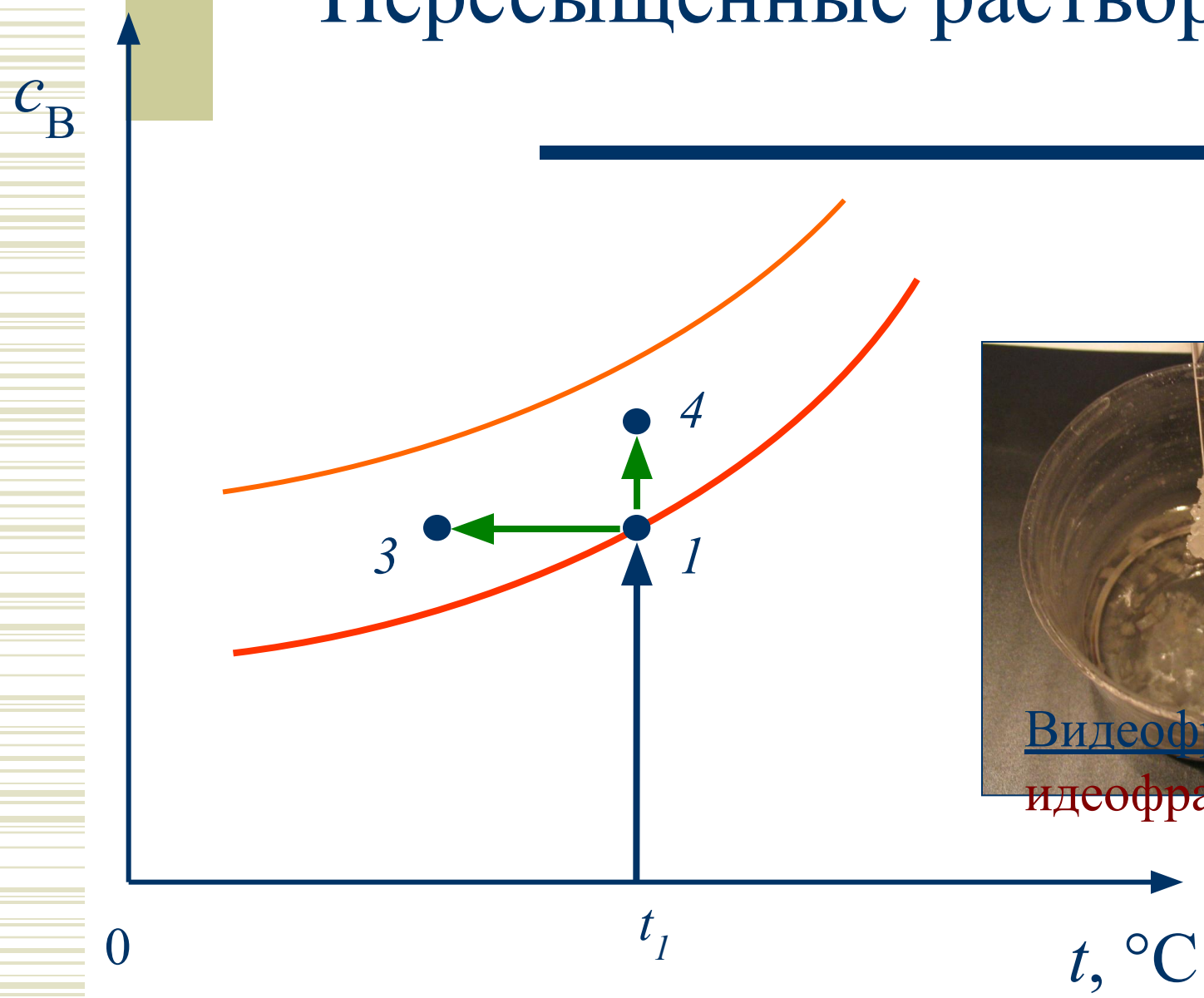


Пересыщенные растворы



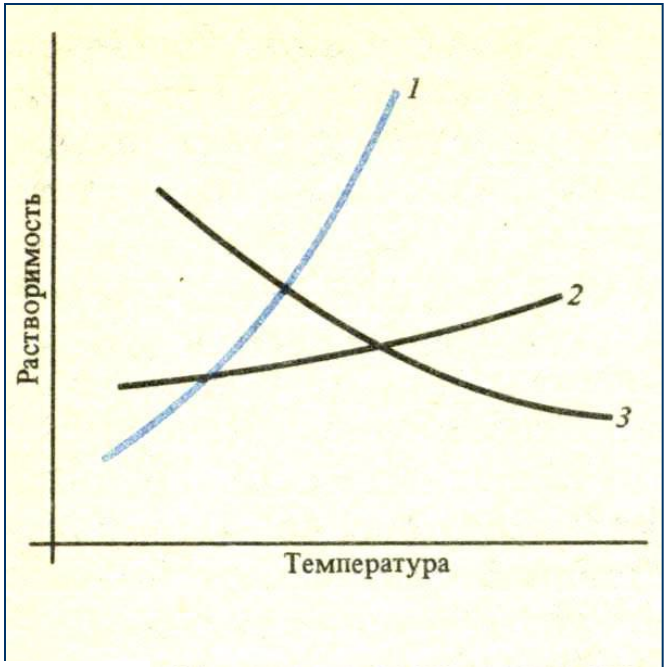
- Эксперимент: получение пересыщенных растворов из насыщенных
- Диаграмма растворимости

Пересыщенные растворы

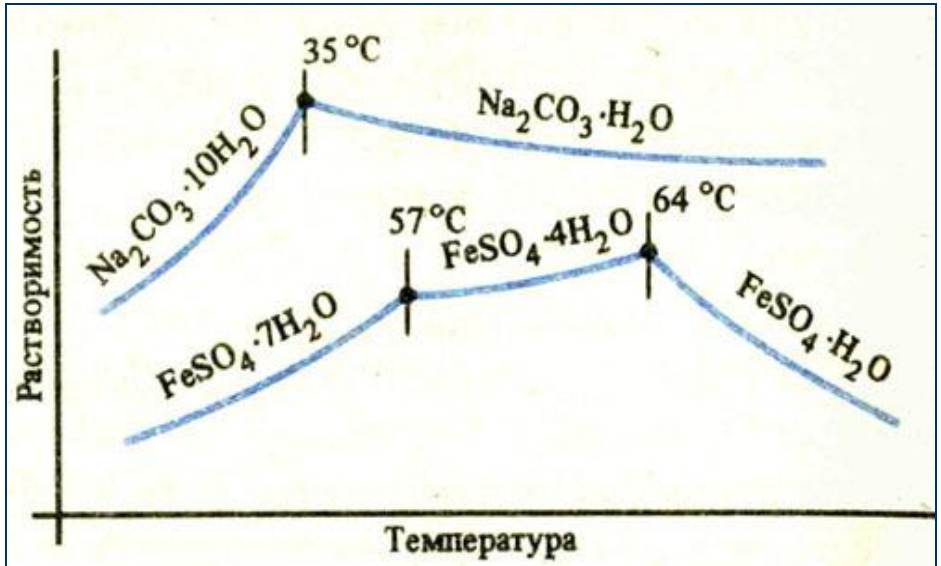


ВидеофрагментВ
идеофрагмент

Виды диаграмм растворимости



. Кривые растворимости различных твердых веществ в воде: *1* — большинство веществ; *2* — NaCl, LiOH, K_2SO_3; *3* — $MnSO_4$, Li_2SO_4, $CaCrO_4$



6.5. Кривые растворимости кристаллогидратов в воде

Растворимость газов

- Взаимная растворимость газов неограниченна.
- Растворимость газа в жидкости зависит от природы газа, растворителя, температуры и прямо пропорциональна парциальному давлению $p_{В}$ газа В над поверхностью его раствора: $p_{В} = K_{г}\, x_{В}$ (закон Генри).

Растворимость газов в воде

- Кислород O_2:

4,89 $^{0°C}$ 3,10 $^{20°C}$ 1,72 $^{100°C}$

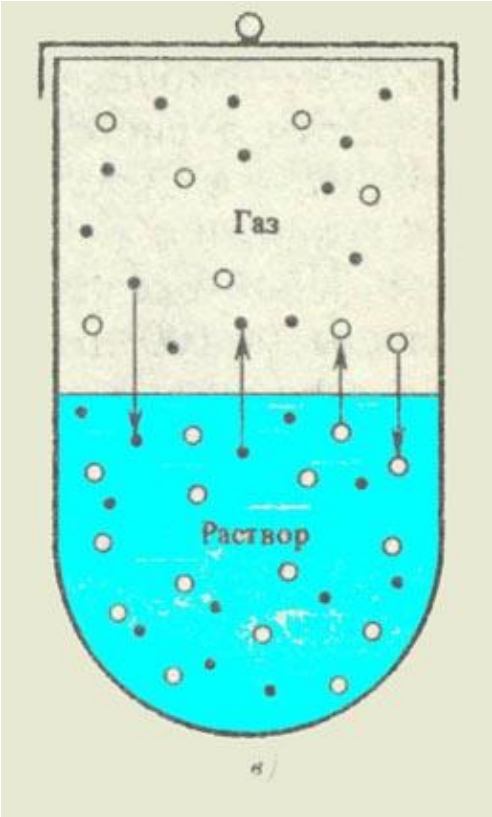
- Азот N_2:

2,35 $^{0°C}$ 1,54 $^{20°C}$ 0,95 $^{100°C}$

- Радон Rn:

51,0 $^{0°C}$ 22,4 $^{25°C}$ 13,0 $^{50°C}$

(в мл газа/100 г H_2O)



Растворимость газов

- $Ж_1 + Г_2$: сольватация

  $H_2O_{(ж)} \square (H_2O)_x$ при 25 °C $x \approx 4$
- Энтальпия сольватации $\Delta H_c < 0$ (экзотермич.)

  $Г_{(р)} \rightarrow Г(H_2O)_y$

  $Г_{(s)} \rightarrow Г(ж_1)_y$

Взаимная растворимость 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

Ограниченная взаимная растворимость в системе вода – диэтиловый эфир

А

Б

- При 10 °С

А: 99,0% эфира + 1,0% воды

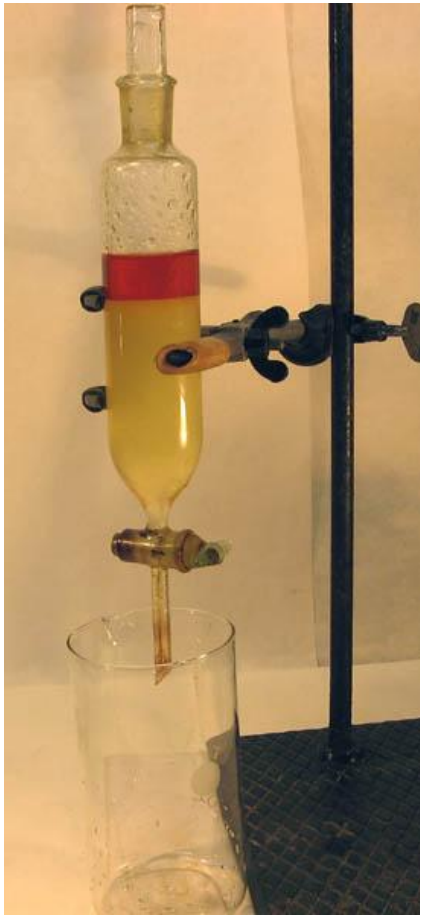
Б: 88,0% воды + 12,0% эфира

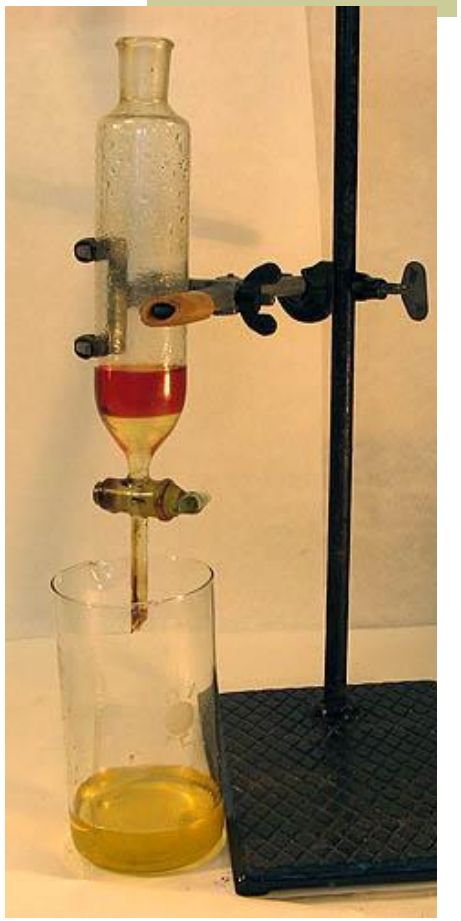
- При 50 °С

А: 98,3% эфира + 1,7% воды

Б: 95,9% воды + 4,1% эфира

Экстракция иода керосином из водного раствора





Растворимость твердых веществ в жидкостях ($Ж_1 + Т_2$)

- Для смешения: $\Delta G_М = \Delta H_М - T\Delta S_М$
- Энтропийный фактор:

$\Delta S_М > 0$; если $T\uparrow$, $(T\Delta S_М)\downarrow$

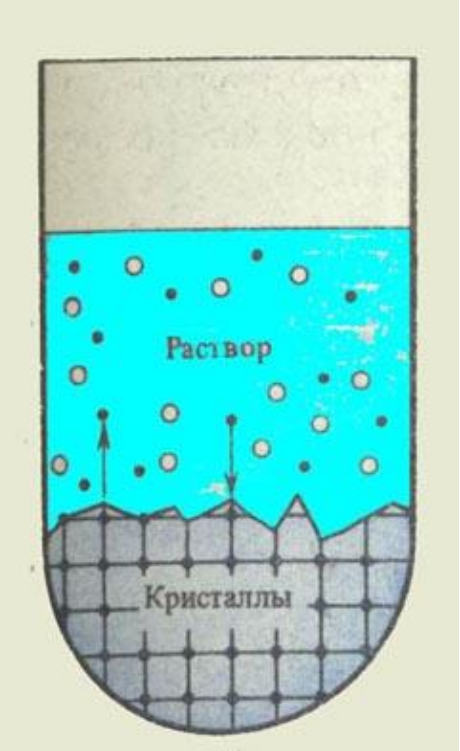
- Энтальпийный фактор:

$$\Delta H_М = \Delta H_{кр} + \Delta H_с + \Delta H_р$$

$\Delta H_{кр}$ – разрушение кристаллической решетки (эндотермич.)

$\Delta H_с$ – сольватация (экзотермич.)

$\Delta H_р$ – разрушение структуры растворителя (эндотермич.), ≈0



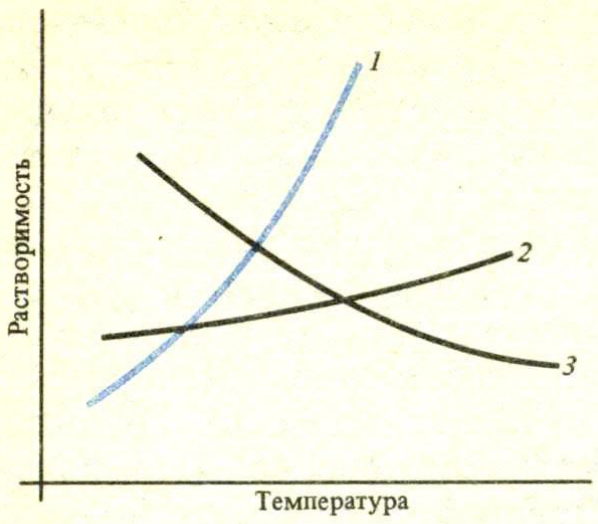
Температурная зависимость растворимости

- Возможно 3 случая:

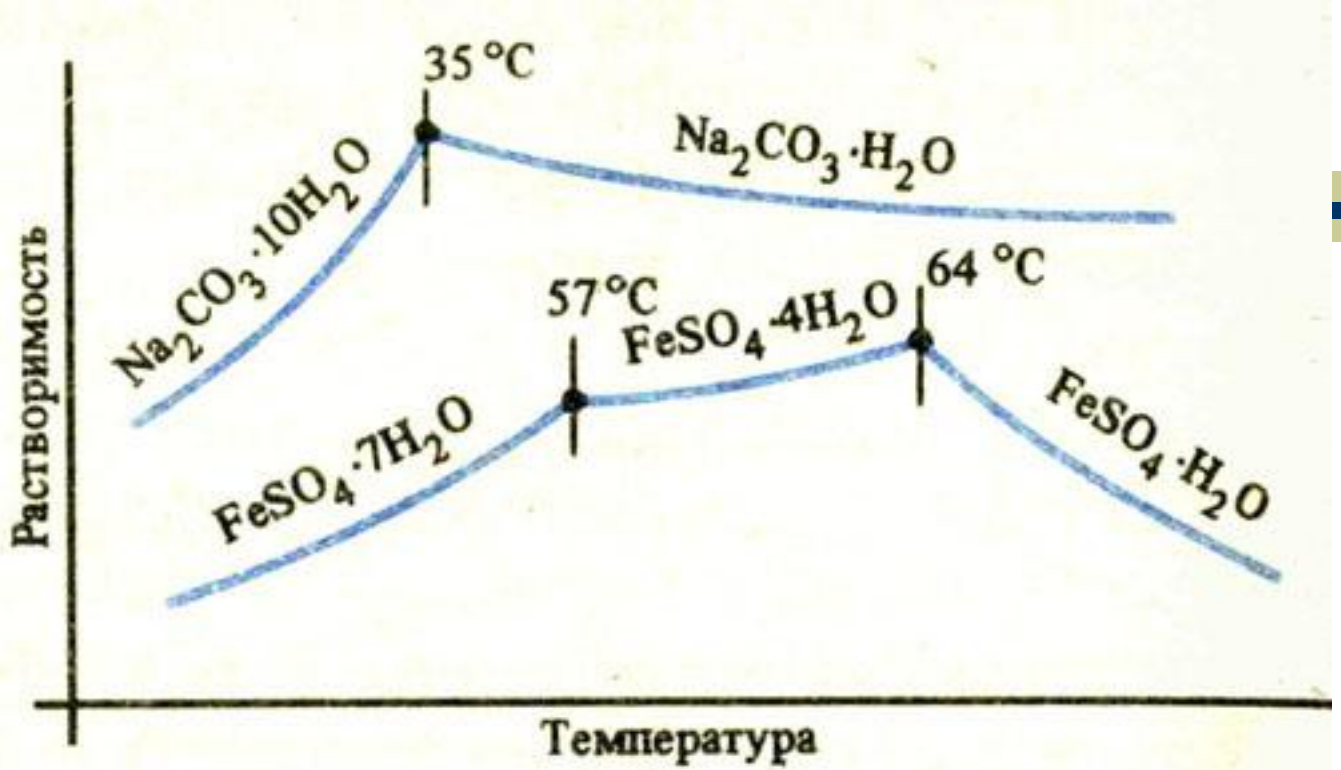
$\Delta H_M < 0$ (орг. вещ-ва, MOH, Li_2CO_3, $AlCl_3$ …)

$\Delta H_M > 0$ (KNO_3, NH_4NO_3, KI …)

$\Delta H_M \approx 0$ (CdI_2)



Кривые растворимости различных твердых веществ в воде: *1* — большинство веществ; *2* — NaCl, LiOH, K_2SO_3; *3* — $MnSO_4$, Li_2SO_4, $CaCrO_4$



Кривые растворимости кристаллогидратов в воде