



Общие свойства растворов

Дисперсные 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: основные 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 ($m_{B2} \ll m_{B1}$), 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
$$w_B = m_B / m_{(p)} = m_B / (m_B + m_{\text{воды}})$$
- ◆ **Эквивалентная концентрация** (нормальность):
следует дополнительно определить фактор эквивалентности или эквивалентное число.

Концентрация раствора

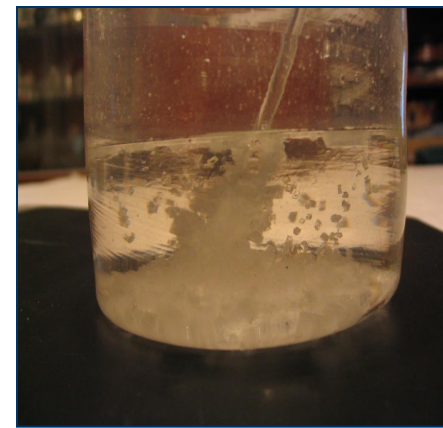
- ◆ **Моляльность** растворенного вещества В (обозначение c_m) определяется как отношение количества вещества В (n_B , моль) к массе растворителя (m_s , кг): $c_m = n_B / m_s$.
Единица измерения - моль/кг
- ◆ **Мольная доля** вещества в смеси (в том числе в растворе) обозначается как x_B и равна отношению количества вещества В (n_B , моль) к суммарному количеству всех веществ в смеси (растворе) $\sum n_i = n_B + n_1 + n_2 + \dots + n_i$, а именно:
- ◆ $x_B = n_B / \sum n_i$. 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 растворимым веществом.
- ◆ Устанавливается фазовое равновесие: **растворяемое вещество** \rightleftharpoons **раствор**



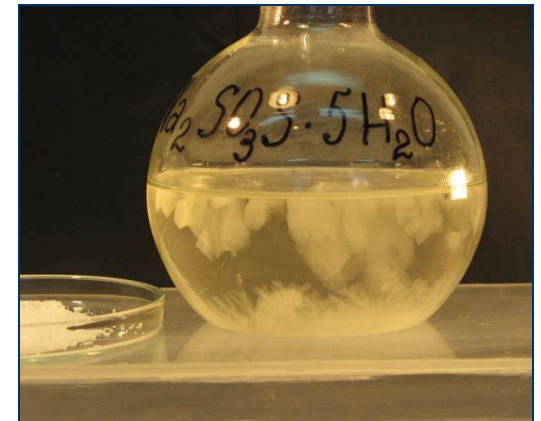
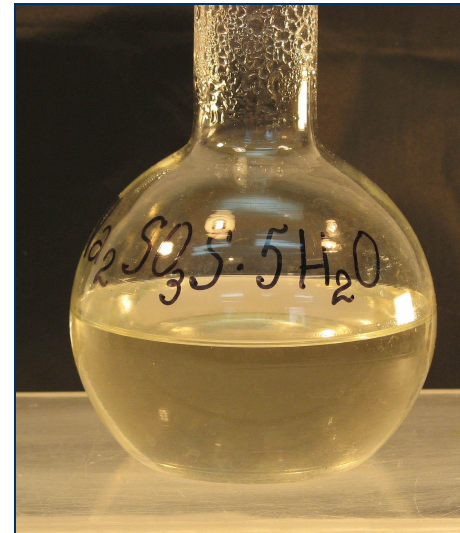
Ненасыщенный раствор

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



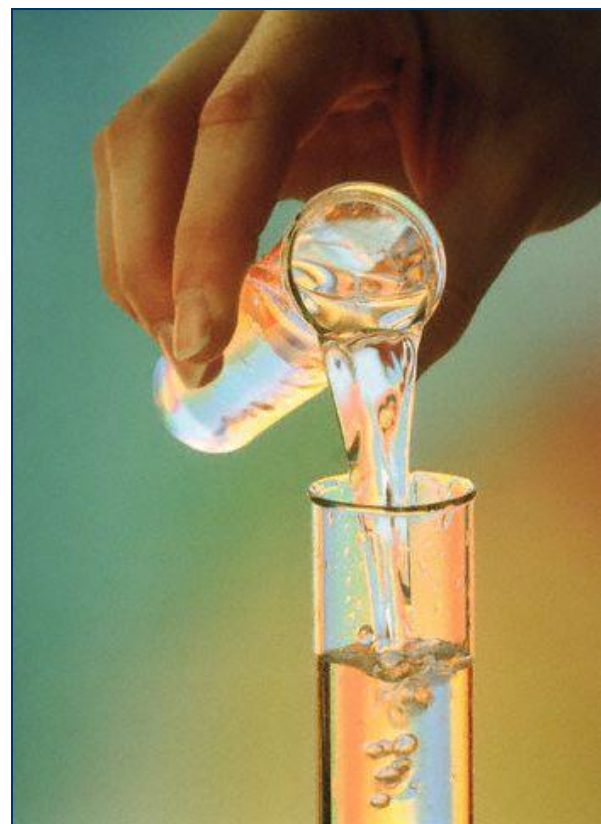
Пересыщенный раствор

- ◆ **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

$T = \text{const}$

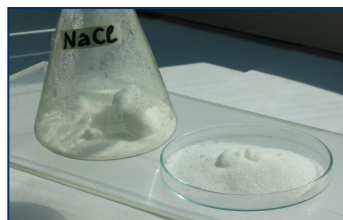
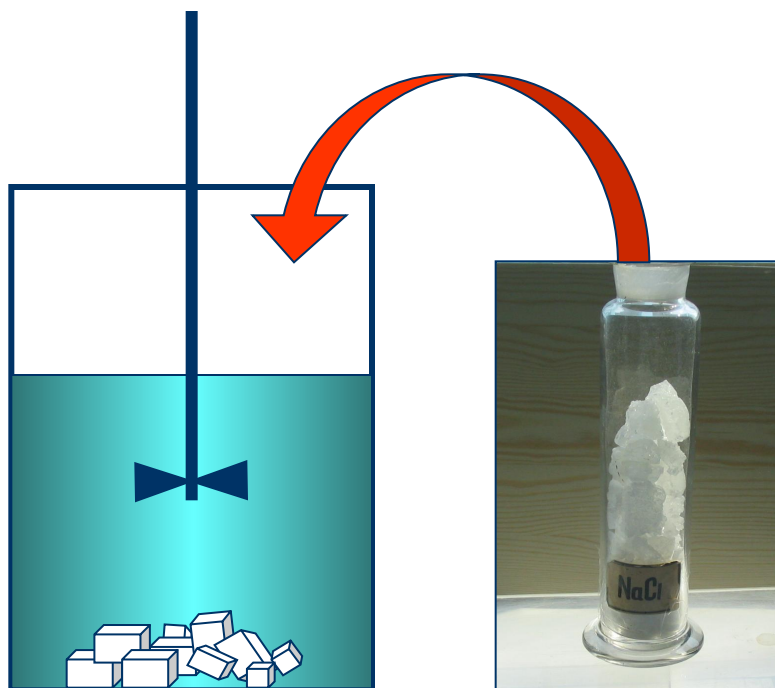


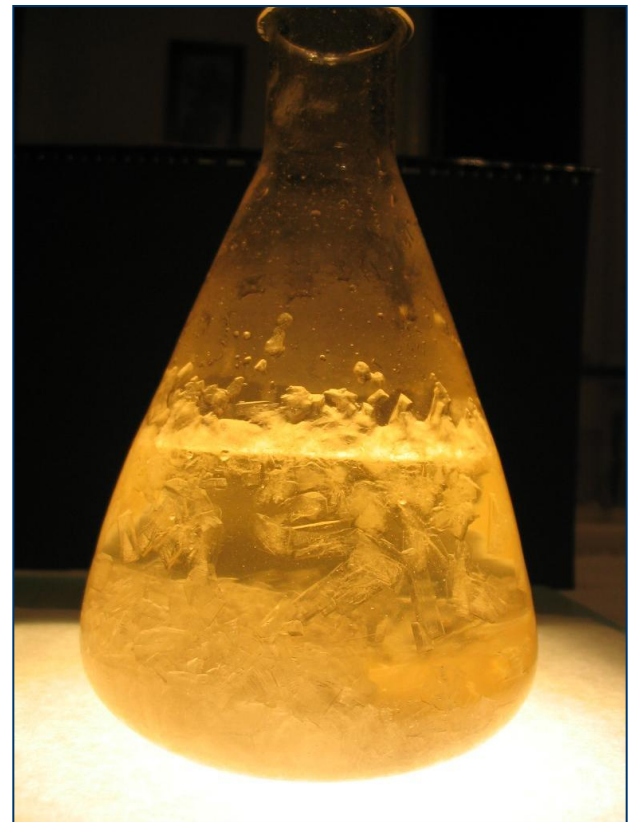
Диаграмма растворимости



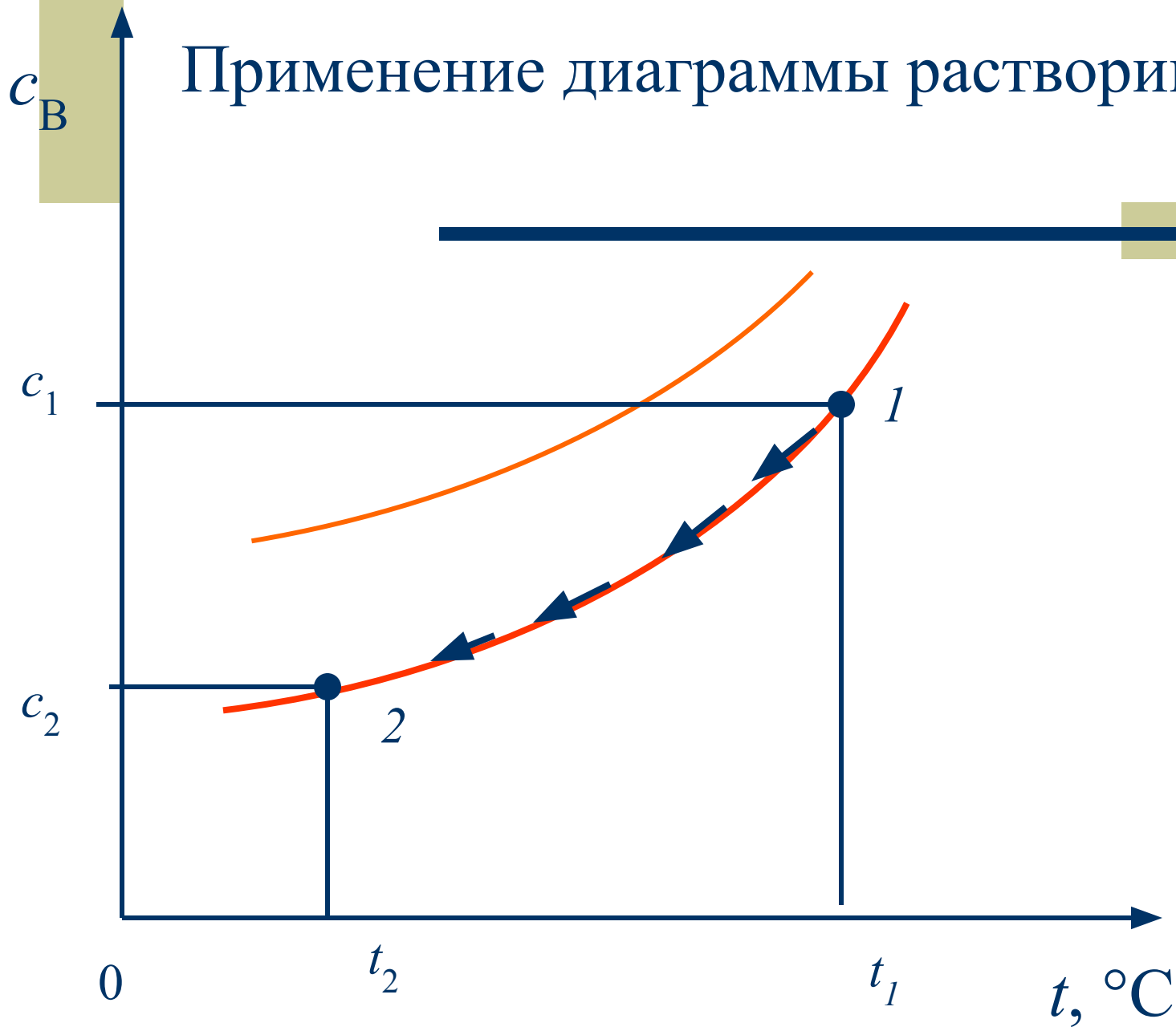
- ◆ График зависимости растворимости от температуры – диаграмма (политерма) растворимости

Применение диаграммы растворимости

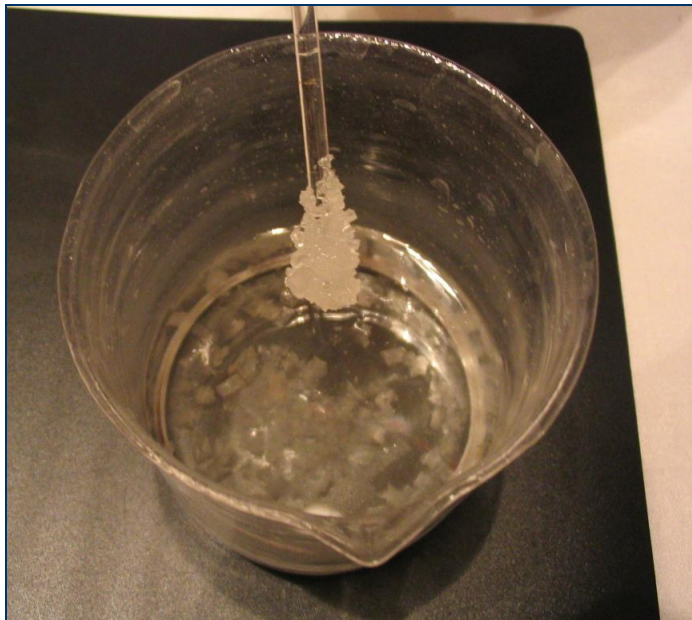
- ◆ Эксперимент:
 1. Получение насыщенного раствора из ненасыщенного.
 2. Охлаждение насыщенного раствора
- ◆ Диаграмма растворимости



Применение диаграммы растворимости

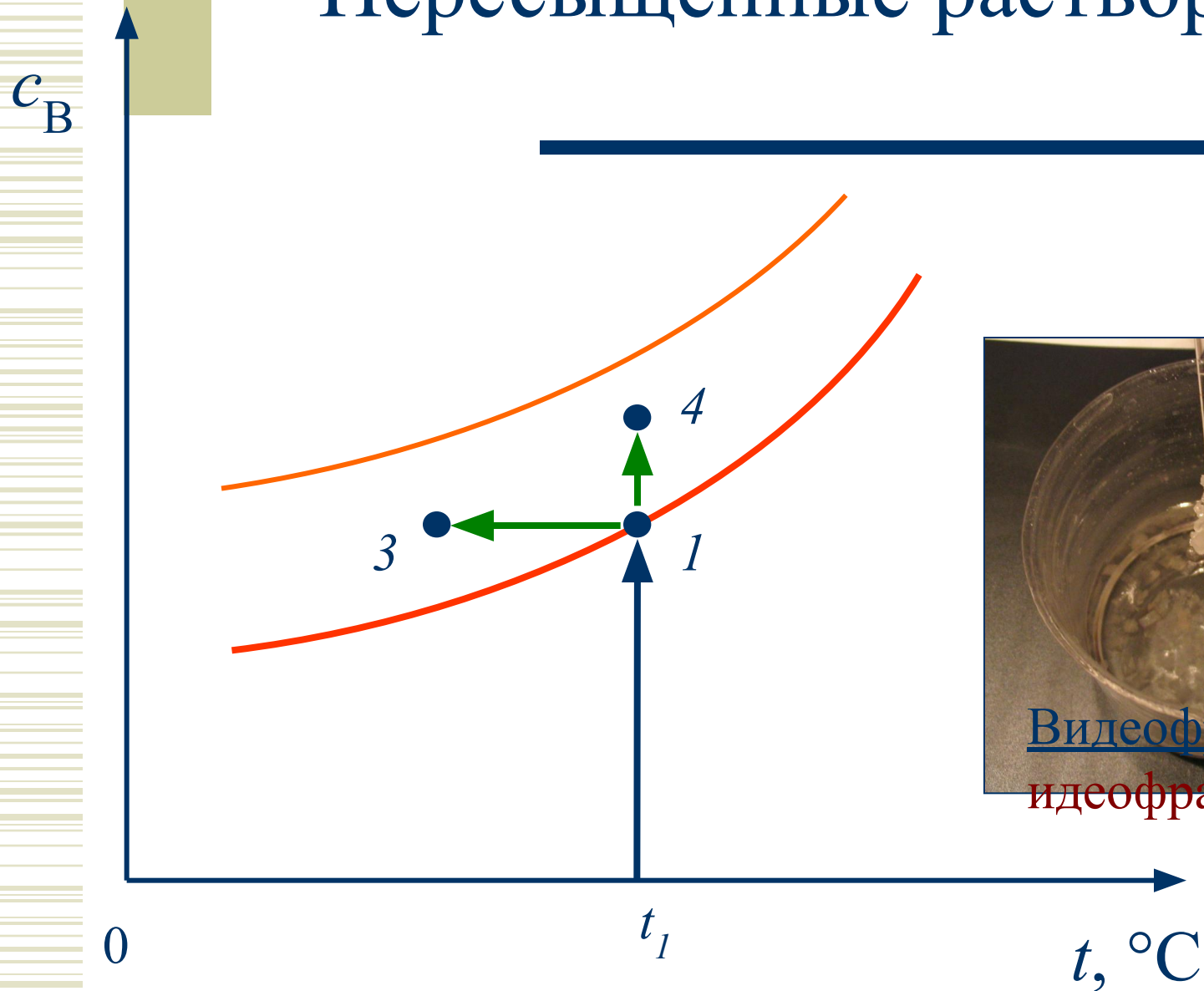


Пересыщенные растворы



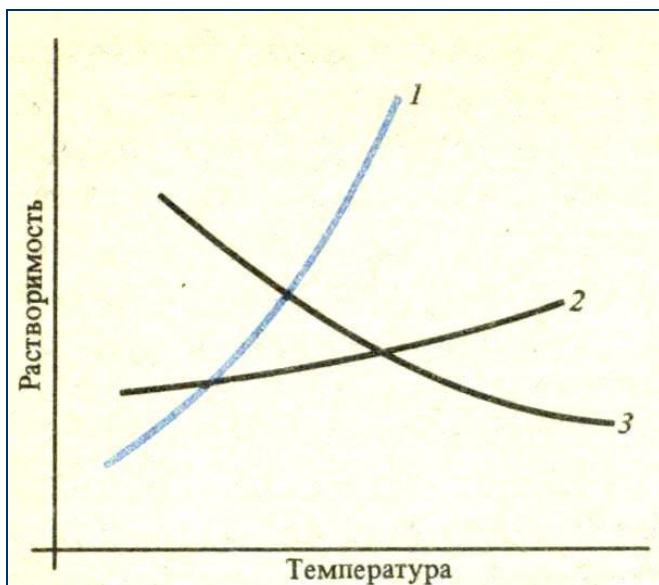
- ◆ Эксперимент:
получение
пересыщенных
растворов из
насыщенных
- ◆ Диаграмма
растворимости

Пересыщенные растворы

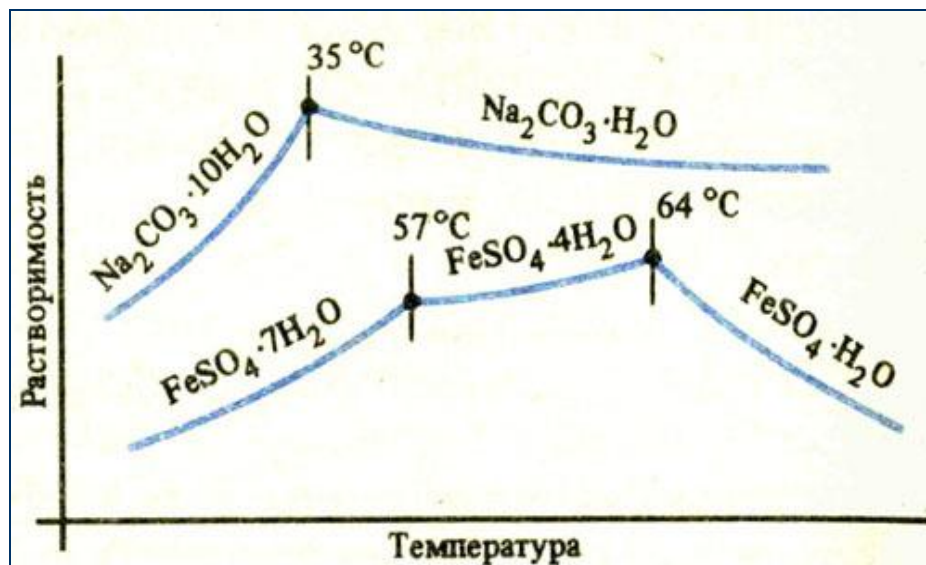


Видеофрагмент В
идеофрагмент

Виды диаграмм растворимости



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



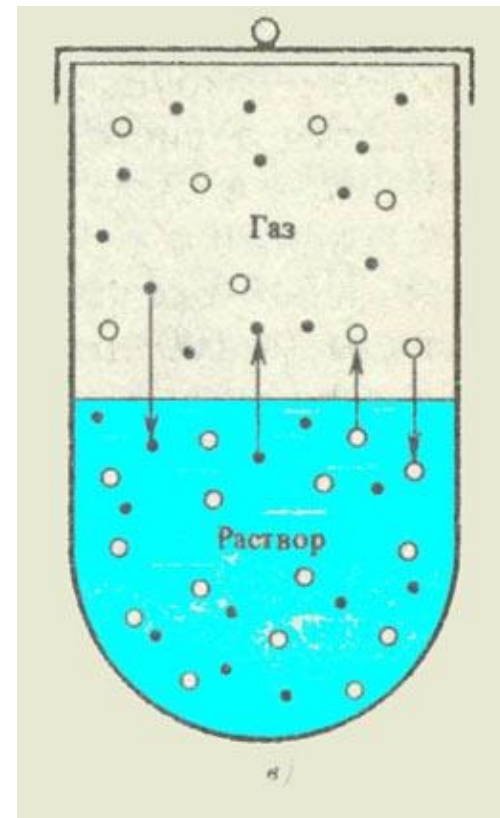
6.5. Кривые растворимости кристаллогидратов в воде

Растворимость газов

- ◆ Взаимная растворимость газов неограниченна.
- ◆ Растворимость газа в жидкости зависит от природы газа, растворителя, температуры и прямо пропорциональна парциальному давлению $\square p_B$ газа В над поверхностью его раствора: $\square p_B = K_T x_B$ (закон Генри).

Растворимость газов в воде

- ◆ Кислород O_2 :
4,89 0C 3,10 20C 1,72 100C
- ◆ Азот N_2 :
2,35 0C 1,54 20C 0,95 100C
- ◆ Радон Rn:
51,0 0C 22,4 25C 13,0 50C
(в мл газа/100 г H_2O)



Растворимость газов

- ◆ $\text{Ж}_1 + \Gamma_2$: сольватация



- ◆ Энтальпия сольватации $\Delta H_c < 0$ (экзотермич.)



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

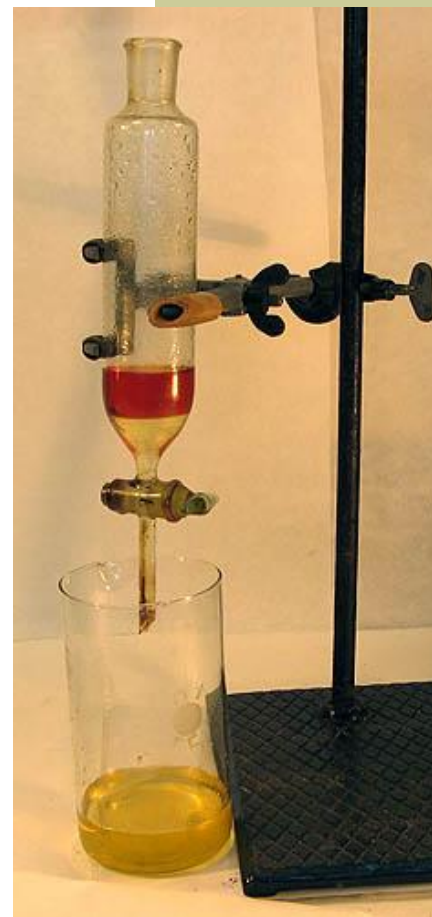
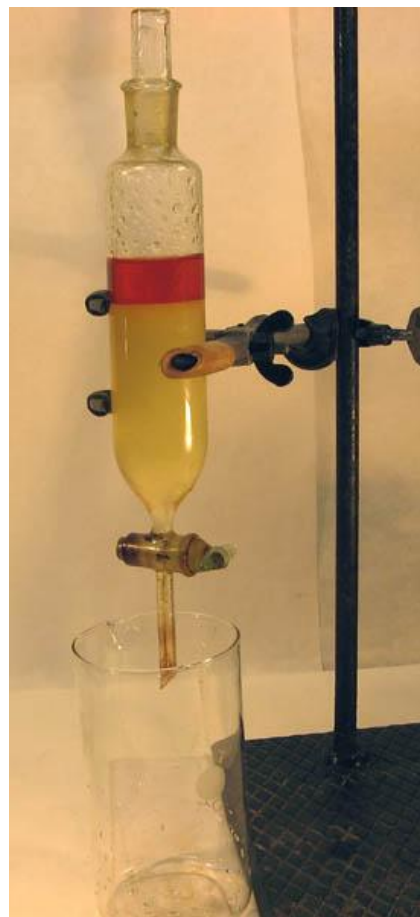
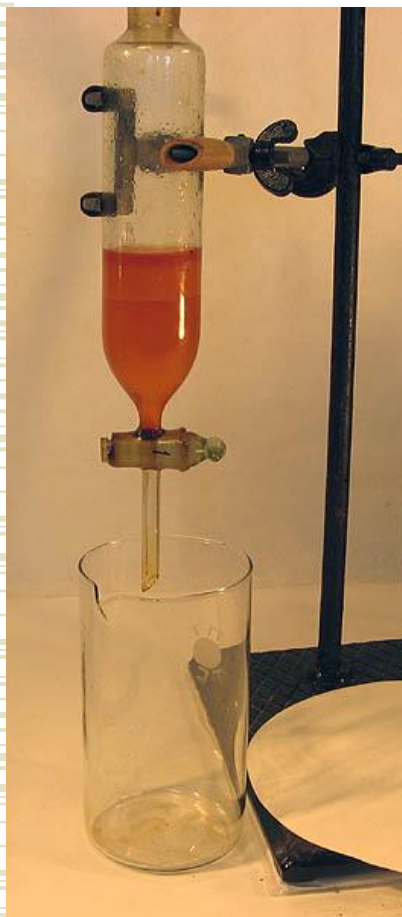
Б: 88,0% воды + 12,0% эфира

◆ 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 ($J_1 + T_2$)

◆ Для смешения: $\Delta G_M = \Delta H_M - T\Delta S_M$

◆ Энтروпийный фактор:

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

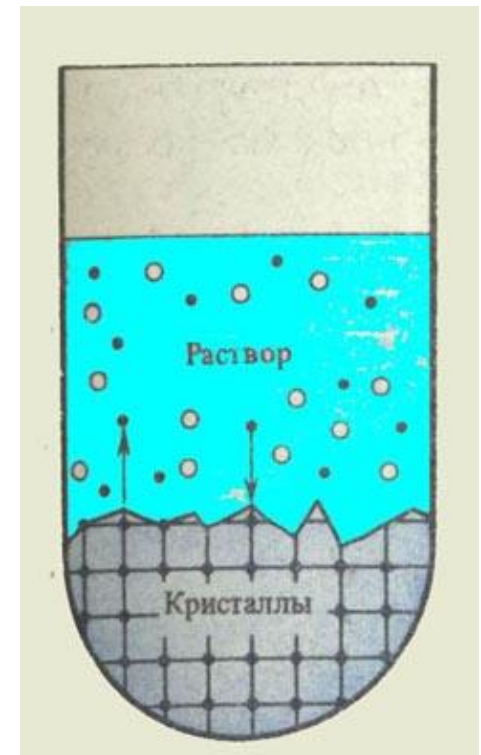
◆ Энтальпийный фактор:

$$\Delta H_M = \Delta H_{кр} + \Delta H_c + \Delta H_p$$

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

ΔH_c – сольватация (экзотермич.)

ΔH_p – разрушение структуры
растворителя (эндотермич.), ≈ 0



Температурная зависимость растворимости

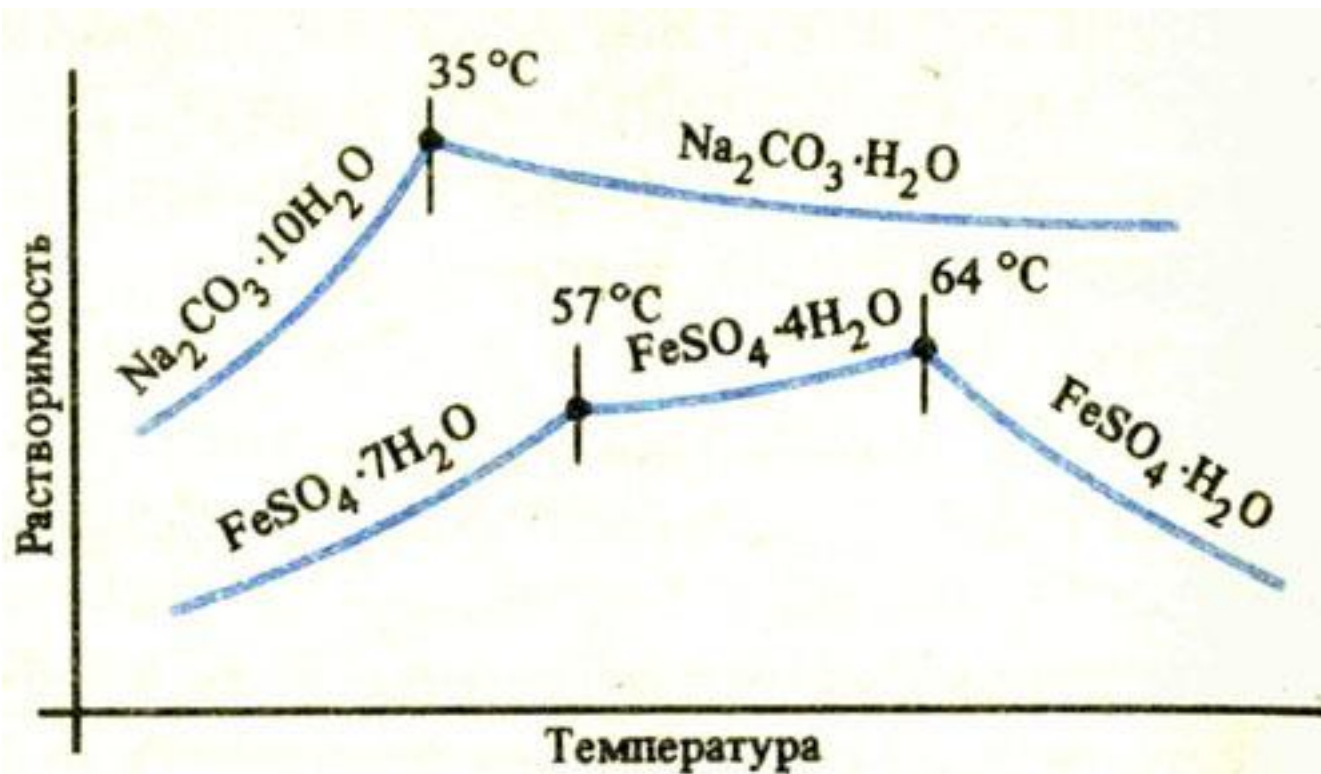
◆ Возможно 3 случая:

$\Delta H_M < 0$ (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 кристаллогидратов в воде