«Растворы»

Лекция № 5

Дисциплина «Химия 2»

для студентов очного отделения

Лектор: к.т.н., доцент, Мачехина Ксения Игоревна

* Литература

1. Н.Ф. Стась, Л.Д. Свинцова. Химия растворов. Изд-во ТПУ, 2006

* План лекции

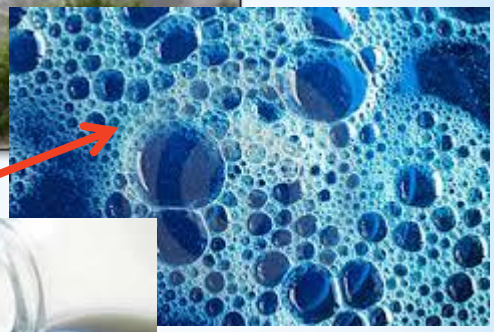
1. Основные понятия.
2. Способы выражения концентрации растворов.
3. Теории растворов.
4. Термодинамика растворения и растворимость.
5. Растворы неэлектролитов.
6. Растворы электролитов.
7. Произведение растворимости.
8. Ионное произведение воды.

1. Основные понятия

* **Дисперсная система (ДС)** - это система, в которой одно вещество (**дисперсная фаза**) равномерно распределено в другом (**дисперсионная среда**).

1. Основные понятия

Типы дисперсных систем
1. Аэрозоль
2. Пена
3. Эмульсия
4. Золь
5. Твердая эмульсия
6. Гель

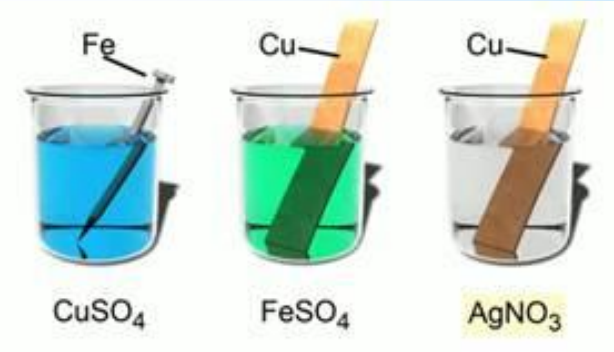


1. Основные понятия

1. Грубодисперсные системы $10^{-3} \div 10^{-5}$ см

2. Коллоидные системы $10^{-5} \div 10^{-7}$ см

3. Истинные растворы $10^{-7} \div 10^{-8}$ см



«Растворы»

1. Основные понятия

Раствор – это однофазная, многокомпонентная система, переменного состава.

Растворитель – компонент, не изменяющий состав, взятый в избытке и в том же агрегатном состоянии, что и сам раствор.

Растворенное вещество – компонент, взятый в недостатке и равномерно распределенный в растворителе.

1. Основные понятия

1. ПО АГРЕГАТНОМУ СОСТОЯНИЮ

твердые

жидкие

газообразные

2. ПО ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЙ ДИССОЦИАЦИИ РАСТВОРЕННОГО ВЕЩЕСТВА

электролиты

неэлектролиты

2. Способы выражения концентрации растворов

Концентрация – это содержание растворенного вещества в единице массы или объема раствора или растворителя.

Массовая доля (ω), [%] показывает, сколько граммов растворенного вещества В содержится в 100 г раствора.

$$\omega = \frac{m(B)}{m_p} \cdot 100\%$$

m(B) - масса растворенного вещества, г.

m_p - масса раствора, г.

$$m_p = V_p \cdot \rho$$

2. Способы выражения концентрации растворов

Молярная концентрация (С), [моль/л] показывает, сколько моль растворенного вещества содержится в 1 литре раствора.

$$C = \frac{m\ (B)}{M(B) \cdot V_p}$$

m (B) – масса растворенного вещества, г.;

M (B) – молярная масса растворенного вещества, г/моль;

V_p – объем раствора, л.

2. Способы выражения концентрации растворов

Молярная концентрация эквивалентов вещества (нормальность) ($C_{эк}$), [моль/л] показывает, сколько моль эквивалентов растворенного вещества содержится в 1 литре раствора.

$$C_{эк} = \frac{m\ (B)}{M_{эк}(B) \cdot V_p}$$

m (B) – масса растворенного вещества, г.;

$M_{эк}$ (B) – молярная масса эквивалента растворенного вещества, г/моль;

$V_р$ – объем раствора, л.

2. Способы выражения концентрации растворов

Титр (Т), [г/мл] показывает, сколько граммов растворенного вещества содержится в 1 мл раствора.

$$T = \frac{m(B)}{V_p}$$

m (B) - масса растворенного вещества, г;

V_p – объем растворителя, мл.

2. Способы выражения концентрации растворов

Моляльность (C_m), [моль/кг] показывает, сколько моль растворенного вещества содержится в 1 кг раствора.

$$C_m = \frac{m\ (B) \cdot 1000}{M(B) \cdot m_s}$$

m (B) – масса растворенного вещества, г;
M (B) – молярная масса растворенного вещества, г/моль;
m_s – масса растворителя, г.

2. Способы выражения концентрации растворов

Молярная доля (*x*) показывает, отношение моль одного из компонентов раствора к сумме моль всех компонентов раствора.

$$x = \frac{n(B)}{\sum n_i}$$

$$\sum n_i = n(B) + n_1 + n_2 + \ldots + n_i$$

2. Способы выражения концентрации растворов

Исходная / Конечная	ω	C	$C_{эк}$	T
ω	–	$\frac{C \cdot M}{\rho \cdot 10}$	$\frac{C_{эк} \cdot M \cdot f_э}{\rho \cdot 10}$	$\frac{T \cdot 100}{\rho}$
C	$\frac{\omega \cdot \rho \cdot 10}{M}$	–	$C_{эк} \cdot f_э$	$\frac{T \cdot 1000}{M}$
$C_{эк}$	$\frac{\omega \cdot \rho \cdot 10}{M \cdot f_э}$	$\frac{C}{f_э}$	–	$\frac{T \cdot 1000}{M \cdot f_э}$
T	$\frac{\omega \cdot \rho}{100}$	$\frac{C \cdot M}{1000}$	$\frac{C_{эк} \cdot M \cdot f_э}{1000}$	–

$f_э$- фактор эквивалентности; ρ – плотность, [г/см^3]=[кг/л]

3. Теории растворов

1. Физическая теория
(Вант-Гофф, Аррениус)

2. Химическая теория
(Менделеев, Каблуков)

3. Современная теория (физико-химическая)

3. Теории растворов

Современная теория (физико-химическая)

1. Растворы обладают **однородностью** состава по всей фазе
2. Процесс растворения сопровождается **объемными и тепловыми эффектами**
3. К р-рам **не применимы** стехиометрические законы
4. Растворы обладают **переменностью** состава

4. Термодинамика растворения и растворимость

3 этапа процесса растворения:

1. **Фазовый переход** – разрушение химических и межмолекулярных связей в веществе

2. **Сольватация (для H_2O гидратация)** – химическое взаимодействие растворителя и растворенного вещества с образованием новых соединений – сольватов (гидратов)

3. **Диффузия** –равномерное распределение сольватов по всему объему раствора

4. Термодинамика растворения и растворимость

По отношению к равновесию

«раствор - растворимое вещество»

ненасыщенные	насыщенные	пересыщенные
$\Delta G_{растворения} < 0$	$\Delta G_{растворения} = 0$	$\Delta G_{растворения} > 0$

4. Термодинамика растворения и растворимость

Растворимость – способность вещества растворяться в определенном количестве растворителя.

Мерой растворимости **крист. вещества** является концентрация его насыщенного раствора.

Коэф. растворимости – масса растворенного вещества, содержащаяся в 100 г насыщенного раствора.

Мерой растворимости **газ. вещества** является:

Коэф. абсорбции – объем газа (при н.у.), растворяется в 1 V растворителя.

4. Термодинамика растворения и растворимость

Факторы, влияющие на растворимость:

1) **природа компонентов**:
   1. «подобное растворяется в подомном» (энергии взаимодействия);
   2. водородные силы;
   3. силы Ван-дер-Вальса.
2) **температура** (Принцип Ле Шателье);
3) **давление** (закон Генри)

$$\boxed{s = k \cdot P}$$

где s – растворимость газа, P – давление, k – константа Генри.

5. Растворы неэлектролитов

* **Идеальные** растворы – это растворы, образование которых не сопровождается объемными и тепловыми эффектами.

* **Коллигативные** – это свойства не зависящие от природы растворенного вещества, зависящие от концентрации:

1. Давление насыщенного пара
2. Температура кипения и замерзания
3. Осмотическое давление

5. Растворы неэлектролитов

Давление насыщенного пара растворителя над раствором

Растворение вещества в жидкости вызовет понижение давления насыщенного пара растворителя.

Обозначим:

*$\mathbf{P^o}$ – давление насыщенного пара растворителя над чистым растворителем;

*$\mathbf{P_1^o}$ - давление насыщенного пара растворителя над раствором;

*$\mathbf{X_1}$ – мольная доля растворителя;

*$\mathbf{X_2}$ – мольная доля растворенного вещества.

5. Растворы неэлектролитов

Первый закон Рауля:

«Давление насыщенного пара растворителя над раствором равно его давлению над чистым растворителем, умноженному на мольную долю растворителя»

$$P_1^0 = P^0 \cdot \chi_1$$

5. Растворы неэлектролитов

Первый закон Рауля:

«Относительное понижение давления насыщенного пара растворителя над раствором равно мольной доле растворенного вещества»

$$\frac{P_1^0 - P^0}{P_1^0} = \chi_2$$

5. Растворы неэлектролитов

$$\chi_2 = \frac{\frac{m_2}{M_2}}{\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2}}$$

1 – растворитель

2 – растворенное вещество

5. Растворы неэлектролитов

1. Температура кипения **($T_{кип.}$)** раствора выше температуры кипения растворителя.

2. Температура замерзания (кристаллизации) **($T_{зам.}$)** раствора ниже температуры замерзания чистого растворителя.

5. Растворы неэлектролитов

Второй закон Рауля:

«Повышение $T_{кипения}$ и понижение $T_{замерзания}$ разбавленных растворов неэлектролитов пропорциональны моляльности растворов»

5. Растворы неэлектролитов

$$\Delta T_{кип} = K_э \cdot C_m$$

$$\Delta T_{зам} = K_к \cdot C_m$$

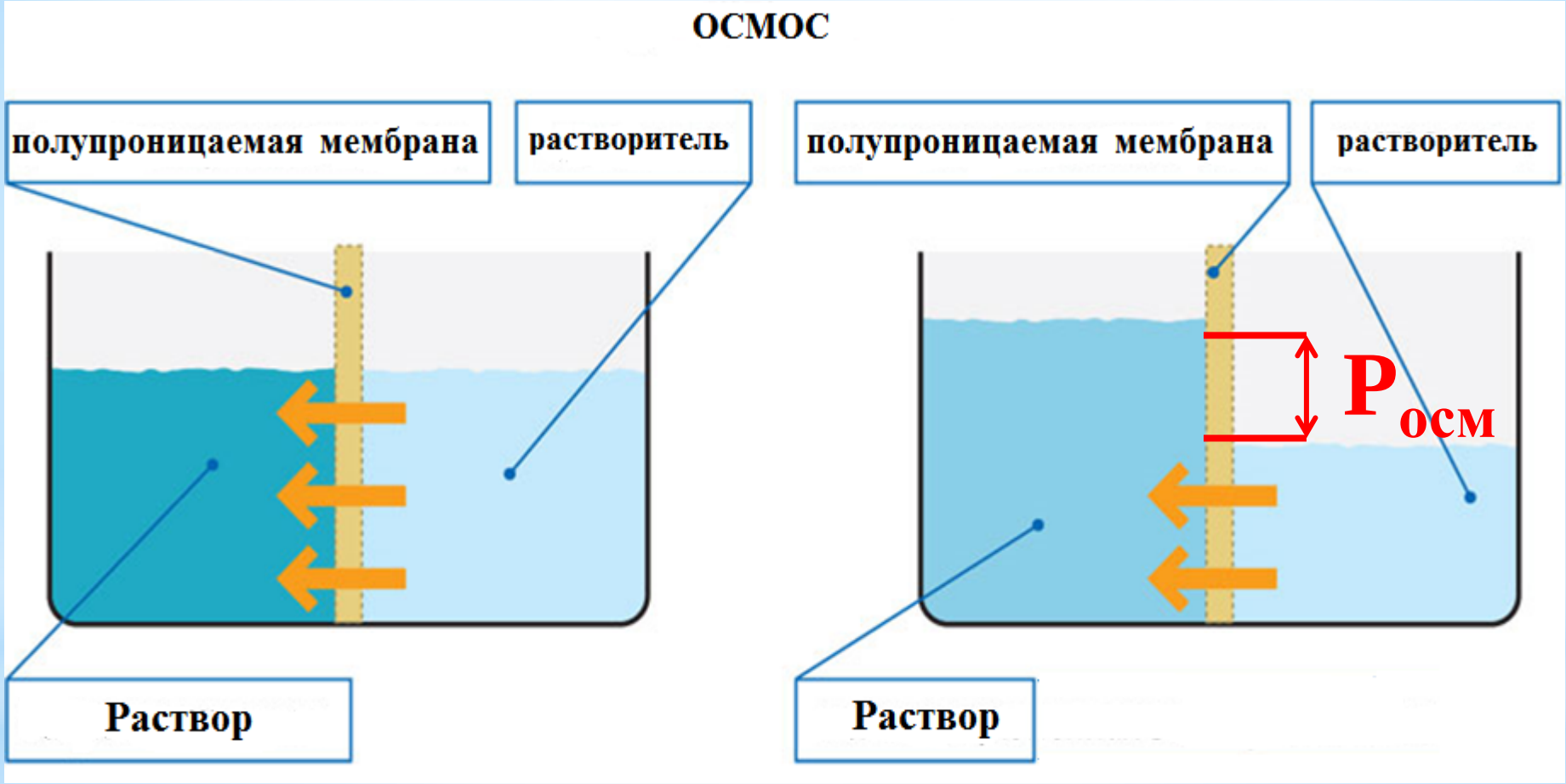
C_m – моляльность раствора;
$K_э$ – эбулиоскопическая постоянная растворителя;
$K_к$ – криоскопическая постоянная растворителя.

$$K_э\ (H_2O) = 0,52 \qquad K_к\ (H_2O) = 1,86$$

5. Растворы неэлектролитов

Осмотическое давление

Осмос – явлению односторонней диффузии через полупроницаемую перегородку, разделяющую раствор и чистый растворитель или два раствора разной концентрации.


ОСМОС
полупроницаемая мембрана
растворитель
Раствор
полупроницаемая мембрана
растворитель
Раствор
Pосм

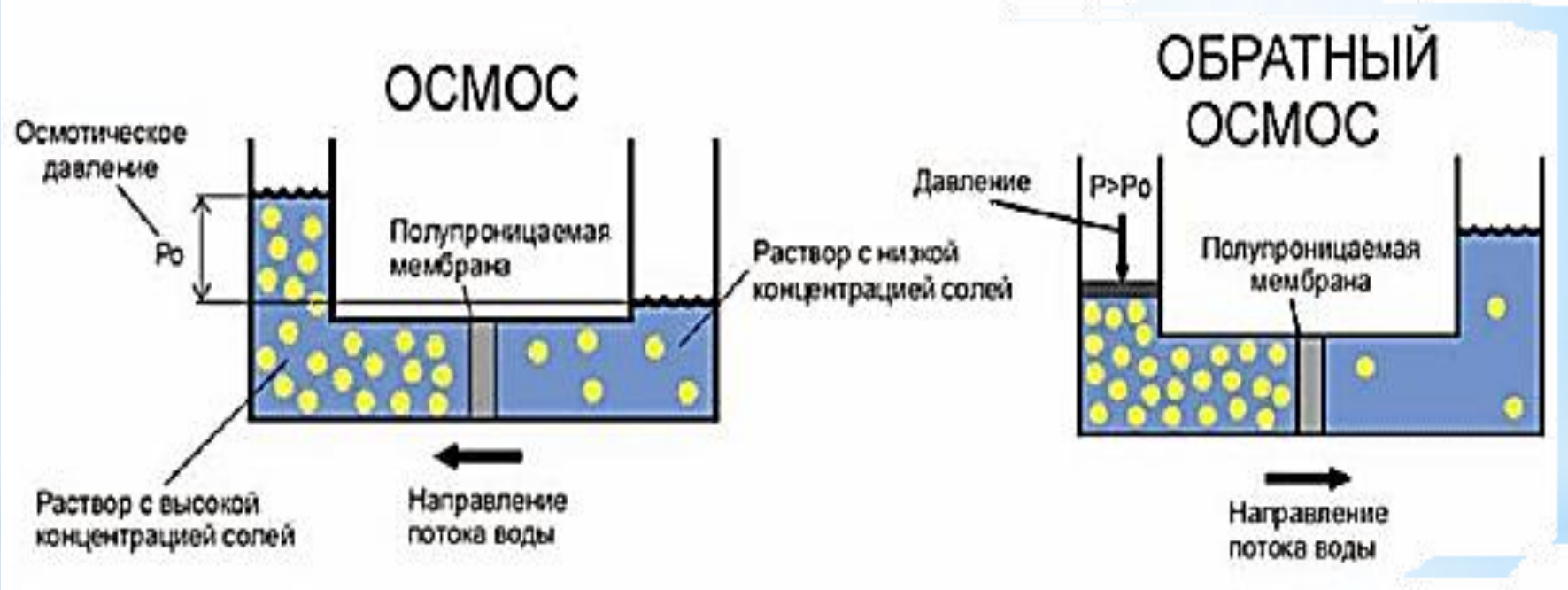
5. Растворы неэлектролитов

«**Осмотическое давление** – это такое P, которое нужно приложить, чтобы подавить осмос.

<u>Вант-Гофф:</u>

$$P_{осм} = C \cdot R \cdot T$$

C – молярная концентрация раствора, моль/л.;
R – универсальная газовая постоянная, Дж/моль·К;
T – абсолютная температура, К.


ОСМОС
Осмотическое давление
Po
Полупроницаемая мембрана
Раствор с низкой концентрацией солей
Раствор с высокой концентрацией солей
Направление потока воды
ОБРАТНЫЙ ОСМОС
Давление
P>Po
Полупроницаемая мембрана
Направление потока воды