

ЛЕКЦИЯ 2

РОЛЬ ВОДЫ В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗМА.

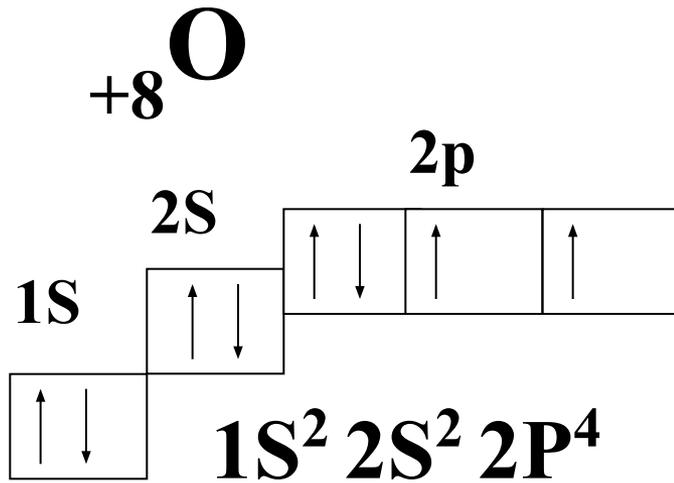
ТЕОРИЯ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ И НЕЭЛЕКТРОЛИТОВ

КОЛЛИГАТИВНЫЕ СВОЙСТВА РАСТВОРОВ.

*...А растворы и их образования
играют роль первостепенную не только в природе,
называемую мёртвой, но и в организмах.*

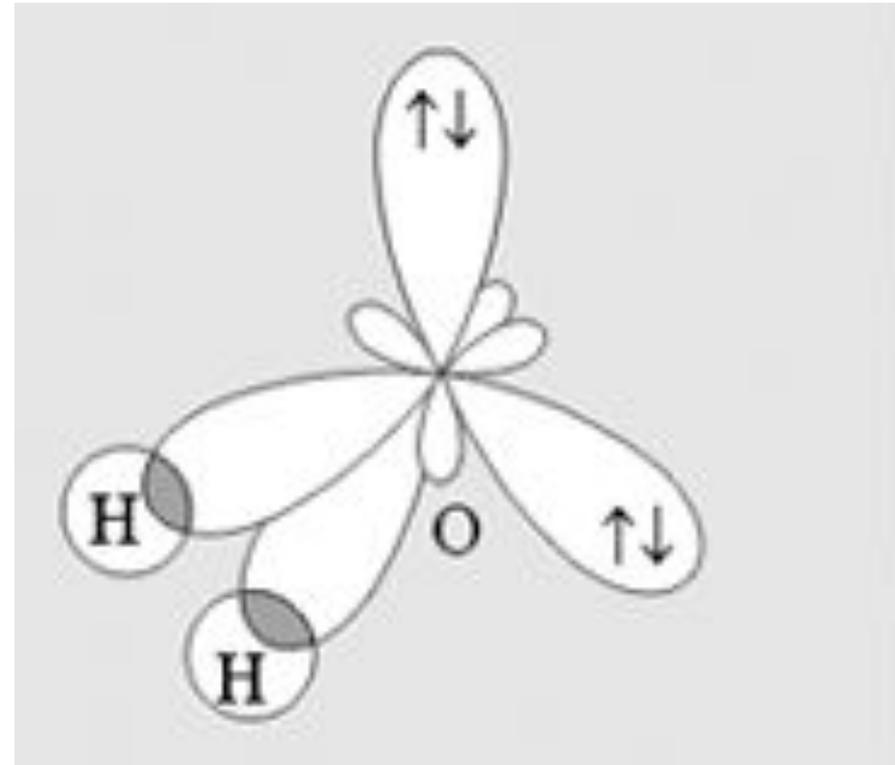
Д.И. Менделеев

СТРОЕНИЕ ВОДЫ



sp^3

$\angle 104,5^\circ$



ОБРАЗОВАНИЕ ВОДОРОДНЫХ СВЯЗЕЙ В ВОДЕ



$$E_{\text{вод. связи}} = 20-25 \text{ кДж/моль}$$

СПОСОБЫ ВЫРАЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ

1) Массовая доля $\omega(X)$ – отношение массы растворённого вещества к общей массе раствора (выражают в долях единицы, процентах, промилле (тысячная часть ‰)‰)

$$\omega(X) = \frac{m(x)}{m(p - pa)} \quad \omega(X) = \frac{m(x)}{m(p - pa)} \times 100\%$$

СПОСОБЫ ВЫРАЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ

2) Молярная концентрация $C(X)$ – количество молей растворённого вещества в единице объёма раствора (моль/л)

$$C(X) = \frac{n(X)}{V(p - pa)} = \frac{m(X)}{M(X) \times V(p - pa)}$$

$$n(X) = \frac{m(x)}{M(x)}$$

СПОСОБЫ ВЫРАЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ

3) Молярная концентрация эквивалента растворённого вещества – отношение количества вещества эквивалента к объёму раствора (моль/л)

$$C\left(\frac{1}{z} X\right) = \frac{n\left(\frac{1}{z} X\right)}{V(p - pa)}$$

$$n\left(\frac{1}{z} X\right) = \frac{m(X)}{M\left(\frac{1}{z} X\right)}$$

СПОСОБЫ ВЫРАЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ

$$C\left(\frac{1}{z} X\right) = \frac{m(X)}{M\left(\frac{1}{z} X\right) \times V(p - pa)}$$

$M\left(\frac{1}{z} X\right)$ - молярная масса эквивалента;

$$M\left(\frac{1}{z} X\right) = \frac{1}{z} \times M(X)$$

СПОСОБЫ ВЫРАЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ

$$\frac{1}{Z} = f(X) - \text{фактор эквивалентности;}$$

Z - основность кислоты или кислотность основания в кислотно-основной реакции или число e^- , присоединяемых или теряемых в окислительно-восстановительной реакции

СПОСОБЫ ВЫРАЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ

4) Моляльная концентрация – показывает отношение количества вещества в молях к массе растворителя (выражается в моль/кг)

$$b(X) = \frac{n(X)}{m(\text{p-ль})} = \frac{m(x)}{M(x) \times m(\text{p-ль})}$$

$$b(x) = \frac{m(X) \times 1000}{M(X) \times m(\text{p-ль})}$$

СПОСОБЫ ВЫРАЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ

5) Молярная доля растворённого вещества – отношение количества данного компонента (моль) к сумме количеств всех компонентов (выражается в единичных долях или в %)

$$\chi(X_i) = \frac{n(X_i)}{\sum_i n(p-p)}$$

$n(X_i)$ – количество вещества данного компонента, моль

$\sum n(p-p)$ – суммарное количество всех компонентов раствора, моль

СПОСОБЫ ВЫРАЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ

б) Титр – отношение массы вещества к объёму раствора

$$T(X) = \frac{m(X)}{V(X)}$$

Единица измерения - [г/мл]

ТЕРМОДИНАМИКА ПРОЦЕССА РАСТВОРЕНИЯ

**Вещества самопроизвольно могут
растворятся, если $\Delta G^0 < 0$**

$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$$

$$\Delta H^0_{\text{р}} = \Delta H^0_{\text{крист.}} + \Delta H^0_{\text{сольват.}}$$

САМОПРОИЗВОЛЬНОЕ РАСТВОРЕНИЕ ВЕЩЕСТВ

1) При растворении твёрдых веществ с ионной кристаллической решёткой (NaCl, KCl)

**$\Delta H^0_{р-я} > 0$, т.к. $\Delta H^0_{кр} > \Delta H^0_{сольв}$,
 $\Delta S > 0$ тогда $T\Delta S > \Delta H^0$**

$\Delta G < 0$, растворы охлаждаются

САМОПРОИЗВОЛЬНОЕ РАСТВОРЕНИЕ ВЕЩЕСТВ

2) При растворении твёрдых веществ с ковалентной связью (сахар) и жидкостей

$\Delta H^0 < 0$, т.к. $\Delta H^0_{кр} < \Delta H^0_{сольв}$, $\Delta S > 0$, тогда процесс протекает с выделением тепла (экзотермическая реакция)

Для жидкостей $\Delta H^0_{кр} = 0$, $\Delta H^0_{сольв} > \Delta H^0_{кр}$, поэтому $\Delta H^0_{раств} < 0$, $\Delta S > 0$

САМОПРОИЗВОЛЬНОЕ РАСТВОРЕНИЕ ВЕЩЕСТВ

3) Для газов $\Delta H^0_{кр} = 0$, тогда

$$\Delta H^0_{раств} = \Delta H^0_{сольв}, \quad \Delta H^0_{раств} < 0,$$

$$\Delta S < 0$$

$$T\Delta S < \Delta H^0$$

при низких температурах

ЗАКОН ГЕНРИ



Количество газа, растворённого при данной температуре в определённом объёме жидкости, при равновесии прямо пропорционально давлению газа

$$C(X) = K_{\Gamma}(X) \times P(X)$$

$C(X)$ – концентрация газа в насыщенном растворе, (моль/л)

$K_{\Gamma}(X)$ – константа Генри (моль/л×Па) ,

$P(X)$ – давление газа над раствором, Па

ЗАКОН СЕЧЕНОВА



Растворимость газов в жидкостях в присутствии электролитов понижается, происходит высаливание газов

$$C(X) = C_0(X) \times e^{-K_c \times C_э}$$

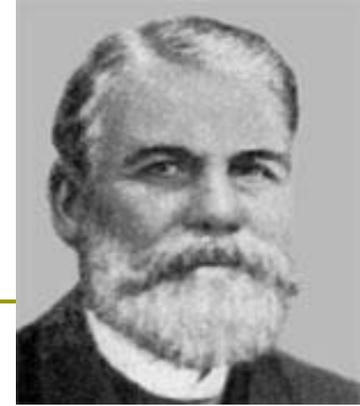
$C(X)$ – растворимость газа в присутствии электролита;

$C_0(X)$ – растворимость газа в чистом растворителе;

$C_э$ – концентрация электролита;

K_c – константа Сеченова (зависит от природы газа, электролита и температуры)

ДАВЛЕНИЕ ПАРА НАД РАСТВОРОМ



ЗАКОН РАУЛЯ

Давление пара раствора, содержащего нелетучее растворённое вещество, прямо пропорционально молярной доле растворителя

$$P = K_p \times \alpha(X_1)$$

ДАВЛЕНИЕ ПАРА НАД РАСТВОРОМ

P – давление пара над раствором, (Па);

K_p – константа Рауля, (Па);

$\alpha(X_1)$ – молярная доля растворителя X_1
в растворе

ДАВЛЕНИЕ ПАРА НАД РАСТВОРОМ

$$\chi(\text{раст.в} - \text{ва}) = \frac{P^0 - P}{P^0}$$

P^0 - давление пара над чистым растворителем, (Па);

P – давление пара растворителя над раствором нелетучего вещества (Па);

$P^0 - P$ – абсолютное понижение давления пара над раствором (Па);

ДАВЛЕНИЕ ПАРА НАД РАСТВОРОМ

$\frac{P^0 - P}{P^0}$ - **относительное понижение**
давления пара над раствором (Па)

$$P^0 - P = \Delta P$$

$$\chi(\text{раств.в} - \text{ва}) = \frac{\Delta P}{P^0} \quad \Delta P = P^0 \times \alpha(\text{раств. в-ва})$$

ПОВЫШЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ КИПЕНИЯ РАСТВОРОВ

$$\Delta T_K = K_{\text{Э}} \times b(X)$$

$b(X)$ - моляльная концентрация (моль/кг)

***$K_{\text{Э}}$ – эбулиометрическая константа,
(кг×К/моль)***

$$K_{\text{Э}(\text{H}_2\text{O})} = 0,516 \text{ кг} \times \text{К} / \text{моль}$$

ПОВЫШЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ КИПЕНИЯ РАСТВОРОВ РАСТВОРОВ

$$b(X) = \frac{m(X) \times 1000}{m(p - \text{ля}) \times M(X)}$$

$$\Delta T_{\text{кип}} = \frac{K_{\text{э}} \times m(X) \times 1000}{m(p - \text{ля}) \times M(X)}$$

ТЕМПЕРАТУРА КИПЕНИЯ РАСТВОРА

$$***T_{(КИП.Р-РА)} = T_{КИП.Р-ЛЯ} + \Delta T_K***$$

ПОНИЖЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗАМЕРЗАНИЯ РАСТВОРА

$$\Delta T_3 = K_3 \times b(X)$$

***$b(X)$ – моляльная концентрация, моль/кг
 K_3 – криометрическая константа,
(кг×К/моль)***

$$K_3 \text{ (H}_2\text{O)} = 1,86 \text{ кг} \times \text{К/моль}$$

ПОНИЖЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗАМЕРЗАНИЯ РАСТВОРА

$$b(X) = \frac{m(X) \times 1000}{m(\text{р - ля}) \times M(X)}$$

$$\Delta T_3 = \frac{K_3 \times m(X) \times 1000}{m(\text{р - ля}) \times M(X)}$$

ТЕМПЕРАТУРА ЗАМЕРЗАНИЯ РАСТВОРА

$$T_{\text{ЗАМ. Р-РА}} = T_{\text{ЗАМ. Р-ЛЯ}} - \Delta T_3$$

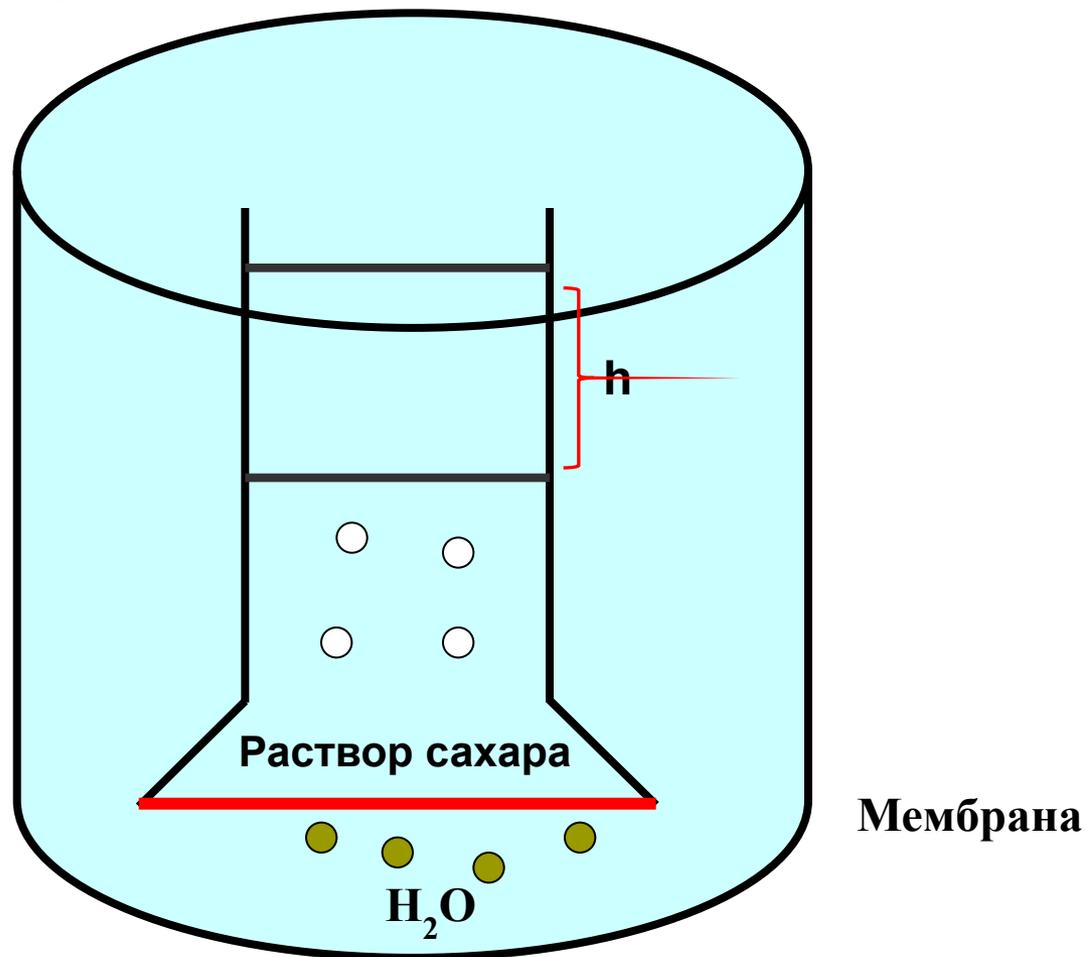
РАСЧЁТ МОЛЯРНЫХ МАСС РАСТВОРЁННОГО ВЕЩЕСТВА-НЕЭЛЕКТРОЛИТА

$$M(X) = \frac{K_{\text{э}} \times m(X) \times 1000}{m(\text{р - ля}) \times \Delta T_K}$$

$$M(X) = \frac{K_3 \times m(X) \times 1000}{m(\text{р - ля}) \times \Delta T_3}$$

ОСМОС. ОСМОТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ

Схема осмоса



Расчет величины осмотического давления

$$P = h \cdot \rho \cdot g$$

P - гидростатическое давление столба жидкости

h – высота столба жидкости

ρ - плотность жидкости кг/м³

g – ускорение силы тяжести – 9,8 м/с²

Уравнение Вант-Гоффа

$$\pi_{\text{осм}} = C(x) \cdot R \cdot T$$

$$\Pi_{\text{осм}} = \frac{m(X) \times R \times T}{M(X) \times V(p - p_a)}$$

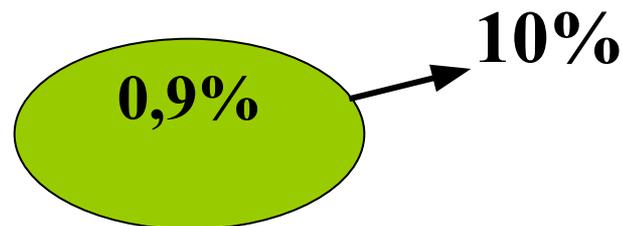
$$M(X) = \frac{m(X) \times R \times T}{\Pi_{\text{осм}} \times V(p - p_a)}$$

R – универсальная газовая постоянная (8,3Дж/моль×К); [кПа×л/моль×К]

РОЛЬ ОСМОСА И ОСМОТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ В БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

1) При помещении клеток в изотонический раствор, клетки сохраняют свой размер и нормально функционируют.

2) При помещении клеток в гипертонический раствор, вода из клеток уходит в раствор и наблюдается сморщивание клеток или плазмолиз.



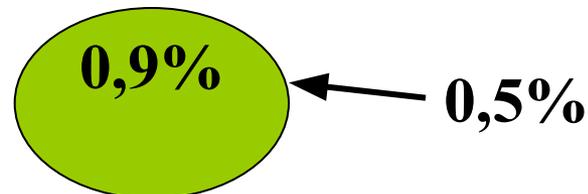
РОЛЬ ОСМОСА И ОСМОТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ В БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

3) При помещении клеток в гипотонический раствор вода из раствора переходит внутрь клеток, что приводит к их набуханию, а затем к разрыву оболочек и вытеканию клеточного содержимого.

Такое разрушение называют лизисом.

В случае эритроцитов этот процесс называют

гемолизом.



РАСЧЁТ ИЗОТОНИЧЕСКОГО КОЭФФИЦИЕНТА

$$i = \frac{\Delta T_{3(\text{ЭКСП})}}{\Delta T_{3(\text{ТЕОР})}} = \frac{\Delta T_{K(\text{ЭКСП})}}{\Delta T_{K(\text{ТЕОР})}} = \frac{\Pi_{\text{ОСМ}(\text{ЭКС})}}{\Pi_{\text{ОСМ}(\text{ТЕОР})}} = \frac{\Delta P_{\text{ЭКС}}}{\Delta P_{\text{ТЕОР}}}$$

i - показывает во сколько раз практически полученные величины выше теоретических, т. е. расчётных

УРАВНЕНИЯ ДЛЯ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

$$\Delta T_3 = i \times K_3 \times b(X)$$

$$\Delta T_K = i \times K_{\text{Э}} \times b(X)$$

$$\Pi = i \times C(X) \times R \times T$$

$$\Delta P = i \times P^0 \times \alpha(X_2)$$

ИЗОТОНИЧЕСКИЙ КОЭФФИЦИЕНТ СВЯЗАН СО СТЕПЕНЬЮ ДИССОЦИАЦИИ УРАВНЕНИЕМ

$$\alpha = \frac{i - 1}{n - 1}$$

$$1 < i < n$$