Коллигативные свойства растворов

Лекция

Автор: к.б.н. доцент Оловянникова Р.Я.

Коллигативные свойства

- - это свойства растворов, которые *не зависят от природы растворенного вещества*, его *массы, размеров,* а **зависят только от количества отдельных его частиц в растворе.**

Коллигативные свойства
(продолжение)

- Для разбавленных растворов (а значит, по своему состоянию близких к идеальным) такими свойствами являются:
  - **Осмотическое давление**
  - **Понижение давления насыщенного пара *растворителя*** над раствором по сравнению с чистым растворителем
  - **Повышение температуры кипения** раствора **и понижение температуры замерзания** раствора по сравнению с чистым растворителем

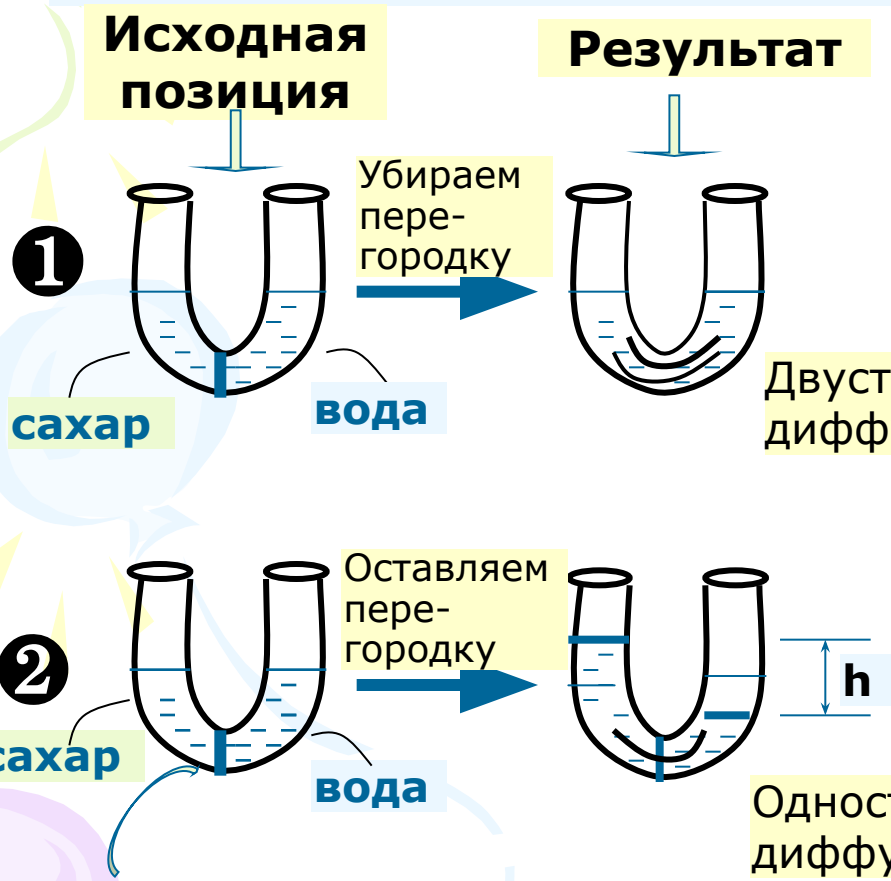
Изучение коллигативных свойств разбавленных растворов

- служит одним из наиболее распространенных способов определения **M(X),** степени диссоциации α, изотонического коэффициента **i**.
- кроме того, зная одно свойство, можно рассчитать и все остальные

План лекции

- Осмос и осмотическое давление
- Закон Вант Гоффа
- Значение осмоса в биологии и медицине
- Гемолиз и плазмолиз
- Осмометрия

Осмос и осмотическое давление



Любая система самопроизвольно стремится к максимальному беспорядку

Двусторонняя диффузия

Односторонняя диффузия воды

h – разность гидростатических столбов, мм рт.ст.

Итог: Концентрация сахара ↓

Осмос и осмотическое давление (продолжение)

- **Односторонняя диффузия растворителя** из раствора с меньшей концентрацией в раствор с большей концентрацией *через полупроницаемую перегородку* ***называется*** **осмосом**

Осмос и осмотическое давление (продолжение)

- **Односторонняя диффузия растворителя** через полупроницаемую перегородку **(осмос)** будет происходить до тех пор, пока её не остановит определенная разность гидростатических столбов.
- **Давление,** которое надо приложить со стороны раствора с большей концентрацией, чтобы остановить осмос, называется **осмотическим давлением раствора**.

От чего зависит осмотическое давление?

- В. Пфеффер (1877) установил, что **$P_{осм}$ зависит** *прямо пропорционально* **от концентрации растворенного вещества и температуры.**
- Вант-Гофф – «зависимость **осмотического давления** раствора от указанных факторов должна выражаться по тому же закону, что и **зависимость давления идеального газа** от этих факторов».

Закон Вант-Гоффа (1887)

- **Осмотическое давление раствора** равно тому ***давлению***, *которое производило бы растворенное вещество*, ***если бы*** *оно* ***при той же температуре находилось в газообразном состоянии*** и ***занимало объем, равный объему раствора.***

Закон Вант-Гоффа (продолжение)

- ⟹ $P_{осм}$ идеального раствора можно вычислить **по уравнению Менделеева-Клайперона:**

$$PV = nRT$$

где **P** = $P_{осм}$,

V – объем, занимаемый раствором,

n – число молей растворенного вещества,

R – универсальная газовая постоянная

= **0,082** л·атм/моль·град.К

= **8,31** л·кПа/моль·град.К

Закон Вант-Гоффа (продолжение)

- или $$P_{осм} = \frac{n}{V} RT = C_м RT$$ (1)

Осмотическое давление р-ров **неэлектролитов** прямо пропорционально молярной концентрации раствора.

- Растворы, имеющие **одинаковое осмотическое давление,** называются **изотоническими**
- Раствор **А** является **гипертоническим** по отношению к раствору **В**, если $P_{осм}(А) > P_{осм}(В)$
- Раствор **А** является **гипотоническим** по отношению к раствору **В**, если $P_{осм}(А) < P_{осм}(В)$

Осмотическое давление растворов электролитов

- **Электролиты** в растворе распадаются на ионы, и концентрация кинетических («дочерних») частиц становится больше аналитической. Поэтому **осмотическое давление растворов электролитов больше осмотического давления растворов неэлектролитов**. И для $\mathbf{P_{осм}(эл\text{-}та)}$ пришлось вводить множитель ***i***, ***называемый изотоническим коэффициентом.***

$$\mathbf{P_{осм}(эл\text{-}та)} = i \cdot \mathbf{C_м}RT$$

Изотонический коэффициент

- ***i* показывает, во сколько раз осмотическое давление электролитов больше осмотического давления неэлектролитов** при одинаковой их аналитической концентрации.
- $i = 1 + \alpha (s - 1)$,

  где α – стерень диссоциации эл-та

  s – число частиц, на которое распадается одна молекула

Роль осмоса в биологических процессах

- **Осмос** вместе с диализом является **одной из причин поступления воды** и растворенных в ней веществ из почвы к листьям растений.
- Давление, создаваемое этой водой, придает клеткам упругость и напряжение (тургор).

Роль осмоса в биологических процессах (продолжение)

- Осмос лежит **в основе целого ряда физиологических процессов**, протекающих в организме человека и животных:

✔ **Распределение воды** в тканях

✔ При купании в морской воде замечается покраснение глаз с незначительными болевыми ощущениями (осмос воды из глазного яблока в морскую воду)

✔ При купании в пресной воде болевые ощущения, резь в глазах более заметны, ибо при этом осмос воды направлен внутрь глазного яблока.

Плазмолиз

- Если растительная (или животная) клетка попадает **в среду** раствора **с повышенной концентрацией** солей и других растворимых веществ, то это приводит к осмосу, при котором **вода диффундирует из клетки к раствору**. При этом ***протоплазма отслаивается*** от оболочки, ***клетка сморщивается***, а все растение теряет тургор и устойчивость. Это явление называется ***плазмолизом***.

$P_{осм}$ (крови человека) = **const** и достигает **740 – 780** кПа

- или **7,4 – 7,8** атм при 37^0С
- Оно обусловлено гл. образом присутствием в крови катионов и анионов и в меньшей степени – осмотическими свойствами коллоидных частиц – белков.
- Осмотическое давление, создаваемое белками, называют **онкотическим** давлением (это **2,5 – 4 кПа**)

Осмолярная концентрация растворенных в крови в-в

- $C_{ом} = \frac{P_{осм}}{RT} = \frac{740}{8,31 \cdot 310} =$ **0,287** моль/л

$= \frac{780}{8,31 \cdot 310} =$ **0,303** моль/л

- В медицинской и фармацевтической практике **изотоническими** называют растворы, осмотическое давление которых равно осмотическому давлению плазмы крови:

$P_{осм}$ (р-ра) = $P_{осм}$ (плазмы крови)

Физиологические растворы

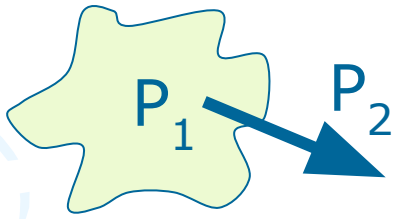
- это **изотоничные** крови растворы:
  0,85 % NaCl
  4,5 – 5 % раствор **глюкозы**

Нефизиологические растворы

- Если $P_{осм}$ (р-ра) > $P_{осм}$ (плазмы), то раствор является **гипертоническим**.
- Если $P_{осм}$ (р-ра) < $P_{осм}$ (плазмы), то раствор является **гипотоническим**.

Плазмолиз эритроцитов

- Если вводимый в вену **р-р гипертоничен,** то будет происходить осмос воды из эритроцитов в окружающую плазму. Эритроциты обезвоживаются и сморщиваются



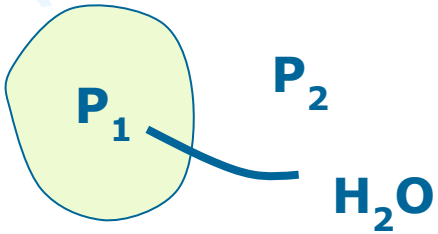
$P_2 > P_1$

Плазмолиз

Гемолиз эритроцитов

- Если вводимый в вену **р-р гипотоничен по отношению к плазме,** то осмос воды будет осуществляться в обратном направлении – **внутрь эритроцитов.**

Эритроциты увеличиваются в объеме, что может привести к разрыву оболочки. В результате гемоглобин выходит в плазму. Это явление называется **гемолизом** или **эритроцитолизом**.



$P_2 < P_1$

Гемолиз эритроцитов (продолжение)

- **Начальная стадия гемолиза** наступает уже при снижении осмотического давления плазмы до **360 – 400** кПа (3,6 – 4,0 атм), а **полный гемолиз** – при снижении $\mathbf{P_{осм}}$ до **260 – 300** кПа (2,6 – 3,0 атм)

Конец лекции

Благодарю за внимание!