

Занятие № 2

Тема: Осмотические свойства растворов электролитов. Электролиты в организме.

Цель: Сформировать знания теории растворов как основу для понимания электролитного гомеостаза организма человека, и роли растворов в процессах жизнедеятельности.

Значимость темы: Знание теории растворов необходимо для понимания роли осмоса в биологических системах, в частности онкотического давления крови. Студенты знакомятся с понятиями «осмолярность» и «осмоляльность», которые применяются для характеристики биологических жидкостей и перфузионных растворов, и «изоосмия» (электролитный гомеостаз).

Исходный уровень:

1. Электролитическая диссоциация кислот, оснований, солей.
2. Степень диссоциации.
3. Сильные и слабые электролиты.
4. Молярная концентрация растворов, массовая доля растворенного вещества.

Содержание занятия.

Вопросы для рассмотрения:

1. Осмотические свойства растворов электролитов. Изотонический коэффициент.
2. Гипо-, гипер-, изотонические растворы. Понятие об изоосмии (электролитном гомеостазе). Осмоляльность и осмолярность биологических жидкостей.
3. Роль осмоса в биологических системах. Плазмолиз и цитолиз.
4. Константа диссоциации (ионизации) слабого электролита. Закон разведения Оствальда: формулировка, вывод.
5. Активность. Коэффициент активности ионов. Ионная сила раствора.
6. Роль электролитов в процессах жизнедеятельности. Интервалы значений pH для различных жидкостей человеческого организма в норме и патологии.

Задачи

1. Температура кипения водного раствора NaOH 102,65 °C. Кажущаяся степень ионизации электролита равняется 70%.

Установите, какую массу NaOH растворили в 100 г воды.

2. Раствор, содержащий 2,1 г КОН в 250 мл воды, замерзает при -0,514 °C.

Рассчитайте изотонический коэффициент и кажущуюся степень диссоциации.

3. Осмотическое давление 0,5 М раствора карбоната калия равно 2726 кПа при 0 °C.

Вычислите кажущуюся степень диссоциации K_2CO_3 в растворе.

Формулы, необходимые для решения задач по теме «Растворы электролитов»

1. Следствие из закона Рауля для растворов электролитов:

$$\Delta T_{\kappa} = i \cdot K_{\vartheta} \cdot \varphi(X)$$

$$\Delta T_{\vartheta} = i \cdot K_{\vartheta} \cdot \varphi(X)$$

$$\pi = i \cdot C(X) \cdot R \cdot T$$

Примечание: i – изотонический коэффициент. $i = 1 + \alpha(n-1)$, где α – кажущаяся степень диссоциации, n – число ионов, на которое диссоциирует электролит.

Лабораторная работа

Опыт №1. Гемолиз эритроцитов

Цель работы: Установить зависимость степени гемолиза эритроцитов от концентрации раствора NaCl.

Теоретическая часть.

Явление осмоса играет важную роль во многих химических и биологических системах. Благодаря осмосу регулируется поступление воды в клетки и межклеточные структуры. Упругость клеток (тургор), обеспечивающая эластичность тканей и сохранение определённой формы органов, обусловлена осмотическим давлением.

Животные и растительные клетки имеют оболочки или поверхностный слой протоплазмы, обладающие свойствами полупроницаемых мембран. При помещении этих клеток в растворы с различной концентрацией возможны следующие варианты.

1. В изотоническом растворе клетки сохраняют свой размер неизменным и нормально функционируют.

2. При помещении клеток в гипотонический раствор вода из менее концентрированного внешнего раствора переходит внутрь клеток, что приводит к их набуханию, а затем к разрыву оболочек и вытеканию клеточного содержимого. Кровь с клеточным содержимым, выходящим наружу при гемолизе, за свой цвет называется лаковой кровью. Такое разрушение клеток называют лизисом, а в случае эритроцитов – гемолизом.

3. При помещении этих клеток в гипертонический раствор вода из клеток уходит в более концентрированный раствор, что приводит к сморщиванию клеток. Это явление называется плазмолизом.

Допустимые колебания осмотического давления крови человека весьма незначительны и даже при тяжёлой патологии не превышают нескольких десятков кПа (десятые доли атмосферы). Поэтому, при различных процедурах в кровь человека в больших количествах можно вводить только изотонические растворы. Осмотическое давление крови человека при 37 °C (310 K) составляет 7,7 атм (780 кПа). Аналогичное давление создаёт 0,9 % раствор NaCl в воде, который, следовательно, изотоничен крови. Таким образом, гемолиз эритроцитов будет протекать в водных растворах NaCl с процентной концентрацией меньше 0,9 %, а плазмолиз при концентрациях выше 0,9 %.

Начало гемолиза в норме наблюдается при концентрации NaCl 0,46 – 0,50 %. При этих концентрациях разрушаются наименее устойчивые эритроциты.

Полный гемолиз в норме отмечается при концентрации NaCl 0,32 %.

Ход работы: В 9 пробирках приготовить растворы хлорида натрия различной концентрации путем смешивания 1% раствора NaCl с дистиллированной водой в соотношениях, указанных в таблице:

№ пробирки	Объем дистиллированной воды, мл	Объем 1% раствора NaCl, мл	Полученная концентрация раствора NaCl, %	Отметка о гемолизе эритроцитов
1	2,4	0,6	0,2	
2	2,1	0,9	0,3	
3	1,8	1,2	0,4	
4	1,5	1,5	0,5	
5	1,2	1,8	0,6	
6	0,9	2,1	0,7	
7	0,6	2,4	0,8	
8	0,3	2,7	0,9	
9	0,0	3,0	1,0	

В каждую пробирку добавить по 2 капли крови, пробирки встряхнуть и оставить на 1 час. Через час оценить степень гемолиза:

- + - начало гемолиза,
- ++ - частичный гемолиз,
- +++ - полный гемолиз.

Результаты занесите в таблицу.

Выводы:

Укажите область концентраций раствора NaCl, в которой возможен гемолиз.

Установите зависимость степени гемолиза эритроцитов от концентрации раствора NaCl.

Объясните, какой процесс может протекать в 9-й пробирке.

Рекомендуемая литература:

Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: учебник для вузов / Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд; Под. ред. Ю.А. Ершова. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2014. – 560 с. – Серия: Бакалавр. Базовый курс.

1. Ершов Ю.А., Попков А.А., Берлянд А.С. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов. Под. ред. Ю.А. Ершова – М.: Высшая школа, 1993. С. 42-51.

2. Равич-Щербо М.И., Новиков В.В. Физическая и коллоидная химия. М.: Высшая школа, 1975, ч. 1, гл. II.

3. Ленский А.С. Введение в бионеорганическую и биофизическую химию. М.: Высшая школа, 1989, с.93-102, 112-125.