

ЗАНЯТИЕ N8

ТЕМА: КОЛЛИГАТИВНЫЕ СВОЙСТВА РАСТВОРОВ.

Медико-биологическое значение: На этом занятии изучаются коллигативные свойства растворов: понижение давления насыщенного пара растворителя над раствором, повышение температуры кипения и понижение температуры замерзания раствора, осмос. Наиболее значимы для биологии

и медицины осмотические явления. Обусловлено это тем, что перемещение питательных веществ и продуктов обмена происходит прежде всего посредством диффузии и осмоса. В тоже время диффузия и осмос в живых организмах регулируются функциональным состоянием тканей организма и зависят от их строения. Изменение физико-химических свойств фаз по обе стороны биологических мембран приводит к изменению скорости осмоса, а отсюда - и интенсивности обменных процессов.

Благодаря осмосу регулируется поступление воды в клетки и межклеточные структуры. Возникающим при этом осмотическим давлением обеспечивается упругость клеток (тургор), эластичность тканей и форма органов, водно-солевой обмен и др. Все это необходимо для нормального течения разнообразных физических и химических процессов в организме: реакций гидролиза, окисления, гидратации, диссоциации и т.п. Этим объясняется постоянство осмотического давления (осмотический гомеостаз или изоосмия) крови и других биологических жидкостей. Основным органом осморегуляции у млекопитающих, в т.ч. и у человека, являются почки. Осмотическое давление крови у человека поддерживается на уровне 740 - 780 кПа. Лекарственные препараты, вводимые парентерально, должны быть изотоничны биосредам (кроме тех случаев, когда с терапевтическими целями вводят заведомо гипертонические растворы - например, 25% раствор сульфата магния при гипертонических кризисах). Введение гипотонических растворов может привести к разрушению оболочек эритроцитов и выходу гемоглобина в плазму (гемолиз). Обязательно изотонируют глазные капли. Все растворы, используемые в качестве кровезаменителей, являются также изотоничными крови.

С помощью лекарственных препаратов можно изменить локально осмотическое давление. Это используется для усиления мочевыделения при острых отравлениях, при острой почечной недостаточности, при различных отеках. С изменением осмотического давления связано и действие солевых слабительных препаратов (с чем Вы ознакомились при изучении химии биогенных элементов).

Знания перечисленных явлений и обусловленных ими свойств растворов имеют прямое применение в терапевтической и хирургической практике, научно-медицинских исследованиях. Эти знания необходимы и для изучения отдельных вопросов биохимии, физиологии, фармакологии и для усвоения последующих разделов данного курса.

Цель занятия: Формирование знаний коллигативных свойств растворов, их закономерностей и значения для живых организмов; приобретение навыков экспериментального измерения осмотической концентрации раствора.

К занятию необходимо:

1. ИЗУЧИТЬ следующие программные вопросы:

Коллигативные свойства разбавленных растворов. Осмос и осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа. Осмолярность и осмоляльность био-

логических жидкостей и перфузионных растворов. Осмотическое давление плазмы крови. Распределение воды в организме между клетками и внеклеточной жидкостью. Плазмолиз и гемолиз. Гипер-, гипо- и изотонические растворы. Коллоидно-осмотическое (онкотическое) давление плазмы крови. Распределение воды в организме между сосудистым руслом и межклеточным пространством.

Давление насыщенного пара над раствором. Закон Рауля и следствия из него: понижение температуры замерзания раствора, повышение температуры кипения раствора. Криоскопия. Эбуллиоскопия.

Коллигативные свойства разбавленных растворов электролитов. Изотонический коэффициент Вант-Гоффа, физический смысл.

2. ОЗНАКОМИТЬСЯ с решением типовых задач (Н.Л. Глинка "Задачи и упражнения по общей химии", гл. VI, стр. 114, примеры 1-4, стр. 125, примеры 6, 7 и "Практикум по общей химии", стр. 33).

3. РЕШИТЬ задачи Н.Л. Глинка «Задачи и упражнения...» №477, 484, 516, 522.

4. ПОДГОТОВИТЬСЯ к выполнению учебно-исследовательской работы (УИРС).

Литература:

/1/ гл. 4 (4.5 - 4.7); /2/, гл. 2, (2.6 - 2.7), гл. 3, 3.1; /3/ гл. 3,3.1; /4/ гл.5 (5.8, 5.9), гл.8 (8.5.); /5/ часть I, гл. II, 9-14.

Учебно-исследовательская работа:

"Определение осмотической концентрации и изотонического коэффициента раствора».

Цель: Приобрести навыки физико-химических измерений и обработки результатов эксперимента на примере криометрического определения осмотической концентрации и изотонического коэффициента 5%-ного раствора натрия сульфата.

Оборудование. Прибор для криометрических измерений. Термометр для измерения температуры в области её отрицательных значений с ценой деления 0,1 К.

Реактивы. Дистиллированная вода, лёд колотый (снег), натрий хлорид технический, исследуемый раствор.

Выполнение эксперимента. Получите у лаборанта прибор для криометрических определений. Прибор состоит из широкой стеклянной пробирки, закрытой пробкой, в которую вставлены термометр и металлическая мешалка. Пробирку помещают в толстостенный стакан, в котором готовят охлаждающую смесь. Приготовьте охлаждающую смесь из 3 ч. снега или льда и 1 ч. NaCl. Измерьте термометром температуру охлаждающей смеси. Она должна быть около -5°C . Охлаждающая смесь должна заполнять стакан примерно на $\frac{3}{4}$ его объёма. В пробирку налейте такой

объём дистиллированной воды, чтобы полностью покрыть резервуар термометра, закройте пробирку пробкой с термометром и мешалкой и поместите пробирку в стакан с охлаждающей смесью. Непрерывно помешивая воду мешалкой (старайтесь не касаться мешалкой термометра), следите за изменением температуры. Следите, чтобы термометр не касался дна и стенок пробирки. Обычно температура опускается немного ниже точки замерзания воды, затем начинается кристаллизация, выделяется энергия и столбик ртути или спирта резко поднимается вверх и затем застывает на значении температуры кристаллизации воды (около 0°C). Отметьте температуру замерзания воды, запишите её в журнал с точностью, которую позволяет зафиксировать используемый вами термометр. Выньте пробирку из охлаждающей смеси и, подогревая её рукой, полностью растворите образовавшиеся кристаллы льда. Снова опустите пробирку в охлаждающую смесь и повторите определение температуры замерзания воды.

Получите у преподавателя склянку с анализируемым раствором и запишите в журнал данные о растворе. Сполосните пробирку анализируемым раствором и заполните её раствором так же, как и при измерении температуры замерзания воды. Закройте пробирку пробкой, вставьте в неё термометр и мешалку (предварительно и то и другое должно быть сполоснуто анализируемым раствором). Определите температуру начала замерзания раствора, как определяли температуру замерзания воды. Все измерения запишите в лабораторный журнал.

Зарисуйте схему прибора для криометрических определений.

Обработка результатов эксперимента. Рассчитайте моляльную концентрацию анализируемого раствора.

По экспериментально найденному понижению температуры замерзания раствора по сравнению с температурой замерзания воды рассчитайте реальную осмотическую концентрацию ионов в растворе.

Найдите изотонический коэффициент раствора, как частное от деления действующей концентрации ионов (ib) на концентрацию вещества (b). Сравните найденное значение с максимальным для раствора данного вещества. Объясните возможные причины отклонений.

Вопросы для самоконтроля подготовленности к занятию

и защиты работы:

1. Объясните, почему растворы кипят при более высокой, а замерзают при более низкой температуре, чем чистый растворитель.

2. Запишите математические выражения законов Рауля, Вант-Гоффа, проанализируйте их. Для каких растворов строго соблюдаются эти законы? Почему для растворов электролитов наблюдаются отклонения от законов Рауля и Вант-Гоффа?

3. В чем заключается сущность явлений: а) диффузии, б) осмоса? Что у них общего, чем различаются эти явления? Самопроизвольны ли процессы диффузии и осмоса? Почему?

4. Приведите примеры, показывающие биологическое значение диффузии и осмоса. Что такое плазмолиз, гемолиз, тургор? В каких случаях клинической практики (терапевтической, хирургической и др.) применяют гипо-, гипер-, изотонические растворы?

5. Почему погибают бактерии в концентрированных сахарных и соленых растворах?

6. Расположите 0,01M растворы глюкозы, мочевины, гемоглобина, этанола и хлорида натрия в порядке возрастания осмотического давления. В какой последовательности эти растворы будут а) закипать, б) замерзать? Дайте мотивированный ответ.

7. Каков физический смысл изотонического коэффициента? Как изотонический коэффициент связан со степенью диссоциации?

8. Перечислите экспериментальные методы определения молярной массы растворенного вещества, основанные на свойствах разбавленных растворов.

9. Осмотическое давление раствора, в 250 мл которого содержится 0,66 г мочевины, равно 111,1 кПа при 33°C. Вычислите молекулярную массу мочевины.

10. В каком объеме раствора должен быть растворен 1 моль сахара, чтобы раствор был изотоничен с 0,1 н. раствором LiCl, кажущаяся степень диссоциации которого в растворе равна 0,9?

11. Раствор, содержащий 33,2 г $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ в 300 г воды, кипит при 100,466°C. Вычислите кажущуюся степень диссоциации соли в растворе.