

## ТЕМА 1. Предмет и задачи медицинской химии.

### Цель занятия:

Формирование и развитие знаний о механизме и закономерностях процесса растворения, основных положениях теории растворов; приобретение навыков расчета количества компонентов растворов и приготовления раствора заданной концентрации.

### Задачи занятия:

- 1) В процессе занятия необходимо усвоить:
  - цели и задачи лабораторно-практических занятий по дисциплине «Медицинская химия» и требования кафедры, направленные на их выполнение;
  - основные правила работы и поведения в химической лаборатории;
  - способы выражения концентрации растворов.
- 2) Научиться приготавливать растворы заданной концентрации.
- 3) Сформировать у студентов конкретные химические знания и понятия о механизме и закономерностях процесса растворения, основных положениях теории растворов.
- 4) Развить практические умения обращаться с лабораторным оборудованием, измерительными приборами, проводить химический опыт, соблюдая правила техники безопасности.
- 5) Воспитать *ценностное отношение* к химическим объектам.

### Мотивационная характеристика необходимости изучения темы:

Образование растворов связано с растворением различных веществ в соответствующих растворителях. В живых организмах таковым является вода. Вода является основной составной частью всех клеток и тканей организмов. Она обеспечивает процессы всасывания, передвижения питательных веществ и продуктов обмена в организме. Кроме того, образование воды как конечного продукта окисления веществ сопровождается выделением большого количества энергии (29 кДж/моль). Общий объем жидких (водных) сред организма составляет 60% от массы. Из них объем внутрисосудистой жидкости - 5%, внутриклеточной - 40%, а межклеточной - 15%. Исключительная биологическая и биохимическая роль воды связана с особенностями ее структуры и свойств, о чем будет идти речь на данном занятии.

Знания закономерностей растворения газов необходимо для изучения таких жизненно-важных процессов как перенос кровью кислорода и продукта окисления питательных веществ -  $\text{CO}_2$ . Количественная основа растворимости газов - законы Генри и Дальтона, Сеченова имеют большое значение не только в химии, но и в медицине, поскольку нарушение растворимости газов в крови могут вызвать патологические изменения. Закон Генри, в частности, позволяет вскрыть патологию декомпрессионных заболеваний (кесонная болезнь) у

водолазов, летчиков, работа которых связана с быстрым переходом в среду с резко отличающимся атмосферным давлением. На основе этого же закона проводится лечение в барокамерах (гипербарическая оксигенация) - вдыхание кислорода при повышенном давлении (при лечении газовой гангрены, анемии, при отравлениях и др. заболеваниях). В соответствии с законом Сеченова, не только электролиты, но и белки и липиды, содержание которых в крови может изменяться, оказывают влияние на растворимость в ней  $O_2$  и  $CO_2$ .

В физиологических, биохимических, санитарно-гигиенических, фармакологических и других лабораториях применяются растворы точной концентрации (для изучения обмена веществ, метаболизма лекарств, определения химического состава биологических жидкостей, при анализе воды, воздуха и т.д.). Образцы веществ, различные пробы для проведения анализа, в том числе и клинического, обычно переводят в раствор. Поэтому очень важна лабораторная часть занятия, целью которой является научиться готовить растворы заданной концентрации. Умение квалифицированно приготовить раствор необходимо при изучении последующих разделов данного курса, а также биохимии, гигиены и в будущей профессиональной деятельности врачей некоторых специальностей.

#### **Вопросы для самоподготовки:**

Решить задачи (Н.Л.Глинка "Задачи и упражнения по общей химии", стр.108 - 110, №401, 405, 429, 434).

Ознакомиться с решением типовых задач (Н.Л.Глинка "Задачи и упражнения по общей химии", гл.VI, стр.104, прим.1 - 8).

#### **Вопросы для аудиторного контроля знаний:**

Предмет и задачи медицинской химии. Роль химии в развитии медицинской науки и практического здравоохранения. Значение медицинской химии для стоматологии. Учение В.И. Вернадского о биосфере. Макро- и микроэлементы в окружающей среде и организме человека. Связь эндемических заболеваний с особенностями биогеохимических провинций.

Вода как универсальный растворитель в биосистемах. Физико-химические свойства воды, обуславливающие ее роль в процессах жизнедеятельности. Термодинамика растворения. Энтальпийный и энтропийный факторы и их связь с механизмом растворения. Идеальные растворы.

Способы выражения состава раствора: молярная концентрация, моляльность, массовая доля, мольная доля.

#### **Тесты для проверки уровня знаний:**

1. Чему равна молярная масса эквивалента  $NH_3$  (через молярную массу вещества):  
а)  $M/1$ , б)  $M/2$ , в)  $M/3$ , г)  $M/4$ .
2. Для какого раствора молярная концентрация эквивалента и молярная концентрация вещества одинаковы:

- а) р-р  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , б) р-р  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , в) р-р  $\text{NaCl}$ , г) р-р  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .
3. Рассчитать массовую долю (%) хлорида натрия в 2 н растворе ( $\rho = 1,08 \text{ г/мл}$ ):  
а) 9,8; б) 10,8; в) 11,8; г) 12,8.
4. В 250 мл раствора содержится 11,4 г сульфата алюминия. Определить молярную концентрацию эквивалента данного раствора.  
а) 0,8 н; б) 0,2 н; в) 0,4 н; г) 0,6
5. Рассчитать молярную концентрацию 20% раствора хлорида натрия:  
а) 4,27; б) 3,42; в) 5,27; г) 0,00427

*Учебно-исследовательская работа:*  
**«Приготовление растворов заданной концентрации»**

**Цель работы:** Приобрести навыки взвешивания на весах и приготовления растворов заданной концентрации.

**Содержание работы:**

Задание 1. *Приготовление раствора заданной массовой доли растворенного вещества ( $\omega$ , %) (из твердого вещества и растворителя - воды).*

Получив от преподавателя индивидуальное задание.

- 1) Рассчитайте какое количество твердого вещества и воды необходимо взять для его приготовления.
- 2) Отвесьте на весах рассчитанную навеску твердого вещества.
- 3) Перенесите навеску в химический стакан.
- 4) Прилейте необходимое количество воды, отмерив ее цилиндром.
- 5) Перемешайте содержимое до полного растворения круговыми движениями.
- 6) Приготовленный раствор перелейте в мерный цилиндр ёмкостью 50мл и определите плотность раствора ( $\rho$ ) ареометром (**под контролем преподавателя**).
- 7) По величине найденной плотности, пользуясь соответствующей таблицей (см. ниже), установите истинную массовую долю растворенного вещества ( $\omega$ , %) в растворе.

Примечание: Если измеренное значение плотности окажется между двумя значениями в таблице, то массовую долю ( $\omega$ , %) находят методом интерполяции.

Например, плотность Вашего раствора равна  $1247 \text{ кг/м}^3$ . В таблице же указаны плотности 1241 и  $1263 \text{ кг/м}^3$ , которым соответствуют  $\omega$  (%) 22% и 24%. Следовательно, изменению  $\omega$  на 2% соответствует изменение плотности на  $1263-1241=22$ . Ваш раствор отличается по плотности от 1241 на величину 6.

Составим пропорцию:  
 $22 - 2\%$

6 - x %

$$x = \frac{6 \cdot 2}{22} = 0,54\%.$$

Массовая доля (%) Вашего раствора будет равна:  $22\% + 0,54\% = 22,54\%$ .

Таблица

**Плотности (кг/м<sup>3</sup>) водных растворов солей (20° С)**

| Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> |      | NaCl   |      | KCl    |      |
|---------------------------------|------|--------|------|--------|------|
| ω, (%)                          | ρ    | ω, (%) | ρ    | ω, (%) | ρ    |
| 1,62                            | 1015 | 2,0    | 1012 | 2,0    | 1011 |
| 2,10                            | 1020 | 4,0    | 1029 | 4,0    | 1024 |
| 3,05                            | 1030 | 6,0    | 1041 | 6,0    | 1037 |
| 4,03                            | 1040 | 8,0    | 1056 | 8,0    | 1050 |
| 6,0                             | 1060 |        |      |        |      |

| K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> |      | CuSO <sub>4</sub> |      |
|-----------------------------------------------|------|-------------------|------|
| ω, (%)                                        | ρ    | ω, (%)            | ρ    |
| 2,0                                           | 1012 | 2,0               | 1019 |
| 3,0                                           | 1019 | 3,0               | 1030 |
| 4,0                                           | 1026 | 4,0               | 1040 |
| 5,0                                           | 1033 | 5,0               | 1051 |
| 6,0                                           | 1040 | 6,0               | 1062 |
| 7,0                                           | 1048 |                   |      |
| 8,0                                           | 1055 |                   |      |

**Отчёт** по выполненной лабораторной работе оформите по форме:

- Задание 1. Приготовить \_\_\_\_г раствора \_\_\_\_с массовой долей растворенного вещества \_\_\_\_%.
- m(p в-ва) = \_\_\_\_\_
- m(вода) = \_\_\_\_\_
- ρ приготовленного раствора = \_\_\_\_\_
- ω (%) растворенного вещества в приготовленном растворе = \_\_\_\_\_
- абсолютная ошибка \_\_\_\_\_
- относительная ошибка \_\_\_\_\_

**Задание 2.** *Приготовление раствора заданной массовой доли растворенного вещества путем разбавления исходного раствора.*

- 1) Рассчитайте необходимое количество раствора и воды.
- 2) Отмерьте необходимые объемы цилиндром (или пипеткой) в химический стакан.

- 3) Определите плотность раствора ареометром и по таблице установите **истинную** массовую долю растворенного вещества в растворе (см. задание 1, пункт 6 и далее).
- 4) Рассчитайте абсолютную и относительную ошибки.

**Абсолютная ошибка** - разница в абсолютных цифрах между ожидаемым значением определяемой величины и полученным результатом.

**Относительная ошибка** - отношение абсолютной ошибки к ожидаемому или среднему значению, выраженное в процентах.

### Задания для самостоятельной работы:

1. Продемонстрируйте тремя-четырьмя примерами биологическую значимость воды. Какие особенности строения и свойства молекулы воды делают ее универсальным растворителем?
2. Определите энтальпию гидратации соды по реакции:  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 10\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , если энтальпия растворения безводной соды = -25,1 кДж/моль, кристаллогидрата  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} = 67$  кДж/моль.
3. Чем объяснить, что эндотермический процесс растворения медного купороса ( $\Delta H^\circ_{298} = 11,7$  кДж/моль) является в стандартных условиях самопроизвольным?
4. Почему растворимость большинства твердых веществ при повышении температуры увеличивается, а газов, наоборот, понижается?
5. Как изменяется энтропия системы при образовании водных растворов:  
а) глюкозы, б) хлорида натрия, в) кислорода, г) азота.
6. Каково изменение изобарно-изотермического потенциала системы при растворении в воде сахара?
7. Что такое растворимость? Как она выражается количественно? Какие факторы определяют величину растворимости твердых, жидких и газообразных веществ?
8. В чем лучше растворим азот и кислород: а) в воде, б) в крови? Почему?
9. Что показывает концентрация раствора? Перечислите способы выражения количественного состава раствора и покажите связи между ними в общей форме.
10. Напишите математическое выражение законов Генри и Сеченова. Проанализируйте их.
11. Для определения мочевины в сыворотке крови используют 5% раствор хлорида железа (III). Считая плотность раствора равной 1 г/мл вычислите молярную, моляльную и молярную концентрацию эквивалента хлорида железа (III) в растворе.
12. Для определения хлоридов в крови (диагностика диабета, почечной недостаточности и т.д.) используют раствор нитрата серебра, который

готовят растворением 2 г соли в мерной колбе на 100 мл. Какова молярная концентрация эквивалента нитрата серебра?

### **Список литературы:**

#### **Основная:**

1. Общая химия: учебное пособие / С.В.Ткачёв, В.В.Хрусталёв. – Минск: Вышэйшая школа, 2020. – гл.6 (6.1, 6.2), гл.13 (13.3).
2. Ершов, Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: учеб. для студентов мед., биол., агрон., ветеринар., экол. вузов / Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд; под ред. Ю. А. Ершова. – 10-е изд., перераб. и доп. - Москва: Юрайт, 2014. – гл.2
3. Общая и бионеорганическая химия : пособие для студентов учреждений высш. образования, обучающихся по специальностям: 1-79 01 01 «Лечебное дело», 1-79 01 02 «Педиатрия», 1-79 01 07 «Стоматология», 1-79 01 08 «Фармация» / В. П. Хейдоров [и др.] ; М-во здравоохранения Республики Беларусь, УО «Витебский гос. ордена Дружбы народов мед. ун-т» ; под ред. В. П. Хейдорова. - Витебск : [ВГМУ], 2023. - 524, [1] с. : ил. - Библиогр.: С. 522-523.

#### **Дополнительная:**

1. Болтromeюк, В.В. Общая химия: пособие для студентов обучающихся по специальностям 1-79 01 01 «Лечебное дело», 1-79 01 02 «Педиатрия», 1-79 01 04 «Медико-диагностическое дело», 1-79 01 05 «Медико-психологическое дело», 1-79 01 06 «Сестринское дело» / В.В. Болтromeюк. – Гродно: ГрГМУ, 2020. – 576 с.