

Семинар №2
Способы выражения состава растворов
План семинара

I. Теоретическая часть. Повторение и обобщение теоретического материала

1. Способы выражения состава растворов.
2. Способы приготовления растворов.

II. Практическая часть. Примеры заданий для разбора на семинаре

1. Способы выражения состава растворов. Решение задач №1-6.

1. В каких единицах измеряется молярная, молярная концентрация эквивалента (нормальная), моляльная, массовая концентрации раствора, массовая доля растворенного вещества? Дайте определения различным концентрациям.
2. Какова молярная концентрация 0,3н раствора фосфорной кислоты? Какова молярная концентрация эквивалента (нормальная концентрация) 0,1М раствора серной кислоты?
3. Вычислите молярную и нормальную концентрации растворенного вещества: если в растворе объемом 2 л содержится азотная кислота массой 12,6 г; (0,1 М; 0,1 н.)
4. Определите массу растворенного вещества, содержащегося в растворе объемом 500 мл с концентрацией 0,1н КОН; (2,8 г.)
5. Рассчитать молярную концентрацию серной кислоты в растворе, если на титрование 100 мл этого раствора затрачено 163 мл раствора гидроксида калия с $C_H(\text{KOH}) = 0,045$ моль-экв/л.
6. Рассчитать, какой объем раствора серной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 0,2 моль-экв/л потребуется для нейтрализации раствора, содержащего 0,4 г гидроксида натрия.

2. Способы приготовления растворов. Решение задач. Задачи №7-10.

7. Вычислите массу Na_2SO_3 в 5 л раствора ($\rho = 1,075$ г/мл), если массовая доля сульфита натрия составляет 8%. (430 г.)
8. Какую массу раствора с массовой долей серной кислоты 30% надо прибавить к 300 г воды для получения раствора с массовой долей кислоты 10%. (150 г.)
9. Из 700 г раствора с массовой долей серной кислоты 60% выпариванием удалили 200 г воды. Чему равна массовая доля серной кислоты в оставшемся растворе? (84%.)
10. Из 10 кг раствора с массовой долей хлорида натрия 20% при охлаждении выделилось 400 г соли. Чему равна массовая доля хлорида натрия в охлажденном растворе? (16,7%.)

III. Самостоятельная работа студента (СРС)

Выполняется студентом самостоятельно дома.

Решить задачи по теме «Растворы» №1-12.

Самостоятельная работа № 4

Способы выражения состава растворов. 391, 392, 395, 404, 409, 415, 420, 421.[3]

Разделы курса, необходимые для подготовки к семинару

Растворимость. Насыщенные, ненасыщенные и пересыщенные растворы. Коэффициент растворимости.

Связь между массой раствора и его объемом. Способы количественного выражения состава растворов. Концентрированные и разбавленные растворы. Массовая, объемная и молярная доли растворенного вещества в растворе.

Молярная, моляльная концентрация эквивалента (нормальная), массовая, моляльная концентрации. Титр.

Закон эквивалентов для растворов. Титрование, как методика определения концентрации растворенного вещества в растворе.

Теоретический материал к семинару

Растворы

Растворы – сложная физико-химическая система, представляющая собой смесь компонентов. Это однородные (гомогенные) системы переменного состава. Растворы состоят, по меньшей мере, из двух компонентов – **растворителя** и **растворенного вещества**. За растворитель принимают то вещество, которое сохраняет свое агрегатное состояние в процессе образования растворов или то, которое находится в избытке.

Количество (массу) растворенного вещества в единице массы или объема раствора называют **концентрацией раствора**.

Растворимость – это способность одного вещества растворяться в другом при заданных условиях.

Количественно растворимость выражается **коэффициентом растворимости s** .

Коэффициент растворимости s показывает, какая максимальная масса вещества может растворяться в 100 г воды. Размерность [г/100г воды]. Например, $s = 45\text{г}/100\text{г H}_2\text{O}$. Это означает, что в 100 г H_2O содержится (максимально растворяется) 45 г вещества. Таким образом, коэффициент растворимости равен концентрации **насыщенного** раствора при данных температурных условиях. В том случае, когда концентрация растворенного вещества меньше коэффициента растворимости, мы имеем дело с **ненасыщенными** растворами. Иногда можно получить **пересыщенные** растворы, однако они неустойчивы и легко выделяют избыток вещества, превращаясь в насыщенные растворы.

Растворимость веществ зависит от температуры и давления: для жидких и твердых веществ она увеличивается при повышении температуры, для газов – при понижении температуры и повышении давления.

Способы выражения концентрации растворов:

Массовая доля – это масса вещества в 100 г раствора.

$$\omega = m_{\text{в-ва}} / m_{\text{р-ра}} \quad \text{Размерность – доли единицы или проценты.}$$

Пример: $\omega(\text{NaCl}) = 10\%$

Десятипроцентный раствор хлорида натрия означает, что в 100 г раствора хлорида натрия содержится 10 г хлорида натрия и 90 г воды.

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 100 - 10 = 90 \text{ г}$$

$$V_{(\text{H}_2\text{O})} = m/\rho = 90/1 = 90 \text{ мл}$$

Масса раствора состоит из массы вещества и массы растворителя:

$$m_{\text{р}} = m_{\text{в}} + m(\text{H}_2\text{O})$$

Молярная доля – это отношение количества растворенного вещества к общему количеству вещества всех компонентов раствора:

$$N = n_{\text{в-ва}} / (n_{\text{в-ва}} + n_{\text{растворителя}}) \quad \text{Размерность – доли единицы или проценты.}$$

Объёмная доля – отношение объёма растворённого вещества к объёму раствора.

$$v = V_{\text{в-ва}} / V_{\text{р-ра}} \quad \text{Размерность – доли единицы или проценты.}$$

Молярная концентрация – это количество вещества в 1 л раствора:

$$C_{\text{м}} = n_{\text{в-ва}} / V_{\text{р-ра}} \quad \text{Размерность: моль/л.}$$

Пример: $C(\text{NaCl}) = 1\text{М}$

Одномолярный (децимолярный) раствор хлорида натрия означает, что в 1 литре раствора хлорида натрия содержится 1 моль вещества хлорида натрия.

Молярная концентрация эквивалента (нормальная концентрация)
– это число эквивалентов вещества в 1 л раствора:

$$C_{\text{н}} = n_{\text{ЭКВ}} / V_{\text{р-ра}} \quad \text{Размерность: моль-экв/л.}$$

Пример: $C_{\text{н}}(\text{NaCl}) = 1 \text{ моль-экв/л}$ или 1н.

Однонормальный раствор хлорида натрия означает, что в 1 литре раствора хлорида натрия содержится 1 моль эквивалентов вещества хлорида натрия.

Молярная концентрация – это количество вещества в 1 кг растворителя:

$$C_{\mu} = n_{\text{в-ва}} / m_{\text{растворителя}} \quad \text{Размерность – моль/1 кг р-ля.}$$

Пример: $C_{\mu}(\text{NaCl}) = 1 \text{ моль/1 кг H}_2\text{O}$

Одномолярный раствор хлорида натрия означает, что в 1 кг H_2O содержится 1 моль вещества хлорида натрия.

Массовая концентрация – масса растворённого вещества, содержащаяся в одном литре раствора.

$$C_{\text{масс}} = m_{\text{в-ва}} / V_{\text{р-ра}} \quad \text{Размерность – г/л.}$$

$C(\text{NaCl}) = 5 \text{ г/л}$ означает, что в 1 литре раствора содержится 5 граммов вещества хлорида натрия.

Титр – масса растворённого вещества (в граммах), содержащаяся в одном миллилитре раствора.

$$T = m_{\text{в-ва}} / V_{\text{р-ра}} \quad \text{Размерность – г/мл.}$$

Определение концентрации растворов методом титрования

Титрование лежит в основе титриметрического, или объемного анализа – метода количественного химического анализа, основанного на измерении объема одного реагента, затраченного на реакцию с определяемым реагентом. По типу протекающих при титровании реакций различают кислотно-основное титрование, окислительно-восстановительное и другие титриметрические методы.

Из закона эквивалентов известно, что вещества реагируют и образуются в строго эквивалентных соотношениях, т.е. $n_{\text{э}1} = n_{\text{э}2} = \dots$ и т.д. Так как, $C_{\text{н}} = n_{\text{ЭКВ}} / V_{\text{р-ра}}$, то $n_{\text{э}} = C_{\text{н}} \cdot V$. Тогда закон эквивалентов для этих растворов можно записать: $V_1 \cdot C_{\text{н}1} = V_2 \cdot C_{\text{н}2}$.

Титрование представляет собой постепенное приливание раствора известной концентрации (стандартного раствора, или титранта) к анализируемому раствору неизвестной концентрации, но точно заданного объема (аликвотная доля, или аликвота).

Момент титрования, в который количества эквивалентов реагирующих веществ оказываются равными (вещества прореагируют друг с другом полностью), называют точкой эквивалентности ТЭ (стехиометрическая точка, теоретическая конечная точка).

Приливание стандартного раствора производится при помощи калиброванной бюретки и заканчивается в момент, когда резко изменяется окраска анализируемого раствора в присутствии индикатора. Этот момент называют конечной точкой титрования КТТ. КТТ более или менее соответствует ТЭ, но чаще всего не совпадает с ней, чем может обуславливать ошибки метода.

Задачи по теме «Растворы»

1. В 280 г воды растворили 40 г глюкозы. Определите массовую долю глюкозы в полученном растворе. (12,5%.)
2. К 300 мл 20% раствора хлорида калия ($\rho = 1,11$ г/мл) прилили 200 мл воды. Определите процентную концентрацию полученного раствора.
3. Какую массу раствора с массовой долей гидроксида калия 20% надо прибавить к 1 кг раствора с массовой долей КОН 50%, чтобы получить раствор с массовой долей КОН 25%? (5 кг.)
4. Смешали 300 г раствора с массовой долей вещества 25% и 400 г раствора с массовой долей 40%. Определите массовую долю вещества в растворе. (33,6%.)
5. Какой объем воды надо прибавить к 100 мл раствора серной кислоты ($\rho = 1,14$ г/мл) с массовой долей 20%, чтобы получить раствор с массовой долей кислоты 5%? (342 мл.)
6. Какая масса воды и раствора с массовой долей хлорида магния 0,2 потребуется для приготовления 300 г раствора с массовой долей хлорида магния 0,04? (60 г раствора и 240 г воды.)

Задачи

на определение молярной и нормальной концентрации (молярной концентрацией эквивалента) растворенного вещества

7. Вычислите молярную и нормальную концентрации растворенного вещества:
 - а) если в растворе объемом 740 мл содержится нитрат меди (II) массой 22,27 г; (0,16 М; 0,32 н.)
 - б) если в растворе объемом 0,65 л содержится сульфат цинка массой 25,35 г; (0,24 М; 0,48 н.)
8. Определите массу растворенного вещества, содержащегося в следующих растворах:
 - а) раствор объемом 3 л с концентрацией 0,05 М $Zn(NO_3)_2$; (28,35 г.)
 - б) раствор объемом 2 л с концентрацией 0,5 М $AlCl_3$; (133,5 г.)
9. Смешали 1 л раствора с массовой долей гидроксида калия 10% ($\rho = 1,092$ г/мл) и 0,5 л раствора с массовой долей гидроксида калия 5% ($\rho = 1,045$ г/мл). Объем смеси довели водой до 2 л. Определите молярную и нормальную концентрации растворенного вещества в полученном растворе. (1,2 М; 1,2 н.)

10. К раствору объемом 3 л с массовой долей азотной кислоты 10% ($\rho = 1,054$ г/мл) прибавили раствор объемом 5 л с массовой долей той же кислоты 2% ($\rho = 1,009$ г/мл). Вычислите массовую долю HNO_3 в полученном растворе, его молярную и нормальную концентрации. (5%; 0,82 М; 0,82 н.)

11. Вычислите, какой объем раствора с массовой долей азотной кислоты 60% ($\rho = 1,373$ г/мл) потребуется для приготовления растворов объемом 1 л с концентрацией:

а) 0,2 М HNO_3 ; б) 0,2 н. HNO_3 . (15,3 мл.)

12. Определите молярную и нормальную концентрации раствора, полученного при смешивании 200 мл 8М и 300 мл 2М растворов серной кислоты. (4,4 М; 8,8 н.)