**Теория электролитической диссоциации**

**Концентрация растворов.**

Способы выражения концентрации растворов.

Существуют различные способы выражения состава раствора. Наиболее часто используют массовую долю растворённого вещества, молярную и нормальную концентрацию.

Массовая доля растворённого вещества w(B) - это безразмерная величина, равная отношению массы растворённого вещества к общей массе раствора m :

w(B)= m(B) / m

Массовую долю растворённого вещества w(B) обычно выражают в долях единицы или в процентах. Например, массовая доля растворённого вещества - CaCl2 в воде равна 0,06 или 6%. Это означает,что в растворе хлорида кальция массой 100 г содержится хлорид кальция массой 6 г и вода массой 94 г.

Пример.

Сколько грамм сульфата натрия и воды нужно для приготовления 300 г 5% раствора?

Решение.

m(Na2SO4) = w(Na2SO4) / 100 = (5 • 300) / 100 = 15 г

где w(Na2SO4) - массовая доля в %,

m - масса раствора в г

m(H2O) = 300 г - 15 г = 285 г.

Таким образом, для приготовления 300 г 5% раствора сульфата натрия надо взять 15 г Na2SO4 и 285 г воды.

Молярная концентрация C(B) показывает, сколько моль растворённого вещества содержится в 1 литре раствора.

C(B) = n(B) / V = m(B) / (M(B) • V),

где М(B) - молярная масса растворенного вещества г/моль.

Молярная концентрация измеряется в моль/л и обозначается "M". Например, 2 M NaOH - двухмолярный раствор гидроксида натрия. Один литр такого раствора содержит 2 моль вещества или 80 г (M(NaOH) = 40 г/моль).

Пример.

Какую массу хромата калия K2CrO4 нужно взять для приготовления 1,2 л 0,1 М раствора?

Решение.

M(K2CrO4) = C(K2CrO4) • V • M(K2CrO4) = 0,1 моль/л • 1,2 л • 194 г/моль  23,3 г.

Таким образом, для приготовления 1,2 л 0,1 М раствора нужно взять 23,3 гK2CrO4 и растворить в воде, а объём довести до 1,2 литра.

Концентрацию раствора можно выразить количеством молей растворённого вещества в 1000 г растворителя. Такое выражение концентрации называют молярностью раствора.

Нормальность раствора обозначает число грамм-эквивалентов данного вещества в одном литре раствора или число миллиграмм-эквивалентов в одном миллилитре раствора.

Грамм - эквивалентом вещества называется количество граммов вещества, численно равное его эквиваленту. Для сложных веществ - это количество вещества, соответствующее прямо или косвенно при химических превращениях 1 грамму водорода или 8 граммам кислорода.

Эоснования = Моснования / число замещаемых в реакции гидроксильных групп

Экислоты = Мкислоты / число замещаемых в реакции атомов водорода

Эсоли = Мсоли / произведение числа катионов на его заряд

Пример.

Вычислите значение грамм-эквивалента (г-экв.) серной кислоты, гидроксида кальция и сульфата алюминия.

Э H2SO4 = М H2SO4 / 2 = 98 / 2 = 49 г

Э Ca(OH)2 = М Ca(OH)2 / 2 = 74 / 2 = 37 г

Э Al2(SO4)3 = М Al2(SO4)3 / (2 • 3) = 342 / 2= 57 г

Величины нормальности обозначают буквой "Н". Например, децинормальный раствор серной кислоты обозначают "0,1 Н раствор H2SO4". Так как нормальность может быть определена только для данной реакции, то в разных реакциях величина нормальности одного и того же раствора может оказаться неодинаковой. Так, одномолярный раствор H2SO4 будет однонормальным, когда он предназначается для реакции со щёлочью с образованием гидросульфата NaHSO4, и двухнормальным в реакции с образованием Na2SO4.

Пример.

Рассчитайте молярность и нормальность 70%-ного раствора H2SO4 ( = 1,615 г/мл).

Решение.

Для вычисления молярности и нормальности надо знать число граммов H2SO4 в 1 л раствора. 70% -ный раствор H2SO4 содержит 70 г H2SO4 в 100 г раствора. Это весовое количество раствора занимает объём

V = 100 / 1,615 = 61,92 мл

Следовательно, в 1 л раствора содержится 70 • 1000 / 61,92 = 1130,49 г H2SO4

Отсюда молярность данного раствора равна: 1130,49 / М (H2SO4) =1130,49 / 98 =11,53 M

Нормальность этого раствора (считая, что кислота используется в реакции в качестве двухосновной) равна 1130,49 / 49 =23,06 H

Пересчет концентраций растворов из одних единиц в другие.

При пересчете процентной концентрации в молярную и наоборот, необходимо помнить, что процентная концентрация рассчитывается на определенную массу раствора, а молярная и нормальная - на объем, поэтому для пересчета необходимо знать плотность раствора. Если мы обозначим: с - процентная концентрация; M - молярная концентрация; N - нормальная концентрация; э - эквивалентная масса,  - плотность раствора; m - мольная масса, то формулы для пересчета из процентной концентрации будут следующими:

M = (c • p • 10) / m

N = (c • p • 10) / э

Этими же формулами можно воспользоваться, если нужно пересчитать нормальную или молярную концентрацию на процентную.

Пример.

Какова молярная и нормальная концентрация 12%-ного раствора серной кислоты, плотность которого р = 1,08 г/см3?

Решение.

Мольная масса серной кислоты равна 98. Следовательно,

m(H2SO4) = 98 и э(H2SO4) = 98 : 2 = 49.

Подставляя необходимые значения в формулы, получим:

а) Молярная концентрация 12% раствора серной кислоты равна

M = (12 • 1,08 • 10) / 98 = 1,32 M

б) Нормальная концентрация 12% раствора серной кислоты равна

N = (12 • 1,08 • 10) / 49 = 2,64 H.

Иногда в лабораторной практике приходится пересчитывать молярную концентрацию в нормальную и наоборот. Если эквивалентная масса вещества равна мольной массе (Например, для HCl, KCl, KOH), то нормальная концентрация равна молярной концентрации. Так, 1 н. раствор соляной кислоты будет одновременно 1 M раствором. Однако для большинства соединений эквивалентная масса не равна мольной и, следовательно, нормальная концентрация растворов этих веществ не равна молярной концентрации.

Для пересчета из одной концентрации в другую можно использовать формулы:

M = (N • Э) / m

N = (M • m) / Э

Пример.

Нормальная концентрация 1 М раствора серной кислоты

N = (1 • 98) / 49 = 2 H.

Пример.

Молярная концентрация 0,5 н. Na2CO3

M = (0,5 • 53) / 106 = 0,25 M.

Упаривание, разбавление, концентрирование, смешивание растворов.

Имеется mг исходного раствора с массовой долей растворенного вещества w1 и плотностью 1.

Упаривание раствора.

В результате упаривания исходного раствора его масса уменьшилась на m г. Определить массовую долю раствора после упаривания w2

Решение.

Исходя из определения массовой доли, получим выражения для w1 и w2 (w2 > w1):

w1 = m1 / m

(где m1 - масса растворенного вещества в исходном растворе)

m1 = w1 • m

w2 = m1 / (m - m) = (w1 • m) / (m - m)

Пример.

Упарили 60 г 5%-ного раствора сульфата меди до 50 г. Определите массовую долю соли в полученном растворе.

m = 60 г; m = 60 - 50 = 10 г; w1 = 5% (или 0,05)

w2 = (0,05 • 60) / (60 - 10) = 3 / 50 = 0,06 (или 6%-ный)

Концентрирование раствора.

Какую массу вещества (X г) надо дополнительно растворить в исходном растворе, чтобы приготовить раствор с массовой долей растворенного вещества w2?

Решение.

Исходя из определения массовой доли, составим выражение для w1 и w2:

w1 = m1 / m2,

(где m1 - масса вещества в исходном растворе).

m1 = w1 • m

w2 = (m1+x) / (m + x) = (w1 • m + x) / (m+x)

Решая полученное уравнение относительно х получаем:

w2 • m + w2 • x = w1 • m + x

w2 • m - w1 • m = x - w1 • x

(w2 - w1) • m = (1 - w2) • x

x = ((w2 - w1) • m) / (1 - w2)

Пример.

Сколько граммов хлористого калия надо растворить в 90 г 8%-ного раствора этой соли, чтобы полученный раствор стал 10%-ным?

m = 90 г

w1 = 8% (или 0,08), w2 = 10% (или 0,1)

x = ((0,1 - 0,08) • 90) / (1 - 0,1) = (0,02 • 90) / 0,9 = 2 г

**Смешивание растворов с разными концентрациями.**

Смешали m1 граммов раствора №1 c массовой долей вещества w1 и m2 граммов раствора №2 c массовой долей вещества w2. Образовался раствор (№3) с массовой долей растворенного вещества w3. Как относятся друг к другу массы исходных растворов?

Решение.

Пусть w1 > w2, тогда w1 > w3 > w2. Масса растворенного вещества в растворе №1 составляет w1 • m1, в растворе №2 - w2 • m2. Масса образовавшегося раствора (№3) - (m1 - m2). Сумма масс растворенного вещества в растворах №1 и №2 равна массе этого вещества в образовавшемся растворе (№3):

w1 • m1 + w2 • m2 = w3 • (m1 + m2)

w1 • m1 + w2 • m2 = w3 • m1 + w3 • m2

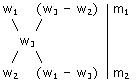
w1 • m1 - w3 • m1 = w3 • m2 - w2 • m2

(w1- w3) • m1 = (w3- w2) • m2

m1 / m2 = (w3 - w2 ) / (w1- w3)

Таким образом, массы смешиваемых растворов m1 и m2 обратно пропорциональны разностям массовых долей w1 и w2 смешиваемых растворов и массовой доли смеси w3. (Правило смешивания).

Для облегчения использования правила смешивания применяют правило креста :

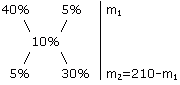


m1 / m2 = (w3 - w2) / (w1 - w3)

Для этого по диагонали из большего значения концентрации вычитают меньшую, получают (w1 - w3), w1 > w3 и (w3 - w2), w3 > w2. Затем составляют отношение масс исходных растворов m1 / m2 и вычисляют.

Пример.

Определите массы исходных растворов с массовыми долями гидроксида натрия 5% и 40%, если при их смешивании образовался раствор массой 210 г с массовой долей гидроксида натрия 10%.



5 / 30 = m1 / (210 - m1)

1/6 = m1 / (210 - m1)

210 - m1 = 6m1

7m1 = 210

m1 =30 г; m2 = 210 - m1 = 210 - 30 = 180 г

Разбавление раствора.

Исходя из определения массовой доли, получим выражения для значений массовых долей растворенного вещества в исходном растворе №1 (w1) и полученном растворе №2 (w2):

w1 = m1 / (1 • V1) откуда V1= m1 /( w1 • 1)

w2 = m2 / (2 • V2)

m2 = w2 • 2 • V2

Раствор №2 получают, разбавляя раствор №1, поэтому m1 = m2. В формулу для V1 следует подставить выражение для m2. Тогда

V1= (w2 • 2 • V2) / (w1 • 1)

m2 = w2 • 2 • V2

или

w1 • 1 • V1 = w2 • 2 • V2  
m1(раствор) m2(раствор)

m1(раствор) / m2(раствор) = w2 / w1

При одном и том же количестве растворенного вещества массы растворов и их массовые доли обратно пропорциональны друг другу.

Пример.

Определите массу 3%-ного раствора пероксида водорода, который можно получить разбавлением водой 50 г его 3%-ного раствора.

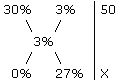
m1(раствор) / m2(раствор) = w2 / w1

50 / x = 3 / 30

3x = 50 • 30 = 1500

x = 500 г

Последнюю задачу можно также решить, используя "правило креста":



3 / 27 = 50 / x

x = 450 г воды

450 г + 50 г = 500 г