

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка»

Суханкина Н.В., Козлова-Козыревская А.Л.

**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ.
КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ**

Практикум

УДК 543.2 (075.8)
ББК 24.4я73

Минск
2017

Печатается по решению редакционно-издательского совета БГПУ

Рецензенты:

Мельситова И. В., доцент кафедры аналитической химии БГУ,
кандидат химических наук, доцент;
кафедра химии УО «Витебский государственный университет
имени П.М. Машерова» (заведующий О. М. Балаева-Тихомирова)

Суханкина, Н.В.

Аналитическая химия. Количественный химический анализ: практикум / Н. В. Суханкина. А. Л. Козлова-Козыревская. – Минск : БГПУ, 2017. – 96 с.
ISBN 978-985-541-386-9.

В пособии излагается сущность гравиметрического и титриметрического методов анализа, описываются техника работы и основные аналитические операции, приводятся методики определения различных веществ методами осаждения и отгонки, кислотно-основного, комплексонометрического и окислительно-восстановительного титрования.

Адресуется студентам педагогических вузов, обучающихся по химико-биологическим специальностям, а также магистрантам и аспирантам при изучении ими современных методов химического анализа.

УДК 543.2 (075.8)
ББК 24.4я73

ISBN 978-985-541-386-9

© Суханкина Н. В.,
Козлова-Козыревская А. Л., 2017
© оформление. БГПУ, 2017

Способы выражения состава растворов. Приготовление стандартных растворов. Расчеты в титриметрическом анализе

В титриметрических определениях необходимо знать точную концентрацию титранта. По способу приготовления различают *первичные* и *вторичные* стандартные растворы.

Первичный стандартный раствор готовят растворением точного количества чистого химического вещества известного стехиометрического состава (первичного стандарта) в определенном объеме растворителя.

Для получения **вторичного стандарта** готовят сначала раствор с концентрацией, близкой к желаемой, а затем устанавливают точную его концентрацию (стандартизируют) по подходящему первичному стандарту.

Для приготовления многих стандартных растворов можно использовать **фиксаналы**. Фиксанал представляет собой ампулу, в которой запаяно точно известное количество вещества в сухом виде или в растворе (обычно 0.1 моль). Для приготовления раствора известной концентрации ампулу разбивают, содержимое ее количественно переносят в мерную колбу подходящего объема и разбавляют водой до метки.

Способы выражения состава растворов

Для выражения состава растворов в аналитической химии пользуются несколькими методами.

Концентрация растворов

Молярная концентрация (обозначается c) – число моль растворенного вещества в 1 литре раствора. Единица измерения – моль/дм^3 . Эту единицу можно обозначать также буквой **М**, но ее следует ставить перед формулой растворенного в воде вещества: если $c(\text{НС1}) = 2 \text{ моль/л}$, то можно записать **2М НС1** (двумолярный раствор НС1).

Массовая концентрация (обозначается в разных источниках c_m или γ) – масса вещества, растворенного в 1 л раствора. Единицы измерения – г/дм^3 .

Титр (Т) – количество граммов вещества в 1 мл раствора или *титр по определяемому веществу* – масса определяемого вещества, с которой реагирует 1мл стандартного раствора. Единица измерения – г/мл.

Молярная концентрация эквивалента (нормальная концентрация) – количество моль-эквивалентов растворенного вещества в 1 литре раствора. Поскольку эквивалент вещества зависит от типа реакции, то при использовании нормальной концентрации необходимо указывать фактор эквивалентности. Следует отметить, что применение эквивалентов и нормальной концентрации имеет ряд недостатков. Во-первых, для нахождения эквивалентов определяемого вещества необходимо составить уравнение реакции. Однако если это сделано, то более удобно расчеты вести непосредственно по этому уравнению, применяя молярную концентрацию. Во-вторых, для многих веществ эквивалент и фактор эквивалентности изменяется при изменении условий протекания реакции, например, при изменении величины рН раствора. Так, для KMnO_4 значение эквивалента различно в кислой, нейтральной и щелочной средах. Вследствие этого в последнее время для расчетов предпочитают пользоваться *молярной концентрацией*.

Еще один способ выражения состава раствора – *доли*.

Различают три вида долей: молярная, объемная и массовая доли.

Молярная доля – отношение количества растворенного вещества в молях к суммарному количеству всех веществ, составляющих раствор.

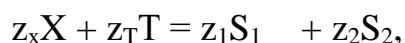
Объемная доля – отношение объема вещества до его растворения к сумме объемов всех веществ до образования раствора.

Наиболее часто применяют *массовую долю* (ω , %) – отношение массы растворенного вещества к массе раствора. Массовая доля выражает состав раствора, но не является концентрацией.

Плотность вещества или раствора измеряется его массой, отнесенной к единице объема. Она имеет размерность кг/дм^3 или г/см^3 .

При приготовлении растворов, а также при проведении ориентировочных и вспомогательных расчетов нужно перейти от массовой доли к молярной или массовой концентрации (или наоборот). В этом случае следует пользоваться таблицами, которые связывают плотность (г/мл), массовую долю (%), молярную (моль/л) или массовую (г/л) концентрацию. Допускают, что плотность *разбавленных растворов* ($\omega < 5\%$; $c < 1$ моль/л) практически равна плотности растворителя (в случае воды она равна 1).

Титриметрический анализ основан на измерении количества реагента, израсходованного на реакцию с определяемым веществом. Если определяемый компонент X взаимодействует с реагентом T в стехиометрических отношениях, то независимо от типа протекающей реакции, можно найти количество компонента X. В общем виде реакцию, протекающую в ходе титриметрического анализа, можно представить в следующем виде:



где X — анализируемое вещество, T — титрант, S₁ и S₂ — продукты реакции, z_x, z_T, z₁, z₂ — стехиометрические коэффициенты в уравнении реакции.

Данная реакция может представлять собой кислотно-основной процесс или процессы окисления-восстановления, комплексообразования, осаждения.

Количество титранта n_T находится по его молярной концентрации c_T и объему раствора V_T, израсходованного на титрование

$$n_T = c_T V_T.$$

Используя отношение между количествами реагирующих веществ n_X и n_T и коэффициентами стехиометрии z_x и z_T

$$\frac{n_T}{n_X} = \frac{z_T}{z_X}, \text{ рассчитываем } n_X = \frac{z_X n_T}{z_T}.$$

Масса вещества X (m_x) в анализируемом растворе рассчитывается по соотношению:

$$m_x = n_x \cdot M(X), \text{ где } M(X) \text{ — молярная масса вещества X.}$$

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ