

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НЕБОЛЬШИХ КОЛИЧЕСТВ АММИАКА В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ МЕТОДОМ КИСЛОТНО-ОСНОВНОГО ТИТРОВАНИЯ

Супонева Т.М.

Могилевский государственный университет продовольствия
г. Могилев, Беларусь

Аммиак используется при производстве азотной и синильной кислот, мочевины, соды, азотсодержащих солей, удобрений, а также при крашении тканей и серебрении зеркал, в холодильных установках.

Аммиак – бесцветный газ с резким запахом. Запах аммиака ощущается при концентрации 37 мг/м³. Предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны производственного помещения составляет 20 мг/м³. Следовательно, если чувствуется запах аммиака, то работать без средств защиты уже опасно. Предельно допустимая концентрация аммиака в атмосферном воздухе населённых пунктов равна: среднесуточная 0,04 мг/м³, максимальная разовая 0,2 мг/м³ [1]. В связи с этим ведутся исследования и разработка новых, более простых и удобных методов определения аммиака в воздухе.

Для определения содержания аммиака в газе нами был выбран метод кислотно-основного титрования [2]. В первую очередь необходимо было отработать методику титрования аммиака на модельных растворах с различными кислотно-основными индикаторами. Для проведения эксперимента было использовано три индикатора: метиловый оранжевый (интервал перехода рН=3,1–4,4), бромфеноловый синий (рН=3,0–4,6) и метиловый красный (рН=4,2–6,3).

При проведении титрования в качестве титрантов растворы аммиака обычно не используются для титрования сильных кислот, т.к. скачок рН в точке эквивалентности очень небольшой вследствие гидролиза солей аммония. Однако таким путем была получена возможность моделировать интересующий нас процесс.

Для титрования был приготовлен исходный раствор аммиака с концентрацией 1,548 моль/л. Он был стандартизирован титрованием 0,5 М раствором HCl, приготовленным из фиксаля, с индикатором метиловым красным.

Затем из исходных растворов разбавлением в мерных колбах были получены раствор аммиака с концентрацией 0,0116 моль/л и раствор соляной кислоты с концентрацией 0,01 моль/л и проведено кислотно-основное титрование с использованием всех трех индикаторов. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты кислотно – основного титрования с различными индикаторами

Индикатор	c (HCl), моль/л	c (NH ₄ OH), моль/л	V (NH ₄ OH), мл	C _{эксп} (NH ₄ OH), моль/л	Погреш- ность, %
Метил. красный	0,01	0,0116	17,46	0,01145	1,5
Метил. оранж.	0,01	0,0116	16,07	0,01245	7
Бромф. синий	0,01	0,0116	17,21	0,01162	-

При титровании с метиловым оранжевым, погрешность эксперимента составила 7 %. Это связано с нечетким переходом цвета индикатора: переход цвета «размыт» (от розово-красного до оранжевого). От использования этого индикатора при титровании более разбавленных растворов было решено отказаться.

При титровании с метиловым красным погрешность составила 1,5%, полученная концентрация близка к истинной. Использование индикатора бромфенолового синего позволило получить истинную концентрацию раствора аммиака. Поэтому он был использован при титровании раствором аммиака более разбавленных растворов соляной кислоты концентрациями 0,0025 М и 0,0005 М (таблица 2).

Таблица 2 - Результаты кислотно – основного титрования с бромфеноловым синим

Индикатор	c (HCl), моль/л	c (NH ₄ OH), моль/л	V (NH ₄ OH), мл	C _{эксп} (NH ₄ OH), моль/л	Погреш- ность, %
Бромф. синий	0,0025	0,0116	4,23	0,0118	2
Бромф. синий	0,0005	0,0116	0,745	0,0133	13

Определение десятитысячной концентрации дало большую погрешность в 13 %, а вот тысячная хорошо определялась.

Имеющийся раствор аммиака был разбавлен до концентрации 0,00116 моль/л, а раствор соляной кислоты до концентраций 0,001 М, 0,0001 М, 0,0005 М, 0,00025 М соответственно. Было проведено кислотно-основное титрование с использованием двух индикаторов: бромфенолового синего и метилового красного (таблица 3).

Таблица 3 - Результаты кислотно – основного титрования с бромфеноловым синим и метиловым красным

Индикатор	c (HCl), моль/л	c (NH ₄ OH), моль/л	V (NH ₄ OH), мл	C _{эксп} (NH ₄ OH), моль/л	Погреш- ность, %
Бромф. синий	0,001	0,00116	14,87	0,001345	15
Метил. красный	0,001	0,00116	17,25	0,001159	-
Метил. красный	0,0005	0,00116	8,71	0,001148	1
Метил. красный	0,00025	0,00116	4,36	0,001147	1,1
Метил. оранжев.	0,0001	0,00116	14,83	0,0000132	15

Титрование в присутствии индикатора бромфенолового синего дает погрешность в 15 % уже при концентрации соляной кислоты 0,001 моль/л. Далее титрования проводились в присутствии индикатора метилового красного. Найденная концентрация практически совпадает с истинной и равна 0,001159 моль/л. При дальнейшем разбавлении раствора соляной кислоты с концентрацией 0,001 М до концентраций 0,0005 М и 0,00025 М и использовании метилового красного погрешность полученных результатов составила приблизительно 1%.

При разбавлении раствора соляной кислоты еще в 10 раз и титровании в присутствии индикатора метилового красного погрешность эксперимента составила ~15%. При титровании таких разбавленных растворов трудно установить изменение цвета, из-за нечеткого, очень плавного перехода окраски индикатора.

Таким образом, наименьшая концентрация раствора аммиака, которую можно определить с погрешностью в 2 % путем титрования разбавленных растворов соляной кислоты модельными водными растворами аммиака с помощью индикатора бромфенолового синего, равна 0,0118 моль/л. А минимальная концентрация определяемого таким же методом аммиака, но с индикатором метиловым красным, составляет 0,00115 моль/л (погрешность составляет 1%).

Литература

1. Другов Ю.С. Методы анализа загрязнений воздух / Ю.С. Другов, А.Б. Беликов, Г.А. Дьякова, В.М. Тульчинский. – Москва: Химия, 1984. – 384 с.
2. Шарло Г. Методы аналитической химии. Количественный анализ неорганических соединений / Г. Шарло. – Москва: Химия, 1965. – 976 с.