

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.

ISBN 978-985-541-386-9

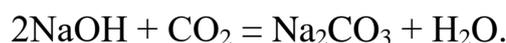
**УДК 543.2 (075.8)
ББК 24.4я73**

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

Работа № 2.7 Определение NaOH и Na₂CO₃ при совместном присутствии

Сущность работы

Как известно, твердые щелочи поглощают из воздуха CO₂, превращаясь в соответствующие карбонаты:



Вследствие этого раствор гидроксида натрия всегда содержит примесь Na₂CO₃. В некоторых случаях необходимо знать содержание NaOH и Na₂CO₃ при их совместном присутствии в растворе.

Реагенты и оборудование

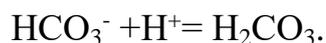
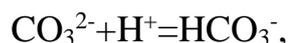
- HCl – 0,1М раствор
- BaCl₂ – 0,1 М раствор
- индикаторы – фенолфталеин и метиловый оранжевый
- бюретки; мерная колба (100 мл); пипетки; колбы для титрования.

Методика определения и расчет

Определение содержания NaOH и Na₂CO₃ в их смеси может быть выполнено двумя методами, основанными на различных принципах.

1. Метод фиксации двух точек стехиометричности

При титровании раствора Na₂CO₃ раствором HCl протекают следующие реакции:



Первую точку стехиометричности (pH₁=8,34) можно зафиксировать, используя индикатор фенолфталеин. Значение pH во второй точке стехиометричности (pH₂=4) совпадает с показателем титрования метилового оранжевого.

Следовательно, в присутствии фенолфталеина оттитровывается лишь половина Na_2CO_3 , в присутствии метилового оранжевого – весь Na_2CO_3 . С фенолфталеином оттитрована вся щелочь и половина Na_2CO_3 , с метиловым оранжевым – вся щелочь и весь карбонат натрия. Результаты титрования исследуемого раствора с этими двумя индикаторами позволяют вычислить содержание NaOH и Na_2CO_3 .

Анализируемую смесь NaOH и Na_2CO_3 помещают в мерную колбу, разбавляют до метки дистиллированной водой, не содержащей CO_2 , и тщательно перемешивают. Отмеряют пипеткой 20 мл полученного раствора и, прибавив к нему 2 капли раствора фенолфталеина, титруют стандартным 0.1 М раствором HCl до исчезновения пурпурной окраски раствора от одной капли титранта.

Объем кислоты, затраченный на это титрование, записывают.

Затем прибавляют к анализируемому раствору 4 капли метилового оранжевого (при этом раствор окрасится в желтый цвет) и продолжают титрование до появления не исчезающей розовой окраски. Снова делают отсчет по бюретке. Точное титрование повторяют 3 раза и из полученных результатов находят среднее.

Для проведения расчета введем обозначения:

c_{HCl} – молярная концентрация раствора кислоты, моль/л;

V_{HCl} – объем раствора кислоты, затраченный на титрование, мл;

$V_{2\text{HCl}}$ – общий объем раствора кислоты, затраченный на титрование, мл;

V_k – объем мерной колбы, мл;

V_{pip} – объем пипетки, мл;

$M(\text{NaOH})$ и $M(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ – молярные массы NaOH и Na_2CO_3 г/моль;

$(V_{2\text{HCl}} - V_{\text{HCl}})$ – объем раствора кислоты, затраченный на титрование половины Na_2CO_3 ;

$2(V_{2\text{HCl}} - V_{\text{HCl}})$ – объем раствора кислоты, затраченный на титрование всего Na_2CO_3 ;

$[V_{2\text{HCl}} - 2(V_{2\text{HCl}} - V_{\text{HCl}})]$ – объем раствора кислоты, затраченный на титрование NaOH

Молярная концентрация анализируемого раствора относительно Na_2CO_3 и NaOH рассчитывается из соотношений:

$$C_{Na_2CO_3} = \frac{C_{HCl} 2[V_{2HCl} - V_{1HCl}]}{V_{тит}}$$

$$C_{NaOH} = \frac{C_{HCl} [V_{2HCl} - 2(V_{2HCl} - V_{1HCl})]}{V_{тит}}$$

Тогда массы Na_2CO_3 и $NaOH$ в объеме мерной колбы составят:

$$m_{Na_2CO_3} = \frac{C_{Na_2CO_3} M(Na_2CO_3) V_k}{1000},$$

$$m_{NaOH} = \frac{C_{NaOH} M(NaOH) V_k}{1000}.$$

2. Метод с применением осаждения CO_3^{2-} -ионов

Одну порцию исследуемого раствора титруют стандартным раствором HCl с метиловым оранжевым, а в другой предварительно осаждают CO_3^{2-} -ионы, прибавляя раствор $BaCl_2$. Затем, не отфильтровав осадок $BaCO_3$, титруют эту порцию раствора с фенолфталеином. Первое титрование дает объем титранта (V_{1HCl}), затраченный на нейтрализацию суммы Na_2CO_3 и $NaOH$, второе титрование – объем стандартного раствора (V_{2HCl}), израсходованный на титрование только $NaOH$. Разность ($V_{2HCl} - V_{1HCl}$) дает объем раствора кислоты, затраченный на нейтрализацию Na_2CO_3 . Этот метод более точен, чем предыдущий.

Раствор, содержащий смесь $NaOH$ и Na_2CO_3 , разбавляют в мерной колбе до метки дистиллированной водой, не содержащей CO_2 , и тщательно перемешивают. Отмеряют пипеткой аликвотную часть раствора (10–20 мл) и, прибавив к нему 2 капли раствора метилового оранжевого, титруют стандартным 0,1М раствором HCl . Точное титрование повторяют 3 раза и из полученных результатов находят среднее. Затем, отмерив пипеткой 10–20 мл раствора, прибавляют к нему 8–10 мл 1М $BaCl_2$ и 8 капель фенолфталеина. Не отфильтровывая осадок $BaCO_3$, оттитровывают стандартным 0,1М раствором HCl , осторожно перемешивая его, до исчезновения пурпурной окраски раствора от одной капли титранта. Точное титрование повторяют 3 раза и из полученных результатов находят среднее.

Тогда массы Na_2CO_3 и NaOH в объеме мерной колбы составят соответственно:

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{C_{\text{HCl}}(V_{2\text{HCl}} - V_{1\text{HCl}})M(\text{Na}_2\text{CO}_3)V_k}{1000V_{\text{нм}}},$$

$$m_{\text{NaOH}} = \frac{C_{\text{HCl}}V_{2\text{HCl}}M(\text{NaOH})V_k}{1000V_{\text{нм}}}.$$

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ