

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**

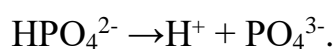
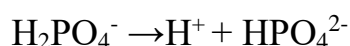
© Суханкина Н. В.,
Козлова-Козыревская А. Л., 2017
© оформление. БГПУ, 2017

Работа 2.4 Определение ортофосфорной кислоты в растворе

Сущность работы

Определение ортофосфорной кислоты является одним из примеров титрования слабых многоосновных кислот стандартным раствором щелочи.

Ортофосфорная кислота — кислота трехосновная, в водном растворе она диссоциирует ступенчато:



Соответственно ступенчатой диссоциации, нейтрализация кислоты так же протекает по ступеням. Так как отношение $\frac{K_{a1}}{K_{a2}} > 10^4$ и $\frac{K_{a2}}{K_{a3}} < 10^4$, то теоретически возможно ее дифференцированное титрование по всем трем ступеням. Но поскольку абсолютное значение K_{a3} очень мало, третьего скачка на кривой титрования не наблюдается, и прямым методом можно оттитровать H_3PO_4 лишь по двум первым ступеням. Первая точка стехиометричности ($\text{pH}_1=4,67$) фиксируется по индикатору метиловому оранжевому, вторая ($\text{pH}_2=9,79$) — по фенолфталеину.

Реагенты и оборудование

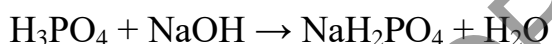
- NaOH, 0,1 М
- индикаторы – метиловый оранжевый и фенолфталеин
- бюретки; мерные колбы емкостью 50–100 мл; пипетки емкостью 10–20 мл; колбы для титрования

Методика определения и расчет

1 способ. Анализируемый раствор в мерной колбе доводят до метки дистиллированной водой, содержимое колбы тщательно перемешивают. Отбирают пипеткой 10 мл раствора в колбу для титрования, прибавляют

одновременно 2 капли метилового оранжевого и 6 капель фенолфталеина, при этом раствор окрашивается в розовый цвет. Титруют щелочью до появления желтой окраски. Отмечают по бюретке объем раствора щелочи ($V_{1щ}$), пошедший на титрование. Не добавляя щелочи в бюретку, продолжают титрование до появления оранжевой окраски. Оранжевая окраска раствора получается при смешении желтой окраски (цвет щелочной формы метилоранжа) с розовой (цвет щелочной формы фенолфталеина), которая появляется при достижении рН, приблизительно соответствующего значению рН во второй точке стехиометричности. Замечают по бюретке объем щелочи, пошедший на титрование фосфорной кислоты в присутствии фенолфталеина (от нулевого деления) – $V_{2щ}$. При тщательной работе $V_{2щ}$ получается в два раза больше $V_{1щ}$.

В первом случае (с метилоранжем) ортофосфорная кислота титруется как одноосновная:



Во втором случае (с фенолфталеином) кислота титруется как двухосновная:



Титрование повторяют до получения трех сходящихся результатов и для расчетов берут среднее арифметическое значение.

Расчет количества вещества m (в граммах) проводят по формулам:

$$m = \frac{c_{щел} V_{1щел} M(\text{H}_3\text{PO}_4) V_k}{V_{тит} 1000} \quad (\text{в присутствии метилового оранжевого}),$$

$$m = \frac{c_{щел} V_{2щел} M(\text{H}_3\text{PO}_4) V_k}{2V_{тит} 1000} \quad (\text{в присутствии фенолфталеина}),$$

где $c_{щел}$. — молярная концентрация щелочи, моль/л;

$V_{1щел}$. — объем щелочи, затраченный на титрование аликвоты в присутствии метилового оранжевого, мл;

$V_{2щел}$. — объем щелочи, затраченный на титрование аликвоты в присутствии фенолфталеина, мл;

$M(\text{H}_3\text{PO}_4)$ — молярная масса фосфорной кислоты, г/моль;

$V_{\text{пип}}$ — объем пипетки, мл;

$V_{\text{к}}$ — объем мерной колбы, мл.

2 способ. В бюретку наливают стандартный раствор гидроксида натрия. Для титрования H_3PO_4 до H_2PO_4^- отбирают пипеткой 10,00 мл анализируемого раствора фосфорной кислоты, прибавляют 10 мл дистиллированной воды, 1 каплю метилового оранжевого и титруют раствором гидроксида натрия до изменения окраски раствора из розовой в чисто желтую. Титрование проводят в присутствии свидетеля. В качестве свидетеля применяют 0,033 М раствор NaH_2PO_4 . Для приготовления свидетеля в коническую колбу отбирают мерным цилиндром 30 мл раствора NaH_2PO_4 и прибавляют 1 каплю метилового оранжевого.

Для титрования H_3PO_4 до HPO_4^{2-} отбирают пипеткой 10,0 мл анализируемого раствора фосфорной кислоты, прибавляют 10 капель фенолфталеина и титруют раствором гидроксида натрия до изменения окраски индикатора.

Расчет проводят аналогично, согласно формулам (1) и (2)