

Ф.И.О. участника (полностью) _____

Экспериментальный тур ВсОШ по химии 2025/2026 уч. года
Региональный этап

<i>Теоретические вопросы (9 баллов)</i>			<i>Эксперимент (16 баллов)</i>				
A (3 б.)	Б (3 б.)	В (3 б.)	Точн.-1 (5 б.)	Точн.-2 (8 б.)	Прав.-1 (1 б.)	Прав.-2 (2 б.)	Штраф (по 1.5 б.)

Итого за экспериментальный тур: _____ баллов Член жюри: _____ (_____)
подпись _____ Фамилия И.О.

С выставленными баллами согласен (согласна): _____ (_____)
подпись _____ Фамилия И.О. участника

Иодометрический метод титриметрического анализа основан на протекании реакции:



Иод является окислителем средней силы, поэтому систему иод-иодид используют как для определения окислителей (равновесие сдвигается влево), так и для определения восстановителей (равновесие сдвигается вправо). В качестве индикатора в иодометрии применяют свежеприготовленный 1%-ный раствор крахмала. Крахмал следует добавлять в анализируемый раствор лишь после того, как основное количество иода уже оттитровано, иначе крахмал образует настолько прочное соединение с избытком иода, что наблюдается перерасход стандартного раствора тиосульфата натрия, который используется в данном методе в качестве титранта.

А) Назовите как минимум три различных причины неустойчивости раствора тиосульфата натрия и напишите уравнения соответствующих реакций. Какие приемы (назовите как минимум два из них) используют для стабилизации раствора тиосульфата натрия при его хранении?

Б) Объясните, почему медь(II) можно определять методом иодометрического титрования, если стандартный электродный потенциал пары $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+$ ($E^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+) = 0.153$ В) ниже стандартного электродного потенциала пары $\text{I}_2/2\text{I}^-$? Рассчитайте величину стандартного электродного потенциала пары $\text{Cu}^{2+}/\text{CuI}$ при 25°C , если произведение растворимости (K_s) CuI составляет $1.1 \cdot 10^{-12}$.

Ф.И.О. участника (полностью) _____

В) Известен оригинальный способ определения ионов бария. Он основан на осаждении бария стандартным раствором дихромата калия при pH 4–5 с последующим иодометрическим определением избытка осадителя. Напишите уравнение реакции, которая протекает при добавлении раствора дихромата калия к хлориду бария в ацетатном буферном растворе (смесь CH₃COOH и CH₃COONa). Укажите, какое вещество выпадает в осадок, и объясните причину его образования.

Ф.И.О. участника (полностью) _____

Иодометрический метод титриметрического анализа основан на протекании реакции:



Иод является окислителем средней силы, поэтому систему иод-иодид используют как для определения окислителей (равновесие сдвигается влево), так и для определения восстановителей (равновесие сдвигается вправо). В качестве индикатора в иодометрии применяют свежеприготовленный 1%-ный раствор крахмала. Крахмал следует добавлять в анализируемый раствор лишь после того, как основное количество иода уже оттитровано, иначе крахмал образует настолько прочное соединение с избытком иода, что наблюдается перерасход стандартного раствора тиосульфата натрия, который используется в данном методе в качестве титранта.

Экспериментальное задание:

Определите массу (г) ионов бария в выданном Вам растворе.

Необходимые реактивы и лабораторное оборудование:

- дихромат калия $K_2Cr_2O_7$, твердое вещество
- тиосульфат натрия $Na_2S_2O_3$, раствор
- серная кислота H_2SO_4 , 1 M раствор и 1:4 раствор
- иодид калия KI , 10%-ный раствор
- крахмал, свежеприготовленный 1%-ный раствор
- ацетатный буферный раствор ($pH 4-5$)
- бюретка (25 мл) – 1 шт.
- бумажный фильтр – 3 шт.
- воронка стеклянная для бюретки – 1 шт.
- воронка стеклянная для сыпучих веществ – 1 шт.
- стакан стеклянный – 1 шт.
- стаканчик стеклянный с навеской $K_2Cr_2O_7$ – 1 шт.
- груша резиновая или пипетатор – 1 шт.
- капельница с раствором индикатора – 1 шт.
- колба мерная (100.0 мл) – 1 шт.
- колба мерная (200.0 мл или 250.0 мл) – 1 шт.
- колба коническая (200–250 мл) – 2 шт.
- цилиндр мерный (10 мл) – 2 шт.
- цилиндр мерный (20 мл) – 1 шт.
- цилиндр мерный (100 мл) – 1 шт.
- палочка стеклянная – 1 шт.
- пробка для мерной колбы – 2 шт.
- промывалка с дистиллированной водой – 1 шт.
- пипетка Мора (10.00 мл) – 2 шт.
- стекло часовое или фарфоровая чашка – 2 шт.
- штатив для титрования – 1 шт.

Ф.И.О. участника (полностью) _____

Методика эксперимента:

Приготовление стандартного раствора дихромата калия. Выданную навеску дихромата калия $K_2Cr_2O_7$ в стеклянном стаканчике растворяют в небольшом объеме дистиллированной воды и переносят в мерную колбу объемом 200.0 мл, при необходимости используя стеклянную воронку. Несколько раз ополаскивают стеклянный стаканчик дистиллированной водой и переносят таким образом в мерную колбу оставшиеся частицы вещества. Разбавляют раствор в колбе до метки дистиллированной водой, закрывают пробкой и тщательно перемешивают, многократно переворачивая мерную колбу. Рассчитывают молярную концентрацию приготовленного раствора дихромата калия. Результат расчета молярной концентрации раствора $K_2Cr_2O_7$ записывают с точностью до четырех значащих цифр.

Стандартизация раствора тиосульфата натрия. В бюретку через воронку наливают раствор тиосульфата натрия $Na_2S_2O_3$. В коническую колбу для титрования объемом 200–250 мл вносят мерным цилиндром 10 мл 1 М раствора серной кислоты, 10 мл 10%-ного раствора иодида калия и добавляют пипеткой Мора 10.00 мл приготовленного ранее раствора дихромата калия $K_2Cr_2O_7$. Оставляют колбу на 10 мин в темном месте, прикрыв ее сверху часовым стеклом или листом бумаги. Затем в колбу добавляют мерным цилиндром 100 мл дистиллированной воды и быстро титруют раствором $Na_2S_2O_3$ до появления бледно-желтой окраски раствора. Добавляют 1–2 мл (1 полная пипетка) 1%-ного раствора крахмала и продолжают титрование при энергичном перемешивании до исчезновения синей окраски раствора. По бюретке измеряют объем раствора $Na_2S_2O_3$, пошедший на титрование, и записывают его с точностью до сотых долей мл. Заполняют бюретку до нулевой отметки и повторяют титрование до получения трех результатов, попарно отличающихся друг от друга не более чем на 0.10 мл. Эти результаты усредняют и используют для расчета молярной концентрации раствора $Na_2S_2O_3$. Результат расчета молярной концентрации раствора $Na_2S_2O_3$ записывают с точностью до четырех значащих цифр.

Приготовление анализируемого раствора хлорида бария. Выданный раствор хлорида бария в мерной колбе объемом 100.0 мл разбавляют до метки дистиллированной водой, закрывают пробкой и тщательно перемешивают, многократно переворачивая мерную колбу.

Определение ионов бария. В стеклянный стакан помещают пипеткой Мора 10.00 мл анализируемого раствора, прибавляют мерным цилиндром 20 мл ацетатного буферного раствора (рН 4–5) и при интенсивном перемешивании добавляют в реакционную смесь небольшими порциями 20.00 мл стандартного раствора дихромата калия с помощью пипетки Мора. Образующийся осадок $BaCrO_4$ отфильтровывают через бумажный фильтр, а фильтрат количественно собирают в коническую колбу для титрования объемом 200–250 мл. Осадок на фильтре тщательно промывают дистиллированной водой, а все промывные воды присоединяют к фильтрату. После этого к фильтрату добавляют мерным цилиндром 10 мл раствора серной кислоты (1:4) и 5 мл 10%-ного раствора иодида калия. Оставляют колбу на 10 мин в темном месте, прикрыв ее сверху часовым стеклом или листом бумаги. Затем в колбу добавляют мерным цилиндром 100 мл дистиллированной воды и быстро титруют раствором $Na_2S_2O_3$ до появления бледно-желтой окраски раствора. Добавляют 1–2 мл (1 полная пипетка) 1%-ного раствора крахмала и продолжают титрование при энергичном перемешивании до исчезновения синей окраски раствора. По бюретке измеряют объем раствора $Na_2S_2O_3$, пошедший на титрование, и записывают его с точностью до сотых долей мл. Заполняют бюретку до нулевой отметки и повторяют титрование до получения трех результатов, попарно отличающихся друг от друга не более чем на 0.10 мл.

В качестве ответа приведите расчет молярной концентрации раствора $K_2Cr_2O_7$; средний объем титранта, затраченный на стандартизацию раствора $Na_2S_2O_3$; расчет молярной концентрации раствора $Na_2S_2O_3$; средний объем титранта, затраченный на титрование фильтрата; а также массу (г) ионов бария в мерной колбе.