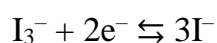


## ДЛЯ УЧАСТНИКОВ

### исправленный

## 11 КЛАСС

Иодометрия, или иодометрическое титрование, представляет собой метод количественного химического анализа, который основан на протекании окислительно-восстановительных реакций с участием иода или иодида калия:



Молекулярный иод является окислителем средней силы, поэтому систему  $I_3^-/3I^-$  используют как для определения окислителей ( $Cu^{2+}$ ,  $H_2O_2$ ,  $Br_2$ ,  $BrO_3^-$ ,  $ClO^-$  и др.), так и для определения восстановителей ( $As^{3+}$ ,  $Sn^{2+}$ ,  $Sb^{3+}$  и др.).

Большое практическое значение имеет иодометрическое определение меди(II). Оно используется при анализе бронз, латуней, медных руд и считается одним из лучших способов определения больших содержаний меди. Схема эксперимента состоит в следующем. К известному объему анализируемого раствора соли меди(II), подкисленного серной кислотой, добавляют избыток раствора иодида калия. Выделившийся в результате реакции иод титруют, по каплям прибавляя в реакционную смесь раствор тиосульфата натрия  $Na_2S_2O_3$  с точно известной концентрацией. Момент окончания реакции, называемый точкой эквивалентности или точкой стехиометричности, фиксируют по изменению окраски раствора крахмала, который образует с иодом адсорбционный комплекс синего цвета.

### Теоретические задания:

1. Напишите уравнения реакций, протекающих при выполнении эксперимента.
2. С какой целью в реакционной смеси создают избыток иодид-ионов?
3. Назовите не менее двух причин, которые приводят к изменению концентрации раствора  $Na_2S_2O_3$  при хранении. Ответ подтвердите уравнениями реакций.
4. Почему титрование иода раствором  $Na_2S_2O_3$  следует проводить в слабокислой среде? Какие побочные процессы могут происходить при титровании иода в сильноокислой и в щелочной средах? Ответ подтвердите уравнениями реакций.
5. Почему при титровании иода раствором тиосульфата натрия крахмал следует добавлять к реакционной смеси в конце титрования?

### **Практическое задание:**

В выданной Вам мерной колбе объемом 100.0 мл находится водный раствор сульфата меди(II)  $\text{CuSO}_4$ . Этот раствор необходимо разбавить до метки дистиллированной водой, закрыть пробкой и тщательно перемешать, многократно переворачивая мерную колбу (не менее 25 – 30 раз). Методом иодометрического титрования определите массу (г) меди в выданном растворе.

*Примечание: титрование повторяют до получения трех результатов, попарно отличающихся друг от друга не более чем на 0.10 мл. Затем полученные результаты усредняют и используют средний объем раствора тиосульфата натрия, затраченный на титрование, для дальнейших расчетов.*

### **Реагенты:**

- Дихромат калия  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , 0.01 М раствор.
- Тиосульфат натрия  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , 0.05 М раствор.
- Серная кислота  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 1 М раствор.
- Иодид калия  $\text{KI}$ , 5%-ный раствор.
- Крахмал, свежеприготовленный 1%-ный раствор.

### **Оборудование:**

- Стекланный стаканчик – 1 шт.
- Мерная колба (100.0 мл) – 2 шт.
- Пробка для мерной колбы – 2 шт.
- Пипетка Мора (10.00 мл) – 1 шт.
- Резиновая груша или пипетатор – 1 шт.
- Капельница с дистиллированной водой – 1 шт.
- Капельница с раствором индикатора – 1 шт.
- Коническая колба для титрования (100 мл) – 2 шт.
- Коническая колба для титрования (200 мл или 250 мл) – 2 шт.
- Часовое стекло – 2 шт.
- Бюретка прямая с краном (25 мл) – 1 шт.
- Стекланная воронка для бюретки – 1 шт.
- Штатив с «лапками» для двух бюреток – 1 шт.

## Методика эксперимента:

**1. Приготовление 0.01 М 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 100.0 мл. 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 и тщательно перемешивают, многократно переворачивая мерную колбу (не менее 25 – 30 раз). Рассчитывают молярную концентрацию приготовленного раствора дихромата калия. Результат расчета молярной концентрации  $K_2Cr_2O_7$  записывают с точностью до десятитысячных.

**2. 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 5%-ного раствора иодида калия и добавляют пипеткой Мора 10.00 мл приготовленного ранее раствора дихромата калия  $K_2Cr_2O_7$ . Оставляют колбу на 3 – 5 мин в темном месте, прикрыв ее часовым стеклом. 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 0.10 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 точной концентрации раствора  $Na_2S_2O_3$ .

**3. Приготовление анализируемого раствора сульфата меди(II).** Выданный раствор сульфата меди(II) в мерной колбе объемом 100.0 мл разбавляют до метки дистиллированной водой, закрывают пробкой и тщательно перемешивают, многократно переворачивая мерную колбу (не менее 25 – 30 раз).

**4. Определение меди(II) в анализируемом растворе.** В бюретку через воронку наливают раствор тиосульфата натрия  $Na_2S_2O_3$ . В коническую колбу для титрования объемом 100 мл вносят пипеткой Мора 10.00 мл раствора сульфата меди(II),

добавляют мерным цилиндром 2 мл 1 М раствора серной кислоты, 30 мл 5%-ного раствора иодида калия и титруют раствором  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  до появления желтой окраски суспензии. Затем добавляют несколько капель 1%-ного раствора крахмала и продолжают титрование при энергичном перемешивании до тех пор, пока суспензия не станет белой. По бюретке измеряют объем раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , пошедший на титрование, и записывают его с точностью до 0.10 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 массы ионов меди в анализируемом растворе.