

## Одиннадцатый класс

### Задание:

#### Часть 1

Метод перманганатометрического титрования – это один из основных аналитических методов определения относительно высоких содержаний различных восстановителей. Он основан на титровании восстановителей перманганатом калия. Помимо высокой окислительной способности, важным достоинством перманганата калия как титранта является интенсивная собственная окраска, что снимает необходимость использования для визуализации конечной точки титрования какого либо индикатора – первая лишняя капля раствора перманганата придает раствору розовую окраску. Однако у этого окислителя есть и недостатки – во-первых, невозможно приготовить раствор с точно известной концентрацией  $\text{KMnO}_4$  по навеске вещества, а во-вторых,  $\text{KMnO}_4$  неустойчив в растворе, поэтому его концентрация уменьшается с течением времени. Чтобы избежать данной проблемы, на практике поступают следующим образом – готовят раствор перманганата с примерной концентрацией, а затем, непосредственно перед проведением перманганатометрического титрования, проводят его стандартизацию – титруют раствор восстановителя известной концентрации и рассчитывают молярность перманганата. При этом, если концентрация восстановителя также не известна, то можно установить ее, используя стандартный раствор другого окислителя.

В настоящей работе Вам предлагается осуществить перманганатометрическое определение  $\text{FeSO}_4$ .

Прежде чем приступить к экспериментальной части работы, ответьте на несколько теоретических вопросов:

1. Почему невозможно приготовить раствор с точно известной концентрацией  $\text{KMnO}_4$  по навеске вещества? Ответ подтвердите соответствующим уравнением реакции.
2. Протекание какой химической реакции обуславливает неустойчивость  $\text{KMnO}_4$  в водном растворе? Запишите уравнение реакции.
3. Для успешного осуществления перманганатометрического определения  $\text{FeSO}_4$ , помимо самого перманганата, используют еще два реактива. Как Вы думаете,

какие это реактивы? Выберите из списка:  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{MnSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Выбор каждого из реактивов обоснуйте.

## Часть 2

Ниже приведены две методики определения содержания  $\text{FeSO}_4$ . Используя эти методики, установите точную концентрацию (моль/л)  $\text{KMnO}_4$ , используемого Вами в роли титранта, и содержание  $\text{FeSO}_4$  (г) в выданном Вам растворе (молярная масса сульфата железа (II) – 151,9 г/моль). Запишите молекулярные уравнения окислительно-восстановительных реакций, протекающих в ходе определения.

**Реактивы:** ~ 0,01 М  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  (станд. раствор), 1М  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (раствор № 1), 2М  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (раствор № 2).

**Оборудование:** мерная колба объемом 100 мл с выданным анализируемым раствором – 1 шт., пробка для мерной колбы – 1 шт., пипетка Мора на 10 мл – 2 шт., резиновая груша или пипетатор – 1 шт., бюретка на 25 мл – 1 шт., коническая колба для титрования объемом 100 мл – 1 – 3 шт.

### Методика 1

Выданный в мерной колбе раствор  $\text{FeSO}_4$  доводят до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают. В колбу для титрования с помощью пипетки Мора вносят 10,00 мл титруемого раствора  $\text{FeSO}_4$ , мерным цилиндром добавляют 10 мл  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (раствор № 1) и 2 мл  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (раствор № 2) и титруют раствором  $\text{KMnO}_4$  до появления устойчивой бледно-розовой окраски. Титрование повторяют до получения трех результатов, отличающихся не более чем на 0,1 мл, эти результаты усредняют. Концентрацию  $\text{FeSO}_4$  рассчитывают по формуле:

$$c(\text{FeSO}_4) = \frac{5c(\text{KMnO}_4)V(\text{KMnO}_4)}{V(\text{FeSO}_4)}, \text{ где } c(\text{KMnO}_4) - \text{концентрация титранта, моль/л; } V(\text{KMnO}_4)$$

– затраченный объем титранта, мл;  $V(\text{FeSO}_4)$  – объем аликвоты анализируемого раствора, мл.

### Методика 2

Выданный в мерной колбе раствор  $\text{FeSO}_4$  доводят до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают. В колбу для титрования с помощью пипетки Мора вносят 10,00 мл титруемого раствора  $\text{FeSO}_4$ , мерным цилиндром добавляют 10 мл  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (раствор № 1) и 2 мл  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (раствор № 2). Чистой пипеткой Мора вносят 10,00 мл стандартного раствора  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , смесь перемешивают. Через 2–3 мин непрореагировавший  $\text{FeSO}_4$  оттитровывают раствором  $\text{KMnO}_4$  до перехода окраски из зеленой в серо-сиреневую. Титрование повторяют до получения трех результатов, отличающихся не более чем на 0,1 мл, эти результаты усредняют.

Расчет концентрации  $FeSO_4$  проводят по формуле:

$$c(FeSO_4) = \frac{5c(KMnO_4)V(KMnO_4) + 6c(K_2Cr_2O_7)V(K_2Cr_2O_7)}{V(FeSO_4)}, \text{ где } c(KMnO_4) - \text{концентрация}$$

тиранта, моль/л;  $c(K_2Cr_2O_7)$  – концентрация стандартного раствора дихромата калия, моль/л;  
 $V(KMnO_4)$  – затраченный объем титранта, мл;  $V(K_2Cr_2O_7)$  – объем аликвоты дихромата калия,  
мл;  $V(FeSO_4)$  – объем аликвоты анализируемого раствора, мл.