

**ТЕКСТЫ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ТУРА РЕГИОНАЛЬНОГО ЭТАПА
ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ**

2017–2018

Оглавление

<i>Девятый класс</i>	3
<i>Десятый класс</i>	4
<i>Одиннадцатый класс.....</i>	6

Девятый класс

Вам выданы шесть бюксов с твердыми солями: NaCl , PbSO_4 , CaCO_3 , $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, Na_2CO_3 . Кроме бюксов с твердыми веществами, Вам выданы две неподписанные склянки с растворами NaOH , H_2SO_4 и склянка с раствором NaHCO_3 .

Задания:

Определите, в какой из склянок находится кислота, а в какой щелочь. Запишите соответствующее уравнение реакции.

Используя воду и растворы NaOH и H_2SO_4 , определите индивидуальные вещества, находящиеся в каждом из бюксов. Напишите уравнения реакций, которые Вы использовали для открытия индивидуальных веществ.

Реактивы: 2М NaOH , 1М H_2SO_4 , 0,5М NaHCO_3 .

Оборудование: штатив с пробирками, водяная баня, шпатель, пипетка, стакан для промывания пипетки.

Водяная баня необходима для проверки растворимости веществ в воде, растворах щелочи или кислоты при нагревании.

Десятый класс

Каждому школьнику выдается весь текст задания полностью, включая методику стандартизации!

В практике химического анализа для титриметрического определения содержания различных окислителей очень часто применяют перманганат калия KMnO_4 . Благодаря сильным окислительным свойствам, он взаимодействует с большим числом веществ. При этом для установления конечной точки титрования индикатор оказывается не нужен, поскольку избыток титранта сам по себе вызывает возникновение розовой окраски в конечной точке титрования.

Для осуществления точного титриметрического определения химику-аналитику важно знать (и периодически перепроверять!) точную концентрацию раствора KMnO_4 . Поэтому нужно уметь проводить его стандартизацию (титрование с целью установления концентрации).

Реактивы: KMnO_4 , (~ 0,01M), $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ (0,0250M), H_2SO_4 (1M).

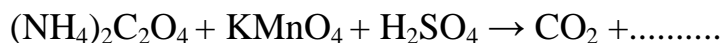
Оборудование: бюретка, пипетка Мора на 10,00 мл, груша резиновая или пипетатор, конические колбы для титрования, воронка для заполнения бюретки, электроплитка, напальчники или щипцы.

Методика стандартизации KMnO_4

В коническую колбу для титрования переносят пипеткой Мора aliquоту 10,00 мл раствора $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$, добавляют мерным цилиндром ~ 10мл H_2SO_4 , нагревают на электроплитке до 70 – 80 °С, снимают колбу с электроплитки с помощью напальчников и титруют горячий раствор $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ раствором KMnO_4 (вначале медленно) до появления бледно-розовой окраски, не исчезающей в течение 1 минуты. Во время титрования раствор титранта прибавляют по каплям, тщательно перемешивая раствор. Каждую следующую каплю прибавляют после того, как исчезнет окраска предыдущей капли. При этом раствор должен оставаться горячим. Титрование повторяют до получения не менее трех сходящихся результатов (отличающихся не более чем на 0,1 мл). Сходящиеся результаты усредняют, записывают в рабочий журнал средний объем титранта, V_T , мл и рассчитывают по нему концентрацию KMnO_4 .

Задание:

1. Запишите уравнение реакции, протекающей при титровании, уравняйте реакцию с помощью электронных или электронно-ионных полуреакций, если известно, что в результате реакции выделяется газ:



2. Выведите формулу для расчета концентрации KMnO_4 (моль/л) из объема перманганата, пошедшего на титрование – V_{T} , мл.

3. Объясните необходимость добавления при титровании H_2SO_4 .

4. Почему при хранении водного раствора KMnO_4 необходимо периодически перепроверять его концентрацию? Ответ подтвердите соответствующим уравнением реакции.

5. Перед Вами раствор KMnO_4 неизвестной концентрации. Проведите его стандартизацию по методике, приведенной выше, и рассчитайте его концентрацию (моль/л).

Одиннадцатый класс

Аспиранту Умнову необходимо приготовить стандартные растворы железа(II) с точно известной концентрацией, но реактив оказался старым. Известно, что при длительном хранении железо в степени окисления +2 частично переходит в железо в степени окисления +3. Предлагаем Вам помочь аспиранту.

Реактивы: KMnO_4 , (0,01M, точная концентрация указана на склянке), H_2SO_4 (1M), H_3PO_4 (2M), Zn – металлический, NH_4SCN – кристаллический.

Оборудование: бюретка, колба с анализируемым раствором, пипетка Мора на 10,00мл, груша резиновая или пипетатор, конические колбы для титрования, колба с клапаном Бунзена, часовое стекло, воронка для бюретки, глазная пипетка, электроплитка, напальчники или щипцы.

Методики определения

1. Определение концентрации FeSO_4

С помощью пипетки Мора аликвотную часть анализируемого раствора, 10,00 мл, переносят в колбу для титрования, мерным цилиндром добавляют ~10мл 1M H_2SO_4 и 10 капель 2M H_3PO_4^* . Смесь титруют раствором KMnO_4 до появления бледно-розовой окраски, не исчезающей в течение 1 минуты. Во время титрования раствор титранта прибавляют по каплям, тщательно перемешивая раствор. Титрование повторяют до получения не менее трех сходящихся результатов (отличающихся не более чем на 0,1 мл). Записывают средний объем раствора KMnO_4 V_{T1} , израсходованный на титрование. Рассчитывают концентрацию FeSO_4 .

2. Определение концентрации $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

С помощью пипетки Мора аликвотную часть анализируемого раствора, 10,00мл, переносят в колбу с клапаном Бунзена, добавляют мерным цилиндром ~10мл 1M H_2SO_4 , 1-2 гранулы металлического Zn и нагревают на электроплитке до полного восстановления Fe(III). Полноту восстановления проверяют, поместив 1 каплю раствора на часовое стекло и добавив 1-2 кристалла NH_4SCN . Если

* Ортофосфорную кислоту добавляют для связывания Fe^{3+} в бесцветный комплекс

восстановление не завершилось, то раствор окрасится в кроваво-красный цвет. Раствор охлаждают, добавляют мерным цилиндром ~10мл 1М H_2SO_4 и 10 капель 2М H_3PO_4^* . Смесь титруют раствором KMnO_4 до появления бледно-розовой окраски, не исчезающей в течение 1 минуты. Во время титрования титрант прибавляют по каплям, тщательно перемешивая раствор. Записывают объем V_{T_2} , израсходованный на титрование. Получают не менее трех сходящихся результатов. Рассчитывают общую концентрацию железа и затем – концентрацию $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$.

Задание:

1. Напишите уравнения реакций, протекающих в ходе анализа по вышеуказанным методикам. Реакцию с перманганатом уравняйте с помощью электронного баланса или электронно-ионных полуреакций.

2. Выведите формулы для расчета концентрации FeSO_4 и $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ в анализируемом растворе через концентрацию раствора KMnO_4 и объемы титранта V_{T_1} и V_{T_2} , пошедшие на титрование по первой и второй методике соответственно.

3. Ответьте на вопрос: почему титрование раствором KMnO_4 не проводят в среде HCl ? Ответ подтвердите уравнением реакции.

4. Приведенная выше схема анализа использует восстановительные свойства железа(II) по отношению к KMnO_4 . Предложите (качественно, без указания конкретных количеств веществ) альтернативную схему анализа старого реактива соли железа (II), использующую окислительные свойства железа(III), если в Вашем распоряжении есть только следующие реактивы: KI , H_2SO_4 (1М), крахмал (1 %-ный раствор), $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (стандартный раствор), H_2O_2 (3 %-ный раствор). Запишите соответствующие уравнения реакций.

5. Используя имеющиеся на столе реактивы и оборудование, установите концентрацию раствора FeSO_4 (моль/л) и концентрацию примеси $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ (моль/л).