

ТЕКСТЫ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭТАПА
ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ

ДЛЯ УЧАСТНИКОВ

2 тур

2018–2019

Оглавление

Пояснительная записка.....	3
Задания экспериментального тура	4
<i>Девятый класс</i>	<i>4</i>
<u>Задания.....</u>	<u>4</u>
<u>Реактивы</u>	<u>4</u>
<u>Оборудование.....</u>	<u>4</u>
<i>Десятый класс</i>	<i>5</i>
<u>Реактивы</u>	<u>5</u>
<u>Оборудование.....</u>	<u>5</u>
<u>Справочная информация</u>	<u>5</u>
<u>Методика.....</u>	<u>5</u>
<i>Одиннадцатый класс.....</i>	<i>6</i>
<u>О важности выбора методики анализа.....</u>	<u>6</u>
<u>Реактивы</u>	<u>6</u>
<u>Оборудование.....</u>	<u>7</u>
<u>Методики:.....</u>	<u>7</u>
<u>Справочная информация:.....</u>	<u>8</u>

Пояснительная записка

Региональный этап Олимпиады по химии проводится в 2 тура. Для трех возрастных параллелей: 9-х, 10-х и 11-х классов подготовлен отдельный комплект заданий теоретического и практического туров. В задание теоретического тура входит 6 задач из различных разделов химии для каждой возрастной параллели участников. Проверке подлежат все 6 задач, при подсчете рейтинга участников в суммарном балле за теоретический тур учитываются баллы только ПЯТИ задач. Баллы за задачу с минимальным числом баллов не суммируются.

Задание экспериментального тура содержит теоретические вопросы и методику экспериментальной работы.

Длительность каждого тура составляет 5 (пять) астрономических часов.

Распределение тематики задач по классам представлено в таблице:

Задача Класс	1	2	3	4	5	6
9	Неорганическая химия				Физическая химия	
10	Неорганическая химия			Орг. химия	Физическая химия	
11	Неорг. химия		Органическая химия		Физическая химия	

Задания экспериментального тура

Девятый класс

В восьми пронумерованных пробирках находятся индивидуальные вещества: NaCl , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, ZnSO_4 , MnSO_4 , $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, Na_2CO_3 , CaCO_3 .

Задания:

1. Заполните таблицу, указав в соответствующих ячейках поведение веществ в воде (растворение/нерастворение) и аналитические эффекты, сопровождающие взаимодействие их с растворами NaOH и H_2SO_4 (выделение газа, выпадение осадка, его растворимость в избытке реактива и т.д.).

	NaCl	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	ZnSO_4	MnSO_4	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	Na_2CO_3	CaCO_3
H_2O								
NaOH								
H_2SO_4								

2. Приведите уравнения реакций в соответствии с Вашей таблицей, сопровождающихся аналитическими эффектами (12 уравнений).
3. Пользуясь водой и растворами NaOH и H_2SO_4 , определите какое вещество находится в каждой из пробирок.

Реактивы: 1M NaOH , 1M H_2SO_4 .

Оборудование: штатив с пробирками, шпатель, глазная пипетка для отбора проб, стакан с дистиллированной водой для промывания пипетки, водяная баня, предметное стекло, фенолфталеиновая бумага.

Десятый класс

Вам выданы две пронумерованные мерные колбы с растворами соляной и ортофосфорной кислот. Пользуясь приведенной ниже методикой и справочной информацией, определите, в какой колбе и в каком количестве (моль) находится каждая из кислот. Напишите уравнения реакций, протекающих в ходе титрования.

Реактивы: 0.1М NaOH, индикаторы: фенолфталеин, метиловый оранжевый.

Оборудование: мерные колбы на 100мл (2 шт), бюретка на 25мл, пипетка Мора на 10 мл, капельница с дистиллированной водой, воронка, колбы для титрования на 100 мл (2 шт), склянки с растворами индикаторов.

Справочная информация:

константы кислотности ортофосфорной кислоты: $K_{a1} = 7.1 \cdot 10^{-3}$,
 $K_{a2} = 6.34 \cdot 10^{-8}$, $K_{a3} = 1.26 \cdot 10^{-12}$

интервалы перехода индикаторов (ΔpH) *: метиловый оранжевый – 3.1–4.4, фенолфталеин – 8.2–10

Методика:

Довести растворы в мерных колбах до метки дистиллированной водой и тщательно перемешать. Бюретку через воронку заполнить раствором NaOH известной концентрации. Из первой мерной колбы с помощью пипетки Мора перенести в колбу для титрования аликвотную часть раствора (10.0 мл) кислоты, добавить 2 капли индикатора метилового оранжевого и оттитровать раствором NaOH до изменения окраски раствора от красной к желтой. Из этой же мерной колбы перенести в другую колбу для титрования аликвотную часть раствора (10.0 мл), добавить 2 капли индикатора фенолфталеина и оттитровать раствором NaOH до изменения окраски раствора от бесцветной до розовой. Точно так же оттитровать раствор из другой мерной колбы. Сделать вывод о том, какая кислота в какой колбе находится. Для установления точной концентрации каждой кислоты, титрование с метиловым оранжевым повторить до достижения 3 результатов, отличающихся не более чем на 0.1 мл.

* Интервал перехода – это диапазон pH, в котором происходит постепенное изменение цвета индикатора; значение pH, при котором глаз фиксирует изменение цвета индикатора наиболее надежно, обычно соответствует середине этого интервала.

Одиннадцатый класс

О важности выбора методики анализа...

Химику Колбочкину необходимо установить содержание индивидуальных веществ в смеси хлорида и нитрата кальция. Общая масса смеси (в пересчете на безводные CaCl_2 и $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) известна. Для решения данной задачи коллега предложил химику несколько методик титриметрического определения кальция (они даны ниже). Помогите Колбочкину реализовать задуманное наилучшим образом. Для этого выполните следующие задания:

1. Из приведенных ниже методик укажите ту, которая заведомо неверна. Обоснуйте Ваш ответ.
2. Из «верных» методик выберите ту, которая, на Ваш взгляд, позволит с наибольшей точностью определить содержание ионов кальция в выданном Вам растворе. Выбор обоснуйте.
3. Запишите в сокращенном ионном виде уравнения реакций, протекающих в ходе реализации выбранной Вами методики.
4. Определите содержание (*ммоль*) ионов кальция в выданном Вам растворе смеси солей. Для этого доведите раствор в мерной колбе дистиллированной водой до метки, закройте пробкой и тщательно перемешайте, многократно переворачивая колбу. Аликвоту 10.00 мл полученного раствора используйте для определения кальция в соответствии с выбранной Вами методикой. Определение повторите до достижения трех результатов титрования, отличающихся не более чем на 0.5 мл. Эти результаты усредните и используйте для расчета содержания ионов кальция.
5. Зная массу смеси солей и содержание кальция, рассчитайте массовую долю CaCl_2 и $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ в смеси.

Реактивы: Na_2CO_3 (0.1 М раствор, точная концентрация указана на склянке), HCl (~ 0.1 М раствор), индикатор: фенолфталеин (0.1 % раствор в 60 % этаноле).

*ВсОШ по химии, региональный этап
2018–2019 учебный год
Задания экспериментального тура*

Оборудование: колба мерная на 100 мл с раствором смеси солей – 1 шт, бюретка на 50 мл с воронкой – 2 шт, пипетка Мора на 10.00 мл – 1 шт, резиновая груша или пипетатор – 1 шт, мерный цилиндр на 25–50 мл – 1 шт, колба коническая для титрования на 200 мл – 2 шт, штатив для титрования на 2 бюретки – 1 шт, колба мерная на 100 мл с воронкой для фильтрования – 1 шт, фильтры бумажные, палочка стеклянная – 1 шт, промывалка с дистиллированной водой.

Методики:

Методика 1

С помощью пипетки аликвоту 10.00 мл анализируемого раствора помещают в колбу для титрования, добавляют мерным цилиндром 20 мл дистиллированной воды, 2 капли фенолфталеина и титруют стандартным раствором Na_2CO_3 до появления малиновой окраски.

Методика 2

С помощью пипетки аликвоту 10.00 мл анализируемого раствора помещают в колбу для титрования, добавляют из бюретки 20.0 мл раствора Na_2CO_3 , тщательно перемешивают, добавляют 2 капли фенолфталеина и титруют соляной кислотой до полного исчезновения окраски.

Методика 3

С помощью пипетки аликвоту 10.00 мл анализируемого раствора помещают в колбу для титрования, добавляют из бюретки 20.0 мл раствора Na_2CO_3 , тщательно перемешивают и фильтруют через бумажный фильтр в чистую мерную колбу, взмучивая суспензию в конической колбе перед каждым добавлением на фильтр. Остатки карбоната кальция смывают со стенок конической колбы 2–3 порциями дистиллированной воды по 10–15 мл каждая на фильтр. Фильтрат количественно переносят из мерной колбы в чистую колбу для титрования. Остатки раствора смывают со стенок мерной колбы 2–3 порциями дистиллированной воды по 10–15 мл каждая в ту же

колбу для титрования. К раствору добавляют 2 капли фенолфталеина и титруют соляной кислотой до полного исчезновения окраски.

Справочная информация:

Интервал перехода (ΔpH) и показатель титрования (pT) фенолфталеина[†]:

ΔpH	pT
8.0–10.0	9

Примерные значения pH 0.1 М растворов веществ:

Вещество	pH
Na_2CO_3	12
NaHCO_3	8
$\text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	4

Методика стандартизации HCl

С помощью бюретки в колбу для титрования отмеряют 10.0 мл стандартного раствора Na_2CO_3 , добавляют мерным цилиндром 20 мл дистиллированной воды, 2 капли фенолфталеина и титруют раствором HCl до полного исчезновения окраски. Титрование повторяют до достижения трех результатов, отличающихся не более чем на 0.1 мл. Эти результаты усредняют и используют для расчета точной концентрации HCl.

[†] Интервал перехода – это диапазон pH , в котором происходит постепенное изменение цвета индикатора; показатель титрования – это значение pH , при котором глаз фиксирует изменение цвета индикатора наиболее надежно и титрование прекращают.