

ТЕКСТЫ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭТАПА
ОЛИМПИАДЫ ПО ХИМИИ ДЛЯ УЧАСТНИКОВ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭТАПА
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СОСТЯЗАНИЙ ШКОЛЬНИКОВ

2014–2015

Оглавление

Пояснительная записка**Ошибка! Закладка не определена.**

Задания теоретического тура

Девятый класс	4
Задача 9–1	4
Задача 9–2	4
Задача 9–3	4
Задача 9–4	5
Задача 9–5	5
Десятый класс	7
Задача 10-1	7
Задача 10–2	8
Задача 10-3	8
Задача 10-4	10
Задача 10-5	10
Одиннадцатый класс	11
Задача 11-1	11
Задача 11-2	11
Задача 11-3	12
Задача 11-4	13
Задача 11-5	13

Задания экспериментального тура

Девятый класс	15
Десятый класс	16
Одиннадцатый класс	18

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 5 задач из различных разделов химии для каждой возрастной параллели участников. Причем в каждом комплекте заданий есть поощрительные и дифференцирующие задачи. Задание экспериментального тура построено как небольшое исследование. В нем содержится подробная инструкция для выполнения работы и описаны правила оформления полученных результатов.

Длительность каждого тура составляет 5 (пять) астрономических часов.

Распределение тематики задач по классам представлено в таблице:

Задача Класс	1	2	3	4	5
9	Неорганическая химия				Физическая химия
10	Неорганическая химия			Органическая химия	Физическая химия
11	Неорганическая химия		Органическая химия		Физическая химия

Девятый класс

Задача 9–1

Образец сплава калия с еще одним щелочным металлом массой 20,00 г обработали избытком воды. При этом выделилось 2,87 л газа (измерено при 25,0 °С и давлении 105,00 кПа).

1. Рассчитайте, какой металл входил в сплав с калием, учитывая, что мольная доля ни одного из его компонентов не превышает 60 %.
2. Рассчитайте массовую долю калия в сплаве.
3. Рассчитайте максимальную массу Fe_3O_4 , которую можно восстановить до железа выделившимся газом.

Задача 9–2

При сжигании в кислороде неизвестного серебристо-белого простого вещества **A** получен желтоватый порошок **B** (реакция 1), который растворили в соляной кислоте (реакция 2). Образовавшийся раствор вещества **B** охладили до –20 °С. При этом из раствора выделились шестиугольные пластинчатые кристаллы вещества **Г**, которые при нагревании до комнатной температуры превращаются в вещество **B** с потерей массы 38,1 % (реакция 3). Растворимость **B** при 100 °С составляет 40,6 г в 100 мл воды, при 0 °С – 35,9 г в 100 мл воды, при –20 °С – 30,4 г в 100 мл воды.

1. Определите неизвестные вещества **A** – **Г**, напишите уравнения реакций.
2. Сколько граммов вещества **Г** можно получить из 100 г насыщенного при 100 °С раствора **B** путем охлаждения его до –20 °С?

Задача 9–3

Серый порошок массой 18 г при нагревании разлагается с выделением газа без цвета и запаха, которого достаточно для окисления 10,8 г магниевой стружки. Твердый остаток, образовавшийся при нагревании порошка, при обработке водой образует 2 г темного осадка и бесцветный раствор. При действии на раствор нитратом серебра выпадает 21,5 г белого творожистого осадка, нерастворимого в кислотах.

1. Каков состав серого порошка? Ответ подтвердите расчетами.
2. Что произойдет, если одну часть порошка внести в концентрированную соляную кислоту, а другую обработать водой и прилить к раствору хлорида цезия?
3. Запишите уравнения всех упомянутых в условии реакций (6 реакций).

Все описанные превращения происходят с количественным выходом.

Задача 9–4

Даны две смеси, каждая из которых состоит из двух веществ. Все эти 4 различные вещества могут быть получены из оксида натрия, углекислого газа и воды, и называются содами. Равные массы смесей растворили в равных объемах воды и оттитровали соляной кислотой определенной концентрации с индикатором метиловым оранжевым (в присутствии которого карбонат оттитровывается до углекислого газа и воды). На титрование каждого раствора ушло 13,0 мл HCl. После этого аналогичные растворы оттитровали соляной кислотой той же концентрации с фенолфталеином (в этом случае карбонат оттитровывается до гидрокарбоната). На титрование первой смеси ушло 10,7 мл, а второй – 1,5 мл титранта.

Задание:

1. Приведите формулы и номенклатурные названия четырех веществ, отвечающих известным содам, а также тривиальные названия самих сод.
2. Упорядочьте эти вещества по возрастанию pH их водных растворов равной массовой концентрации.
3. Какие реакции протекают при титровании соляной кислотой раствора смеси всех четырех сод с метиловым оранжевым? С фенолфталеином? Запишите уравнения реакций.
4. Установите качественный и количественный (масс. %) состав смесей, о которых идет речь в условии задачи.

Задача 9-5

Закономерности в теплотах сгорания алканов

Молярные теплоты сгорания первых четырех предельных углеводородов (алканов) приведены в таблице.

Вещество	$Q_{\text{сгор}}$, кДж/моль
Метан CH_4	800
Этан C_2H_6	1500
Пропан C_3H_8	2200
Бутан C_4H_{10}	2900

1. Запишите уравнения полного сгорания этих углеводородов в кислороде.
2. Для каждого вещества определите удельную теплоту сгорания в расчёте на 1 грамм.
3. Постройте графики зависимостей молярной теплоты сгорания и удельной теплоты

сгорания алканов от числа атомов углерода в молекуле углеводорода. Предложите уравнения для описания этих зависимостей.

4. При сгорании 4,1 л паров неизвестного алкана (измерено при 60 °С и 1 атм) выделилось 540 кДж теплоты. Определите формулу алкана.

5. Оцените значение теплоты сгорания «алкана», если число атомов углерода равно нулю. Чему соответствует полученное значение?

Десятый класс

Задача 10-1.

Химический элемент **Е** широко распространен на нашей планете. На схеме представлены химические превращения веществ, содержащих этот элемент.

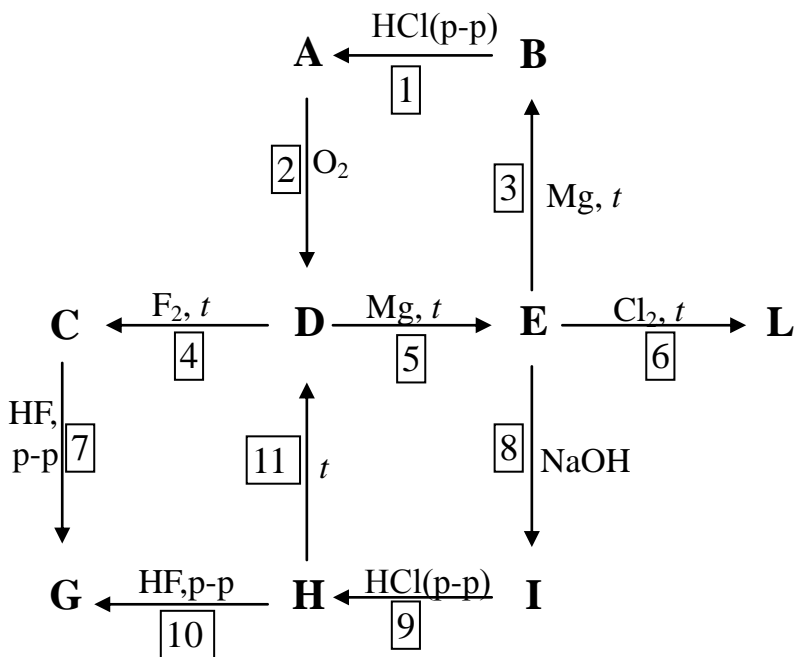
Дополнительная информация:

Вещества **А** и **С** – бесцветные газы, их плотности при нормальных условиях равны 1,432 г/л и 4,647 г/л, соответственно.

L – бесцветная жидкость, дымящая на воздухе, **G** – сильная кислота, вещество **D** входит в состав горных пород.

Вопросы:

1. Напишите уравнения реакций всех указанных превращений. Состав веществ **A**, **C** подтвердите расчетом.
2. Приведите одно название минерала, имеющего состав **D**.



Задача 10–2

Бесцветное кристаллическое соединение X_1 , содержащее металл X , хорошо растворимо в воде. Оно используется как реагент в аналитической химии. В щелочной среде оно превращается в бинарное соединение X_2 (реакция 1), содержащее 6,9 % кислорода по массе. При нагревании X_1 разлагается с потерей массы 36,5 % (реакция 2).

При добавлении небольшого количества тиосульфата натрия к раствору X_1 наблюдается окрашивание раствора в красный цвет, который становится красновато-коричневым и через несколько минут выпадает темно-коричневый осадок вещества X_3 , содержащего в своем составе два различных аниона (реакция 3). При нагревании на воздухе 1,1 г X_3 до 600 °С образуется серый порошок массой 0,9 г (реакция 4).

1. Определите металл X и соединения X_1 , X_2 , X_3 . К какому классу соединений относится вещество X_3 ?
2. Запишите уравнения всех упомянутых реакций.

Задача 10-3

Химику Колбочкину приснился сон. Он и два его друга попали в сказочное королевство и им предстоит пройти серьезное испытание. Они стоят возле замка, у каждого в руках пустая химическая склянка. В замке четыре комнаты, один вход и три выхода (см. схему замка). Колбочкин с друзьями должны войти в замок и выйти через разные выходы. Каждую комнату они имеют право пройти только один раз. При этом находящийся в ней стражник выливает в их склянки по 10 мл того раствора, который указан для этой комнаты на схеме. Таким образом, на выходе в склянке у каждого из друзей будет по 20 мл раствора неизвестного состава и с неизвестным значением рН. Если Колбочкин и его друзья не рассчитают значения рН своих растворов и не ответят на некоторые другие вопросы, то навсегда останутся в сказочном королевстве и не вернутся домой.

Помогите Колбочкину и его друзьям пройти испытание!

Чтобы это сделать, для *каждого из трех* вариантов прохода через замок:

1. Напишите молекулярное(ые) уравнение(я) химической(их) реакции(й), протекающей(их) в склянке, из которого(ых) можно установить молекулярный состав продуктов этой(их) реакции(й).
2. Рассчитайте концентрацию(и) этого(их) продукта(ов).
3. Ответьте на вопрос, протолитическая система какого типа определяет рН полученного раствора (кислота, основание, амфолит, буферная смесь)? Напомним, что согласно

протолитической теории, кислота – это частица, отдающая протон (ион водорода), основание – частица, принимающая протон, амфолит – частица, способная как принимать, так и отдавать протон, буферная смесь представляет собой смесь сопряженных кислоты и основания.

4. Напишите уравнение(я) диссоциации соли(ей) и сокращенное(ые) молекулярно-ионное(ые) уравнение(я) равновесия(й), определяющего(их) рН раствора.
5. Запишите выражение(я) для констант(ы) этого(этих) равновесия(й).
6. Оцените значение рН раствора в склянке с точностью до десятых долей логарифмической единицы.

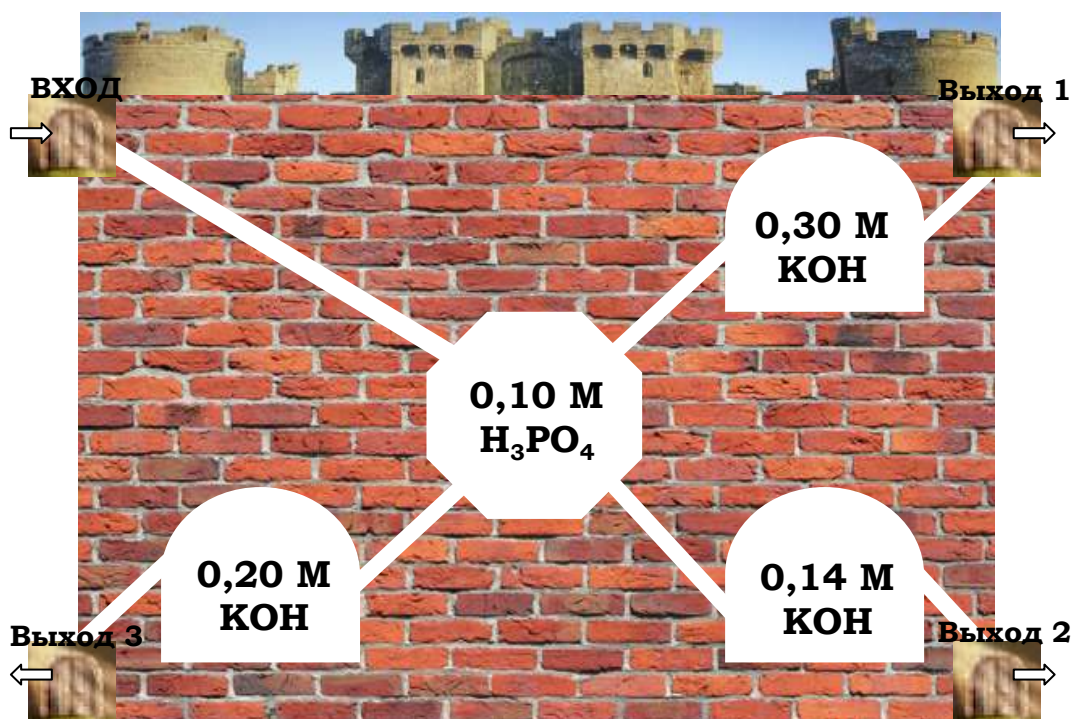
Справочные данные (константы кислотности фосфорной кислоты):

$$K_{dI} = 6,9 \cdot 10^{-3}$$

$$K_{dII} = 6,23 \cdot 10^{-8}$$

$$K_{dIII} = 4,79 \cdot 10^{-13}$$

Схема



Задача 10-4

Смесь трех структурно изомерных алкенов **A**, **B** и **C** в избытке водорода общим объемом 7,17 л (н. у.) пропустили над никелевым катализатором при нагревании. Реакция прошла на 75 %, и объем смеси уменьшился до 5,15 л (н. у.). При пропускании исходной смеси через склянку с избытком бромной воды алкены полностью поглотились, и масса склянки увеличилась на 10,1 г.

1. Рассчитайте суммарный объем алкенов в исходной смеси.
2. Установите молекулярную формулу алкенов.

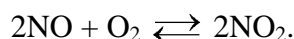
Известно, что молекулы **C** хиральны (содержат асимметрический атом углерода, имеющий 4 различных заместителя), **B** и **C** – ахиральны. При гидрировании в присутствии катализатора (H_2/Ni) **A**, **B** и **C** дают один и тот же продукт **D**, а при взаимодействии с HBr основным продуктом во всех случаях является соединение **E**. Если реакцию с HBr проводить в присутствии перекиси, то будут получены три разных бромида **A**₁, **B**₁ и **C**₁ соответственно. При этом бромид **B**₁, полученный из **B**, в ходе обработки спиртовым раствором сильного основания – трет-бутилата калия – превращается в смесь **B** и **C** с преобладанием **C**.

3. Напишите структурные формулы всех соединений, приведите схемы реакций.
4. Для какого из этих соединений возможна геометрическая изомерия? Напишите изомеры и назовите их с использованием *Z,E*-номенклатуры.

Задача 10-5

Разложение оксидов азота

21,6 г оксида азота (V) полностью разлагается в атмосфере 0,2 моль кислорода в сосуде объемом 10 л при постоянной температуре. После окончания реакции давление в сосуде увеличилось в 4 раза. В сосуде устанавливается следующее химическое равновесие:



1. В каком агрегатном состоянии (твёрдом или газообразном) находится оксид азота (V) при этой температуре? Обоснуйте ответ с помощью расчёта.
2. Определите степень разложения NO_2 , мольные доли газов в полученной смеси и плотность смеси по водороду.
3. Во другом опыте взяли иное количество оксида азота (V), остальные условия не изменились. В результате N_2O_5 разложился полностью, а степень разложения NO_2 составила 40 %. Сколько молей N_2O_5 было взято и во сколько раз равновесное давление оказалось больше первоначального?

Одиннадцатый класс

Задача 11-1

Химические элементы X и Y образуют между собой 4 бинарных соединения.

Соединение	$\omega(X)$, %	Цвет
А	17,02	белый
Б	29,09	белый
В	45,07	желтый
Г	55,17	оранжевый

Известно, что Y образует хлорид и карбонат, растворимые в воде.

1. Определите неизвестные вещества.
2. Напишите уравнения взаимодействия А–Г с холодной водой (реакции 1–4), а также реакцию веществ А и В между собой (реакция 5).
3. Как химическим путем отличить А от Б (одна реакция 6)?

Задача 11-2

Химику Колбочкину приснился сон. Он и два его друга попали в сказочное королевство и им предстоит пройти серьезное испытание. Они стоят возле замка, у каждого в руках пустая химическая склянка. В замке пять комнат, один вход и три выхода (см. схему замка). Колбочкин с друзьями должны войти в замок и выйти через разные выходы. Каждую комнату они имеют право пройти только один раз. При этом находящийся в ней стражник выливает в их склянки по 10 мл того раствора, который указан для этой комнаты на схеме. Таким образом, на выходе в склянке у каждого из друзей будет по 30 мл раствора неизвестного состава и с неизвестным значением рН. Если Колбочкин и его друзья не рассчитают значения рН своих растворов и не ответят на некоторые другие вопросы, то навсегда останутся в сказочном королевстве и не вернуться домой.

Помогите Колбочкину и его друзьям пройти испытание!

Чтобы это сделать, для *каждого из трех* вариантов прохода через замок:

1. Напишите молекулярное(ые) уравнение(я) химической(их) реакции(й), протекающей(их) в склянке, из которого(ых) можно установить молекулярный состав продуктов этой реакции.
2. Рассчитайте концентрацию(и) этого(их) продукта(ов).
3. Ответьте на вопрос, протолитическая система какого типа определяет рН полученного раствора (кислота, основание, амфолит, буферная смесь)? Напомним, что согласно протолитической теории, кислота – это частица, отдающая протон (ион водорода),

основание – частица, принимающая протон, амфолит – частица, способная как принимать, так и отдавать протон, буферная смесь представляет собой смесь сопряженных кислоты и основания.

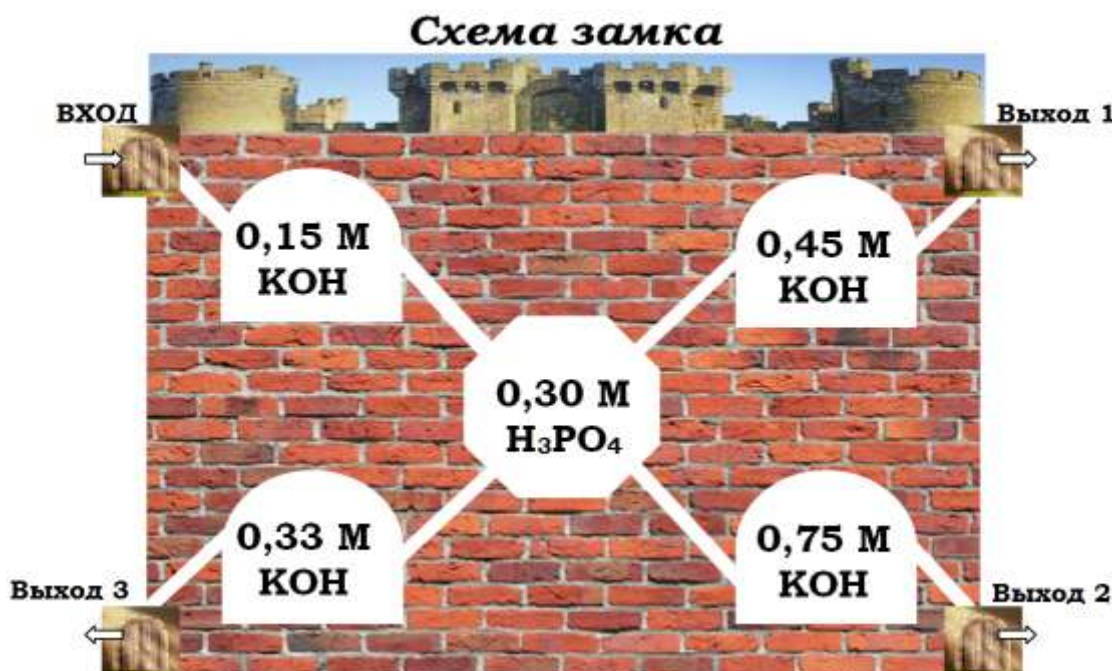
4. Напишите уравнение(я) диссоциации соли(ей) и сокращенное(ые) молекулярно-ионное(ые) уравнение(я) равновесия(й), определяющего(их) рН раствора.
5. Запишите выражение(я) для констант(ы) этого(этих) равновесия(й).
6. Оцените значение рН раствора в склянке с точностью до десятых долей логарифмической единицы.

Справочные данные (константы кислотности фосфорной кислоты):

$$K_{aI} = 6,9 \cdot 10^{-3}$$

$$K_{aII} = 6,23 \cdot 10^{-8}$$

$$K_{aIII} = 4,79 \cdot 10^{-13}$$



Задача 11-3

Смесь трех структурно изомерных алкенов А, В и С в избытке водорода общим объемом 7,17 л (н. у.) пропустили над никелевым катализатором при нагревании. Реакция прошла на 75 %, и объем смеси уменьшился до 5,15 л (н. у.). При пропускании исходной смеси через склянку с избытком бромной воды алкены полностью поглотились, и масса склянки увеличилась на 10,1 г.

1. Рассчитайте суммарный объем алкенов в исходной смеси.
2. Установите молекулярную формулу алкенов.

Известно, что молекулы С хиральны (содержат асимметрический атом углерода,

имеющий 4 различных заместителя), **В** и **С** – ахиральны. При гидрировании в присутствии катализатора (H_2/Ni) **А**, **В** и **С** дают один и тот же продукт **Д**, а при взаимодействии с HBr основным продуктом во всех случаях является соединение **Е**. Если реакцию с HBr проводить в присутствии перекиси, то будут получены три разных бромида **А**₁, **В**₁ и **С**₁ соответственно. При этом бромид **В**₁, полученный из **В**, в ходе обработки спиртовым раствором сильного основания – трет-бутилата калия – превращается в смесь **В** и **С** с преобладанием **С**.

3. Напишите структурные формулы всех соединений, приведите схемы реакций.
4. Для какого из этих соединений возможна геометрическая изомерия? Напишите изомеры и назовите их с использованием *Z,E*-номенклатуры.

Задача 11-4

Чтобы облегчить страдания, он ввёл ей авертин

Р. Стаут «С прискорбием извещаем»

Например, <Z>, который легко достать. Если его растворить в каком-нибудь...напитке, он почти не даёт привкуса

Р. Стаут «Окончательное решение»

Действующим веществом авертина является соединение **А**, которое, как и вещество **Z**, получают из соединения **В**, используемого, например, в качестве растворителя. При обработке **В** простым веществом X_2 образуется соединение **С**, которое восстанавливают в **А** действием изопропоксида алюминия. Если реакцию **В** с X_2 проводить в присутствии щелочи, образуется соединение **Д**. Его можно получить также, если **С** обработать крепкой щелочью. **А** хорошо растворим в бензоле и спирте и умеренно в воде. При нагревании водного раствора **А** выше $40^\circ C$ он разлагается с отщеплением HX и образованием **Е**. Соединение **Z** (хорошо растворимо в воде и спирте, малорастворимо в бензоле) получают из **В** при действии другого простого вещества Y_2 , которое в присутствии щелочи дает соединение **F**, аналогичное по структуре соединению **Д**. Содержание элементов **X** и **Y** в соединениях **А**, **С–F**, **Z** дано в таблице.

Соединение	А	С	Д	Е	F	Z
Массовая доля X (Y), %	84,8	85,4	94,9	79,2	89,1	64,4

1. Напишите структурные формулы соединений **А–F** и **Z**, элементы **X** и **Y**. Ответ обоснуйте.
2. Напишите уравнение реакции превращения **В** в **С**.

Задача 11-5

Получение сверхчистого никеля

В никелевый сосуд объёмом 20,2 л ввели монооксид углерода, давление которого при температуре 30 °С составило 2,0 бар. Сосуд нагрели до 105 °С и затем поддерживали при постоянной температуре. Давление начало падать и в конце концов понизилось до 1,0 бар.

1. Запишите уравнение протекающей в сосуде реакции и найдите давления веществ в полученной газовой смеси.
2. Рассчитайте плотность полученной смеси по воздуху.
3. а) Запишите выражение для константы равновесия, установившегося в сосуде, и определите её значение. (Можете использовать давления или концентрации.)
б) Изменится ли это значение, если: а) начальное давление СО составит 10,0 бар; б) реакция будет происходить при температуре 90 °С?
4. Полученную газовую смесь перенесли в другой реактор, где нагрели до 250 °С. Сколько граммов сверхчистого никеля удалось получить?
6. Если бы при тех же условиях эксперимента сосуд был сделан не из никеля, а из сплава железа с никелем, то каким было бы конечное давление: больше 1,0 бар, меньше 1,0 бар или ровно 1,0 бар? Кратко объясните. Учтите, что железо при этих условиях не реагирует с СО.

Девятый класс

Задание: Вам выданы три смеси твердых солей по две соли каждая из следующего набора: $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, MnCl_2 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, KI , NH_4Cl , Na_2CO_3 . Для определения солей есть четыре реагента. На склянках с кислотой и щелочью отсутствуют этикетки. Используя два известных реагента, определите склянки с кислотой и щелочью, а затем установите состав каждой смеси. Напишите уравнения реакций для определения реагентов и по одной реакции, которая подтверждает открытие каждой соли.

Реактивы: 2М $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 2М NaOH , 1М H_2SO_4 , 0,1М AgNO_3 , фенолфталеиновая бумага (для определения ионов аммония), дистиллированная вода.

Оборудование: бюксы с задачами (2 шт), штатив с пробирками (4–5 шт), шпатель, палочка для перемешивания, предметное стекло, водяная баня, пипетка для отбора проб, стакан с водой для промывания пипетки.

Десятый класс

Задание: Глюкоза – один из важнейших представителей класса углеводов – представляет собой основной продукт фотосинтеза и является для человека и животных источником энергии для обеспечения метаболических процессов. Важно уметь определять содержание глюкозы в биологических объектах различной природы и фармацевтических препаратах.

Вам предстоит определить содержание глюкозы в выданном Вам растворе методом перманганатометрии в соответствии с нижеприведенной методикой. В методике пропущены формулы используемых реактивов и цвета растворов до и после титрования. Подумайте, как заполнить пропуски.

Реактивы: KMnO_4 раствор (точная концентрация указана на склянке), 0,10 М $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, 1 М H_2SO_4 .

Оборудование: мерная колба объемом 100 мл с пробкой, пипетка Мора объемом 10 мл (2 шт.), резиновая груша или пипетатор, чистый сухой стакан объемом 50 мл, мерный цилиндр объемом 10–50 мл, бюретка объемом 25 мл, электроплита или песчаная баня, коническая термостойкая колба объемом 100 мл, часовое стекло, резиновые напальчники.

Методика определения:

Выданный Вам в мерной колбе раствор глюкозы доведите до метки дистиллированной водой, тщательно перемешайте, многократно переворачивая колбу. Отберите пипеткой аликвоту раствора глюкозы объемом 10 мл в коническую колбу для титрования (если шарик пипетки не позволяет погрузить кончик пипетки в раствор, перелейте часть раствора в чистый стакан, предварительно ополоснув его стенки небольшим количеством раствора и вылив его в слив, и возьмите аликвоту пипеткой из стакана). Мерным цилиндром прилейте к раствору в конической колбе ~ 10 мл ...[пропуск № 1]. Заполните бюретку раствором ...[пропуск № 2], не забыв выгнать из носика воздух, и добавьте в колбу из бюретки точно 10 мл реагента. Закрыв колбу часовым стеклом, нагрейте полученную смесь на электроплитке или песчаной бане и кипятите в течение 3 минут. Второй чистой пипеткой Мора добавьте в горячий (будьте аккуратны!) раствор точно 10 мл ...[пропуск № 3]. Горячий раствор немедленно титруйте раствором ...[пропуск № 4] до изменения окраски с ...[пропуск № 5] на ...[пропуск № 6]. Зафиксируйте результат титрования в рабочей тетради. Повторите эксперимент до получения трех результатов, отличающихся не более чем на 0,1 мл. Усредните эти результаты и рассчитайте массу глюкозы, выданной Вам в мерной колбе.

Итак, выполните следующее:

1. Заполните пропуски в методике. Ответ представьте в виде таблицы *на отдельном листе*:

Пропуск №.	Пропущенная формула
1	
2	
3	
4	
	Окраска
5	
6	

2. В Вашей рабочей тетради запишите уравнения реакций, протекающих при определении глюкозы.

3. Ответьте на вопрос, почему нельзя проводить прямое титрование глюкозы перманганатом калия?

4. Рассчитайте массу глюкозы (г), выданной Вам в мерной колбе.

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 KMnO_4 по навеске вещества, а во-вторых, 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 FeSO_4 .

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

1. Почему невозможно приготовить раствор с точно известной концентрацией KMnO_4 по навеске вещества? Ответ подтвердите соответствующим уравнением реакции.
2. Протекание какой химической реакции обуславливает неустойчивость KMnO_4 в водном растворе? Запишите уравнение реакции.
3. Для успешного осуществления перманганатометрического определения FeSO_4 , помимо самого перманганата, используют еще два реактива. Как Вы думаете,

какие это реактивы? Выберите из списка: $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, H_3PO_4 , H_2SO_4 , MgSO_4 , MnSO_4 , Na_2CO_3 , NaOH , Na_2SO_4 . Выбор каждого из реактивов обоснуйте.

Часть 2

Ниже приведены две методики определения содержания FeSO_4 . Используя эти методики, установите точную концентрацию (моль/л) KMnO_4 , используемого Вами в роли титранта, и содержание 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 KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (станд. раствор), 1М H_2SO_4 (раствор № 1), 2М H_3PO_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 FeSO_4 доводят до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают. В колбу для титрования с помощью пипетки Мора вносят 10,00 мл титруемого раствора FeSO_4 , мерным цилиндром добавляют 10 мл H_2SO_4 (раствор № 1) и 2 мл H_3PO_4 (раствор № 2) и титруют раствором 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 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 FeSO_4 доводят до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают. В колбу для титрования с помощью пипетки Мора вносят 10,00 мл титруемого раствора FeSO_4 , мерным цилиндром добавляют 10 мл H_2SO_4 (раствор № 1) и 2 мл H_3PO_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 FeSO_4 оттитровывают раствором 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.