

Время выполнения заданий 235 минут.

Максимальный первичный балл – 100 (5 задач по 20 баллов).

Максимальный итоговый балл – 100.

Задача 9-1

Лаборант взвесил 2,48 г оксида натрия и растворил его в 247,52 г воды. Получился раствор с плотностью 1,0126 г/мл.

- 1) Напишите уравнение протекающей реакции.
- 2) Вычислите массу образовавшегося продукта реакции.
- 3) Вычислите массовую долю растворённого вещества в полученном растворе.
- 4) Вычислите молярную концентрацию и титр полученного раствора.

Примечание.

1) Молярная концентрация (C_M) показывает, сколько молей растворённого вещества содержится в 1 литре раствора, и рассчитывается как отношение числа молей растворённого вещества к объёму раствора, выраженному в литрах.

$$C_M = \frac{n}{V_{\text{раствора}}} \left[\frac{\text{МОЛЬ}}{\text{ЛИТР}} \right]$$

2) Плотность раствора (ρ) – отношение массы раствора к объёму раствора.

$$\rho = \frac{m_{\text{раствора}}}{V_{\text{раствора}}} \left[\frac{\text{Г}}{\text{МЛ}} \right]$$

3) Титр (Т) – масса растворённого вещества (m) в 1 мл раствора.

$$T = \frac{m}{V}$$

Задача 9-2

Металл **А** является соседом металла **Б** в периодической таблице Д.И. Менделеева. Оба металла проявляют одинаковую степень окисления в соединениях, однако, и сами металлы и их соединения имеют некоторые важные различия в химических свойствах. Приведём некоторые из них. Металл **А** при сгорании в кислороде (реакция 1) образует оксид, а металл **Б** – пероксид (реакция 2). Соли металла **А** окрашивают пламя в карминово-красный цвет, а соли металла **Б** в желтый. Металл **А** легко реагирует с азотом (реакция 3), а металл **Б** только в жестких условиях. Гидроксиды металлов **А** и **Б** являются хорошо растворимыми в воде веществами, но гидроксид металла **А** разлагается при нагревании выше 600°C (реакция 4). Различаются и реакции разложения их нитратов (реакции 5 и 6). Последнее отличие, которое мы приведём в условии данной задачи – способы получения этих металлов. Металл **А** получают электролизом расплава его хлорида (реакция 7). Небольшие количества металла **Б** можно получить разложением соли **В** (реакция 8). Соль

В является бинарным соединением, которое разлагается с выделением большого количества газа **Д**, являющегося основным компонентом атмосферы Земли (и по массе, и по объёму). Массовая доля металла **Б** в соли **В** составляет 35,385%.

- 1) Определите, о каких металлах идёт речь в задаче.
- 2) Напишите уравнения реакций 1-8.
- 3) Определите формулу газа **Д**.
- 4) Укажите кратность химической связи в газе **Д**.
- 5) Определите формулу соли **В**, ответ подтвердите расчётом.

Задача 9-3

Для работы ракетных двигателей космических челноков, позволяющих корректировать последнюю стадию полета – вход в атмосферу Земли и посадку, – использовалась взрывоопасная смесь мелкоизмельченных перхлората аммония (NH_4ClO_4) и металла **А**.

Если металл **А** массой 6,75 г прохлорировать, то образуется вещество **В**, масса которого составит 33,375 г (**реакция 1**). Если вещество **В** растворить в воде и к полученному раствору прилить раствор карбоната калия, то будем наблюдать выпадение осадка **С** и выделение газа **Д** (**реакция 2**). Выпавший осадок отделили, высушили и разделили на две части. Первую часть обработали раствором сильной одноосновной кислоты **Е**, в которой суммарный заряд электронов составил $-51,2 \cdot 10^{-19}$ Кл. При этом образовался раствор вещества **Г** (**реакция 3**). А вторую – концентрированным раствором гидроксида калия. При этом образовался раствор вещества **Г** (**реакция 4**). Через раствор вещества **Г** пропустили **избыток** газа **Д**, что вновь привело к выпадению осадка **С** (**реакция 5**). Заряд электрона равен $-1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

1) Определите металл **А** и вещества **В – Г**. Вещества **А** и **Е** подтвердите расчетами. Напишите уравнения реакций 1-5.

2) Напишите уравнение реакции перхлората аммония с металлом **А** (**реакция 6**).

Примечание: в ходе реакции образуются **В** и вещество **Н**, которое образуется при прокаливании вещества **С**.

3) Как Вы думаете, какие проблемы могли возникать для окружающей среды при использовании смеси перхлората аммония и металла **А**?

Задача 9-4

У Вовочки в четверти по химии выходит «двойка». Мария Ивановна – учитель химии – решила дать задание «непутевому» ученику, чтобы поправить его положение. Но как Вы поняли, у Вовочки с химией беда. Вам необходимо помочь ему выполнить задание, которое дала Мария Ивановна.

Перед Вами имеется 6 пробирок с кристаллическими веществами. Но проблема в том, что на пробирках отсутствуют какие-либо этикетки, однако известен список веществ: оксид натрия, оксид магния, оксид фосфора(V), оксид железа(III), оксид железа(II), оксид цинка.

В качестве реагентов Вовочке выдали воду, концентрированный раствор гидроксида калия, 30%-ую азотную кислоту, индикаторную бумагу, водяную баню и большое количество пробирок.

Своё решение Вовочка занёс в таблицу.

Номер пробирки / добавл. реагент или признак	1	2	3	4	5	6
Цвет	белый	белый	бурый	белый	белый	черный
H_2O	Р	Н	Н	Н	Р	Н

Р – произошло растворение

Н – растворения не произошло

Уже по этим данным у Вовочки появились некоторые мысли. По цвету индикаторной лакмусовой бумажки Вовочка смог определить содержимой пробирок 1 и 5 – при внесении в раствор от пробирки 1 индикаторной лакмусовой бумажки она приобретает красный цвет, а в раствор от пробирки 5 – синий.

1) Определите вещества, находящиеся в пробирках 1 и 5, напишите уравнения реакций, если они протекали.

Далее Вовочка решил определить оставшиеся белые вещества.

Пробирка / реагент	2	4
HNO_3	прозрачный раствор	прозрачный раствор
KOH	реакции нет	прозрачный раствор

2) Определите вещества, находящиеся в пробирках 2 и 4, напишите уравнения реакций, если они протекали.

Муниципальный этап ВсОШ по химии в 2024-2025 учебном году
Теоретический тур – 9 класс

Последними Вовочка различал цветные вещества – он забыл, кто из них какого цвета, но решил воспользоваться тем, что одно из оставшихся веществ должно проявлять свойства восстановителя.

Пробирка / реагент	3	6
HNO_3	желто-коричневый раствор	зеленый раствор и бесцветный газ, который приобретает окраску на воздухе.

3) Определите вещества, находящиеся в пробирках 3 и 6, напишите уравнения реакций, описанный в таблице (3 уравнения в данном пункте).

Задача 9-5

Вам представлены термохимические данные некоторых химических реакций, которые описаны в таблице ниже.

№	Процесс	Энтальпия процесса ($\Delta_r H$)
1	$B_2O_{3(ТВ.)} + 3H_2O_{(г.)} = 3O_{2(г.)} + B_2H_{6(г.)}$	2 035 кДж
2	$H_{2(г.)} + \frac{1}{2}O_{2(г.)} = H_2O_{(г.)}$	-242 кДж
3	$2B_{(ТВ.)} + 3H_{2(г.)} = B_2H_{6(г.)}$	36 кДж

1) Вычислите стандартную энтальпию образования оксида бора(III) (на 1 моль) из простых веществ, исходя из химических реакций, приведенных в таблице выше.

Оксид бора(III) смешали с углем. Полученную смесь измельчили и подожгли в атмосфере газа **X**. Примечание: плотность газа **X** (при н.у.) 3,17 г/л.

2) Напишите уравнение приведенной химической реакции. Определите формулу газа **X**.

3) Вычислите объем угарного газа (при н.у.), которая выделится при восстановлении оксида бора(III) массой 21 г.