

1.2 Задания Теоретического тура

1.2.1 Задания 9 класса

Задача №9-1

Сплав Дебарда описан итальянским химиком Артуро Дебарда в 1894 году. В настоящее время его применяют в аналитической химии в качестве сильного восстановителя. Он состоит из трех металлов:

- металл **А**, оксид (содержит 47,06% кислорода) которого входит в состав наждачной бумаги в виде минерала корунд;
- металл **Б** придает крови некоторых животных голубой цвет;
- металл **В**, сульфид (содержит 32,99% серы) которого встречается в природе в виде сфалерита.

Ни один из этих металлов не проявляет таких свойств как сплав, однако благодаря образованию гальванопары между металлами **А** и **Б** сплав становится очень активным. Например, может восстановить нитрат и нитрит натрия до аммиака в среде гидроксида натрия.

Для исследования состава сплава его навеска массой 1 г была растворена в азотной кислоте, при этом выделялся бесцветный газ **Г**, плотность которого по углекислому газу 0,682. К полученному голубому раствору прибавили избыток раствора гидроксида натрия, выпавший осадок отфильтровали, высушили, прокалили и взвесили. Его масса оказалась 0,6260 г. К фильтрату добавили избыток хлорида аммония, образовавшийся осадок отфильтровали и высушили. Его масса составила 1,3000 г.

1. *Определите вещества А – Г и напишите уравнения реакций, осуществленных при анализе сплава Дебарда. Не забудьте расставить коэффициенты в написанных уравнениях реакций.*

2. *Напишите уравнения восстановления нитрита натрия и нитрата натрия в щелочной среде сплавом Дебарда.*
3. *Определите состав сплава Дебарда в массовых процентах.*

Задача №9-2

Впервые вещество **X** получил в 1818 году французский химик Луи Жак Тенар (1777–1857), действуя сильно охлажденной соляной кислотой на пероксид бария (*реакция 1*). Применение вещества **X** во многих технологических процессах, медицине и сельском хозяйстве основывается на его окислительных свойствах.

Вещество **X** – неустойчивое соединение, процесс его разложения в водных растворах проходит самопроизвольно (*реакция 2*). Вещество **X** может выступать как в роли окислителя, так и восстановителя. При действии его на бесцветный раствор иодида калия происходит изменение окраски раствора (*реакция 3*). В тоже время при действии **X** на подкисленный серной кислотой раствор перманганата калия, малиновая окраска исчезает (*реакция 4*).

В конце XX века удалось синтезировать вещества, подобные **X**, – **Y** (массовая доля кислорода 96%) и **Z** (массовая доля кислорода 97%). Эти соединения еще более неустойчивы. При обычных температурах (н.у.) они разлагаются за доли секунды, однако при температурах порядка -70°C существуют часами. Спектрохимическое исследование показывает, что их молекулы имеют зигзагообразную цепную структуру.

1. *Определите вещества X, Y и Z. Ответ подтвердите расчетами.*
2. *Приведите структурные формулы X, Y, Z и объясните на примере соединения X, чем обусловлена их неустойчивость.*
3. *Напишите уравнения реакций 1-4. Укажите роль вещества X в реакциях 3 и 4.*
3. *Приведите не менее трёх примеров использования вещества X в быту и в промышленности.*

Задача №9-3

При взаимодействии бесцветной, дымящей на воздухе жидкости **A** (содержит 13,45 % кислорода), с бинарным соединением **B**, содержащим 31,84% галогена по массе образуется газ **B** (*реакция 1*), строение которого сходно со строением вещества **A**. **B** содержит 18,6% кислорода. При пропускании газа **B** через концентрированный раствор гидроксида калия (*реакция 2*), видимых изменений не наблюдалось. При последующем добавлении к получившемуся раствору известковой воды (*реакция 3,4*) выпадает смесь осадков, состоящая из двух веществ – **X** и **Y**. Обработка этих осадков разбавленной хлористоводородной кислотой (до полного прекращения видимых признаков реакции (*реакция 5*)) приводит к выделению газа **Г** с плотностью по гелию 16,00. Дальнейшая обработка осадков 75% серной кислотой (*реакция 6*) приводит к выпадению другого осадка **Д** и выделению газа **Е** (0,998 г/дм³, 25°C, 123630,8 Па). Газ **Е** легко сжижается при 19°C с образованием прозрачной, легкоподвижной жидкости с плотностью $\approx 1 \text{ г/см}^3$.

1. *Определите вещества А–Е, X, Y. Ответ подтвердите расчетами.*
2. *Напишите уравнения реакций 1–6.*
3. *За счет чего происходит «дымление» жидкости А? Ответ подтвердите уравнениями реакций.*

Задача №9-4

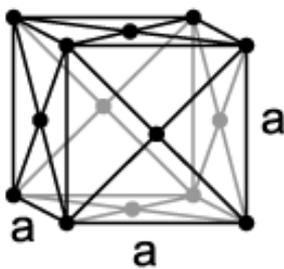
Студенты Маша и Петя обнаружили в лаборатории несколько слитков неизвестного металла **X**. Они решили определить, что это за металл, чтобы оценить возможность его использования в своих исследованиях.

Петя установил, что **X** пассивируется при действии концентрированной азотной кислоты, однако активно растворяется в разбавленной азотной и в горячей концентрированной серной кислоте.

Раствор, полученный после реакции **X** с азотной кислотой, Петя разделил на четыре пробирки и провел следующие испытания:

Номер пробирки	Добавленный реагент	Наблюдаемый результат
1	Сульфид аммония	Выпадает черный осадок
2	Гидроксид натрия	Образуется зеленый осадок, нерастворимый в избытке гидроксида натрия
3	Гидроксид натрия и газообразный хлор	Образуется зеленый осадок, который при пропускании хлора чернеет
4	Раствор аммиака	Образуется зеленый осадок, растворяется в избытке с образованием синего раствора

Полученные данные позволили Пете однозначно определить, что это за металл.



Пока Петя исследовал химические свойства, Маша занялась изучением физических свойств металла **X**. Рентгенографическое исследование показало, что металл **X** имеет гранецентрированную кубическую решетку с параметром ячейки $3,524 \cdot 10^{-10}$ м (рис.).

Далее Маша взяла слиток металла **X** массой 133,5 г и поместила в цилиндр, содержащий 200,0 мл дистиллированной воды, в результате чего уровень жидкости в цилиндре поднялся до 215,0 мл.

Используя полученные данные, Маша рассчитала, какой именно металл был ими обнаружен.

1. Определите, какой металл обнаружили Петя и Маша.
2. Напишите уравнения реакций, осуществленных Петей.
3. Воспроизведите расчет, который позволил Маше установить металл. При расчетах примите что атомы металла представляют жесткие шары пренебрежимо малого радиуса и могут принадлежать одновременно нескольким элементарным ячейкам.
4. Где может использоваться металл **X**?

Задача №9-5

Негашеная известь или кирабит широко используется при производстве силикатного кирпича. Промышленным способом получения негашеной извести является термическое разложение известняка (карбоната кальция, основной примесью которого является карбонат магния).

На одном из заводов была запущена установка для получения негашеной извести из известняка, особенностью которой являлось то, что обогрев печей разложения проводился за счет сжигания биометанола (CH_3OH). Биометанол – один из перспективных видов альтернативного топлива, его производство основано на культивировании и последующей биотехнологической конверсии фитопланктона.

Для разложения 68,4 кг известняка в опытной установке потребовалась теплота, которая выделяется при сгорании 5,303 кг биометанола. Известно, что на осуществление реакции затрачивается только 85% выделившегося тепла, остальные 15% затрачиваются на разогрев печи, известняка и рассеиваются в окружающей среде. При разложении выделилось $15,68 \text{ м}^3$ углекислого газа.

1. Считая, что разложение прошло полностью, вычислите массовую долю карбонатов кальция и магния в известняке. При расчетах примите, что известняк не содержит других примесей.
2. Имеет ли преимущество использование биометанола вместо традиционно применяемого природного газа – метана (CH_4)? Вычислите массу метана, которая бы потребовалась для разложения такого же количества известняка с 15% потерями теплоты.

Приложение. Стандартная теплота образования веществ

Вещество	Q _{обр} , кДж/моль	Вещество	Q _{обр} , кДж/моль
CaCO _{3(т)}	1206,0	MgO _(т)	601,2
MgCO _{3(т)}	1096,1	CaO _(т)	635,1
CH ₃ OH _(ж)	201,2	CO _{2(г)}	393,5
CH _{4(г)}	74,8	H ₂ O _(г)	241,8