

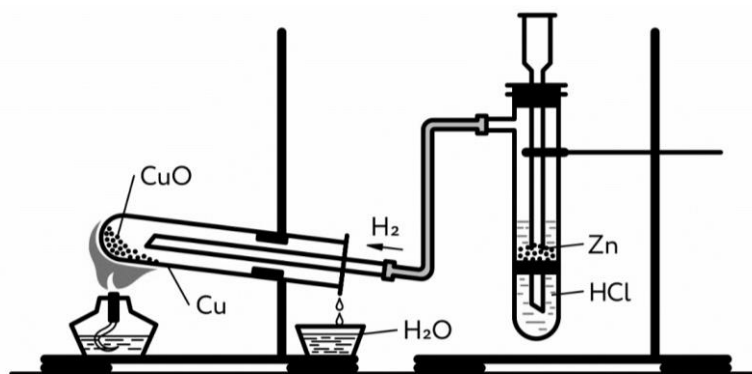
Время выполнения задания – 180 минут. Максимальное количество баллов – 100

Задание 1. (10 баллов) Азот образует разнообразные оксиды:

- Закись азота – бесцветный газ со сладковатым запахом, кратковременное вдыхание которого действует на нервную систему возбуждающе. В связи с этим это вещество называют «веселящий газ».
- Двоокись азота имеет характерный бурый цвет. При низкой температуре димеризуется.
- Азотистый ангидрид – соединение неустойчивое и существует только при низких температурах, выше 0°C он разлагается на окись азота и двоокись азота.
- Окись азота – бесцветный газ. Содержится в организме человека и управляет как внутриклеточными, так и межклеточными процессами в живой клетке. Многие болезни (гипертония, ишемия миокарда, тромбозы, рак) вызваны нарушением физиологических процессов, которые регулирует окись азота.
- Азотистый ангидрид – бесцветные кристаллы, неустойчив и легко разлагается на двоокись азота и кислород.

1. Напишите формулы перечисленных оксидов.
2. Напишите реакции получения и структурные формулы для закиси азота, двоокиси азота и азотистого ангидрида.
3. Смесь кислорода и двоокись азота объемом 20л, объемная доля двоокись азота в которой равна 56%, пропустили через 200 г воды. После в полученный раствор опустили железную пластинку массой 12 г. Рассчитайте массу пластинки после протекания реакции и массовую долю образовавшейся соли в конечном растворе.

Задание 2. (10 баллов)



1. Напишите уравнения реакции, протекающих в установке, изображенной на рисунке
2. Опишите назначение каждого элемента представленной установки.
3. В ходе проведения реакций было получено 0,6 г меди. Рассчитайте минимально необходимые массу цинка и объем 0,1 М соляной кислоты, которые потребовались для проведения реакций. Какой объем займет выделившийся водород при 27°C и 680 мм.рт.ст.? (ответ запишите в мл)

Задание 3. (12 баллов) В период с конца XVIII по начало XIX века простое вещество этого элемента в виде жёлто-зелёного газа с характерным запахом было получено несколько раз, но каждый раз его не идентифицировали как новое простое вещество. Соединения этого элемента мы постоянно потребляем с пищей.

- каким образом в тот период времени было получено это простое вещество?
- как название этого химического элемента связано со свойствами образуемого им простого вещества?
- зачем мы потребляем соединения этого элемента и в виде какого вещества? Приведите его тривиальное название.
- данный элемент может образовывать бинарные соединения с другим элементом главной подгруппы, расположенном на строку ниже в той же группе Периодической системы. Приведите три примера таких соединений и их реакций с водой.

Задание 4. (5 баллов) Растворимые соединения металла X крайне токсичны. Однако известно, что они обладают сладким вкусом, поэтому после открытия элемент даже порой называли «глициний». Одно из соединений элемента X дало название нашей олимпиаде.

Назовите элемент и перечислите элементы входящие в состав соединения, о котором идет речь.

Как ни странно, свойства соединений элемента X больше похожи не на расположенный под ним в Периодической системе элемент, а на другой. Какой и почему? Приведите примеры химических свойств гидроксида элемента X.

Задание 5. (7 баллов) Один известный полурослик по просьбе своего седовласого друга однажды отправился к Роковой Горе, чтобы уничтожить кольцо, однако в пути он немного заплутал и попал в Уральский Федеральный Университет. Впрочем, он не сильно расстроился, т.к. рассудил, что кольцо можно просто растворить в царской водке. К счастью, в лаборатории, в которую он попал, нашлись азотная и соляная кислоты в достаточном количестве. Смешав их в объемном соотношении 1:3 соответственно, он бросил туда кольцо, которое успешно растворилось. Приведите уравнение реакции, а также рассчитайте тепловой эффект реакции, если кольцо состоит из чистого золота, а его масса 3 грамма.

$$\Delta_f H^\circ_{\text{Au}} = 0 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta_f H^\circ_{\text{NO}} = 91.26 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta_f H^\circ_{\text{NO}_2} = 34.19 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta_f H^\circ_{\text{H}_2\text{O}} = -285.83 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta_f H^\circ_{\text{HNO}_3} = -173.0 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta_f H^\circ_{\text{HCl}} = -166.9 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta_f H^\circ_{\text{H[AuCl}_4]} = -322.5 \text{ кДж/моль}$$

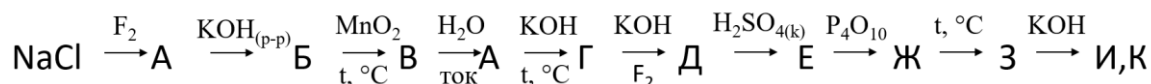
Задание 6. (10 баллов) Название этого элемента произошло от латинского «antimonium». Происхождение слова «антимоний» объясняется различно. Известен рассказ о том, как один монах, обнаруживший сильное слабительное действие сульфида этого элемента на свинье, рекомендовал его своим братьям. Результат этого медицинского совета оказался плачевным: после приема средства все монахи умерли. Поэтому этот элемент получил название, производное от "анти-монахиум" - средство против монахов.

Массовая доля этого элемента в высшем оксиде равна 75.3%.

При нагревании выше 80°C с хлором реагирует в соотношении 2:5

1. О каком элементе идёт речь?
2. Основываясь на групповой аналогии, спрогнозируйте химические свойства соединений этого элемента (оксиды, гидроксиды).
3. Перечислите устойчивые степени окисления.
4. Приведите расчёт массовой доли элемента в оксиде.
5. Какую массу неизвестного вещества нужно взять для получения 10г его хлорида?

Задание 7. (10 баллов) Решите цепочку превращений, укажите все протекающие химические реакции, расставьте коэффициенты в уравнениях реакций.



Задание 8. (10 баллов) В XIX веке стоимость этого металла была выше, чем золота и серебра. Из него изготавливали королевские короны и посуду при императорском дворе. Сегодня его можно встретить практически на каждой кухне.

Оксид этого металла растворили в растворе гидроксида натрия. К полученному продукту добавили избыток азотной кислоты. Образовалось соединение неизвестного металла, которое выделили и отожгли. Выделившуюся в процессе отжига смесь газов пропустили через раствор гидроксида калия.

Определите, что это за металл, и напишите уравнения описанных реакций, назовите полученные вещества.

Задание 9. (13 баллов) Известно, что протекание электролиза зависит от состава электролита.

- Если катион электролита представляет из себя металл, расположенный в ряду напряжений до алюминия (включительно) или NH_4^+ , то на катоде идёт процесс восстановления воды – выделяется водород;
- Если катион металла находится в ряду напряжений между алюминием и водородом, то на катоде одновременно происходит восстановление ионов металла и воды;
- Если катион металла расположен в ряду напряжений после водорода, то на катоде восстанавливается металл;
- Если раствор электролита содержит анион бескислородных кислот (кроме фторидов), на аноде идёт процесс окисления аниона.
- Если раствор электролита содержит анион кислородсодержащих кислот и фторидов, на аноде идёт процесс окисления воды. Анионы не окисляются.

В растворе сульфата меди массой 470 г провели электролиз. При этом масса уменьшилась 29 г. Электролиз прошёл не полностью. После этого к раствору прилили 276 г раствора, содержащего 20% NaOH по массе. Напишите уравнения реакций, найдите массовую долю гидроксида натрия в конечном растворе.

Задание 10. (13 баллов) На чашах весов расположены два стакана, равные по массе. Масса растворов в стаканах 200 г. Первый стакан содержит 10 % раствор соляной кислоты, а во втором - 10% раствор азотной кислоты. В стакане с азотной кислотой полностью растворили железные опилки массой 2,8 г. Какую массу железных опилок необходимо внести в первом стакане для равновесия весов? Рассчитайте массовые доли веществ в первом и втором стаканах после проведения реакции.