

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

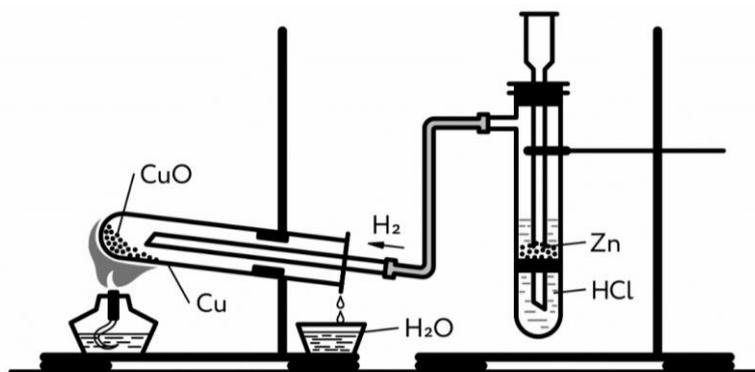
Задание 1. (10 баллов) Азот образует разнообразные оксиды:

- 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 двоокиси азота объемом 20л, объемная доля двоокиси 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.

Критерий оценивания	Балл
Написаны формулы каждого из перечисленных оксидов (по 0,5 б)	2,5
Написаны реакции получения и структурные формулы для закиси азота, двоокиси азота и азотистого ангидрида (по 1 б за соединение)	6
Решена задача	1,5
<i>Максимальный балл</i>	
	10

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)

Критерий оценивания	Балл
Написаны уравнения реакции, протекающих в установке, изображенной на рисунке	2
Объяснение назначения каждого элемента представленной установки	4
Решена задача	4
<i>Максимальный балл</i>	
	10

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.

Критерий оценивания	Балл
Написана одна из реакций получения, соответствующая историческому времени получения	2
Объяснение названия элемента	1
Написана причина употребления вещества	2
Написано тривиальное название соединения	1
Написано соединение и его реакция с водой (по баллу за каждое соединение и реакцию)	6
<i>Максимальный балл</i>	<i>12</i>

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.

Критерий оценивания	Балл
Написан элемент и названы элементы входящие в состав соединения	1
Назван элемент с похожими свойствами	1
Объяснена причина схожести свойств	1
Приведены принципиально различные реакции характеризующие свойства гидроксида (по баллу за реакцию)	2
<i>Максимальный балл</i>	<i>5</i>

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.

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

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

$$\Delta_f H^\circ_{NO_2} = 34.19 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta_f H^\circ_{H_2O} = -285.83 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta_f H^\circ_{HNO_3} = -173.0 \text{ кДж/моль}$$

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

$$\Delta_f H^\circ_{H[AuCl_4]} = -322.5 \text{ кДж/моль}$$

Критерий оценивания	Балл
Приведено уравнение реакции	2
Уравнение реакции верно уравнено	1
Корректно приведена последовательность расчёта теплового эффекта	3
Верный ответ теплового эффекта	1
<i>Максимальный балл</i>	7

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.

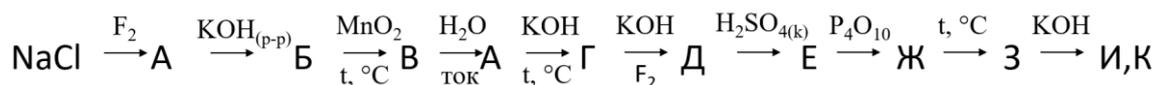
Массовая доля этого элемента в высшем оксиде равна 75.3%.

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?

Критерии оценивания	Балл
1. Сурьма Sb	
2. Sb ₂ O ₅ , Sb ₂ O ₃ Оксиды кислотные, кислоты	
3. +3, +5	
4. Sb ₂ O ₅	
5. 2Sb+5Cl ₂ =2SbCl ₅	
Верно перечислены все пункты вопроса (За каждый пункт вопроса 2 балла)	10
<i>Максимальный балл</i>	10

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



Критерий оценивания	Балл
2NaCl+F ₂ =2NaF+Cl ₂ (А)	
Cl ₂ +KOH=KCl+KClO(Б)	
KClO=KCl(В)+KClO ₄	
KCl+H ₂ O=KOH+Cl ₂ +H ₂	
KOH+Cl ₂ =KCl+H ₂ O+KClO ₃ (Г)	
KClO ₃ +F ₂ +KOH=KClO ₄ (Д)+KF+H ₂ O	
KClO ₄ +H ₂ SO _{4(k)} =KHSO ₄ +HClO ₄ (Е)	
HClO ₄ +P ₄ O ₁₀ =Cl ₂ O ₇ (Ж)+4HPO ₃	
Cl ₂ O ₇ =O ₂ +ClO ₂ (З)	
ClO ₂ +KOH=KClO ₂ (И)+KClO ₃ (К)+H ₂ O	
Правильно записаны 10 реакций (по 1 баллу за каждую верно написанную реакцию)	10
<i>Максимальный балл</i>	10

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.

Критерий оценивания	Балл
1. Алюминий Al 2. $Al_2O_3 + 2NaOH + 3H_2O = 2Na[Al(OH)_4]$ тетрагидроксоалюминат натрия $Na[Al(OH)_4] + 4HNO_3 = NaNO_3 + Al(NO_3)_3 + 4H_2O$ нитрат натрия, нитрат алюминия, вода $Al(NO_3)_3 = 2Al_2O_3 + 12NO_2 + 3O_2$ оксид алюминия, оксид азота (IV), кислород $2KOH + 2NO_2 = KNO_3 + KNO_2 + H_2O$ нитрат калия, нитрит калия, вода	
Верно определён металл	2
За каждое верное уравнение 1 балл	4
За каждые верно названные продукты 1 балл	4
<i>Максимальны балл</i>	<i>10</i>

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.

Критерий оценивания	Балл
Приведены уравнения реакций (по баллу за реакцию)	3
Рассчитано количество добавленного NaOH	2
Верно рассчитана масса и количество меди в исходном растворе	2
Рассчитано количество образовавшейся HNO_3	2
Рассчитано количество NaOH, оставшееся в растворе	2
Дан верный ответ на вопрос задачи	2
<i>Максимальный балл</i>	<i>13</i>

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.

Критерий оценивания	Балл
Указано уравнение реакции $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$	1
Указано уравнение реакции $\text{Fe} + \text{HNO}_3 = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	1
Рассчитана конечная масса раствора $n(\text{Fe}) = 0,05 \text{ моль} = n(\text{NO})$ $m(\text{NO}) = 1,5 \text{ г}$ $m(\text{р-ра конеч}) = 200 + 2,8 - 1,5 = 201,3 \text{ г}$	1
Рассчитана масса железа Пусть x моль железа добавили в первый стакан $m(\text{р-ра конеч } 1) = 200 + 56x - 2x$ $x = 0,024 \text{ моль}$ $n(\text{Fe})_2 = 0,024 \text{ моль}$ $m(\text{Fe})_2 = 1,344 \text{ г}$	2
Рассчитаны массовые доли веществ в каждом стакане (по 4 балла за стакан)	8
<i>Максимальный балл</i>	13