

Заключительный этап. 9 класс. Вариант 1. Условия.

Задание № 1.

Бинарное соединение, образованное самым лёгким металлом и самым лёгким неметаллом, растворили в 200 мл хлорной кислоты концентрации 0,5 моль/л. Массовая доля водорода в молекуле кислоты равна 0,995%. Выделилось 2,24 л (н.у.) газа. Нейтральный раствор осторожно упарили, получили 16,05 г кристаллов.

Определите формулу этих кристаллов.

Рассчитайте массу воды, в которой надо растворить эти кристаллы, чтобы получить раствор с массовой концентрацией растворённого вещества 10%.

Задание № 2.

В окружающем нас мире много разных веществ. Во многие из них входит элемент, атом которого в основном состоянии содержит 8 s-электронов и в полтора раза больше p-электронов.

Определите элемент.

Приведите примеры соединений этого элемента, которые играют важную роль в повседневной жизни человека. В чём заключается важность этих соединений для жизни на Земле?

Предложите простой способ обнаружения этого элемента в растворах.

Задание № 3.

Учитель поставил ученику Вова задачу – получить 0,3 моль кислорода. Реактивы в лаборатории были ограничены: диоксид марганца, концентрированная соляная кислота, гидроксид калия, дистиллированная вода. Вова представил план работы, но учитель указал, что только вторая реакция идёт с выходом 100%, остальные реакции имеют выход 80%.

Составьте схему получения кислорода, укажите условия и приборы для проведения каждой реакции, напишите молекулярные и уравнения электронного баланса ОВР.

Рассчитайте необходимую массу диоксида марганца, взяв соляную кислоту в избытке, а также необходимую массу гидроксида калия.

Задание № 4.

В пищевой промышленности при производстве кондитерских изделий широко используют карбонаты натрия и аммония. На фабрику поступила партия разрыхлителей, в которой в неизвестной пропорции были смешаны безводный карбонат и гидрокарбонат натрия, карбонат и гидрокарбонат аммония. Для определения состава смеси был проведён ряд аналитических измерений.

Порция смеси массой 3,65 г была прокалена при 200 °С. Сухой остаток составил 1,59 г. Газообразные продукты разложения пропустили через избыток известковой воды, выпал белый осадок массой 3,00 г.

Порция смеси массой 3,65 г была растворена в воде. Раствор показал $\text{pH} > 8$. На нейтрализацию этого раствора с индикатором метилоранжем потребовалось 20 мл хлороводородной кислоты концентрации 3,0 моль/л. Выделилось при нейтрализации 0,896 л (н.у.) газа.

Напишите молекулярные уравнения химических реакций, проведённых при исследовании образцов.

Для реакций в растворах приведите краткие ионные уравнения.

Рассчитайте массовые доли (%) каждого вещества в поступившей на фабрику партии разрыхлителей.

Задание № 5.

Бинарное соединение фтора X бесцветный газ, имеет плотность по водороду 35,5. При продувании через горячую воду происходит реакция гидролиза с образованием раствора двух одноосновных относительно слабых кислот. Для нейтрализации этого раствора потребовалось 59,6 мл раствора аммиака массовой концентрации 12% и плотностью раствора 0,95 г/мл. Далее в раствор был прилит строго рассчитанный объём нитрита кальция. Выпал осадок, от которого фильтрованием был отделён раствор. В растворе находилась только одна соль НА. Раствор упарили до полного удаления воды и получения безводных кристаллов. Эти кристаллы при 170°C полностью разложились без сухого остатка. Продукты разложения охладили до нормальных условий.

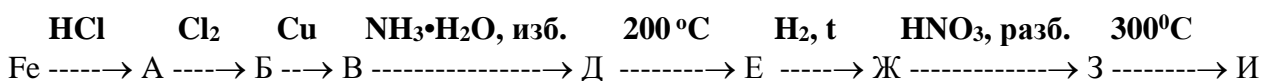
Определите X, укажите степень окисления элементов в X.

Напишите уравнения всех химических реакций.

Вычислите массу конденсированной фазы и объём газа (л, н. у.) при разложении соли НА.

Задание № 6.

Напишите уравнения реакций в следующей цепи превращений:



Определите вещества в этой цепи, содержащие железо. Возможно, что одно вещество в этой цепи имеет разное обозначение.

Укажите реактивы, при помощи которых можно обнаружить в растворе вещества А, Б.

Заключительный этап. 9 класс. Вариант 2. Условия.

Задание № 1.

Бинарное кристаллическое соединение А, образованное элементами одной групп, массой 4,8 г, растворили в 100 г раствора сильной кислоты массовой концентрации 9,8%. Массовая доля водорода в молекуле кислоты равна 2,04%. Выделилось 4,48 л (н.у.) газа, плотностью по гелию 0,5. Нейтральный раствор осторожно упарили при низкой температуре, получили 32,22 г кристаллов.

Определите формулу этих кристаллов.

Рассчитайте массу воды, в которой надо растворить эти кристаллы, чтобы получить раствор с массовой концентрацией растворённого вещества 20%.

Задание № 2.

В окружающем нас мире много разных веществ. Во многие из них входит элемент, атом которого в основном состоянии содержит 4 р-электронов.

Определите элемент.

Приведите примеры соединений этого элемента, которые играют важную роль в повседневной жизни человека. В чём заключается важность этих соединений для жизни на Земле?

Приведите примеры веществ, используемых в быту, в которых нет атомов кислорода.

Задание № 3.

Учитель поставил ученику Вове задачу – получить 0,06 моль кислорода. Реактивы в лаборатории были ограничены: диоксид марганца, концентрированная серная кислота, хлорид натрия, гидроксид калия, дистиллированная вода. Вова представил план работы.

Составьте схему получения кислорода, укажите условия и приборы для проведения каждой реакции, напишите молекулярные и уравнения электронного баланса ОВР.

Рассчитайте необходимую массу диоксида марганца, взяв соляную кислоту в избытке, а также необходимую массу гидроксида калия.

Задание № 4.

В пищевой промышленности при производстве кондитерских изделий широко используют карбонаты натрия и аммония. На фабрику поступила партия разрыхлителей, в которой в неизвестной пропорции были смешаны гидрокарбонат натрия, карбонат и гидрокарбонат аммония. Для определения состава смеси был проведён ряд аналитических измерений.

Порция смеси массой 2,59 г была прокалена при 200 °С. Сухой остаток составил 0,53 г. Газообразные продукты разложения пропустили через избыток известковой воды, выпал белый осадок массой 2,50 г.

Порция смеси массой 2,59 г была растворена в воде. Раствор показал $\text{pH} > 7$. На нейтрализацию этого раствора с индикатором метилоранжем потребовалось 20 мл хлороводородной кислоты концентрации 2,0 моль/л. Выделилось при нейтрализации 0,672 л (н.у.) газа.

Напишите молекулярные уравнения химических реакций, проведённых при исследовании образцов.

Для реакций в растворах приведите краткие ионные уравнения.

Рассчитайте массовые доли (%) каждого вещества в поступившей на фабрику партии разрыхлителей.

Задание № 5.

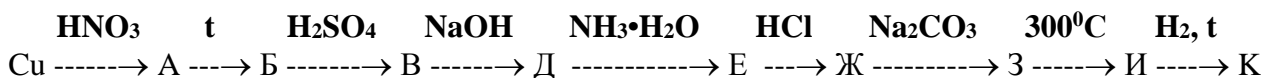
Бесцветная жидкость X массой 1,35 г при растворении в 50 г воды гидролизуется с образованием раствора двух сильных кислот Б и С. При приливании к этому раствору 20,8 г раствора хлорида бария с массовой концентрацией 10% выпал осадок массой 2,33 г. В растворе осталась только одна кислота. Раствор фильтрованием отделили от осадка. К раствору прилили 68,0 г раствора нитрата серебра массовой концентрации 10%, выпал осадок массой 5,73 г.

Определите X, укажите степень окисления элементов в X, дайте структурную формулу X.

Напишите уравнения всех химических реакций.

Задание № 6.

Напишите уравнения реакций в следующей цепи превращений:



Определите вещества в этой цепи, содержащие медь. Возможно, что одно вещество в этой цепи имеет разное обозначение.

80°C



1,5 моль 0,75 моль 0,25 моль

Упарить раствор до получения кристаллов.

Прокалить кристаллы в присутствии диоксида марганца.



0,2 моль 0,3 моль.

Необходимое оборудование.

Колба двугорлая с капельной воронкой и отводом для газа.

Колба двугорлая с вводом для газа и отводом отходящих газов в поглотительную склянку с раствором щёлочи.

Спиртовка и фарфоровая чаша для упаривания раствора.

Термостойкая пробирка для прокаливания.

Сосуд для сбора кислорода. **4 балла**

Расчет массы реагентов.

Требуется получить 0,3 моль кислорода.

Реакция разложения хлората калия. По стехиометрии 0,3 моль кислорода получатся при разложении 0,2 моль соли. Учитывая выход 80 % практически потребуется $0,2 : 0,8 = 0,25$ моль соли.

1 балл

Реакция поглощения хлора. 100 % выход.

Хлора потребуется 0,75 моль.

Гидроксида калия 1,5 моль. Масса $56 \times 1,5 = 84$ г. **1 балл**

Реакция получения хлора. По стехиометрии расход диоксида марганца 0,75 моль. При практическом выходе 80 % потребуется $0,75 : 0,8 = 0,9375$ моль диоксида марганца. Масса оксида марганца равна $87 \times 0,9375 = 81,6$ г.

1 балл

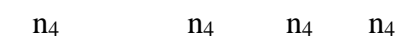
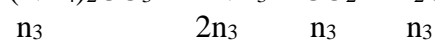
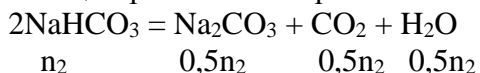
Итого 10 баллов

Задание № 4. Решение.

Состав смеси: Na_2CO_3 , NaHCO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, NH_4HCO_3 . **1 балл**

Количество n_1 n_2 n_3 n_4
Масса смеси $m = n_1 \times 106 + n_2 \times 84 + n_3 \times 96 + n_4 \times 79 = 3,65$ (1) **1 балл**

Реакции разложения при 200 °С.

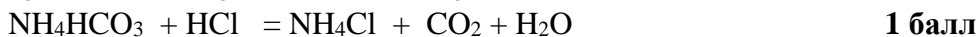
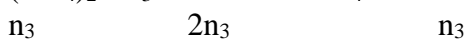
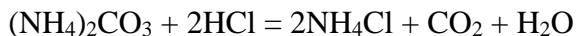
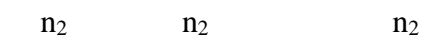
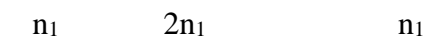
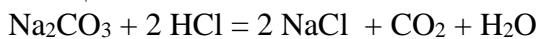


Сухой остаток $m_1 = n_1 \times 106 + 0,5n_2 = 1,59$ г (2) **1 балл**

Реакция образования карбоната кальция:



Реакция с соляной кислотой.



Расход соляной кислоты составил $n(\text{HCl}) = 3,0 \times 0,02 = 0,06$ моль.



Количество выделившегося газа $0,896 : 22,4 = 0,04$ моль.

$$n_1 + n_2 + n_3 + n_4 = 0,04$$

(5) **1 балл**

Решая систему уравнений (1), (2), (3), (4), (5), находим количество каждого вещества в смеси и массовые доли.

$$n_1 = 0,01 \text{ моль. } m = 1,06 \text{ г. } \omega = 29,0 \%$$

$$n_2 = 0,01 \quad 0,84 \quad 23,0$$

$$n_3 = 0,01 \quad 0,96 \quad 26,30$$

$$n_4 = 0,01 \quad 0,79 \quad 21,6$$

2 балла

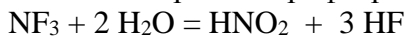
Итого 10 баллов

Задание № 5. Решение.

Молярная масса газа X равна $35,5 \times 2 = 71$ г/моль. Единственное соединение фтора с такой молекулярной массой трифторид азота NF_3 . Это совпадает и с результатами реакции нейтрализованного раствора с нитритом кальция.

2 балла

Реакция гидролиза трифторида азота:



1 балл

Реакция нейтрализации раствора кислот аммиаком:

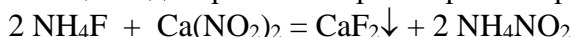


1 балл

$$0,1 \quad 0,3 \quad 0,4 \quad 0,1 \quad 0,3$$

1 балл

Реакция с дозированным раствором нитрита кальция:



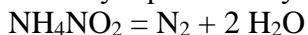
1 балл

$$0,3 \quad 0,15 \quad 0,15 \quad 0,3$$

В растворе после фильтрования осталась только соль нитрит аммония НА. Количество соли 0,4 моль.

1 балл

После упаривания сухая соль при нагревании разложилась:



1 балл

$$0,4 \text{ моль} \quad 0,4 \quad 0,8$$

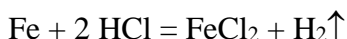
1 балл

$$8,96 \text{ л} \quad 14,4 \text{ г}$$

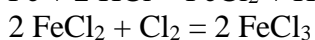
1 балл

Итого 10 баллов

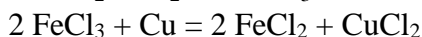
Задание № 6. Решение.



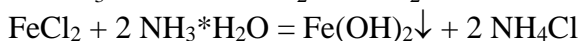
1 балл



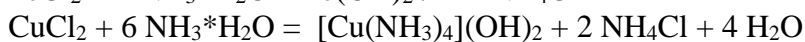
1 балл



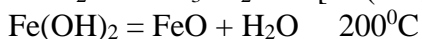
1 балл



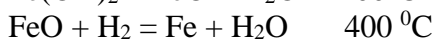
1 балл



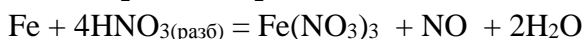
1 балл



1 балл



1 балл



1 балл



1 балл

Обнаружение Fe^{3+} реактивом роданидом аммония или жёлтой кровяной солью, Fe^{2+} реактивом красной кровяной солью.

1 балл

Итого 10 баллов

Заключительный этап. 9 класс. Вариант 2. Решения и критерии оценивания.

Задание № 1. Решение.

Определение формулы сильной кислоты.

$M = 1,0/0,0204 = 49,0$ г/моль. Одноосновной неорганической кислоты с такой молярной массой нет.

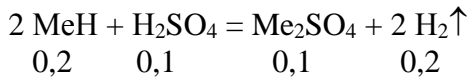
Двухосновная кислота $M = 98$ г/моль. Это H_2SO_4 .

Газ с плотностью по гелию 0,5 это водород.

1 балл

Бинарными соединениями, реагирующими с кислотами с выделением водорода, являются гидриды.

Так как соединение образовано элементами одной группы, то это соединение со щелочным металлом.



1 балл

Количество серной кислоты в реакции 0,1 моль.

Количество гидрида 0,2 моль. Молярная масса $4,8/0,2 = 24$ г/моль.

Соединение гидрид натрия NaH.

1 балл

Нейтральный раствор- реагенты взяты в эквимольном отношении.

$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,1$ моль. $M_{\text{кристаллов}} = 32,22 : 0,1 = 322,2$ г/моль.

1 балл

$M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142,0$ г/моль.

1 балл

Следовательно, Выпадает кристаллогидрат.

$m(\text{H}_2\text{O}) = 322,2 - 142 = 180$ г. $n(\text{H}_2\text{O}) = 10$.

1 балл

Формула кристаллогидрата $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

1 балл

Приготовление раствора заданной концентрации.

$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 14,2$ г. Масса безводного сульфата в полученных кристаллах. $\omega = 20\%$.

1 балл

Следовательно, масса 20 % раствора равна 71,0 г.

1 балл

Так как растворяться будет кристаллогидрат массой 32,22 г, то масса воды для растворения потребуется $71,0 - 32,2 = 38,8$ г.

1 балл

Итого 10 баллов

Задание № 2. Решение.

Число р-электронов равно 4. Элемент кислород.

Соединения кислорода играют огромную роль в жизни на Земле.

O_2 . Кислород. Участвует во всех процессах окисления как в живых организмах, так и тепловых станциях, энергетических процессах.

O_3 . Озон. Озоновый слой защищает Землю от УФ облучения Солнца. Озон используется для обработки воды на водных станциях.

H_2O . Вода. Среда существования жизни на Земле.

H_2O_2 . Пероксид водорода. Для дезинфекции ран. Окислитель в ракетных топливах.

CO_2 . Углекислый газ. Продукт горения топлива. Газированная вода.

CO . Угарный газ. Ядовитый газ. Образуется при неполном сгорании топлива.

SO_2 . Диоксид серы. Образуется при сжигании серы, которая входит в состав спички, запах горящей спички.

NO_2 . Диоксид азота. Образуются при работе двигателей автомобилей. Основа городского смога.

SiO_2 . Кварц. Речной песок. Горный хрусталь.

CaO - оксид кальция. Негашеная известь. Строительство.

FeO (Fe_2O_3)- оксиды железа. Ржавчина. Краска.

Al_2O_3 . Оксид алюминия. Корунд. Наждачная бумага, бруски для заточки режущих инструментов.

CuO . Оксид меди. Чёрный налёт на поверхности красной меди.

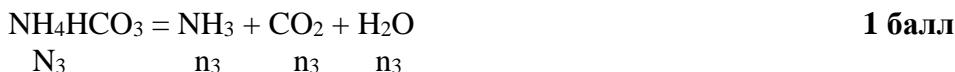
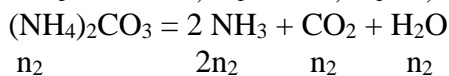
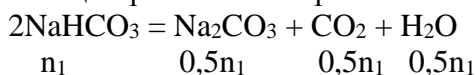
PbO_2 . Оксид свинца. Красная краска.

$Ca(OH)_2$ – Гидроксид кальция. Гашёная известь. Строительство.

Состав смеси: NaHCO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, NH_4HCO_3 . **1 балл**

Количество n_1 n_2 n_3
Масса смеси $m = n_1 \times 84 + n_2 \times 96 + n_3 \times 79 = 2,59$ (1) **1 балл**

Реакции разложения при 200°C .

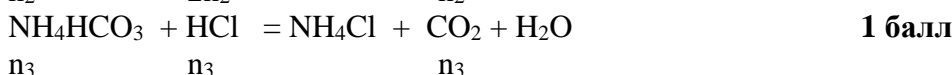
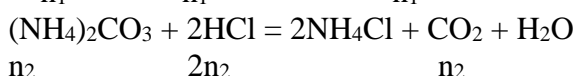
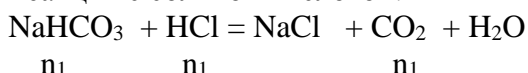


Сухой остаток $m_1 = 0,5n_1 = 0,53$ г (2) **1 балл**

Реакция образования карбоната кальция:



Реакция с соляной кислотой.



Расход соляной кислоты составил $n(\text{HCl}) = 2,0 \times 0,02 = 0,04$ моль.

$$n_1 + 2 n_2 + n_3 = 0,04$$
 (4) **1 балл**

Количество выделившегося газа $0,672 : 22,4 = 0,03$ моль.

$$n_1 + n_2 + n_3 = 0,03$$
 (5) **1 балл**

Решая систему уравнений (1), (2), (3), (4), (5), находим количество каждого вещества в смеси и массовые доли.

$$n_1 = 0,01 \text{ моль. } m = 0,84 \text{ г. } \omega = 32,4 \%$$

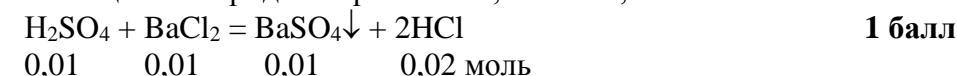
$$n_2 = 0,01 \quad 0,96 \text{ г} \quad 37,1 \%$$

$$n_3 = 0,01 \quad 0,79 \text{ г} \quad 30,5$$
 2 балла

Итого 10 баллов

Задание № 5. Решение.

1. Реакция с хлоридом бария. $m = 2,08$ г. $n = 0,01$ моль.



Масса сульфата бария 2,33 г. Количество 0,01 моль.

Количество серной кислоты 0,01 моль. Количество серы 0,01 моль.

Масса серы в образце $m = 0,32$ г. **1 балл**

Количество соляной кислоты в этой реакции 0,02 моль.

2. Реакция раствора с нитратом серебра после отделения сульфата бария. Масса нитрата 6,8 г.

Количество 0,04 моль.



Количество соляной кислоты в растворе 0,04 моль. В растворе после гидролиза соединения X находилось 0,02 моль соляной кислоты. Следовательно, в соединении X 0,02 моль хлора. Масса хлора 0,71 г. **1 балл**

Суммарная масса серы и хлора в соединении X $0,32 + 0,71 = 1,03$ г.

В соединении X третий элемент – кислород, так как в продуктах гидролиза иных элементов нет.

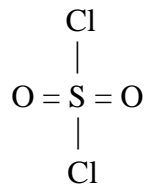
Масса кислорода $1,35 - 1,03 = 0,32$ г. **1 балл**

Количество кислорода $0,32 / 16 = 0,02$ моль. **1 балл**

Отношение элементов в X равно $\text{S} : \text{Cl} : \text{O} = 0,01 : 0,02 : 0,02 = 1 : 2 : 2$.

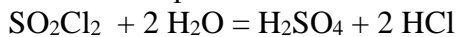
Формула соединения SO_2Cl_2 . Степени окисления $\text{S}^{+6}\text{O}_2^{-2}\text{Cl}_2^{-1}$. **1 балл**

Структурная формула



1 балл

Реакция гидролиза диоксид-дихлорида серы.



1 балл

Итого 10 баллов

Задание № 6. Решение.



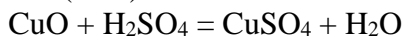
1 балл

Принимается и реакция с получением оксида азота (II).

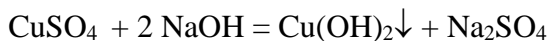
t



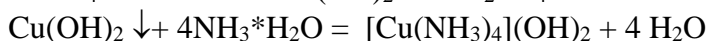
1 балл



1 балл

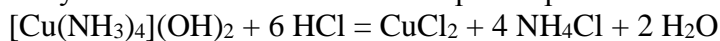


1 балл

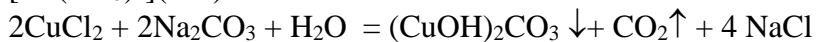


2 балла

Голубой синий раствор



1 балл



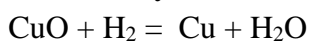
1 балл

t



1 балл

t



1 балл

Итого 10 баллов