

Задания 9 класса

Уважаемые участники! Каждая из задач оценивается в 10 баллов.

Задача №9-1

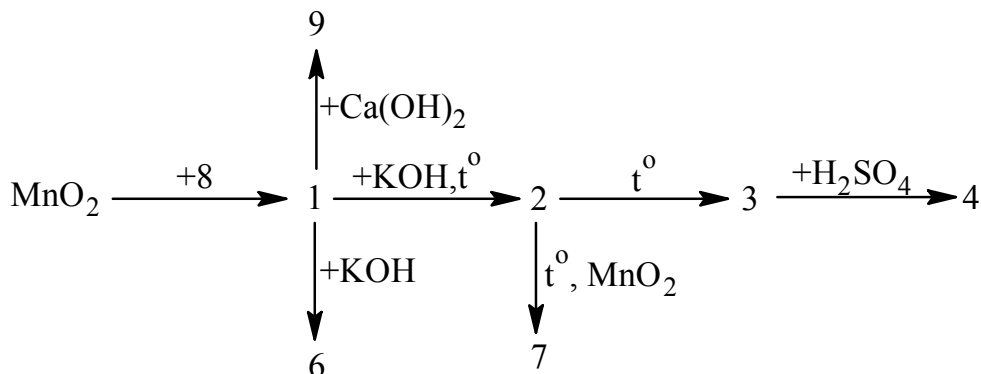
Элементы **A** и **B**, находящиеся в одном и том же периоде и в одной и той же группе короткого варианта периодической системы, образуют друг с другом стабильное бинарное соединение **B** с массовой долей одного из элементов 25,6%. Количество протонов в ионах составляющих это вещество различается на 10, причем у **B** их больше, чем у **A**, а количество электронов – на 13. Соединение **B** хорошо растворимо в воде, при пропускании через его раствор газообразного хлора появляется красно-бурая окраска (*реакция 1*), а при пропускании аммиака выпадает белый осадок (*реакция 2*), постепенно буреющий на воздухе с образованием вещества **Г** с массовой долей кислорода 36,36% (*реакция 3*). Если вещество **Г** прокалить на воздухе (*реакция 4*), то будет получен черный порошок **Д**, содержащий 36,78 % кислорода по массе. При добавлении вещества **Д** в расплав гидроксида калия с добавлением нитрата калия появляется изумрудно-зеленая окраска (*реакция 5*). Если же добавить порошок **Д** к бесцветному прозрачному раствору вещества **Е**, который можно купить в аптеке, то наблюдается бурная реакция (*реакция 6*) с выделением газа **Ж**, в котором вспыхивает тлеющая лучинка.

1. *Определите элементы **A** и **B**, а также формулы веществ **B–Ж**.*
2. *Напишите электронные формулы ионов **A** и **B**, входящих в состав соединения **B** (в виде $1s^2 2s^2 \dots$).*
3. *Напишите уравнения реакций 1–6.*

Задача №9-2

Простое вещество **1**, образованное элементом **X**, впервые было получено шведским химиком Карлом Шееле в 1774 г при взаимодействии пиролюзита с кислотой **8**, которая присутствует в желудке человека (*реакция 1*). Вещество **1** в реакции с гидроксидом калия на холоду образует соединение **6** (*реакция 2*) содержащее 39,23% **X**, а при нагревании – вещество **2** (*реакция 3*) содержащее 28,98% **X**, которое при температуре 400°C разлагается с образованием вещества **3** и одного из продуктов реакций 2,3 – вещества **5** (*реакция 4*). Если же соединение **2** нагревать в присутствии пиролюзита, то разложение протекает при меньшей температуре с выделением простого вещества **7** (*реакция 5*). Соединение **3** в свою очередь реагирует с серной кислотой образуя одну из сильнейших кислот-окислителей **4** (*реакция 6*). Если же гидроксид калия в реакции с веще-

ством **1** заменить на гашеную известь, то при этом получают раствор вещества **9**, используемый для дезинфекции помещений (*реакция 7*).



1. Напишите формулы веществ **1–9** и дайте тривиальные названия веществам **2** и **8**.
2. Напишите уравнения реакций **1–7**.

Задача №9-3

В упаковку с 7-ми водным сульфатом железа (II) по ошибке внесли навеску 9-ти водного сульфата железа (III). Общая масса смеси составила 135,7 г. Испорченный реактив решили утилизировать, для чего смесь прокалили на воздухе при 850°C в течение 3 часов, при этом выделилось два газообразных вещества, одно из которых при охлаждении до комнатной температуры конденсируется в бесцветную жидкость, а масса остатка составила 39,0 г.

Рассчитайте массовые доли солей в полученной по ошибке смеси. Для получения более точных значений, округление при расчетах следует производить до четвертого знака после запятой.

Задача №9-4

Элемент **A** был открыт в 1817 г шведским химиком Августом Арфедсоном и назван им производным от греческого слова «камень». Простое вещество и соли этого элемента окрашивают пламя в темно-красный цвет, что может использоваться для качественного его обнаружения. Простое вещество, образованное элементом **A**, массой 3,5 г при горении в сухом воздухе образует смесь двух соединений. Гидролиз полученной смеси приводит к получению раствора вещества **B** и выделению газа **B** с резким запахом, который используется в медицине и способен вступить в реакцию с 48,0 г брома.

1. Определите элемент **A**, а также вещества **B** и **B**.
2. Напишите уравнения реакций описанных в тексте.

3. Определите массовую долю **B** в растворе, если для гидролиза было взято 100,0 г воды.

Задача №9-5

Защитные свойства пленки оценивают по значению скорости окисления металла, которая устанавливается при возникновении пленки, и характеру изменения этой скорости во времени. Заметными защитными свойствами могут обладать только сплошные, то есть покрывающие равномерным плотным слоем всю поверхность металла.

Возможность образования такой оксидной пленки определяется условием сплошности, сформулированным Пиллингем и Бедвордсом, и состоящее в том, что молекулярный объем оксида образующегося из металла и кислорода должен быть больше объема металла, израсходованного на образование молекулы оксида, иначе пленки оксида не хватает, чтобы покрыть сплошным слоем весь металл, она получается рыхлой и пористой. Отношение молекулярных объемов оксида и металла, называют фактором Пиллинга–Бедвордса (α), который рассчитывают по формуле:

$$\alpha = \frac{V_{\text{оксида}}}{V_{\text{металла}}} = M_{\text{ок}} \cdot \frac{\rho_{\text{Me}}}{nA_{\text{Me}}\rho_{\text{ок}}},$$

где $M_{\text{ок}}$ – молекулярная масса оксида; A_{Me} – атомная масса металла; $\rho_{\text{ок}}$ – плотность оксида; ρ_{Me} – плотность металла; n – число атомов металла в молекуле оксида.

Если α находится в интервале $2,5 > \alpha > 1$, то оксидная пленка является сплошной и обладает защитными свойствами, если $\alpha < 1$, то оксидная пленка не обладает защитными свойствами.

1. Будут ли оксидные пленки, образующиеся на никеле (NiO) и магнии (MgO), обладать защитными свойствами? Ответ подтвердите расчетами.

2. Определите значение скорости коррозии магния и никеля, выраженное в мм/год, если металлы равномерно корродируют в морской воде со скоростью 1,45 г/(м²·сутки).

При расчетах примите, что плотность никеля равна 8900 кг/м³, оксида никеля – 6700 кг/м³, магния – 1740 кг/м³, оксида магния – 3600 кг/м³, а в году 365 дней.

Задания 10 класса

Уважаемые участники! Каждая из задач оценивается в 10 баллов.

Задача №10-1

Для нейтрализации 80 г 15% раствора одноосновной кислоты **A**, образованной элементом VII группы периодической системы Д.И. Менделеева необходимо затратить 51,4 мл раствора КОН с массовой долей 10% и плотностью 1,09 г/мл.

1. Определите формулу кислоты и дайте ее название.

2. Напишите уравнения реакций двух способов получения данной кислоты.

Кислота **A** не выделена в твердом виде, и даже в разбавленных растворах она медленно разлагается (*реакция 1*). Однако еще интересней ее химические свойства. Если кислота **A** не реагирует с разбавленной хлороводородной кислоты, то действие концентрированной хлороводородной кислоты приводит к выделению желто-зеленого газа (*реакция 2*). В реакции с водным раствором аммиака решающим фактором является температура – если на холоду протекает реакция нейтрализации (*реакция 3*), то при нагревании выделяется бесцветный газ – один из компонентов воздуха (*реакция 4*).

3. Напишите уравнения химических реакций 1–4, характеризующие свойства кислоты A

Задача №10-2

Разбирая старые реактивы, Вася нашел банку без этикетки, в которой находилось неизвестное вещество **X** – легколетучая жидкость со специфическим запахом. Вася взял три одинаковых навески вещества **X** и приступил к экспериментам. При полном сгорании первой навески вещества **X** (*реакция 1*) было получено 4,5 г воды и 5,6 л газа **Y**, вызывающего помутнение известковой воды (*реакция 2*). Вторую навеску вещества **X** он обработал водородом в присутствии никеля, при этом было получено 3,6 г вещества (*реакция 3*). К третьей навеске вещества **X** Вася прибавил избыток раствор брома, при этом раствор быстро обесцветился, а из реакционной смеси было выделено 9,2 г вещества (*реакция 4*), причем выход последней реакции составил 80%. Вещество **X** также присоединяло хлороводород (*реакция 5*), обесцвечивало водный раствор перманганата калия (*реакция 6*), а при действии горячего раствора KMnO_4 подкисленного серной кислотой, образовалась бутановая кислота (*реакция 7*).

1. Установите формулу газа Y и брутто-формулу X, ответ подтвердите расчетами.

2. Определите массу навесок вещества X, использованных в опыте.

3. Приведите структурные формулы всех возможных изомеров *X*, не содержащих циклы (включая геометрические изомеры), назовите каждый изомер по номенклатуре ИЮПАК.

4. Напишите уравнения реакций 1–7 на примере изомера *X*, описанного в задаче (образует бутановую кислоту при действии горячего раствора KMnO_4 подкисленного серной кислотой).

Задача №10-3

На смесь цинковых и железных опилок массой 2,2 г подействовали 33,3 мл раствора серной кислоты с массовой долей 20% и плотностью 1,2 г/мл. Для нейтрализации избытка кислоты потребовалось 41,7 мл раствора гидроксида калия с массовой долей 9,8% и плотностью 1,2 г/мл.

Вычислите массовые доли металлов в исходной смеси и объем газа (н.у.), выделившегося при растворении металлов.

Задача №10-4

Экспериментатор Вася решил изучить химические свойства переходного металла **A** красного цвета – одного из металлов древности. При сжигании его навески в недостатке кислорода он получил кирпично-красное вещество **B** (*реакция 1*), а в избытке кислорода – черное вещество **C** (*реакция 2*). Растворив **C** в разбавленной серной кислоте (*реакция 3*), он получил голубой раствор соли **D**, при добавлении к которой раствора гидроксида натрия выпал голубой осадок **E** (*реакция 4*). Вася отделил осадок **E** и разделил его на две части. К одной части осадка Вася добавил соляную кислоту – осадок растворился, а раствор приобрел сине-зеленую окраску вследствие образования соли **F** (*реакция 5*). Ко второй половине осадка он прилил раствор аммиака – осадок тоже растворился, а раствор приобрел красивую васильковую окраску, обусловленную соединением **G** (*реакция 6*).

Затем к раствору соли **F** Вася прибавил раствор нитрата серебра, при этом выпал осадок **H** (*реакция 7*), который после отделения осадка растворяется в избытке аммиака с образованием соединения **I** (*реакция 8*). В раствор, оставшийся после отделения осадка **H**, Вася добавил сульфид натрия – выпал черный осадок **J** (*реакция 9*), который ему не удалось растворить действием аммиака, и он наконец-то решил остановиться.

1. Расшифруйте вещества **A–J** в превращениях Васи.

2. Напишите уравнения реакций 1–9.

Задача №10-5

Защитные свойства пленки оценивают по значению скорости окисления металла, которая устанавливается при возникновении пленки, и характеру изменения этой скорости во времени. Заметными защитными свойствами могут обладать только сплошные, то есть покрывающие равномерным плотным слоем всю поверхность металла.

Возможность образования такой оксидной пленки определяется условием сплошности, сформулированным Пиллингем и Бедвордсом, и состоящее в том, что молекулярный объем оксида образующегося из металла и кислорода должен быть больше объема металла, израсходованного на образование молекулы оксида, иначе пленки оксида не хватает, чтобы покрыть сплошным слоем весь металл, она получается рыхлой и пористой. Отношение молекулярных объемов оксида и металла, называют фактором Пиллинга–Бедвордса (α), который рассчитывают по формуле:

$$\alpha = \frac{V_{\text{оксида}}}{V_{\text{металла}}} = M_{\text{ок}} \cdot \frac{\rho_{\text{Me}}}{nA_{\text{Me}}\rho_{\text{ок}}},$$

где $M_{\text{ок}}$ – молекулярная масса оксида; A_{Me} – атомная масса металла; $\rho_{\text{ок}}$ – плотность оксида; ρ_{Me} – плотность металла; n – число атомов металла в молекуле оксида.

Если α находится в интервале $2,5 > \alpha > 1$, то оксидная пленка является сплошной и обладает защитными свойствами, если $\alpha < 1$, то оксидная пленка не обладает защитными свойствами.

1. Будут ли оксидные пленки, образующиеся на никеле (NiO) и магнии (MgO), обладать защитными свойствами? Ответ подтвердите расчетами.

2. Определите значение скорости коррозии магния и никеля, выраженное в мм/год, если металлы равномерно корродируют в морской воде со скоростью $1,45 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{сутки})$.

При расчетах примите, что плотность никеля равна $8900 \text{ кг}/\text{м}^3$, оксида никеля – $6700 \text{ кг}/\text{м}^3$, магния – $1740 \text{ кг}/\text{м}^3$, оксида магния – $3600 \text{ кг}/\text{м}^3$, а в году 365 дней.

Задания 11 класса

Уважаемые участники! Каждая из задач оценивается в 10 баллов.

Задача №11-1

Элемент **X** получил своё название от имени злого духа гор немецкой мифологии, который подбрасывал искателям меди минерал похожий на медную руду. При выплавке металла из такой руды выделялись мышьяковые газы, что и привело к его дурной славе. Но при всех его недостатках минералы элемента **X** использовались для окрашивания стекол в зеленый цвет при их изготовлении.

Простое вещество, образованное элементом **X** и обладающее свойствами металла, растворяется в концентрированной серной кислоте при нагревании с образованием вещества **A** (*реакция 1*), раствор которого активно реагирует с растворами щелочей (*реакция 2*) образуя при этом обильный осадок вещества **B**, массовая доля элемента **X** в котором равна 63,4%. Если раствор, полученный после *реакции 1* выпарить, то образуются кристаллы зеленого цвета, содержащие 20,996 % элемента **X**.

При действии окислителя, например газообразного хлора, на осадок **B** элемент **X** меняет свою степень окисления, но образующееся вещество **B** по-прежнему остается в осадке (*реакция 3*). Если же к осадку вещества **B** добавить избыток раствора аммиака, то образуется раствор синего цвета, содержащий комплексное соединение **Г** (*реакция 4*).

1. *Определите элемент X и напишите формулы веществ А–Г.*
2. *Напишите уравнения химических реакций 1–4.*
3. *Определите формулу кристаллогидрата, образующегося при выпаривании раствора после реакции 1.*

Задача №11-2

Ароматический углеводород **A** вступает в реакцию с нитрующей смесью при температуре 45°C, при этом образуется смесь изомерных мононитропроизводных с выходом 67,1%. Соотношение масс продуктов в смеси равно 14,75 : 9,25 : 1. Молярная масса продуктов реакции в 1,49 раза больше молярной массы исходного вещества. Зная, что ароматическое соединение, имеющее плотность 0,867 г/мл, взято в объеме 15,8 мл установите:

1. *Структуру углеводорода А.*
2. *Напишите уравнение указанной реакции, приведите ее механизм. Назовите продукты реакции.*
3. *Рассчитайте массовые доли изомеров в полученной смеси.*

4. Какой из изомеров получается в большем количестве, а какой – в меньшем? При ответе учтите, что аналогичная реакция хлорбензола дает соответствующие изомеры в молярном соотношении 3:7:0, а ацеталинида – 1:19:0. Обоснуйте ответ с учетом электронных эффектов и пространственного строения молекул.

Задача №11-3

Юный химик Вася решил проанализировать сплав цинка и алюминия, для чего он взял образец массой 4,57 г и добавил к нему 43,75 мл 70% раствора азотной кислоты (плотность 1,44 г/мл). Сплав полностью растворился, и выделился бурый газ объемом 7,28 л (н.у.). Затем Вася добавил в полученный раствор 35 г гидрокарбоната натрия.

1. Запишите уравнения реакций, протекающих при растворении сплава в азотной кислоте.
2. Рассчитайте массовые доли металлов в сплаве.
3. Запишите уравнения реакций, протекающих при добавлении гидрокарбоната натрия, и рассчитайте объем выделившегося газа (н.у.).
4. Рассчитайте массу осадка в растворе после всех экспериментов, проведенных Васей. Учтите, что в условиях эксперимента выпадения основных солей и кристаллогидратов не происходило.

Задача №11-4

Экспериментатор Вася решил изучить химические свойства переходного металла **A** красного цвета – одного из металлов древности. При сжигании его навески в недостатке кислорода он получил кирпично-красное вещество **B** (реакция 1), а в избытке кислорода – черное вещество **C** (реакция 2). Растворив **C** в разбавленной серной кислоте (реакция 3), он получил голубой раствор соли **D**, при добавлении к которой раствора гидроксида натрия выпал голубой осадок **E** (реакция 4). Вася отделил осадок **E** и разделил его на две части. К одной части осадка Вася добавил соляную кислоту – осадок растворился, а раствор приобрел сине-зеленую окраску вследствие образования соли **F** (реакция 5). Ко второй половине осадка он прилил раствор аммиака – осадок тоже растворился, а раствор приобрел красивую васильковую окраску, обусловленную соединением **G** (реакция 6).

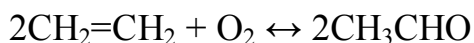
Затем к раствору соли **F** Вася прибавил раствор нитрата серебра, при этом выпал осадок **H** (реакция 7), который после отделения от раствора растворяется в избытке аммиака с образованием соединения **I** (реакция 8). В раствор, остав-

шийся после отделения осадка **Н**, Вася добавил сульфид натрия – выпал черный осадок **Ж** (реакция 9), который ему не удалось растворить действием аммиака, и он наконец-то решил остановиться.

1. *Расшифруйте вещества А–Ж в превращениях Васи.*
2. *Напишите уравнения реакций 1–9.*

Задача №11-5

Одним из способов получения ацетальдегида в промышленности является каталитическое окисление этилена кислородом воздуха:



1. *Какие катализаторы могут использоваться в данной реакции?*
2. *Приведите уравнения реакций для двух иных способов получения ацетальдегида, которые Вы знаете.*

В модельном реакторе постоянного объема созданы начальные концентрации этилена и кислорода 0,1 и 0,3 моль/л. Равновесие при постоянной температуре, наступило, когда давление в реакторе упало на 5%.

3. *Рассчитайте константу равновесия.*
4. *Каким образом можно увеличить выход ацетальдегида, изменяя давление, температуру, концентрации кислорода и ацетальдегида в реакторе?*