***Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по химии***

***10 класс***

***2018-2019 учебный год***

Общее время выполнения работы – 4 часа.

Общие указания: если в задаче требуются расчёты, они обязательно должны быть приведены в решении. Ответ, приведённый без расчётов или иного обоснования, не засчитывается.

**Задание №1 «Превращения металла»**

Навеску металла Х массой 1,000 г аккуратно растворили в 30%-й азотной кислоте при нагревании (реакция 1). К образовавшемуся раствору добавили щёлочь до полного выпадения осадка (реакция 2). Осадок отделили и прокалили до постоянной массы (реакция 3). В результате получили 1,429 г красно-коричневого вещества.

1. Определите металл Х. Ответ подтвердите расчётом.

2. Напишите уравнения реакций 1-3.

3. Напишите уравнение реакции разложения соли металла Х, полученной его растворением в 30%-й азотной кислоте. Какова относительная плотность по водороду образовавшейся газовой смеси?

***Решение и критерии оценивания.***

*1. Логично предположить, что при растворении металла Х в азотной кислоте образуется нитрат этого металла. При последующем добавлении щёлочи наблюдается выпадение осадка, вероятнее всего – гидроксида металла Х. Тогда при прокаливании этого гидроксида должен образовываться оксид. Следовательно, можно предположить, что красно-коричневое вещество – это оксид металла Х. Согласно закону сохранения массы, содержание металла Х в 1,429 г его оксида составляет 1,000 г, поэтому массовая доля металла Х в его оксиде X2On равна:*

*w(X) = 1 г / 1,429 г = 0,7.*

*С другой стороны,*

*w(X) = 2M(X) : 2M(X) + 16n = 0,7 ,*

*откуда M(X) = 18,67n. При n = 3, M(X) = 56 – железо.*

*Искомый металл Х – железо (Fe)* ***4 балла***

*2. Уравнения реакций:*

*Fe + 4HNO3 (30%) → Fe(NO3)3 + NO + 2H2O – реакция (1)* ***1 балл***

*Fe(NO3)3 + 3NaOH → 3NaNO3 + Fe(OH)3 – реакция (2)* ***1 балл***

*2Fe(OH)3 → Fe2O3 + 3H2O – реакция (3)*

*3. Уравнение реакции разложения нитрата железа(III)* ***1 балл***

*4Fe(NO3)3 → 2Fe2O3 + 12NO2 + 3O2*  ***1 балл***

*В результате реакции выделяется смесь NO2 и O2 в мольном соотношении 4 : 1.*

*Тогда,*

*M(смеси) = (4\*46 + 32) / 5 = 43,2 г/моль,*

*DH2(смеси) = 43,2 / 2 = 21,6.* ***2 балла***

***Всего за задачу – 10 баллов.***

**Задание №2. «Определи меня»**

Образец смеси газообразных алкана и алкена неизвестного состава объемом 11,2 л (н.у.) полностью обесцветил 1000 г бромной воды (массовая доля брома 3,2%). При этом образовалось 21 мл тяжелой жидкости с плотностью 1,93 г/мл. Газ, не поглотившийся бромной водой, был сожжен в избытке кислорода. Образовавшийся при сожжении углекислый газ полностью прореагировал с 300 мл раствора гидроксида калия с концентрацией 3 моль/л, причем полученный в результате реакции раствор не способен больше химически связывать углекислый газ. Установите формулы исходных углеводородов и их объемные доли в смеси.

***Решение и критерии оценивания.***

*Уравнение реакции:* ***(1 балл)***

*СхH2х + Br2 = СхH2х Br2*

*Раствор брома содержал 1000 · 0,032 = 32 г, или 32/160 = 0,2 моль брома, которые прореагировали с 0,2 моль алкена, дав 0,2 моль дибромалкана.* ***(1 балл)***

*Масса полученного дибромалкана равна 21 · 1,93 = 40,53 г, а его молярная масса составляет 40,53/0,2 = 202,65 г/моль. Тогда молярная масса алкена 202,65 – 160 = 42,65 г/моль. Этот алкен – пропен С3Н6.* **(2 балл)**

*Поскольку исходная смесь содержала 11,2/22,4 = 0,5 моль газов, то объемная доля пропена равна 0,2/0,5 = 0,4, или 40%.* ***(1 балл)***

*Алкана в исходной смеси было 0,5 – 0,2 = 0,3 моль, и при его сгорании образовалось 0,3 · 3 = 0,9 моль СО2.* ***(1 балл)***

*Уравнение реакции:*

*KOH + CO2 = KHCO3* ***(2 балла)***

*CyH2y +  2 + (1.5y + 0.5)O2 = y CO2 + (y + 1) H2O* ***(1 балл)***

*1 моль y моль*

*0,3 моль 0,9 моль*

*Очевидно, что y = 3, и искомый алкан – пропан С3Н8 с объемной долей*

*100% - 40% = 60%* ***(1 балл)***

***Всего 10 баллов***

**Задание №3. «Мы все такие разные…»**

*а) Изобразите все изомеры соединения состава С4H9Cl.*

б) Составьте уравнения реакций синтеза Вюрца, используя данные изомеры, всем продуктам дайте названия.

***Решение:*** *а) Всего 5 изомеров, из них 3 структурные, а 2 оптических изомера*

1. *СH3CH2CH2CH2(Cl) 2) CH3C(CH3)(Cl)CH3 3) CH2(Cl)CH(CH3)CH3*

*4) CH3CH2C\*H(Cl)CH3 5) CH3C\*H(Cl)CH2CH3*

*б) Cоставление уравнений реакций:*

*1) 2СH3CH2CH2CH2(Cl) + 2Na = СH3CH2CH2CH2СH2CH2CH2CH3 + 2NaCl*

*2) 2CH3C(CH3)(Cl)CH3 + 2Na = CH3C(CH3)2C(CH3)2CH3 + 2NaCl*

1. *2CH2(Cl)CH(CH3)CH3 + 2Na = CH3CH(CH3)CH2CH2CH(CH3)CH3 + 2NaCl*
2. *CH3CH2C\*H(Cl)CH3 + 2Na = CH3CH2CH(CH3)CH(CH3)CH2CH3 + 2NaCl*

***Критерий оценивания:*** *а) по* ***1 б*** *за структурные изомеры и по* ***1,5 б*** *за оптические изомеры с указанием ассиметрического атома С, всего* ***6 б***

*б)* ***по 1 б*** *за реакции, всего* ***4 б***

***Всего 10 баллов***

**Задание 4. «Неизвестная соль**»

Соль **Х** представляет собой мелкокристаллический порошок белого цвета хорошо растворимый в воде. В 100 мл воды растворили 1,00 г соли **Х**, а затем добавили избыток соляной кислоты, при этом выделилось 266,7 мл (н. у.) газа без цвета и запаха.

1. Определите соль **Х**. Ответ подтвердите расчётом. Запишите уравнение реакции взаимодействия соли **Х** с соляной кислотой.
2. Напишите уравнение реакции разложения соли **Х** при нагревании.
3. Назовите не менее двух областей применения соли **Х**.
4. Какое тривиальное название имеет соль **Х**?

**Задание 4. «Неизвестная соль»**

***Решение и критерии оценивания***

*1. Так как соль Х хорошо растворима воде, а при добавлении избытка соляной кислоты выделяется газ без цвета и запаха, скорее всего, искомая соль – карбонат или гидрокарбонат щелочного металла, а бесцветный газ – углекислый газ.*

*Проверим карбонат:*

*Me2CO3 + 2HCl → 2MeCl + CO2 + H2O*

*n(CO2) = 0,2667 л / 22,4 л/моль = 0,0119 моль, M(Me2CO3) = 1,00 / 0,0119 = 84 г/моль, следовательно, M = 12 г/моль – такого металла нет.*

*Проверим гидрокарбонат:*

*MeHCO3 + HCl → MeCl + CO2 + H2O*

*M(MeHCO3) = 1,00 / 0,0119 = 84 г/моль, следовательно, M = 23 г/моль – натрий (Na).*

*Искомая соль Х – NaHCO3, гидрокарбонат натрия.* ***4 балла*** *Уравнение реакции NaHCO3 с соляной кислотой:*

*NaHCO3+ HCl → NaCl + CO2 + H2O* ***1 балл***

1. *Уравнение реакции разложения:*

*2NaHCO3→ Na2CO3 + CO2 + H2O* ***2 балла***

1. *Гидрокарбонат натрия применяется в химической (для производства красителей, пенопластов и других органических продуктов, товаров бытовой химии), пищевой (хлебопечении, производстве кондитерских изделий, приготовлении напитков), лёгкой (в производстве подошвенных резин и искусственных кож, кожевенном производстве и текстильной промышленности), медицинской (как нейтрализатор ожогов кожи и слизистых оболочек человека кислотами и для снижения кислотности желудочного сока) и фармацевтической промышленности.*

***За любое применение – 1 балл, всего 2 балла***

*4. Тривиальное название – питьевая (пищевая) сода.* ***1 балл***

***Всего 10 баллов.***

**Задание 5. «Химия для города»**

*«Я тучка, тучка, тучка,*

*Я вовсе не медведь…»*

Чтобы дождь не помешал проведению больших праздников или важных государственных мероприятий, в области скопления облаков распыляют специальные вещества. Микрочастицы распылённого реагента выступают как центры кристаллизации – на них намерзают капельки воды (или к ним прилипают кристаллики льда), из которых состоит облако, и, когда разросшийся кристалл становится достаточно тяжёлым, он падает вниз, превращаясь на подлёте к земле в воду. Распыление проводят с учётом направления ветра не менее чем за 50 километров от места, над которым должно быть обеспечено чистое небо. Впервые «разгон» облаков был осуществлён в 1995 году в Москве во время празднования 50-летия Победы.

В зависимости от типа облаков в основном применяются следующие реагенты – индивидуальные вещества **X** и **Y**, а также порошок **Z**, представляющий собой смесь оксидов и имеющий переменный состав. Вещество **Х** представляет собой простое газообразное вещество с плотностью 1,25 г/л (н. у.). Индивидуальное соединение **Y** жёлтого цвета представляет собой галогенид металла, нерастворимый в воде. Массовая доля металла в **Y** составляет 45,96 %.

В состав порошка **Z** входят четыре оксида – **Z1**, **Z2**, **Z3, Z4**. Один из наиболее распространённых вариантов **Z** имеет следующий состав 67 % (масс.) **Z1**, 22 % **Z2**, 5 % **Z3** и 3 % **Z4**. Про исследуемый порошок известно, что:

* в **Z1** массовая доля металла составляет 71,43 %;
* **Z2** представляет собой кислотный оксид, который нерастворим в воде, а при взаимодействии с **Z1** образует соль, в которой массовая доля металла равна 34,48 %;
* степень окисления металлов в **Z3** и **Z4** одинаковая;
* массовая доля кислорода в **Z3** в 1,57 раз больше, чем в **Z4**;
* общее содержание кислорода в исследуемом порошке **Z** равно 34,12 %.

1. Определите вещества **X**, **Y**, **Z1**–**Z4**. Ответ подтвердите расчётом.
2. Напишите уравнения реакций **Z1** с **Z2** и c **Z3**.
3. В каком виде применяют вещество **X**?

**Задание 5. «Химия для города»**

***Решение и критерии оценивания:***

*1. Определение веществ* ***X****,* ***Y*** *и* ***Z1*** *–* ***Z4****.*

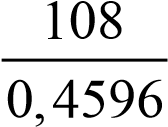
*Определение вещества* ***Х****:*

*M(****X****) = 1,25 × 22,4 = 28 г/моль. Так как согласно условию задачи,* ***X*** *– простое газообразное вещество, единственный возможный вариант – это азот.*

***X – N2 (азот)*** ***0,5 балла***

*Определение вещества* ***Y****.*

*Согласно условию задачи* ***Y*** *– жёлтый галогенид металла, нерастворимый в воде. Из известных галогенидов с такими свойствами мы знаем иодид и бромид серебра, а также иодид свинца. Вариант со свинцом маловероятен ввиду токсичности его солей. Тогда пусть* ***Y*** *имеет состав AgHal.*

*M(Hal) =− 108= 127 г/моль, следовательно Hal это йод;*

***Y – AgI (иодид серебра) 2 балла***

*(если AgI найден без каких-либо обоснований – 0 баллов, без расчётов, но с указанием цвета и невозможности PbI2 – 1 балл)*

*Определение веществ* ***Z1****–****Z4****:*

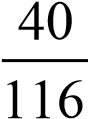
*Пусть* ***Z1****имеет формулу Me2On, тогда*

*0,7143= 2M(Me):(2M(Me) + 16) ⇒ M(Me)=20n*

*При n = 2 имеем M(Me) = 40 г/моль, что соответствует кальцию (Ca).*

***Z1 – CaO (оксид кальция)*** ***1 балл***

*Наиболее известный кислотный оксид, нерастворимый в воде – это оксид кремния(IV) (SiO2), который при взаимодействии с CaO образует соль состава CaSiO3.*

*ω(Ca) = ×100 %= 34,48%, что сходится с условием задачи, тогда*  ***Z2 – SiO2 (оксид кремния (IV))***  *1* ***балл***

*Пусть состав* ***Z3*** *– A2Om, тогда* ***Z4*** *– B2Om.*

*Возьмём массу порошка* ***Z*** *равной 100 г, тогда масса кислорода в этом порошке, согласно условию, составит 34,12 г. С другой стороны, m(O/Z) = m(O/CaO) + m(O/SiO2) + m(O/****Z3****) + m(O/****Z4****);*

*m(O/Z) = ω(O/CaO) × m(CaO) + ω(O/SiO2) × m(SiO2) + ω(O/****Z3****) × m(****Z3****) + + ω(O/****Z4****)×m(****Z4****).*

*Так как согласно условию ω(O/****Z3****) = 1,57ω(O/****Z4****), а также известен процентный состав порошка* ***Z****, получаем: m(O/Z) = ω(O/CaO)×67 + ω(O/SiO2)×22 + 1,57ω(O/****Z4****)×5 + ω(O/****Z4****)×3*

*m(O/Z) = 0,2857×67 + 0,5333×22 + 10,85ω(O/****Z4****) = 34,12 Тогда ω(O/****Z4****) = 0,2991* ***2 балла***

***Z4*** *– B2Om, ω(O/****Z4****) = 0,2991*

*0,2991= 16m : 2M(B) + 16m ⇒ M(B) = 18,73m*

*При m = 3 имеем M(B) = 56 г/моль, что соответствует железу, тогда*

***Z4 – Fe2O3 (оксид железа (III)).*** ***1 балл***

*Так как согласно условию задачи, степень окисления металлов в* ***Z3*** *и* ***Z4****одинаковая, то* ***Z3*** *имеет следующую формулу: A2O3. Причём, ω(O/****Z3****) = 1,57\*ω(O/****Z4****) = 1,57×0,2991 = 0,4696.*

*0,4696 = 48 : (2M(А) + 48); M(А) =27 г/моль ⇒ Al*

***Z3–Al2O3 (оксид алюминия).*** ***1 балл***

*2.Уравнения реакций: CaO+SiO2 =CaSiO3*

*CaO + Al2O3 → Ca(AlO2)2* ***1 балл***

*(за каждое верное уравнение – 0,5 балла)*

*Азот применяется в жидком виде.* ***0,5 балла***

***Всего 10 баллов.***

***Итого: 50 баллов***