|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| рис 2 герб**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ,** **НАУКИ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**Государственное бюджетное учреждениедополнительного образованияКраснодарского края**«Центр развития одаренности»**350000 г. Краснодар, ул. Захарова, 11тел. 8 (861) 201-51-93е-mail: cro.krd@mail.ru |  | **Региональная олимпиада школьников** **по химии****2019-2020 учебный год****8 класс, ответы**Председатель предметно-методической комиссии: Доценко В.В., д.х.н., профессор |

**Задание №1 (20 баллов).**

Вычислим количества веществ НСl и Na2СО3:

ν(НС1) = 300∙0,08/36,5 = 0,657 моль; ν(Na2СО3) = 25/106 = 0,24 моль.

НС1 находится в избытке, Nа2СО3 прореагирует полностью.

Na2СО3 + 2НС1 = 2NaCl + СО2 + Н2О (1)

Находим массу выделившегося углекислого газа и определим изменение массы первого стакана:

ν(СО2) *=* ν(Na2СО3) = 0,24 моль; *т*(СО2) = 0,24·M(CO2) = 10,56 г;

Поскольку Na2СО3 добавили в стакан, аСО2улетел из стакана, масса компонентов на левой чаше весов увеличилась на 25,44-10,56 =3,41 г;

*тлев=*14,48 г.

НС1 + KHСО3 = KCl + СО2 + Н2О (2)

KHСО3 добавили в стакан, аСО2 улетел из стакана. Чтобы в итоге равновесие не нарушилось, масса компонентов на правой чашке весов должна увеличиться на 14,88 г.

Δ *тправ* = Δ *тлев* *=* 14,88 г.

Пусть во второй стакан следует прибавить *х* грамм KHCO3. Тогда изменение массы стакана составит: *х* – 44*х*/100 = 14,88. *x* = 26,57

m(KHCO3)= 26,57 г

***Система оценивания:***

Уравнение реакции (1) – 2 балла.

Установление избытка-недостатка – 4 балла.

Нахождение изменения массы стакана – 7 баллов.

Уравнение реакции (2) – 2 балла.

Нахождение массы гидрокарбоната – 5 баллов

**Задание №2 (15 баллов).**

M(Н2О) = 18 г/моль; M(CuCl2·2Н2О) = 171 г/моль;

M(MgSO4·7H2O) = 246 г/моль.

Обозначим через *х* массовую долю MgSO4·7H2O в смеси.

Тогда в смеси массой *т* имеется *тх* грамм MgSO4·7H2O и *(т—тх)* грамм CuCl2·2Н2О.

Масса воды в т г смеси составляет (0,4066 *т)* г.

Масса воды в *тх* (г) MgSO4·7H2O равна *тх*(7·18/246).

Масса воды в *(т—тх)* грамм (CuCl2·2Н2О) равна *(т-тх)*·(18·2/171).

Исходя из того, что масса воды в смеси равна сумме масс воды, входящей в состав обеих солей, запишем уравнение:

0,4066*m = тх(7·18/246) +*  *(т-тх)*·(18·2/171)

*х* = 0,65

Состав смеси: 65% MgSO4·7H2O, 100 – 65 = 35% CuCl2·2Н2О

***Система оценивания:***

Определение молярных масс веществ – 2 балла.

Определение массовой доли воды в солях – 4 балла.по 2 балла за каждую

Составление уравнения баланса воды в смеси – 6 баллов.

Нахождение массовых долей кристаллогидратов – 3 балла.

**Задание №3 (18 баллов).**

1. Записываем необходимые для расчета уравнения реакций:

(NH4)2SO4 + 2NaCl → Na2SO4 + 2NH3↑ + 2HCl↑

NH3↑ + HCl↑→ NH4Cl

2. Вычислим количества веществ (NH4)2SO4 и NaCl:

ν((NH4)2SO4) = $\frac{7,26}{132}$= 0,055 моль;

ν(NaCl) = $\frac{10}{58,5}$= = 0,171 моль.

Так как по уравнению реакции на 1 моль (NH4)2SO4  необходимо 2 моля NaCl, то NaCl находится в избытке. Расчет ведём по (NH4)2SO4.

3. Находим количество молей продуктов реакции:

ν((Na2SO4) = ν((NH4)2SO4) = 0,055 моль;

ν(NH3) = 2 ν((NH4)2SO4) = $\frac{0,055∙2}{1}$= = 0,11 моль.

ν(HCl) = ν(NH3) = 0,11 моль.

4. Находим массу продукта конечной реакции (NH4 Cl):

Согласно уравнению реакции ν(HCl) =ν(NH3))= ν(NH4 Cl)= 0,11 моль

m(NH4 Cl)= ν(NH4 Cl)∙M (NH4 Cl)= 0,11моль ∙ 53,5 г/моль=5,885 г.

5. Находим массу непрореагировавшего вещества (NaCl). Так как в избытке был хлорид натрия, значит, он и остался в реакционном сосуде. В реакцию вступило:

ν(NaCl)= 0,055∙ 2=0,11 моль

Осталось:

νост.(NaCl)= ν1(NaCl) – ν2(NaCl)= 0,171–0,11=0,061 моль

mост.(NaCl)= ν(NaCl) ∙ M(NaCl) = 0,061 моль ∙ 58,5 г/моль =3,568г

6. Находим массу образовавшегося сульфата натрия:

ν((Na2SO4) = ν((NH4)2SO4) = 0,055 моль

m=((Na2SO4) = ν((Na2SO4) ∙ M((Na2SO4)=0,055 моль ∙ 142 г/моль=7,81 г

7. Находим массовую долю NaCl в полученной смеси:

ω =$ \frac{m\_{NaCl}}{m\_{NaCl+m\_{Na\_{2}SO\_{4}}}}$ = $\frac{3,568}{3,568+7,81}$ ∙ 100% = 31,35%

***Система оценивания:***

Уравнение реакции хлороводорода с аммиаком – 2 балла.

Установление избытка-недостатка – 5 баллов.

Нахождение массы вещества в приёмнике – 4 балла.

Нахождение массы непрореагировавшего вещества – 3 балла.

Нахождение массы образовавшегося сульфата натрия – 2 балла.

Нахождение массовой доли хлорида натрия в образовавшейся смеси – 2 балла.

**Задание №4**  **(20 баллов).**

Можно предположить, что при обжиге серного колчедана образуется SO2.Действительно, полученный газ имеет плотность по воздуху 2,2:

Mr(газа) = 2,2·29 г/моль = 63,8 г/моль, что соответствует SO2.

При получении серной кислоты протекают следующие реакции:

4 FeS2 + 11 O2 = 8 SO2 + 2 Fe2O3 (1)

2 SO2 + O2 = 2 SO3 (2)

SO3 + H2O = H2SO4 (3)

Рассчитаем количество молей сернистого газа, выделившегося при обжиге серного колчедана:

pV=νRT (4)

$$ν= \frac{pV}{RT}=\frac{\frac{770}{760}·101325·81,4}{8,314·\left(800+273\right)}=936,7 моль$$

Рассчитаем количество примесей, не содержащих серу в серном колчедане.

Теоретическое количество SO2, которое должно выделится при обжиге 100 кг чистого серного колчедана (по уравнению 1):

$ν \left(SO\_{2}\right)= \frac{100000 г}{120\frac{г}{моль}} ·\frac{8}{4}= 1666,7 моль$

Содержание FeS2 в образце колчедана, полученного из месторождения:

$w\left(FeS\_{2}\right),\%= \frac{936,7}{1666,7}·100\%=$56,2%,

Значит доля примесей, не содержащих серу = 100 – 56,2 = 43,8%

Рассчитаем, сколько серной кислоты можно получить из выделившегося сернистого газа:

По уравнениям (2) и (3) из 1 моля SO2 образуется 1 моль H2SO4.

$$ν \left(H\_{2}SO\_{4}\right)=ν \left(SO\_{2}\right)=936,7 моль$$

m(H2SO4) =936,7 моль·98 г/моль = 91797 г

$$V\left( H\_{2}SO\_{4}(94\%)\right)= \frac{91797 г}{1830\frac{г}{л}·0,94} =53,4 л$$

Для того, чтобы оценить экономическую целесообразность применения серного колчедана для производства серной кислоты рассчитаем массовую долю серы в нём. Так как 1 молекула SO2 содержит 1 атом серы, то в серном колчедане было 936,7 моль серы.

Масса серы в 100 кг серного колчедана:

m(S) = 936.7 моль 32 г/моль = 29974,4 г = 29,97 кг

Массовая доля серы в серном колчедане

$$w\left(S\right),\%=\frac{29,97 кг}{100 кг}·100\%=29,97\%⋍30\% $$

Таким образом, данный образец серного колчедана нецелесообразно применять для производства серной кислоты.

***Система оценивания:***

Предположение того, что при обжиге серного колчедана образуется SO2 – 1 балл.

Подтверждение формулы SO2 расчётом плотности по воздуху – 1 балл.

Уравнения реакций (1) – (3) (по 2 балла) – 6 баллов.

Правильный расчёт по уравнению (4) – 3 балла (при ошибке в переводе давления или температуры снимать по 1 баллу).

Расчет массовой доли примесей, не содержащих серу – 3 балла.

Расчёт объема серной кислоты – 3 балла.

Расчет массовой доли серы в колчедане – 2 балла.

Ответ на пригодность колчедана для производства серной кислоты – 1 балл.

**Задание №5 (20 баллов).**

Установим молекулярную формулу оксида **X1**:

Пусть число атомов металла = х, число атомов О = у

Проверим вариант х : у = 1 : 1

Met : O = $\frac{89,74}{M(Met)} : \frac{10,26}{16}$ = 1 : 1, М(Мет) = (89,74 × 16)/10,26 = 139,95,

примерно соответствует церию, но оксида CeO не существует

Проверим вариант х : у = 1 : 2

Met : O = $\frac{89,74}{M(Met)} : \frac{10,26}{16}$ = 1 : 2, М(Мет) = (89,74 × 16 × 2)/10,26 = 279,9,

элемент не существует

Проверим вариант х : у = 2 : 3

Met : O = $\frac{89,74}{2M(Met)} : \frac{10,26}{48}$ , М(Мет) = (89,74 × 48)/10,26 ×2 = 209,9,

полоний, но оксида Po2O3 нет

Проверим вариант х : у = 2 : 1

Met : O = $\frac{89,74}{2M(Met)} : \frac{10,26}{16}$ , М(Мет) = (89,74 × 16)/10,26 = 69.97,

соответствует галлию и оксиду Ga2O **X1**. Этот оксид черно-коричневого цвета и сильный восстановитель.

**Ga2O + O2 = Ga2O3 (1)**

**2Ga2O + 7H2SO4 = 2Ga2(SO4)3 + H2S + 6H2O (2)**

Судя по описанию, кислота обладает окислительными свойствами. С выделением газообразных продуктов реагируют серная и азотная кислоты.

Проверим, подходит серная кислота, основной элемент Y – это кислород.

Находим содержание каждого элемента:

- водород: (2/98) ×100% = 2,04%

- сера: (32/98) ×100% = 32,65%

- кислород: (64/98) ×100% = **65,31**%

Тогда **X2 – серная кислота.**

Следовательно, дурнопахнущий газ **Х4** (ω(Y) = 0%) – это сероводород, **Х3** – вода, соль **Х5** (ω(Y) = 44.86%) – сульфат галлия (3+) **Ga2(SO4)3**. Подтвердим расчетами.

ω(O) = (12×16)/428 = 44.86%.

***Система оценивания:***

Нахождение оксида галлия X1 перебором и объяснение почему подходит именно он – 7 баллов.

Уравнение реакции (1) – 2 балла.

Уравнение реакции (2) – 4 балла.

Нахождение Х2– 4 балла.

Нахождение Х3 и Х4 – 1 балл.

Подтверждение расчетами состава соли Х5 – 2 балла.