**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников**

**по химии**

**2019/2020учебного года**

**Комплект заданий для учащихся 9 класса**

**КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ**

**Задание 1.** Некоторый элемент образует с кислородом газообразный оксид, массовая доля кислорода в котором 50%, а его плотность по воздуху равна 2,207. Этот же элемент образует с водородом летучее водородное соединение с массовой долей водорода 5,88%. Для реакции было взято 18 . 1020 молекул оксида и 24 . 1020 молекул летучего водородного соединения. На основании условий задачи:

1) Определите формулы оксида и летучего водородного соединения, используя все приведенные данные.

2) Запишите уравнение реакции. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса. Укажите окислитель и восстановитель.

3) Рассчитайте, сколько грамм твердого вещества образовалось в результате реакции.

**Ответы к заданию 1**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Ответ | баллы |
| 1 | М(оксида)= 29. Dвозд=29. 2,207=64 г/моль | **1** |
| Посчитаем число атомов кислорода в составе оксида  n(О)== | **1** |
| Общая формула оксида: ЭО2 | **1** |
| М(Э)=64-32=32г/моль. Значит Э – это сера | **1** |
| Формула оксида SО2 | **1** |
| Рассчитаем число моль атомов водорода и серы в составе летучего водородного соединения  Пусть масса вещества равна 100 г.  Тогда m(H)=5,88 г и m(S)=100-5,88=94,12г | **1** |
| Найдем количество вещества каждого элемента:  n (H)=5,88 г/1 г/моль=5,88 моль  n (S)=94,12 г/32 г/моль=2,94 моль | **1** |
| Составим пропорцию:  n (H): n (S)= 5,88: 2,94  Поделим на наименьшее 2,94  n (H): n (S)=2:1 | **1** |
| Формула водородного соединения: Н2S | **1** |
| 2 | Записано уравнение реакции: SO2 +2 H2S = 3S+ 2Н2О | **2** |
| S+4 +4e→S0│1  S-2 -2e→S0 │2 | **2** |
| S+4 (SO2)- окислитель  S-2 (H2S) - восстановитель | **2** |
| 3 | n (SO2)=N/Na=18 . 1020 /6 . 1023 =3 . 10-3моль | **1** |
| n (H2S)=N/Na=24 . 1020 /6 . 1023 =4 . 10-3моль | **1** |
| n (SO2): n (H2S)= 1:2, значит H2S взят в недостатке | **1** |
| n (S)=3. n (H2S) /2=6 . 10-3моль | **1** |
| m(S)= 6 . 10-3моль. 32 г/моль=0,192 г | **1** |
|  | **Итого** | **20**  **баллов** |

**Задание 2.** Растворимость при 200С нитрата щелочноземельного металла (**соль 1**), который окрашивает пламя в желто-зеленый цвет, составляет 4,17 г на 100 г воды. Растворимость при 200С сульфата щелочного металла (**соль 2**), который окрашивает пламя в фиолетовый цвет, составляет 6,4 г на 100г воды. Приготовили при 20 0С по 500г насыщенного раствора каждой соли. Слили 184,7 мл (плотность 1,06г/мл) раствора **соли 1** и 53,7 мл (плотность 1,08г/мл) раствора **соли 2**. На основании условий задачи:

1) Определите состав соли 1 и соли 2.

2) Рассчитайте массу каждой соли, необходимую для приготовления 500 г насыщенного при 20 0С раствора.

3) Запишите уравнение реакции в молекулярном виде. Составьте полное и сокращенное ионные уравнения.

4)Рассчитайте массовую долю нитрата щелочного металла в растворе после реакции.

**Ответы к заданию 2**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Ответ | баллы |
| 1 | Окрашивают пламя в желто-зеленый цвет соли бария. Значит, нитрат щелочноземельного металла (**соль 1**) – Ba(NO3)2 | **1** |
| Окрашивают пламя в фиолетовый цвет соли калия. Значит, сульфат щелочного металла (**соль 2**) – К2SO4 | **1** |
| 2 | Рассчитано, какая масса каждой соли необходима для приготовления 500г насыщенного раствора  ω= (m\*(Ва(NO3)2) /mp-pa) = 4,17/104,17 = 0,04  m\*(Ва(NO3)2)= Растворимость нитрата бария в г  mp-pa= Растворимость нитрата бария в г +100 г воды | **1** |
| m(Ва(NO3)2)= mp-pa. ω = 500. 0,04=20г | **1** |
| ω= (m\*( К2SO4) /mp-pa) = 6,4/106,4 = 0,06  m\*( К2SO4) = Растворимость сульфата калия в г  mp-pa= Растворимость сульфата калия в г +100 г воды | **1** |
| m( К2SO4)= mp-pa. ω = 500. 0,06=30г | **1** |
| 3 | Ba(NO3)2+ К2SO4= ВаSO4 ↓+ 2КNO3 | **1** |
| Ba2+ + 2NO3-+ 2К+ + SO4 2-= ВаSO4 ↓+ 2К+ +2NO3- | **1** |
| Ba2+ + SO4 2-= ВаSO4 ↓ | **1** |
| 4 | m(Ва(NO3)2) р-р=ρ.V= 1,06. 184,7=195,8г | **1** |
| m(Ва(NO3)2)= mp-pa. ω = 195,8. 0,04= 7,83г | **1** |
| n (Ва(NO3)2)= 7,83/261=0,03 моль | **1** |
| m( К2SO4) р-р=ρ.V= 1,08. 53,7= 58г | **1** |
| m( К2SO4) = mp-pa. ω = 58. 0,06= 3,48г | **1** |
| n ( К2SO4) =3,48/174=0,02 моль | **1** |
| Указано: Ва(NO3)2 – избыток; К2SO4 недостаток | **1** |
| n (КNO3) =2 n( К2SO4) = 0,04 моль  m (КNO3) = 0,04. 101=4,04г | **1** |
| n (ВаSO4) =n( К2SO4) = 0,02 моль  m (ВаSO4) = 0,02. 233=4,66 г | **1** |
| m р-ра = 195,8 +58 -4,66= 249,14 г | **1** |
| ω= (m(КNO3) /mp-pa) **.**100%=4,04/249,14**.**100%=1,62% | **1** |
|  | **Итого** | **20 баллов** |

***Примечание:*** расчет в вопросе 2 можно произвести без вычисления массовых долей солей (ω) в насыщенных растворах, используя пропорции. Однако, ответы должны совпадать:

m(Ва(NO3)2)= mp-pa. ω = 500. 0,04=20 г и

m( К2SO4)= mp-pa. ω = 500. 0,06=30 г

В этом случае за 2 этап также ставится суммарно 4 балла

**Задание 3.** При сгорании фосфора с образованием высшего оксида выделилось 514,5 кДж теплоты. Полученный оксид растворили в воде. Образовавшийся раствор полностью прореагировал с 2,455 л 2%-ной известковой воды (плотность 1,055г/мл). На основании условий задания:

1) Напишите термохимическое уравнение горения фосфора, если известно, что при сгорании 1 моль фосфора выделяется 735кДж теплоты.

2) На основании расчетов определите формулу образовавшегося соединения, если известно, что в результате последней реакции образуется вещество с техническим названием «преципитат». Это кристаллогидрат с массовой долей воды 20,93%. Приведите химическое название преципитата. Напишите уравнения остальных описанных реакций с учетом образования преципитата.

3) Укажите область применения преципитата.

4) Изобразите структурные формулы безводной соли, образующей преципитат и оксида фосфора (V).

**Ответы к заданию 3**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Ответ | баллы |
| 1 | Записано термохимическое уравнение реакции горения фосфора с целыми или дробными коэффициентами  4Р + 5О2 =2Р2О5 + 2940кДж  или  Р+ 5/4 О2 =1/2Р2О5 + 735кДж  или  2Р+ 5/2 О2 =Р2О5 + 1470кДж | **2** |
| 2 | Р2О5 + 3Н2О = 2Н3РО4 | **1** |
| Рассчитано число моль фосфора, вступившего в реакцию горения  1моль Р - 735кДж  n моль Р – 514,5 кДж  n (Р)= 514,5/735=0,7 моль | **2** |
| n (Р2О5)=1/2 n (Р)=0,35 моль | **1** |
| n (Н3РО4)= 2n (Р2О5)=0,7 моль | **1** |
| m(Са(ОН)2) р-р=ρ.V= 1,055. 2455=2590г | **1** |
| m(Са(ОН)2) =mp-pa. ω = 2590. 0,02= 51,8г | **1** |
| n (Са(ОН)2) =51,8/74=0,7 моль | **1** |
| n (Н3РО4): n (Са(ОН)2) =1:1, значит, образуется соль кислая - СаНРО4 | **1** |
| Н3РО4 + Са(ОН)2 = СаНРО4 + 2Н2О | **1** |
| Установлена формула преципитата с учетом массовой доли воды в нем CaHPO4 . xH2O  0,2093= | **1** |
| 28,4648 + 3,7674х=18х  28,4648 = 14,2326х  х=2 | **2** |
| Формула преципитата СаНРО4.2 Н2О, значит, реакция образования преципитата должна быть записана так  Н3РО4 + Са(ОН)2 = СаНРО4.2 Н2О | **1** |
| Химическое название: гидрофосфат кальция двухводный | **1** |
| 3 | Преципитат представляет собой высококонцентрированное фосфорное удобрение, а также используется как подкормка для с/х животных | **1** |
| 4 | https://im0-tub-ru.yandex.net/i?id=e6e198b68ee4bef9ded1cf4b2ace5565-sr&n=13  О=Р-О-Р=О  ǁ ǁ  О О | **2** |
|  | **Итого** | **20 баллов** |

**Задание 4.** Нефелиновый концентрат имеет состав Na2O **.** K2O**.** Al2O3 **.** 2SiO2. Нефелин нагрели до температуры 10000С в присутствии карбоната кальция с образованием «спека» - смеси солей в твердом виде. При этом получили силикат кальция и метаалюминаты калия и натрия. Спек размололи и растворили в воде. Нерастворимая соль осталась в виде осадка (1), а соли натрия и калия превратились в тетрагидроксоалюминаты. Осадок (1) отделили и через оставшийся раствор пропустили избыток углекислого газа до получения осадка (2). При этом натрий и калий образовали соответствующие кислые соли, которые потом обработали избытком раствора едкого натра. Осадок (2) отделили, высушили и прокалили.

1.Напишите уравнения всех описанных реакций

2.Где может быть использован осадок (1) ?

3.Какой металл, каким способом и в каких условиях может быть получен из продукта прокаливания осадка (2)? Приведите историческое название продукта прокаливания осадка (2)

4. Какое тривиальное название имеют соли, полученные при обработке конечного раствора избытком едкого натра?

5. Нефелиновый концентрат может содержать в качестве примеси оксид железа (III). Напишите уравнения дополнительных реакций, которые будут протекать при прокаливании такого нефелина.

**Ответы к заданию 4**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Ответ | баллы |
| 1 | Na2O + Al2O3=2NaAlО2 | **1** |
| K2O + Al2O3=2KAlО2 | **1** |
| CaCО3 = CaO + CО2  CaO + SiO2 = CaSiO3  или  CaCО3+ SiO2 = CaSiO3 + CО2 | **2** |
| NaAlО2 + 2Н2О = Na[Al(OH)4] | **1** |
| KAlО2 + 2Н2О = K[Al(OH)4] | **1** |
| K[Al(OH)4] + CО2 = Al(OH)3 + КНCО3 | **1** |
| Na[Al(OH)4] + CО2 = Al(OH)3 + NаНCО3 | **1** |
| NаНCО3 + NaOH = Na2CО3 | **1** |
| 2КНCО3+ 2NaOH = Na2CО3+ К2CО3 + 2Н2О | **1** |
| 2Al(OH)3 t= Al2O3 + 3Н2О | **1** |
| 2 | Осадок 1 - это CaSiO3. Он может быть использован при получении цемента | **1** |
| 3 | Металл, который может быть получен из продукта прокаливания осадка 2 – это алюминий | **1** |
| Его получают электролизом раствора оксида в расплавленном криолите  2 Al2O3 Na3[AlF6] → 4Al + 3O2 | **2** |
| Название Al2O3- глинозем | **1** |
| 4 | Из конечного раствора после обработки гидроксидом натрия путем разделения могут быть получены сода Na2CО3 и поташ K2CО3 | **2** |
| 5 | Na2O + Fe2O3=2NaFeО2 | **1** |
| K2O + Fe2O3=2NaFeО2 | **1** |
|  | **Итого** | **20 баллов** |

**Задание 5.** Осуществить цепочку превращений. Написать уравнения реакций, указать их тип. Для реакций ионного обмена составить полное и сокращенное ионное уравнения. Для ОВР расставить коэффициенты методом электронного баланса, указать окислитель и восстановитель. Укажите вещество Х5.

Х+НСl→ X1+NaOH→X2→Fe(OH)3t→X3 +изб.H2→X + H2SO4(kонц.) t→X4+Х5→ BaSO4

**Ответы к заданию 5**

Х1)+НСl→ X12)+NaOH→X23)→Fe(OH)3 4)t→X3 5) +изб.H2→X 6)+ H2SO4(kонц) t→X47)+Х5→ BaSO4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Ответ | баллы |
| 1 | Fe + 2HCl = FeCl2 + H2 | **1** |
| Тип реакции – замещения (ОВР) | **1** |
| Fe0 – 2e→Fe+2│1  2H+ +2e→H2 │1  Fe0 – восстановитель  H+ (HCl) -окислитель | **1** |
| 2 | FeCl2 +2NaOH = Fe(OH)2↓ + 2 NaCl | **1** |
| Тип реакции – реакция ионного обмена | **1** |
| Fe2+ + 2Cl- +2Na+ + 2OH- = Fe(OH)2↓ + 2Na++ 2Cl-  Fe2+  + 2OH- = Fe(OH)2↓ | **1** |
| 3 | 4Fe(OH)2 +О2 + 2Н2О = 4Fe(OH)3  Может быть другой окислитель | **1** |
| Тип реакции – ОВР | **1** |
| Fe+2 – 1e→Fe+3 │4  О20 +4e→2О -2 │1  Fe+2 – восстановитель  О20-окислитель | **1** |
| 4 | 2Fe(OH)3t→Fe2O3 + 3H2O | **1** |
| Тип реакции – реакция разложения | **1** |
| 5 | Fe2O3 + 3H2= 2Fe+ 3H2O | **1** |
| Тип реакции – замещения (ОВР) | **1** |
| Fe+3 +3e→Fe0│2  H2 – 2e→2H+ │3  Fe+3 – окислитель  H2 -восстановитель | **1** |
| 6 | 2Fe+ 3H2SO4(k) t→ Fe2(SO4)3 + 3SO2 + 6H2O | **1** |
| Тип реакции – ОВР |  |
| 2Fe0 -6e→2Fe+3│1  S+6+ 2e→S+4 │3  S+6 – окислитель  Fe0 -восстановитель | **1** |
| 7 | Вещество Х5 – любая растворимая соль бария, например хлорид бария | **1** |
| Тип реакции – реакция ионного обмена | **1** |
| Fe2(SO4)3 + 3ВаСl2= 2FeCl3 + 3BaSO4 | **1** |
| 2Fe3+ + 3SO42- + 3Ba2+ +6Cl**-** =2Fe3+ + 6Cl**-**  + 3BaSO4  SO42- + Ba2+ = BaSO4 | **1** |
|  | **Итого** | **20 баллов** |