**ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

**Задание 1.** Перечислите возможные степени окисления для приведенных в таблице элементов, в соответствии с Вашим номером варианта контрольной работы. Для **каждого элемента в двух** наиболее характерных **степенях окисления**, исключая нулевую, напишите **по одной формуле** соединений и назовите их.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № варианта | элемент | элемент | элемент |
| 1.6. | азот | бром | медь |

**Задание 2.** Определите, какие свойства (окислительные или восстановительные) проявляют в соединениях приведенные в таблице элементы в соответствующих степенях окисления. Напишите для **каждого элемента по одному уравнению реакции**, подтверждающему данное свойство. Реакции, протекающие в водных растворах, уравняйте ионно-электронным методом, а протекающие в твердой фазе – методом электронного баланса.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | элемент | элемент |
| 2.6. | йод(–1) | висмут(+5) |

**Задание 3**. Для соединения, название которого приведено в таблице, напишите химическую формулу и **два** уравнения реакций, подтверждающих его окислительно-восстановительную двойственность. Окислительно-восстановительные реакции, протекающие в водных растворах, уравняйте ионно-электронным методом, а реакции в твердой или газовой фазе – методом электронного баланса.

Напишите электронную формулу иона элемента, указанного в таблице.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | название соединения | элемент |
| 3.6. | диоксид серы | сера(+4) |

**Задание 4.** Определите, из приведенных в таблице веществ, **два вещества**, которые реагируют с водой при комнатной или повышенной температуре. Уравнения реакций, протекающих без изменения степеней окисления элементов, напишите в молекулярном и ионно-молекулярном виде. Окислительно-восстановительные реакции уравняйте ионно-электронным методом.

|  |  |
| --- | --- |
| № | вещество |
| 4.6. | ртуть, оксид фосфора(V), оксид натрия |

**Задание 5.** Определите из числа перечисленных **два** простых вещества, которые взаимодействуют при комнатной или повышенной температуре с гидроксидом натрия в водном растворе. Напишите **два** уравнения соответствующих реакций, уравняйте их ионно-электронным методом.

|  |  |
| --- | --- |
| № | простое вещество |
| 5.6. | кремний, йод, неон, кобальт |

**Задание 6.** Взаимодействие газообразных веществ с растворами щелочей.

6.6. Определите, какие из газов: COCl2 (фосген), CF4, NH3 или HF взаимодействуют с избытком KOH в водном растворе. Напишите уравнения соответствующих реакций в молекулярном и ионно-молекулярном виде.

**Задание 7.** Взаимодействие металлов с кислотами-неокислителями.

Определите, какие из перечисленных ниже металлов взаимодействуют с разбавленным раствором хлороводородной кислоты при комнатной или повышенной температуре. Напишите уравнения соответствующих реакций, уравняйте их методом электронного баланса.

|  |  |
| --- | --- |
| № | металл |
| 7.6. | свинец, палладий, хром |

**Задание 8.** Взаимодействие веществ с кислотами-окислителями.

Из приведенных в таблице веществ выберите **два вещества**, с которыми при комнатной или повышенной температуре реагирует концентрированная серная кислота. Напишите уравнения соответствующих реакций и уравняйте их.

|  |  |
| --- | --- |
| № | вещество |
| 8.6. | Au, CO2, C, SiO2, Cu |

**Задание 9.** Предложите способ (**одну реакцию**) получения указанного в таблице вещества,используя только следующие реагенты: Cu, Mg, S, CaCO3; кристаллические NaCl, NaBr, NH4NO3, NH4NO2, KMnO4, KClO3; концентрированные растворы HNO3, H2SO4, NaOH и вода. Напишите уравнение соответствующей реакции и укажите условия ее проведения.

|  |  |
| --- | --- |
| № | вещество |
| 9.6. | оксид азота(IV) |

**Задание 10.** Закончите уравнения реакций и уравняйте их. Окислительно-восстановительные реакции, протекающие в водных растворах, уравняйте ионно-электронным методом, а реакций в твердой фазе – методом электронного баланса. Уравнения реакций, протекающих без изменения степеней окисления, напишите в ионно-молекулярном виде.

|  |  |
| --- | --- |
| № | уравнения реакций |
| 10.6. | Ca(HCO3)2 + Ca(OH)2 → |
| Zn(NO3)2 |
| Mn(NO3)2 + HNO3 + PbO2 → |

**Задание 11.** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить приведенные в таблице превращения. Окислительно-восстановительные реакции, протекающие в водных растворах, уравняйте ионно-электронным методом, а реакции в твердой фазе или газовой фазе – методом электронного баланса.

|  |  |
| --- | --- |
| № | превращения |
| 11.6. | KI→I2→Na2S4O6→SO2 |

**Задание 12.** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить приведенные в таблице превращения. Окислительно-восстановительные реакции уравняйте ионно-электронным методом. Уравнения реакций, протекающих без изменения степеней окисления, напишите в ионно-молекулярном виде.

|  |  |
| --- | --- |
| № | превращения |
| 12.6. | Al → Al2(SO4)3 → Al(OH)3 → Na[Al(OH)4] |

**Задание 13.** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Определите вещества X и Y. Окислительно-восстановительные реакции, протекающие в водных растворах, уравняйте ионно-электронным методом, а реакции в твердой фазе – методом электронного баланса. Уравнения реакций, протекающих без изменения степеней окисления, напишите в ионно-молекулярном виде.

|  |  |
| --- | --- |
| № | превращения |
| 13.6. | P4 → X → PH3 → Y → H3PO4 |

**Задание 14.** Из предложенных растворов реагентов выберите **один**, с помощью которого можно разделить смесь двух веществ. Напишите уравнения протекающих при этом реакций в молекулярном и сокращенном ионно-молекулярном виде.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Смеси | Реагенты |
| 14.6. | PbSO4 и CaSO4 | KOH, NH3, H2SO4, CH3COONH4 |

**Задание 15.** Напишите в молекулярном виде уравнения реакций, протекающих при добавлении в раствор вещества А избытка раствора вещества В, затем избытка раствора вещества С и, наконец, избытка раствора вещества D с последующим выпариванием полученного раствора и прокаливанием сухого остатка.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | A | B | C | D |
| 15.6. | нитрат алюминия | гидроксид калия | азотная кислота | – |

**Задание 16.** Рассчитайте массу осадка, образующегося в результате реакции, протекающей при добавлении раствора А к раствору В.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Раствор А | Раствор В |
| 16.6. | 100 мл 0,200 моль/л AgNO3 | 100 мл 0,200 моль/л K2CrO4 |

**Задание 17. Расчетные задачи**

17.6. Газ, образовавшийся на аноде при электролизе раствора хлорида калия, пропустили через 200 мл раствора с массовой долей иодида натрия 20,0% и плотностью 1,20 г/мл. При этом выделилось 6,84 г йода. Определите массу образовавшегося при электролизе гидроксида калия.

**Задание 18. Расчетные задачи**

18.6. После прокаливания смеси карбоната аммония и хлорида калия ее масса уменьшилась на 0,786 г. Полученный остаток растворили в воде и добавили избыток раствора нитрата серебра. Масса выпавшего осадка составила 2,345 г. Определите массовую долю хлорида калия в исходной смеси.

**Задание 19. Расчетные задачи**

19.6. Через раствор, полученный растворением 1,780 г смеси бромида и иодида натрия в воде, пропустили избыток хлора. После выпаривания раствора и прокаливания до постоянной массы образовавшейся смеси веществ получено 0,877 г твердого остатка. Определите массовую долю иодида натрия в исходной смеси галогенидов натрия.

**Задание 20. Расчетные задачи**

20.6. При нагревании 13,0 г активного металла с очень разбавленной азотной кислотой образуются две соли. Нагревание одной из них со щелочью приводит к выделению газа, образующего с ортофосфорной кислотой 3,30 г гидрофосфата. Определите данный металл.

**РЕШЕНИЕ ТИПОВОГО**

**ВАРИАНТА КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

**Задание 1.** Перечислите возможные степени окисления хрома, олова и мышьяка. Для каждого элемента в двух наиболее характерных степенях окисления напишите по две формулы соединений и назовите их.

**Решение:**

**Хром**

Возможные степени окисления: 0,+1, +2, +3, +4, +5, +6

Характерные степени окисления: +3, +6

Формулы и названия соединений

Cr (III): Cr2O3 – оксид хрома(III),

Na3[Cr(OH)6] – гексагидроксохромат(III) натрия;

Cr (VI): K2Cr2O7 – дихромат калия,

PbCrO4 – хромат свинца(II).

**Олово**

Возможные степени окисления: 0, +2, +4

Характерные степени окисления: +2, +4

Формулы и названия соединений

Sn (II): Sn(OH)2 – гидроксид олова(II),

SnCl2 – хлорид олова(II);

Sn (IV): SnS2 – сульфид олова(IV),

K2[Sn(OH)6] – гексагидроксостаннат(IV) калия.

**Мышьяк**

Возможные степени окисления: –3, 0, +3, +5

Характерные степени окисления: +3, +5

Формулы и названия соединений

As (III): H3AsO3 – мышьяковистая кислота,

AsCl3 – хлорид мышьяка(III);

As (V): H3AsO4 – ортомышьяковая кислота,

As2S5 – сульфид мышьяка(V).

**Задание 2.** Определите, какие свойства (окислительные или восстановительные) проявляют в соединениях фосфор (-3) и хлор(+7). Напишите по одному уравнению реакции, подтверждающему данное свойство. Реакции, протекающие в водных растворах, уравняйте ионно-электронным методом, а протекающие в твердой фазе – методом электронного баланса.

**Решение**

Так как фосфор в периодической системе находится в VА группе, то степень окисления -3 – это его низшая степень окисления. Следовательно, в данной степени окисления фосфор проявляет только восстановительные свойства и может окисляться до фосфора 0, +1, +3 или +5:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 4PH3P4 + 6H2 | | |
| 1 | 12 |  | 4P–3 – 12e→P4 |
| 6 |  | 2H+ + 2e→ H2 |
|  |  |  | 4P–3 + 12H+→P4 + 6H2 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | PH3 + SO2H3PO2 +S | | | |
| 1 | 4 |  | PH3 + 2H2O – 4e→H2PO2– + 5H+ | |
| 1 |  | SO2 + 4H+ + 4e→S + 2H2O |
|  |  |  | PH3 + SO2→ H2PO2– + S + H+ | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | PH3 + 3I2 + 3H2O→H3PO3 + 6HI | | |
| 1 | 6 |  | PH3 + 3H2O – 6e→HPO32– + 8H+ |
| 3 |  | I2 + 2e→2I– |
|  |  |  | PH3 + 3H2O + 3I2→HPO32– + 8H+ + 6I– |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2PH3 + 4O2→P2O5 + 3H2O | | | |
| 1 | 8 |  | P–3 – 8e→P+5 | |
| 2 |  | O2 + 4e→2O–2 |
|  |  |  | P–3 + 2O2→P+5 + 4O–2 | |

Поскольку хлор в периодической системе находится в VIIА группе, то степень окисления +7 – это его высшая степень окисления. Следовательно, в данной степени окисления хлор в соединениях может быть только окислителем.

Степень окисления +7 проявляется в оксиде Cl2O7, в триоксофториде ClO3F, в хлорной кислоте HClO4 и в ее солях – перхлоратах. Хлорная кислота и ее соли в водных растворах практически не проявляют окислительных свойств. Соединения Cl2O7 и ClO3F также обладает низкой химической активностью. Окислительные свойства этих соединений проявляются только при нагревании.

Оксид хлора(VII) при нагревании выше 120оС разлагается со взрывом:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2Cl2O74ClO2 + 3O2 | | | |
| 4 | 12 |  | Cl+7 + 3e→Cl+4 | |
| 3 |  | 2O–2 – 4e→O2 |
|  |  |  | 4Cl+7 + 6O–2 →4Cl+4 + 3O2 | |

При повышенной температуре взаимодействуют хлорная кислота и перхлораты:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | KClO4 крист. + K2S крист.K2SO4 + KCl | | | |
| 1 | 8 |  | Cl+7 + 8e→Cl– | |
| 1 |  | S2– – 8e→S+6 |
|  |  |  | Cl+7 + S2–→Cl– + S+6 | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 4HClO4 конц. + Р42Cl2 + 4HPO3 + 2O2 | | |
| 2 | 28 |  | 2ClO4– + 16H+ + 14e→Cl2 + 8H2O |
| 1 |  | Р4 + 12H2O – 20e→4HPO3 + 20H+ |
| 2 |  | 2H2O – 4e→4H+ + O2 |
|  |  |  | 4ClO4– + 4H+ + P4→2Cl2 + 4HPO3 + 2O2 |

*Обращаем Ваше внимание на то, что в решении задания 2, как и в ряде последующих заданий, в учебных целях приводится большее количество уравнений реакций, чем требуется в условии****. При выполнении контрольной работы Вы должны строго следовать требованиям соответствующего задания.***

**Задание 3**. Для хлорида олова(II) напишите два уравнения реакций, подтверждающих его окислительно-восстановительную двойственность. Реакции уравняйте ионно-электронным методом. Напишите электронную формулу иона олова в этом соединении.

**Решение**

Так как для олова кроме степени окисления +2 характерны также степени окисления 0 и +4, то SnCl2 будет окисляться до Sn(IV), а восстанавливаться до металла (Sn0):

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 3SnCl2 + 2Bi(NO3)3 + 18NaOH→3Na2[Sn(OH)6] + 2Bi + 6NaNO3 + 6NaCl | | | | |
| 3 | 6 |  | Sn2+ + 6OH– – 2e→[Sn(OH)6]2– | |
| 2 |  | Bi3+ + 3e→Bi |
|  |  |  | 3Sn2+ + 18OH– + 2Bi3+ →3[Sn(OH)6]2– + 2Bi | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| SnCl2 + Zn→ZnCl2 + Sn | | | |
| 1 | 2 |  | Sn2+ + 2e→Sn |
| 1 |  | Zn – 2e→ Zn2+ | |
|  |  |  | Sn2+ + Zn→Sn + Zn2+ |

Электронная формула Sn2+ – [Kr]4d105s2

**Задание 4.** Определите, какие из веществ: Na, P2O3 или Cr2O3, реагируют с водой при комнатной или повышенной температуре. Напишите уравнения соответствующих реакций в молекулярном и ионно-молекулярном виде. Окислительно-восстановительные реакции, протекающие в водных растворах, уравняйте ионно-электронным методом, а реакции в твердой фазе – методом электронного баланса.

**Решение**

Оксид хрома(III) в воде не растворяется и с водой не взаимодействует, так как является амфотерным оксидом. С водой реагируют щелочной металл Na и кислотный оксид P2O3:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2Na + 2H2O→2NaOH + H2 | | |
| 2 | 2 |  | Na – e→Na+ | |
| 1 |  | 2H2O + 2e→H2 + 2OH– |
|  |  |  | 2Na + 2H2O → Na+ + H2 + 2OH– | |

P2O3 + 3H2O→2H3PO3

P2O3 + 3H2O→4H+ + 2HPO32–

**Ответ: Na и P2O3**

**Задание 5.** Определите, какие из перечисленных простых веществ: кремний, сера, азот или железо, взаимодействуют при комнатной или повышенной температуре с гидроксидом натрия в водном растворе. Напишите уравнения соответствующих реакций, уравняйте их ионно-электронным методом.

**Решение:**

С раствором NaOH не реагирует железо, гидроксиды которого проявляют основные свойства, и азот, который является очень инертным газом.

Кремний и сера являются неметаллами, которые взаимодействуют со щелочами согласно уравнениям:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Si + 2NaOH + H2O→Na2SiO3 + 2H2 | |
| 1 | 4 |  | Si + 6OH– – 4e→SiO32– + 3H2O |
| 2 |  | 2H2O + 2e→H2 + 2OH– |
|  |  |  | Si + 2OH– + H2O→SiO32– + 2H2 |
|  |  |  |  |
|  |  | 3S + 6NaOH→2Na2S + Na2SO3 + 3H2O | | |
| 2 | 4 |  | S + 2e→S2– | |
| 1 |  | S + 6OH– – 4e→SO32–+ 3H2O | |
|  |  |  | 3S + 6OH–→S2– + SO32–+ 3H2O | |
|  |  |  |  | |

**Ответ: Si и S**

**Задание 6.** Определите, какие из газов: H2S, SO2, NH3 или SiCl4 взаимодействуют с избытком Ba(OH)2 в водном растворе. Напишите уравнения соответствующих реакций в молекулярном и ионно-молекулярном виде.

**Решение:**

Аммиак в водных растворах проявляет основные свойства и с гидроксидом натрия не взаимодействует.

Так как H2S в водных растворах является кислотой, то в избытке раствора гидроксида натрия произойдет ее полная нейтрализация:

H2S + 2NaOH → Na2S + 2H2O

H2S + 2OH– → S2– + 2H2O

Поскольку продуктами взаимодействия с водой кислотного оксида SO2 и SiCl4 являются соответственно H2SO3 и смесь Н2SiO3 и НCl:

SO2 + H2O → H2SO3

SiCl4 + 3H2O → H2SiO3 + 4HCl,

то при пропускании этих газов через избыток раствора гидроксида натрия образуются соли соответствующих кислот:

SO2 + 2NaOH → Na2SO3 + H2O

SO2 + 2OH– → SO32– + H2O

SiCl4 + 6NaOH → Na2SiO3 + 4NaCl + 3H2O

SiCl4 + 6OH– → SiO32– + 4Cl– + 3H2O

**Ответ: H2S, SO2 и SiCl4**

**Задание 7.** Определите,какие из перечисленных ниже металлов: Zn, Ag или Fe, взаимодействуют с разбавленным раствором серной кислоты при комнатной или повышенной температуре. Напишите уравнения соответствующих реакций, уравняйте их методом электронного баланса.

**Решение:**

С разбавленным раствором H2SO4 взаимодействуют только металлы, стоящие в электрохимическом ряду напряжений левее водорода и не образующие при этом малорастворимых сульфатов.

Так как серебро в электрохимическом ряду напряжений стоит правее водорода, то оно с разбавленным раствором H2SO4 не взаимодействует.

Цинк и железо взаимодействуют с разбавленным раствором H2SO4, так как в электрохимическом ряду напряжений они расположены левее водорода, а их сульфаты растворимы в воде.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Zn +H2SO4→ZnSO4 + H2 | |
| 1 | 2 |  | Zn0 – 2e→Zn2+ |
| 1 |  | 2H+ + 2e→H2 |
|  |  |  | Zn0 + 2H+→Zn2+ + H2 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Fe +H2SO4→FeSO4 + H2 | |
| 1 | 2 |  | Fe0 – 2e→Fe2+ |
| 1 |  | 2H+ + 2e→H2 |
|  |  |  | Fe0 + 2H+→Fe2+ + H2 |
|  |  |  |  |

**Ответ: Zn и Fe**

**Задание 8.** Из приведенных веществ: SiO2, Au, Hg, H2SO4 и P, выберите два вещества, с которыми при комнатной или повышенной температуре реагирует концентрированная азотная кислота. Напишите уравнения соответствующих реакций и уравняйте их.

**Решение:**

Золото с азотной кислотой не взаимодействует, растворяется только в царской водке.

Так как сера в H2SO4 находится в высшей степени окисления +6, а диоксид кремния является кислотным оксидом и кремний в нем находится в высшей степени окисления +4, то эти вещества с концентрированной HNO3 также не взаимодействуют.

Концентрированная HNO3 реагирует с ртутью и фосфором. Продуктом ее восстановления в обоих случаях является NO2.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Hg +4HNO3 (конц)→Hg(NO3)2 + 2NO2 + 2H2O | |
| 1 | 2 |  | Hg – 2e→Hg2+ |
| 2 |  | NO3– + 2H+ + e→NO2 + H2O |
|  |  |  | Hg + 2NO3– + 4H+→Hg2+ + 2NO2 + 2H2O |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | P +5HNO3(конц)→H3PO4 + 5NO2 + H2O | |
| 1 | 5 |  | P +4H2O – 5e→H3PO4 + 5H+ |
| 5 |  | NO3– + 2H+ + e→NO2 + H2O |
|  |  |  | P + 5NO3– + 5H+→H3PO4 + 5NO2 + H2O |
|  |  |  |  |

**Ответ: Hg и P**

**Задание 9.** Предложите способ (одну реакцию) получения хлора,используя только следующие реагенты: Cu, Zn, S, MnO2, CaCO3; кристаллические NaCl, NaBr, NH4NO3, NH4NO2, KMnO4, KClO3; концентрированные растворы HCl, H2SO4, NaOH. Напишите уравнение соответствующей реакции и укажите условия ее проведения.

**Решение**

Хлор можно получить действием концентрированного раствора соляной (хлороводородной) кислоты на кристаллические MnO2 , KMnO4 или KClO3 при нагревании:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | MnO2 + 4HCl(конц) → MnCl2 + Cl2 + 2H2O | |
| 1 | 2 |  | MnO2 + 4H+ + 2e → Mn2+ + 2H2O |
| 1 |  | 2Cl– – 2e → Cl2 |
|  |  |  | MnO2 + 2Cl– + 4H+→Mn2+ + Cl2 + 2H2O |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2KMnO4 + 16HClконц→2MnCl2 + 5Cl2 + 2KCl + 8H2O | |
| 2 | 10 |  | MnO4– + 8H+ + 5e→Mn2+ + 4H2O |
| 5 |  | 2Cl– – 2e→Cl2 |
|  |  |  | 2MnO4– + 10Cl– + 16H+→2Mn2+ + 5Cl2 + 8H2O |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | KClO3 + 6HCl→3Cl2 + 2KCl + 3H2O | |
| 1 | 10 |  | 2ClO3– + 12H+ + 10e→Cl2 + 6H2O |
| 5 |  | 2Cl– – 2e→Cl2 |
|  |  |  | 2ClO3– + 12H+ + 10Cl–→6Cl2 + 6H2O |
|  |  |  | ClO3– + 6H+ + 5Cl–→3Cl2 + 3H2O |

**Задание 10.** Закончите уравнения реакций:

Ca(OH)2(р-р) + CO2 →

Si + NaOH + H2O→

FeS2+ O2

и уравняйте их. Окислительно-восстановительные реакции, протекающие в водных растворах, уравняйте ионно-электронным методом, а реакций в твердой фазе – методом электронного баланса. Уравнения реакций, протекающих без изменения степеней окисления, напишите в ионно-молекулярном виде.

**Решение**

Диоксид углерода (кислотный оксид) взаимодействует с основанием Ca(OH)2 с образованием малорастворимой соли CaCO3

Ca(OH)2 + CO2→CaCO3 + H2O

Ca2+ + 2OH– + CO2→CaCO3 + H2O,

а при избытке CO2 образуется растворимая в воде кислая соль Ca(HCO3)2:

Ca(OH)2 + 2CO2→ Ca(HCO3)2

Ca2+ + 2OH– + 2CO2→Ca2+ + 2HCO3–

При взаимодействии Si с NaOH в водном растворе образуются силикат натрия и водород:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Si + 2NaOH + H2O→Na2SiO3 + 2H2 | |
| 1 | 4 |  | Si + 6OH– – 4e→SiO32– + 3H2O |
| 2 |  | 2H2O + 2e→H2 + 2OH– |
|  |  |  | Si + 2OH– + H2O→SiO32– + 2H2 |

Продуктами обжига пирита FeS2 являются оксиды железа(III) и серы(IV):

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 4FeS2 + 11O2 2Fe2O3 + 8SO2 | | |
| 4 | 44 |  | Fe2+ – 1e→Fe3+ | |
|  | 2S– – 10e→2S4+ |
| 11 |  | O2 + 4e→2O2– |
|  |  |  | 4Fe2+ + 8S– + 11O2→4Fe3+ + 8S4+ +22O2– | |

**Задание 11.** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения: KMnO4→MnO(OH)2→ Cl2→ KClO. Окислительно-восстановительные реакции, протекающие в водных растворах, уравняйте ионно-электронным методом, а реакции в твердой фазе – методом электронного баланса.

**Решение:**

Для восстановления KMnO4 в MnO(OH)2 реакцию следует проводить в нейтральной или слабощелочной среде, поэтому использование восстановителей с выраженными кислотными свойствами (H2SO3, SO2, NO2, H2S и др.) не допускается. Так как стандартный электродный потенциал E0(MnO4–,3H2O/MnO(OH)2,4OH–)= = 0,588 В, то для осуществления данного превращения можно использовать восстановители с меньшим чем 0,588 В значением стандартного электродного потенциала (например, сульфиты или нитриты), но нельзя использовать бромиды, для которых E0(Br2/2Br–) = 1,09В.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 2KMnO4 + 3Na2SO3 + 3H2O →2MnO(OH)2 + 3Na2SO4 + 2KOH | | |
| 2 | 6 |  | MnO4– + 3H2O + 3e → MnO(OH)2 + 4OH– |
| 3 |  | SO32– + 2OH– – 2e → SO42– + H2O |
|  |  |  | 2MnO4– + 3SO32– + 3H2O → 2MnO(OH)2 +3SO42– + 2OH– |
|  |  |  |  |

Для получения Cl2 из MnO(OH)2 необходимо взять концентрированный раствор HCl. Лабораторный способ получения хлора заключается во взаимодействии HCl(конц) с PbO2,KMnO4,K2MnO4, MnO2 или MnO(OH)2.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | MnO(OH)2 + 4HCl(конц) → MnCl2 + Cl2 + 3H2O | |
| 1 | 2 |  | MnO(OH)2 + 4H+ + 2e → Mn2+ + 3H2O |
| 1 |  | 2Cl– – 2e → Cl2 |
|  |  |  | MnO(OH)2 + 2Cl– + 4H+→Mn2+ + Cl2 + 3H2O |

Образование KClO из Cl2 происходит при пропускании хлора через раствор KOH при комнатной температуре. Пропускание Cl2 через кипящий раствор KOH сопровождается образованием KClO3, а не KClO.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Cl2 + 2KOHKClO + KCl + H2O | | |
| 1 | 2 |  | Cl2 + 2e → 2Cl– | |
| 1 |  | Cl2 + 4OH– – 2e →2ClO– + 2H2O |
|  |  |  | Cl2 + 2OH– → ClO– + Cl– + H2O | |

**Задание 12.** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения: Ag → AgNO3 → AgCl → [Ag(NH3)2]Cl. Окислительно-восстановительные реакции уравняйте ионно-электронным методом. Уравнения реакций, протекающих без изменения степеней окисления, напишите в ионно-молекулярном виде.

**Решение**

Нитрат серебра получают растворением металлического серебра в разбавленном или концентрированном растворе HNO3:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Ag +2HNO3 конц→AgNO3 + NO2 + H2O | |
| 1 | 1 |  | Ag – e = Ag+ |
| 1 |  | NO3– + 2H+ + e→NO2 + H2O |
|  |  |  | Ag + NO3– + 2H+→Ag+ + NO2 + H2O |

Нитрат серебра взаимодействует с растворимыми в воде хлоридами или хлороводородной кислотой с образованием белого творожистого осадка AgCl:

AgNO3 + HCl→AgCl + HNO3

Ag+ + Cl–→AgCl

При действии избытка водного раствора аммиака на хлорид серебра происходит его растворение с образованием бесцветного раствора координационного соединения хлорида диамминсеребра(I):

AgCl + 2NH3→[Ag(NH3)2]Cl

AgCl + 2NH3→[Ag(NH3)2]+ + Cl–

**Задание 13.** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения: H2→X→NaCl→Y→NaH. Определите вещества X и Y. Окислительно-восстановительные реакции, протекающие в водных растворах, уравняйте ионно-электронным методом, а реакции в твердой фазе – методом электронного баланса. Уравнения реакций, протекающих без изменения степеней окисления, напишите в ионно-молекулярном виде.

**Решение:**

Вещество Х должно содержать в своем составе либо атомы натрия, либо атомы хлора. Таким веществом может быть, например, газ HCl, полученный взаимодействием водорода и хлора под действием света:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | H2 + Cl22HCl | |
| 1 | 2 |  | Cl2 + 2e→2Cl– |
| 1 |  | H2– 2e→2H+ |
|  |  |  | H2 + Cl2→2H+ +2Cl–, |
|  |  |  |  |

либо гидрид натрия, полученный взаимодействием водорода с натрием:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2Na + H22NaH | |
| 1 | 2 |  | H2 + 2е→2H– |
| 2 |  | Na – e→Na+ |
|  |  |  | 2Na + H2→2Na+ +2H– |

Для получения NaCl из HCl, проводят реакцию HCl с натрием, оксидом натрия, гидроксидом натрия или с солью натрия, образованной слабой кислотой:

HCl + NaOH → NaCl + H2O

H+ + OH– → H2O

Для получения NaCl из NaH, проводят реакцию NaH с HCl:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | NaH + HCl → NaCl + H2 | | | |
| 1 | 2 |  | 2H– – 2е→H2 | |
| 1 |  | 2H+ + 2е→H2 |
|  |  |  | 2H– + 2H+→2H2 | |
|  |  |  | H– + H+→H2 | |

Так как конечный продукт NaH может быть получен только непосредственным взаимодействием Na и H2, то для получения Na из NaCl необходимо провести электролиз его расплава, а для получения H2 – электролиз раствора NaCl.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 2NaCl2Na + Cl2 | | | |
| 2 | 2 |  | Na+ + e→Na (на катоде) | | |
| 1 |  | 2Cl– – 2e→Cl2 (на аноде) | |
| 2Na+ + 2Cl–→2Na + Cl2 | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2NaCl + 2H2OH2 + 2NaOH + Cl2 | | | |
| 1 | 2 |  | 2H2O + 2e→ H2 + 2OH– (на катоде) | |
| 1 |  | 2Cl– – 2e→Cl2 (на аноде) |
|  |  |  | 2H2O + 2Cl–→H2 + Cl2 + 2OH– | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2Na + H22NaH | |
| 1 | 2 |  | H2 + 2е→2H– |
| 1 |  | Na – eNa+ |
|  |  |  | 2Na + H22Na+ +2H– |

Как следует из приведенных реакций, вещество X - это HCl или NaH, а вещество Y – это Na или H2.

**Ответ: X = HCl или NaH, Y = Na или H2**

**Задание 14.** Из предложенных растворов реагентов: HCl, KOH, NaCl и NH3, выберите один, с помощью которого можно разделить смесь Sb(OH)3 и Bi(OH)3. Напишите уравнения протекающих при этом реакций в молекулярном и сокращенном ионно-молекулярном виде.

**Решение:**

Гидроксиды сурьмы(III) и висмута(III) не растворяются в воде, в растворе аммиака или хлорида натрия, но оба растворяются в растворе хлороводородной кислоты.

Разделить смесь Sb(OH)3 и Bi(OH)3 можно с помощью раствора щелочи, основываясь на различии в химической природе данных гидроксидов: гидроксид сурьмы(III) проявляет амфотерные свойства, а гидроксид висмута(III) является основанием. В соответствии с этим Sb(OH)3 будет растворяться в растворе KOH, а Bi(OH)3 – нет.

Sb(OH)3 + 3KOH→K3[Sb(OH)6]

Sb(OH)3 + 3OH–→[Sb(OH)6]3–

**Ответ: раствор KOH**

**Задание 15.** Напишите в молекулярном виде уравнения реакций, протекающих при добавлении в раствор хлорида хрома(III) избытка раствора карбоната натрия, затем избытка раствора гидроксида натрия и, наконец, избытка раствора азотной кислоты с последующим выпариванием полученного раствора и прокаливанием сухого остатка.

**Решение:**

*1. Добавление в раствор хлорида хрома(III) избытка раствора карбоната натрия.*

Раствор карбоната натрия используется для осаждения Cr(OH)3 из его солей, так как карбонат хрома в водных растворах не существует (полный и необратимый гидролиз):

2CrCl3 + 3Na2CO3 + 6H2O→2Cr(OH)3 + 3H2CO3 + 6NaCl

Образовавшаяся в данной реакции угольная кислота будет реагировать с избытком карбоната натрия, превращая среднюю соль в кислую:

H2CO3+Na2CO3→2NaHCO3

**Следовательно,** после добавления в раствор хлорида хрома(III) избытка раствора карбоната натрия в осадке будет находиться **Cr(OH)3**, а в растворе - **Na2CO3 , NaCl и NaHCO3**.

*2. Добавление в полученный раствор избытка раствора гидроксида натрия*

С избытком щелочи будут реагировать кислая соль NaHCO3 и гидроксид хрома, обладающий амфотерными свойствами:

Cr(OH)3 + 3NaOH→Na3[Cr(OH)6]

NaHCO3 + NaOH→Na2CO3 + H2O

**Следовательно,** после добавления в раствор избытка раствора гидроксида натрия, в нем будут находиться **NaOH, NaCl, Na2CO3 и Na3[Cr(OH)6]**

*3. Добавление в полученный раствор избытка раствора азотной кислоты*

Азотная кислота нейтрализует NaOH, разрушит гидроксокомплекс хрома(III) и вытеснит более слабую и летучую угольную кислоту из Na2CO3:

Na3[Cr(OH)6] + 6HNO3→Cr(NO3)3 + 3NaNO3 + 6H2O

Na2CO3 + 2HNO3→2NaNO3 + CO2 + H2O

NaOH + HNO3→NaNO3 + H2O

**Следовательно,** после добавления в полученный раствор избытка раствора азотной кислоты в растворе будут находиться **HNO3, NaCl, Cr(NO3)3, NaNO3**.

*4. Выпаривание полученного раствора*

В результате выпаривания, из образовавшегося раствора, удаляется вода. По мере концентрирования раствора, азотная кислота вытеснит более летучую хлороводородную кислоту из хлорида натрия:

NaCl + HNO3 →NaNO3 + HCl,

а затем испарится оставшаяся азотная кислота.

**Следовательно,** после выпаривания раствора образуется твердый остаток, состоящий из **Cr(NO3)3 и NaNO3**.

5*. Прокаливание твердого остатка*

Прокаливание сухого остатка приведет к разложению NaNO3 и Cr(NO3)3. Нитрат натрия – это нитрат металла, стоящего в электрохимическом раду напряжений металлов левее магния, поэтому в результате термолиза он превратится в нитрит натрия. Нитрат хрома (III) – это нитрат металла, стоящего в ряду напряжений между магнием и медью, поэтому он разложится до оксида хрома(III):

4Cr(NO3)3  2Cr2O3 + 12NO2 + 3O2

2NaNO3  2NaNO2 + O2

**Следовательно,** конечными продуктами прокаливания твердого остатка являются **Cr2O3 и NaNO2**.

**Задание 16.** Рассчитайте массу осадка, образующегося в результате реакции, протекающей при добавлении 200 мл 1,00 моль/л раствора Pb(NO3)2 к 150 мл 0,500 моль/л раствора KI.

**Решение:**

Решение задачи начинаем с написания и уравнивания уравнения реакции:

Pb(NO3)2 + 2KI → PbI2 + 2KNO3

Рассчитываем количества веществ реагентов:

n(Pb(NO3)2) = C(Pb(NO3)2)∙V(Pb(NO3)2) = 1,00∙0,200 = 0,200 моль

n(KI) = C(KI)∙V(KI) = 0,500∙0,150 = 0,0750 моль

Так как Pb(NO3)2 и KI реагируют в мольном соотношении 1 : 2, то для полного взаимодействия с 0,0750 моль KI необходимо 0,0375 моль Pb(NO3)2. Следовательно, в данной реакции нитрат свинца взят в избытке и расчет массы продукта реакции (осадка PbI2) необходимо вести по веществу, взятому в недостатке, то есть по KI:

m(PbI2)=n(PbI2)∙M(PbI2) =n(KI)∙M(PbI2) =0,0750∙461,0 = 17,3 г

**Ответ: 17,3 г**

**Задание 17.** Газы, полученные при термическом разложении 27,25 г смеси нитратов натрия и меди (II), пропустили через 115,2 мл Н2О. При этом 1,12 л (н.у.) газа не поглотилось. Определите массовую долю нитрата натрия в исходной смеси и массовую долю вещества в растворе, полученном после растворения газов в воде.

**Решение:**

Решение задачи начинаем с написания и уравнивания реакций термического разложения нитратов натрия и меди:

2NaNO32NaNO2 + O2 (**I**)

2Cu(NO3)22CuO + 4NO2 + O2 (**II**)

Газообразные продукты, получившиеся в результате разложения Cu(NO3)2, полностью поглощаются водой с образованием азотной кислоты:

4NO2 + O2 + 2H2O→4HNO3, (**III**)

поэтому не поглотившийся водой газ – это кислород, образовавшийся при разложении NaNO3 согласно уравнению **I**.

Зная объем кислорода, из уравнения **I** находим количество вещества, массу и массовую долю NaNO3 в смеси:

n(NaNO3) = 2n(O2) =  =  = 0,100 моль

m(NaNO3) = n(NaNO3)·M(NaNO3) = 0,100·85,0 = 8,50 г

ω(NaNO3) =  =  = 0,312 или 31,2%

Определим массовую долю вещества в растворе, полученном после растворения газов в 115,2 мл воды.

Как было показано выше, растворенным веществом является HNO3. Масса образовавшегося раствора равна сумме масс воды и растворенных газов. Массу растворенных газов NO2 и O2 рассчитываем по уравнению **II**, а массу образовавшейся HNO3 - по уравнению **III**, определив предварительно массу и количество вещества Cu(NO3)2:

) =  = = 18,75 г

n(Cu(NO3)2) = =  = 0,100 моль

Из уравнения **II** видно, что

n(NO2)·= 2n(Cu(NO3)2), а n(O2)·= 0,5n(Cu(NO3)2),

поэтому:

m(NO2)=n(NO2)·M(NO2)=2n(Cu(NO3)2)·M(NO2)=2·0,100·46,0=9,20 г

m(O2)=n(O2)·M(O2)===1,60 г

Масса полученного раствора равна:

m(р-ра)=== 126,0 г

Вычислим массу образовавшейся HNO3 и ее массовую долю в полученном растворе:

m(HNO3)=n(HNO3)·M(HNO3)=2n(Cu(NO3)2)·M(HNO3)=

= 2·0,100·63,0 = 12,6 г

ω(HNO3) =  =   = 0,100 или 10,0%·

**Ответ: 10,0%**

**Задание 18.** Водородом, образовавшимся при обработке гидрида бария водой, восстановили оксид железа (III) до оксида железа (II,III), масса которого оказалась равной 9,26 г. Определите массу взятого гидрида бария.

**Решение:**

Решение задачи начинаем с написания и уравнивания уравнений реакций:

BaH2 + 2H2O→Ba(OH)2 + 2H2

3Fe2O3 + H2→2Fe3O4 + H2O

Рассчитываем количество вещества Fe3O4:

n(Fe3O4) =  =  = 0,0400 моль

Из уравнения реакции восстановления Fe2O3 водородом видно, что

n(H2) =  =  = 0,0200 моль,

а из уравнения реакции получения водорода из BaH2 следует, что

n(BaH2) =  =  = 0,0100 моль.

Поэтому масса взятого для реакции гидрида бария равна:

m(BaH2) = n(BaH2)·M(BaH2) = 0,0100·139,4 = 1,39 г

**Ответ: 1,39 г**

**Задание 19.** На хлорирование смеси порошков меди и железа массой 6,00 г израсходовано 2,24 л хлора (н.у.). Определите объем 14,5 % раствора хлороводородной кислоты с плотностью 1,07 г/мл, необходимый для взаимодействия с 120 г данной смеси.

**Решение:**

Решение задачи начинаем с написания и уравнивания уравнений реакций хлорирования меди и железа:

Cu + Cl2→CuCl2

2Fe + 3Cl2→2FeCl3

Рассчитаем количество вещества Cl2, затраченное на хлорирование смеси металлов, с учетом того, что молярный объем газов при нормальных условиях равен 22,4 л/моль:

n(Cl2) =  =  = 0,100 моль

Суммарное количество вещества прореагировавшего хлора, как следует из уравнений реакций, равно:

n(Cl2) = n(Cu) + 1,5n(Fe)

Так как n(Cu) и n(Fe) в смеси пропорциональны их массовым долям, а сумма массовых долей равна единице, то n(Cu) и n(Fe) можно выразить либо через ω(Cu), либо через массовую долю железа.

n(Cu) = =  =  = 0,0944ω(Cu)

n(Fe)===== = 0,107 – 0,107ω(Cu)

Составим уравнений и решим его относительно ω(Cu):

n(Cl2) = n(Cu) + 1,5n(Fe) = 0,0944ω(Cu) + 1,5·(0,107–0,107ω(Cu)) = = 0,160– 0,0656ω(Cu) = 0,100

0,0656ω(Cu) = 0,060

ω(Cu) = 0,91

ω(Fe) = 1 – ω(Cu) = 1,00 – 0,91 = 0,09.

При обработке смеси железа и меди раствором хлороводородной кислоты прореагирует лишь железо согласно уравнению реакции:

Fe + 2HCl→FeCl2 + H2

Из уравнения реакции очевидно, что количество вещества HCl, вступившего во взаимодействие, в 2 раза больше количества железа, поэтому

n(HCl)= 2n(Fe)= = =

=  = 0,39 моль

И, наконец, находим объем раствора хлороводородной кислоты:

V(HCl) =  = =  = =  = 92 мл

**Ответ: 92 мл**

**Задание 20.** На окисление в сернокислом растворе 1,0193 г йодида некоторого металла, имеющего в соединениях постоянную степень окисления +3, потребовалось 15,00 мл 0,1000 моль/л раствора перманганата калия. Определите, йодид какого металла был взят для реакции.

**Решение**

Взаимодействие йодида металла ЭI3 с перманганатом калия в сернокислой среде описывается следующим уравнением реакции:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 10ЭI3+6KMnO4+24H2SO4→15I2 + 5Э2(SO4)3+6MnSO4+3K2SO4+24H2O | | | |
| 6 | 30 |  | MnO4– + 8H+ + 5e → Mn2+ + 4H2O |
| 5 |  | 6I– – 6e→3I2 |
|  |  |  | 6MnO4– + 30I– + 48H+→6Mn2+ + 15I2 + 24H2O |

Из уравнения реакции видно, что:

n(ЭI3) =  =  = =  = 2,500·10–3 моль

Зная массу и количество вещества ЭI3, находим его молярную массу, а затем и молярную массу металла:

M(ЭI3) =  =  = 407,7 г/моль

M(Э) = M(ЭI3) – 3M(I) = 407,7 – 3·126,9 = 27,0 г/моль

Так как M(Al) = 27,0 г/моль, то для данной реакции было взят иодид алюминия AlI3.

**Ответ: AlI3**