**Всероссийская олимпиада школьников**

**Муниципальный этап**

***Задания по химии***

***10 класс***

**Теоретический тур**

**Задание 10-1 *(10 баллов)***

Порошок минерала золотисто-жёлтого цвета, имеющего основной состав *X*2*Y*3, обработали избытком концентрированной азотной кислоты, в результате чего образовался газ и смесь двух кислот. Известно, что элемент *Х* находится в пятой группе, образует оксид *X*2О3 в виде белого дыма с выраженным чесночным запахом. Большинство соединения элемента *Х* ядовиты, что нашло отражение в русском названии данного элемента. Элемент *Y* располагается в третьем периоде и образует простое вещество жёлтого цвета.

Установите состав вещества *X*2*Y*3. Назовите кислоты, образующиеся в результате реакции. Напишите уравнение протекающей реакции. Методом электронного баланса подберите коэффициенты, укажите окислитель и восстановитель. Назовите минерал, основным компонентом которого является *X*2*Y*3, и укажите, для чего он применяется.

***Система оценивания:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию***(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)* | **Баллы** |
| 1) Высказано предположение, что поскольку в результате реакции образуется смесь кислот, то оба элемента могут относиться к неметаллам и являться элементами главных подгрупп. | 1 |
| 2) Определено, что элемент *Х* – мышьяк.Чесночный запах имеет As2O3, русское название элемента связано с традиционным применением его соединений для истребления грызунов – «мышь» и «яд». | 1 |
| 3) Определено, что элемент *Y* – сера. | 1 |
| 4) Установлен состав вещества As2S3. | 1 |
| 5) Написано уравнение протекающей реакции:As2S3 + 28HNO3 → 2H3AsO4 + 3H2SO4 + 28NO2↑ + 8Н2О | 1 |
| 6) Составлен электронный баланс:3S-2 - 24e →3S +6 ×12As+3 - 4e → 2As+5N+5 + e → N+4 ×28 | 1 |
| 7) Указано, что сера в степени окисления -2 и мышьяк в степени окисления +3, входящие в состав As2S3 являются восстановителями, а азот в степени окисления +5, входящий в состав HNO3 является окислителем. | 1 |
| 8) Названы кислоты:H3AsO4 – мышьяковая кислотаH2SO4  – серная кислота | 1 |
| 9) Назван минерал, основным компонентом которого является As2S3 – аурипигмент (аури – жёлтый, золотистый). Указано, что он применяется для изготовления красок. | 2 |
| Все элементы ответа записаны неверно | 0 |
| Максимальный балл за задание | **10 баллов** |

**Задание 10-2 *(14 баллов)***

Алкен **А** массой 5,6 г прореагировал с 8,1 г бромоводорода. Полученное вещество **Б** обработали металлическим натрием, при этом получили углеводород **В**.

1) Определите молекулярную формулу алкена **А.** Укажите все возможные изомеры, приведите их структурные формулы и названия.

2) Приведите все возможные структуры веществ **Б** и **В**, напишите реакции их получения, дайте им названия.

3) Зависит ли строение **Б** и **В** от условий реакции **А** с HBr? Ответ поясните.

***Система оценивания:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию***(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)* | **Баллы** |
| 1) Определена молекулярная формула алкена.По уравнению реакции CnH2n + HBr →CnH2n+1BrПрореагировало n(CnH2n) = n(HBr) = 8,1/81 = 0,1 моль Следовательно, М(CnH2n) = 5,6/0,1 = 56 г/моль.14n = 56n = 4Молекулярная формула алкена - С4Н8. | 2 |
| 2) Указаны 6 веществ, имеющих молекулярную формулу С4Н8 – 4 алкена и 2 изомерных циклоалкана:бутен-1, бутен-2 (цис- и транс-изомеры), 2-метилпропен, циклобутан , метилциклопропан.Приведены их структурные формулы.*(по 0,5 балла за каждый изомер)* | 3 |
| 3) Приведены возможные структуры веществ **Б** и **В**.Алкены присоединяют бромоводород по правилу Марковникова:СН3СН2СН=СН2 + HBr → СН3СН2СНBrСН3 (2 –бромбутан)СН3СН=СНСН3 + HBr → СН3СН2СНBrСН3 (2 –бромбутан)(СН3)2С=СН2 + HBr → (СН3)3СBr (2-бромизобутан, или 2-бром, 2-метилпропан)При взаимодействии 2-х изомерных бромбутанов с натрием получают два изомерных октана:2СН3СН2СНBrСН3 + 2Na → → СН3СН2СН(СН3)-СН(СН3)СН2СН3 + 2NaBr (3,4-диметилгексан)2(СН3)3СBr + 2Na → (СН3)3С-С(СН3)3 + 2NaBr (2,2,3,3-тетраметилбутан)*(По 1 баллу - за каждую реакцию получения веществ Б и В и их названия)* | 5 |
| 4) Указано, как зависит строение **Б** и **В** от условий реакциивзаимодействия вещества **А** с HBr.Если проводить присоединение HBr в присутствии органических пероксидов, то реакция присоединения будет протекать против правила Марковникова:СН3СН2СН=СН2 + HBr → СН3СН2СН2СН2Br (1-бромбутан)(СН3)2С=СН2 + HBr → (СН3)2СНСН2Br  (1-бром,2-метилпропан)Эти два изомерных бромида по реакции Вюрца дадут два других изомерных октана:2СН3СН2СН2СН2Br + 2Na → СН3СН2СН2СН2СН2СН2СН2СН3 (н-октан)2(СН3)2СНСН2Br + 2Na → (СН3)2СНСН2СН2СН(СН3)2 (2,5-диметилгексан)*(По 1 баллу - за каждую реакцию получения веществ Б и В и их названия)* | 4 |
| Все элементы ответа записаны неверно | 0 |
| Максимальный балл за задание | **14 баллов** |

**Задание 10-3 *(10 баллов)***

Предложите способ приготовления раствора средней соли посредством сливания 50% раствора фосфорной кислоты с 10% раствором гидроксида натрия. Какова концентрация полученного раствора? Какой будет окраска лакмусовой бумажки при погружении её в полученный раствор? Ответ поясните уравнением реакции.

***Система оценивания:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию***(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)* | **Баллы** |
| 1) Записано уравнение реакции3NaOH + H3PO4 = Na3PO4 + 3H2O | 1 |
| 2) Предложено выражение для определения количества вещества щёлочи ($n\_{к}) $ и кислоты ($n\_{щ}$):$$n\_{к}=\frac{m\_{р,к}ω\_{к}}{M\_{к}} ; n\_{щ}=\frac{m\_{р,щ}ω\_{щ}}{M\_{щ}}$$ | 1 |
| 3) Получено соотношение масс растворов щёлочи и кислоты для приготовления заданного раствора средней соли.По уравнению реакции:$$\frac{n\_{щ}}{n\_{к}}=\frac{3}{1}, следовательно n\_{щ}=3n\_{к} , \frac{m\_{р,щ}ω\_{щ}}{M\_{щ}}=\frac{3m\_{р,к}ω\_{к}}{M\_{к}}$$Тогда$\frac{m\_{р,щ}}{m\_{р,к}}=\frac{3ω\_{к}M\_{щ}}{M\_{к}ω\_{щ}}=\frac{3×0,5×40}{98×0,1}$= 6,122 | 2 |
| 4) Предложен способ приготовления раствора любой заданной массы соли: необходимо взять 1 часть раствора кислоты и 6,122 частей раствора щёлочи.Например, для приготовления 1 кг раствора средней соли (Na3PO4) необходимо взять$\frac{1000}{7,122}=$ 140,4 г раствора фосфорной кислоты и $\frac{1000}{7,122}×6,122=$ 859,6 г раствора щёлочи | 2 |
| 5) Определена концентрация соли в растворе.Полученный раствор состоит только из соли и воды. $$ω\_{с}=\frac{m\_{с}}{m\_{кон, р-ра}}×100\%; m\_{с}=n\_{с}M\_{c}$$1 способ:По уравнению реакции $n\_{с}=n\_{к}=\frac{m\_{р,к}ω\_{к}}{M\_{к}}$$$m\_{кон, р-ра}=m\_{р,щ}+ m\_{р,к}=6,122m\_{р,к}+m\_{р,к}=7,122m\_{р,к}$$$ω\_{с}=\frac{m\_{р,к}ω\_{к}M\_{c}×100\%}{7,122m\_{р,к}M\_{к}}=\frac{ω\_{к}M\_{c}×100\%}{7,122M\_{к}}=\frac{0,5×164×100\%}{98×7,122}$ = 11,75%2 способ:Допустим $m\_{кон, р-ра}$ = 1000 гnc = nк $=\frac{140,4 ∙0,5}{98}$ = 0,7163 мольmc = 0,7163 · 164 = 117,5 г$$ω\_{с}=\frac{117,5}{1000}∙100\%=11,75\%$$ | 2 |
| 6) Указано, как измениться окраска лакмусовой бумажки при погружении её в полученный раствор соли.Фосфат натрия – соль сильного основания и кислоты средней силы, поэтому в растворе подвергается гидролизу по аниону. Среда будет слабощелочной, а лакмусовая бумага будет иметь синюю окраску. | 1 |
| 7) Записано уравнение гидролиза Na3PO4:Na3PO4 + H2O$\leftrightarrow $Na2НРO4 + NaОН(*Возможно написание реакции гидролиза в ионном виде*) | 1 |
| Все элементы ответа записаны неверно | 0 |
| Максимальный балл за задание | **10 баллов** |

**Задание 10-4 *(5 баллов)***

После зачета по химии под столом нашли обрывки шпаргалки по теме «Кислородсодержащие кислоты галогенов». На них были фрагменты уравнений реакций с правильно расставленными стехиометрическими коэффициентами. Восстановите эти уравнения. Напишите названия кислородсодержащих соединений галогенов, используемых в составленных реакциях, и укажите величину степени окисления галогена, входящего в их состав.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Br2 + 2NaOH → |  |  |
|  |  | → Ca(ClO)2 + CaCl2 + 2H2O |
|  |  | $→$ 2KCl + KClO3 |
| Ba(ClO2)2 + H2SO4→ |  |  |
| KClO4 + C6H12O6→ |  |  |

***Система оценивания:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию***(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)* | **Баллы** |
| Составлены 5 уравнений реакций, даны названия кислородсодержащим соединениям галогенов, указана степень окисления галогена в них:1) Br2 + 2NaOH →NaBr + NaBrO + H2O;NaBrO – гипобромит натрия, Br+12) 2Ca(OН)2 + 2Cl2→Ca(ClO)2 + CaCl2 + 2H2O;Ca(ClO)2 – гипохлорит кальция, Cl +13) 3КClO $→$ 2KCl + KClO3;КClO– гипохлорит калия, Cl+1KClO3 – хлорат калия, или бертолетова соль, Cl +54) Ba(ClO2)2 + H2SO4  → BaSO4 + 2HClO2Ba(ClO4)2 – перхлорат бария, Cl +7HClO2 – хлористая кислота, Cl+35) 3KClO4 + C6H12O6→ 6H2O + 6СO2 ↑+ 3KClKClO4 – перхлорат калия, Cl+7 | 11111 |
| Все элементы ответа записаны неверно | 0 |
| **Максимальный балл за задание** | **5 баллов** |

**Задание 10-5 (*6 баллов*)**

В 1862 году М. Бертло синтезировал газ при пропускании водорода через электрическую дугу между двумя угольными электродами. Ученый определил его состав и дал ему название.

1) Определите формулу газа, если массовые доли элементов в соединении составляют: углерода - 92,3%, водорода – 7,7%. Относительная плотность паров этого вещества по водороду равна 13. Запишите структурную формулу вещества и назовите его по систематической и тривиальной номенклатуре.

2) Запишите уравнение реакции получения этого газа в промышленности.

3) Запишите уравнения реакций взаимодействия этого вещества с избытком водорода и брома.

4) Запишите уравнение реакции взаимодействия этого газа с веществом Х, если в ходе реакции образуется вещество У желтоватого цвета, способное взрываться от удара.

***Система оценивания:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию***(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)* | **Баллы** |
| 1) Определена молекулярная формула газа:Мr(СхНу) = 13 · 2 = 26 г/мольx : y = 92,3/12 : 7,7/1 = 1 : 1 СН - простейшая формула. $$\frac{М\_{r}(C\_{x}H\_{y})}{М\_{r}(CH)}= \frac{26}{13}=2$$Истинная формула С2Н2 СН≡СН этин, ацетилен | 2 |
| 2) Составлено уравнение реакции крекинга метана:2СН4 $→$ С2Н2 + 3Н2 | 1 |
| 3) Записаны уравнения реакций взаимодействия ацетилена с избытком водорода и брома:СН≡СН + 2Н2 $→$ СН3 – СН3 СН≡СН + 2Br2 → СНBr2 – СНBr2 | 1 |
| 4) Записано уравнение реакции взаимодействия этина с веществом Х – аммиачным раствором оксида серебра:СН≡СН + 2[Ag(NH3)2]OH → AgC≡CAg↓ + 4NH3 + 2H2O В ходе этой реакции образуется вещество У – ацетиленид серебра - желтоватого цвета, способное взрываться от удара. | 2 |
| Все элементы ответа записаны неверно | 0 |
| **Максимальный балл за задание** | **6 баллов** |

***Э*кспериментальное задание**

**(5 баллов)**

У каждой опытной хозяйки существует свой секрет приготовления вкусных и полезных консервированных продуктов из овошей на зиму. Их качество зависит, прежде всего, от правильно приготовленного рассола для маринада. Предлагаем вам приготовить 6 % раствор поваренной соли для засолки овощей массой 50 г из предварительно очищенной каменной соли.

Какую среду будет иметь приготовленный раствор? Докажите, используя необходимые реактивы и оборудование.

Оцените содержание примесей в исходной каменной соли.

*Реактивы:* 5 г смеси хлорида натрия с песком, дистиллированная вода, раствор лакмуса.

*Оборудование:* весы, химический стакан (250 мл), мерный цилиндр, колба для приготовления раствора, колба для фильтрования, воронка, шпатель, фильтровальная бумага, стеклянная палочка, фарфоровая чашечка, спиртовка, штатив, кольцо для штатива.

*Рекомендация:* для очистки каменной соли берите минимальное количество воды, необходимое для растворения хлорида натрия, содержащегося в ней.

***Система оценивания:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию***(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)* | **Баллы** |
| 1) Очистка каменной соли от нерастворимых примесей.Каменную соль необходимо очистить от примесей методом фильтрования с последующим выпариванием. Для этого необходимо взять навеску 5 г каменной соли, колбу для фильтрования, воронку и фильтр. В химическом стакане провести растворение каменной соли в небольшом количестве воде. Отфильтровать приготовленный раствор. Фильтрат выпарить в фарфоровой чашечке для выпаривания, используя спиртовку. | 1 |
| 2) Оценка содержания примесей в исходной каменной соли.Взвесить массу очищенной соли и рассчитать массовую долю примесей в исходной каменной соли:ω(примесей) = $\frac{m\left(каменной соли\right) – m(NaCl)}{m\left(каменной соли\right)}= \frac{5 г – m(NaCl)}{5 г}$ | 1 |
| 3) Приготовление 6% раствора хлорида натрия.Расчет необходимой массы вещества и объема воды для приготовления 6% раствора соли:ω (NaCl) = m (NaCl)/ m (раствора), откудаm (NaCl) = m (раствора)∙ω (NaCl)m (NaCl) =50 ∙ 0,06= 3 гm(H2O) = m (раствора) - m (NaCl)m(H2O) = 50 – 3 = 47 гV(H2O) = m(H2O) · ρ(H2O) = 47 г · 1г/мл = 47 млВзвесить рассчитанную навеску хлорида натрия и необходимый объем воды (измерить цилиндром) и приготовить требуемый раствор. | 2 |
| 4) Определение характера среды приготовленного раствора.В приготовленный раствор добавить несколько капель раствора лакмуса и оценить изменение окраски индикатора в растворе. Сделать вывод о характере среды: раствор NaCl имеет нейтральную среду, так как лакмус не изменил окраску, т.е. остался фиолетовым. | 1 |
| Все элементы ответа записаны неверно | 0 |
| **Максимальный балл за задание** | **5 баллов** |

**Максимальный балл за выполнение всех заданий – 50 баллов**