**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады**

**школьников по химии в 2020/2021 учебном году**

**Теоретический тур (решения)**

**10 КЛАСС**

***Задача 1.***

Даны три углеводорода **А**, **В** и **С**. Известно, что соединение **В** можно получить из **С**, а соединение **А** − из **В**. Вещество **А** на свету реагирует с хлором, не вызывает обесцвечивания раствора перманганата калия. Соединения **В** и С обесцвечивают бромную воду. При высокотемпературном крекинге соединение **А** разлагается, при этом объем газа увеличивается втрое. Соединение **В** используется в промышленности для производства этанола. На базе вещества **С** получают уксусную кислоту и синтетический каучук. Назовите соединения **А**, **В** и **С**. Напишите уравнения указанных реакций, используя структурные формулы.

**20 баллов**

***Решение.***

|  |  |
| --- | --- |
| 1) Неизвестные соединения:  А – этан (СН3−СН3); В − этилен (СН2=СН2); С – ацетилен (СН≡СН). | **3б.** |
| 2) Получение соединений  СН≡СН (соед. C) +Н2 СН2=СН2 (B)  СН2=СН2 + Н2 СН3−СН3 (A) | **2б.** |
| 3) Взаимодействие с хлором соединения А  СН3−СН3+ Сl2 СН3−С2Н5Cl + HCl  СН3−СН3 + КМnO4 | **1б.** |
| 4) Взаимодействие В и С с бромной водой  СН2=СН2 + Br2(aq) → СН2(Br)−СН2(Br)  СН≡СН + 2Br2(aq) → СН2(Br)2−СН2(Br)2 | **1б.**  **2б.** |
| 5) При высокотемпературном крекинге этана образуется 3 моль водорода  СН3−СН3 2С + 3Н2 | **2б.** |
| 6) Промышленный способ получения этанола из этилена  СН2=СН2 + Н2O СН3−СН2−OH | **1б.** |
| 7) Из ацетилена получают уксусную кислоту по схеме:  а) СН≡СН + H2O СН3−СOH  б) 2СН3−СOH + O2 2СН3−СOOH | **1б.**  **1б.** |

|  |  |
| --- | --- |
| 8) Схема синтеза каучука на базе ацетилена  а) СН≡СН + СН≡СН СН≡С−СН=СН2  б) СН≡СН−СН=СН2  + HCl → СН2=С(Cl)−СН=СН2  в) n СН2=С(Cl)−СН=СН2 → [−СН2−С(Cl)=СН−СН2−]n | **6 б.** |

***Задача 2.***

Раствор соли **X** зеленоватого цвета взаимодействует с водным раствором нитрата бария, образуя белый осадок, не растворимый в кислотах. Раствор, приготовленный из 2,78 г указанной соли, разделили на две равные порции. При обработке одной порции избытком гидроксида натрия выпадает зеленоватый осадок, который на воздухе темнеет. После отделения осадка и прокаливания его на воздухе было получено вещество массой 0,4 г, содержащее 30,0% кислорода по массе. Вторая порция раствора после подкисления серной кислотой вступает в реакцию с 50 см3 раствора перманганата калия с концентрацией 0,02 моль/л. Определите формулу **соли Х**. Ответ подтвердите расчетами. Составьте уравнения протекающих реакций.

**20 баллов**

***Решение.***

|  |  |
| --- | --- |
| 1) Соль представляет собой сульфат, так как с нитратом бария образует осадок, нерастворимый в кислотах. | **2б.** |
| 2) При действии щелочи получен гидроксид, который затем окисляется, а при прокаливании образуется оксид. Если оксид Ме2Оn содержит 30 % кислорода, то молекулярная масса металла: при n = 1 составляет 18,67 (такого нет), при n = 2 составляет 37,3 (такого тоже нет); при n = 3 составляет 56. Таким образом, в состав соли входит железо. | **3б.** |
| 3) 0,4 г Fe2O3 соответствуют 0,0025 моль. Тогда исходного сульфата железа (II) было взято 0,005 моль, т.е. 0,76 г. Однако по условию задачи его взято 2,78 : 2 = 1,39 г. Остается предположить, что был взят кристаллогидрат. | **3б.** |
| 4) Определим состав кристаллогидрата 1,39 − 0,76 = 0,63. Так как вещества 0,005 моль, то 1 моль содержит 126 г воды, что соответствует 7 молям воды. Формула кристаллогидрата FeSO4∙7H2O. | **3б.** |
| 5) 50 см3 указанного раствора KMnO4 содержат 0,02∙0,05 = 0,001 моль пермангагата. По уравнению реакции он взаимодействует с 0,005 моль FeSO4, что соответствует расчету для первой порции соли. | **3б.** |
| 6) Уравнения протекающих реакций:  FeSO4 + Ba(NO3)2 = BaSO4 + Fe(NO3)2 FeSO4 + 2NaOH = Fe(OH)2 + Na2SO4  4Fe(OH)2 + O2 + 2H2O = 4Fe(OH)3 2Fe(OH)3 = Fe2O3 + 3H2O  10FeSO4 + 2KMnO4 + 8H2SO4 = 5Fe2(SO4)3 + 2MnSO4 + K2SO4 + 8H2O | **6б.** |

***Задача 3.***

1. Напишите уравнения химических реакций, соответствующие следующей цепочке превращений:

CaC2 А Б B Г

Б В

2) Составьте структурные формулы и назовите вещества **А, Б, В, Г**.

**20 баллов**

***Решение.***

|  |  |
| --- | --- |
| 1) CaC2 + 2H2O → Ca(OH)2 + C2H2 | **2б.** |
| 2) 3С2Н2  С6Н6 | **2б.** |
| 3) С6Н6 + С2Н5Вr C6H5−C2H5 + HBr | **2б.** |
| 4) C6H6 + CH2=CH2  C6H5−C2H5 | **2б.** |
| 5) С6Н5−С2Н5 + 2Вr2 С6Н5−С(Вr2)−СН3 + 2HBr | **4б.** |
| 6) Правильно написанные структурные формулы и названия неизвестных веществ | **8б.** |

***Задача 4.***

Явление осмоса имеет большое значение для живой природы и для технологических процессов. Осмотическое давление относится к коллигативным свойствам раствора (зависящих от числа растворенных частиц, но не их природы). Для достаточно разбавленных растворов осмотическое давление может быть найдено по уравнению Менделеева – Клапейрона (R = 8,314 Дж/(моль∙К) = 0,0821(л∙атм/(моль∙К); 1 атм = 760 мм рт.ст. = 101325 Па).

а) Из печени человека был выделен фермент. Водный раствор объемом 100 мл, содержащий 1,00 г данного вещества, развивает при 24°С осмотическое давление 0,75 мм.рт.ст. Установите молярную массу фермента.

б) В физиологии и медицине широко используют изотонические растворы (имеют осмотическое давление равное давлению плазмы крови). Одним из изотонических является раствор Рингера-Локка следующего состава:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Компонент  раствора | NaCl | KCl | CaCl2 | NaHCO3 | глюкоза |
| Содержание, г/дм3 | 9,0 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 1,0 |

Рассчитайте осмотическое давление (атм) данного раствора при температуре человеческого тела 37°С с учетом общего количества частиц, входящих в состав 1 дм3 раствора Рингера-Локка.

**20 баллов**

***Решение.***

|  |  |
| --- | --- |
| а) Уравнение Менделеева-Клайперона: pV = nRT или p = cRT | **4б.** |
| 1) | **4б.** |
| 2) М(белка) = m/n = 1/(4∙10-6) = 2.5∙105 г/моль | **4б.** |
| б)1 дм3раствор Рингера-Локка содержит: |  |
| 1) n(NaCl) = 9,0/58,5 = 0,154 моль | **2б.** |
| 2) n(KCl) = 0,2/74,5 = 0,0027 моль |
| 3) n(CaCl2) = 0,2/111 = 0,0018 моль |
| 4) n(NaHCO3) = 0,2/84 = 0,0024 моль |
| 5) n(С6Н12O6) = 1.0/180 = 0.0056 моль |
| 6) Исходя из состава и диссоциации электролитов, в 1 дм3 раствора Рингера-Локка будет находиться:  n = (2∙0,154 + 2 ∙0,0027 + 3∙0,0018 + 2∙0,0024 + 1∙0,0056) = 0,329 моль частиц. | **4б.** |
| 7) Росм. = 0,329 ∙0,0821 ∙(273 + 37) = 8,4 атм. | **2б.** |

***Задача 5.***

Элементы, входящие в состав простых веществ **А** и **Б**, находятся в главных подгруппах в одном периоде. Эти простые вещества **А** и **Б**, взятые в массовом соотношении 1:1,78, взаимодействуют между собой при нагревании с образованием соли **В**. При обработке вещества **В** водой выделяется газ **Г** и образуется нерастворимое в воде вещество **Д**. Этот же газ **Г** выделяется, если обработать вещество **В** соляной кислотой, однако, осадок при этом не выпадает. Если обработать вещество **В** избытком раствора щёлочи, образуется только бесцветный раствор веществ **Е** и **Ж** (бинарное соединение). При прокаливании вещества **Д** образуется то же вещество (**З**), что и при обжиге вещества **В** в кислороде. Вещество **Б** можно получить из вещества **Г**, используя один из продуктов обжига вещества **В** в кислороде. Установите все вещества, назовите их, составьте уравнения протекающих реакции.

**20 баллов**

***Решение.***

|  |  |
| --- | --- |
| 1) Из условия следует, что соль **В** содержит катионы металла, гидроксид которого проявляет амфотерные свойства, т.к. реагирует с кислотой и щёлочью. Это может быть Al или Be, цинк находится в побочной подгруппе. Используя данные о массовых отношениях установим элементы: металл – Al (вещество **А**), неметалл – это S (вещество **Б**). Уравнения реакций: | **3б.** |
| 2) 2Al + 3S = Al2S3 (веществo **B**) | **1б.** |
| 3) Al2S3 + 6H2O = 2Al(OH)3 (веществo **Д**) + 3H2S↑ (веществo **Г**) | **1б.** |
| 4) Al2S3 + 6HCl = 2AlCl3 + 3H2S↑ | **1б.** |
| 5) Al2S3 + 12NaOH = 2Na3[Al(OH)6] (веществo **Е**) + 3Na2S (веществo **Ж**) | **3б.** |
| 6) 2Al(OH)3 (веществo **Д**) = Al2O3 (веществo **З**) + 3H2O | **1б.** |
| 7) 2Al2S3 + 9O2 = 2Al2O3 (веществo **З**) + 6SO2 | **1б.** |
| 8) 2H2S (веществo **Г**) + SO2 = 3S (вещество **Б**) + 2H2O | **1б.** |
| 9) Названия веществ:  Аl – алюминий; S – сера; Al2S3 – сульфид алюминия; 2Al(OH)3 – гидроксид алюминия; H2S – сероводород; Na3[Al(OH)6] – гексагидроксоалюминат натрия; Na2S – сульфид натрия; Al2O3 – оксид алюминия | **8б.** |