**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по химии**

**Ханты-Мансийский автономный округ – Югра**

**2020–2021 учебный год**

**11 класс**

**Задание 1. Строение атомов (10 баллов)**

Какие из следующих изотопов устойчивы: 67Zn, 101Rh, 32Mg, 43Ca, 141La. Следует учесть, что мера устойчивости изотопа характеризуется отношением числа протонов к числу нейтронов. Для стабильных изотопов это значение близко к 1.

Система оценивания

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Элементы решения | баллы |
| 1 | 67Zn – 30/37 = 0,8101Rh – 45/56 = 0,832Mg – 12/20 = 0,643Ca – 20/23 = 0,87141La – 57/84 = 0,67 | 5 баллов |
| 2 | *Таким образом, неустойчивы* 32Mg и 141La | 5 баллов |

**Задание 2. Органический синтез (22 балла)**

Дана схема последовательных реакций:

$$СН\_{2}=СН\_{2}\rightarrow А\rightarrow В\rightarrow С\rightarrow D\rightarrow E\rightarrow F\rightarrow G\rightarrow H\rightarrow СCl\_{3}-СCl\_{3}$$

Известно, что реакции включают присоединение хлора и отщепление хлороводорода. Укажите формулы веществ А-Н.

Система оценивания

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Элементы решения | Баллы |
| 1 | *А –* $СН\_{2}Cl-СН\_{2}Cl$*B –* $СН\_{2}=CHCl$*C –* $CH≡CH$*D –* $CHCl=CHCl$*E –* $CHCl\_{2}-CHCl\_{2}$*F –* $ССl\_{2}=CHCl$*G –* $CCl\_{3}-CHCl\_{2}$*H –* $ССl\_{2}=CCl\_{2}$ | 0,5 балла 0,5 балла0,5 балла0,5 балла0,5 балла0,5 балла0,5 балла0,5 балла |
| 2 | $$СН\_{2}=СН\_{2}+Cl\_{2}\rightarrow СН\_{2}Cl-СН\_{2}Cl$$ | 2 балла |
| 3 | $$СН\_{2}Cl-СН\_{2}Cl+Ca(OH)\_{2}\rightarrow СН\_{2}=CHCl+HCl$$ | 2 балла |
| 4 | $$СН\_{2}=CHCl+KOH\rightarrow CH≡CH+HCl$$ | 2 балла |
| 5 | $$CH≡CH+Cl\_{2} \left(1 моль в растворителе СCl\_{4}\right)\rightarrow $$$$\rightarrow CHCl=CHCl$$ | 2 балла |
| 6 | $$CHCl=CHCl+Cl\_{2} \rightarrow CHCl\_{2}-CHCl\_{2}$$ | 2 балла |
| 7 | $$CHCl\_{2}-CHCl\_{2}+Ca(OH)\_{2}\rightarrow ССl\_{2}=CHCl+HCl$$ | 2 балла |
| 8 | $$ССl\_{2}=CHCl+Cl\_{2} \rightarrow CCl\_{3}-CHCl\_{2}$$ | 2 балла |
| 9 | $$CCl\_{3}-CHCl\_{2}+Ca(OH)\_{2}\rightarrow ССl\_{2}=CCl\_{2}+HCl$$ | 2 балла |
| 10 | $$ССl\_{2}=CCl\_{2}+Cl\_{2} \rightarrow CCl\_{3}-CCl\_{3}$$ | 2 балла |

**Задание 3.** **Углеводороды (10 баллов)**

Напишите уравнения реакций, с помощью которых исходя из метана можно получить углеводороды других классов: алкен, алкин, арен, циклоалкан. Никаких других реагентов, кроме продуктов превращений одного углеводорода в другой использовать нельзя, (катализаторы – любые)

Система оценивания

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Элементы решения | Баллы |
|  |  | 2 балла |
|  |  | 2 балла |
|  |  | 2 балла |
|  |  | 2 балла |
|  |  | 2 балла |

**Задание 4. Качественный анализ (8 баллов)**

Порошок зеленого цвета нагрели в пробирке, при этом вещество в пробирке стало черным, а также выделился газ, вызвавший помутнение известковой воды, которое через некоторое время исчезло. Черное вещество нагрели в токе водорода, окраска изменилась на красную. Назовите все вещества, о которых идет речь в задании. Напишите уравнения реакций.

Система оценивания

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Элементы решения | Баллы |
| 1. 1
 | Вещество зеленого цвета – малахит или гидроксокарбонат меди (II) (CuOH)2CO3. | 1 балл |
| 1. 2
 | Вещество черного цвета – оксид меди (II) CuO. | 1 балл |
| 1. 3
 | Помутнение известковой воды вызвал углекислый газ CO2. | 1 балл |
| 1. 4
 | При дальнейшем пропускании углекислого газа через известковую воду наблюдается растворение карбоната кальция Ca(HCO3)2 и образование гидрокарбоната кальция, поэтому помутнение исчезает. | 1 балл |
| 5 | (CuOH)2CO3 $\rightarrow $2CuO + H2O +CO2↑ (нагревание) | 1 балл |
| 6 | CO2+Ca(OH)2$\rightarrow $ Ca CO3↓+ H2O | 1 балл |
| 7 | CuO+ H2 = Cu+ H2O (нагревание) | 1 балл |
| 8 | Ca CO3+ CO2+ H2O = Ca(HCO3)2 | 1 балл |

**Задание 5. Механизмы химических реакций (15 баллов)**

Протекают две параллельные реакции  и . Определите сколько получится продукта С от теоретически возможного и на сколько превратиться реагента А (степень превращения) в продукты реакции, если на выходе из реакции установлено, что количество вещества А равно: ν(А)=2 моль, количество веществ С и В равно: ν(С)=ν(В)=3 моль.

Необходимо учесть, что степень превращения реагента показывает, как полно в химическом процессе используется реагент и насколько полно он превратился в продукт реакции.

Система оценивания

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Элементы решения | Баллы |
| 1 | Для двух параллельных реакций  и составим общее уравнение реакции:**3А → С + 3В** | 2 балла |
| 2 | Для получения 3 молей продукта С теоретически должно прореагировать 6 моль исходного реагента А. | 2 балла |
| 3 | Для получения 3 молей продукта В теоретически должно прореагировать 1 моль исходного реагента А. | 2 балла |
| 4 | Кроме этого, после протекания реакции остается непрореагировавшем еще 2 моль исходного реагента А. | 2 балла |
| 5 | Таким образом на входе в реакцию поступает 9 моль исходного реагента А. | 2 балла |
| 6 | Теоретически в ходе реакции  из 9 моль исходного реагента А должно получиться 4,5 моль продукта реакции С. Следовательно, выход продукта С от теоретически возможного в данном процессе будет составлять 3\*100% / 4,5 = 66,67%. | 3 балла |
| 7 | В ходе реакции из 9 моль исходного реагента А превратилось 7 моль, степень превращения реагента А в продукты: 7/9 = 0,77. | 2 балла |

**Задание 6.** **Химическая связь, механизм образования связи (15 баллов)**

Энергия химической связи в молекуле хлора составляет 243 кДж/моль (длина связи 1,99∙10-10м), а в молекуле фтора – 159 кДж/моль (длина связи 1,42∙10-10м). Объясните причину большей прочности молекулы несмотря на то, что размер её атомов больше, чем в молекуле.

Система оценивания

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Элементы решения | Баллы |
| 1 | Сравнивая длину химической связи в молекулах фтора и хлора, мы видим, что Cl-Cl 1,99∙10-10м больше, чем F-F 1,42∙10-10м. Логично предположить, что чем длиннее связь, тем она менее прочная. Однако, анализируя механизм образования ковалентной неполярной связи в молекулах фтора и хлора, можно заметить существенные отличия. | 3 балла |
| 2 | Образование молекул фтора и хлора из атомов и с учетом электронной структуры каждого атома происходит по-разному. Имея на внешнем валентном уровне по одному не спаренному электрону, два атома фтора объединяют их по обменному механизму с образованием ковалентной неполярной σ-связи.  | 3 балла |
| 3 | Взаимодействие двух атомов хлора, обладающих не спаренными -электронами и вакантными d-орбиталями на 3-ем энергетическом уровне, происходит по дативному механизму таким образом, что при этом создается не одна ковалентная неполярная связь, а три. Два атома хлора в молекуле образуют одну ковалентную связь по обменному механизму, объединяя не спаренные электроны (σ-связь); и две донорно-акцепторные связи, отдавая один другому по электронной 3р паре и вакантной 3d орбитали ( 2 π –связи). | 3 балла |
| 4 | Действие дативного механизма приводит к увеличению прочности связи. Поэтому молекула является более прочной, чем молекула, в которой ковалентная связь образуется только по обменному механизму. | 3 балла |
| 5 | Вследствие разных механизмов образования ковалентной неполярной связи молекула хлора обладает большей энергией связи, чем молекула фтора. | 3 балла |

**Задание 7.** **Задача на материальный баланс (10 баллов)**

Найдите массовую долю серной кислоты в растворе, в котором содержится одинаковое число атомов водорода и кислорода.

Система оценивания

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Элементы решения | Баллы |
| 1 | n(H)=n(O)Пусть на 1 моль H2SO4 приходится 1 моль H2O, тогда $$v\left(H\right)=2+2x, v\left(O\right)=4+x $$$$2+2x=4+x, x=2$$т.е. 1 моль H2SO4 приходится 2 моль H2O | 5 баллов |
| 2 | $$ω\left(H\_{2}SO\_{4}\right)= \frac{m\left(H\_{2}SO\_{4}\right)}{m\left(H\_{2}SO\_{4}\right)+m\left(H\_{2}O\right)} $$$$ω\left(H\_{2}SO\_{4}\right)= \frac{98}{98+2∙18}0,7313 или 73,13\%$$ | 5 баллов |

**Задание 8. Состав веществ: смеси (10 баллов)**

При гидратации 11,2 г смеси трех алкенов образовался спирт массой 11,84 г. Определите строение исходных алкенов и спирта, если известно, что реакция гидратации протекает с выходом 80%. Напишите уравнения реакций гидратации этих алкенов.

Система оценивания

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Элементы решения | Баллы |
| 1 | Если в реакции гидратации образовался один спирт, то алкены, вступившие в эту реакцию, изомеры и могут быть описаны одной формулой CnH2nCnH2n+ H2O→CnH2n+2O11,2 г 11,84 г | 2 балла |
| 2 | Нахождение массы спирта, которая может быть получена теоретически: m(CnH2n+2O)теор=m(CnH2n+2O)практ/(CnH2n+2O)теор=11,84/0,8=14,8 г | 2 балла |
| 3 | Нахождение числа атомов углерода в молекулах исходных алкенов и спирта n(CnH2n)=n(CnH2n+2O) (по уравнению реакции) 11,2/(14n)=14,8/(14n+18).n=4 | 2 балла |
| 4 | C4H8+H2O→C4H10O | 2 балла |
| 5 | СH3-CH=CH-CH3СH2=CH-CH2-CH3СH2=C(CH3)-CH3 | 2 балла |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Задание** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **Итого** |
| **Максимальное****кол-во баллов** | 10 | 22 | 10 | 8 | 15 | 15 | 10 | 10 | 100 |