

Министерство образования и науки УР
АОУ ДПО УР «Институт развития образования»
Муниципальный этап ВСОШ по химии 2021-2022 учебный год
г. Ижевск
10 класс

Максимальное количество баллов – 71

Решение задачи № 1.

1. Очевидно, что изомерными бутадиенами могут быть только бутадиен-1,3 и бутадиен-1,2 – т.е. сопряженный диен и кумулированный.

.....1 балл

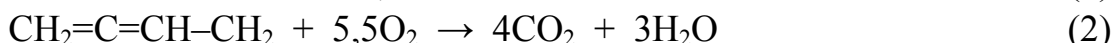
2. В бутадиене-1,2 избыток электронной плотности на трех атомах углерода приводит к большему напряжению молекулы и меньшей ее устойчивости. Т.е. более стабильным является бутадиен-1,3, сопряженная π -система всегда приводит к выигрышу по энергии, в данном случае на 55 кДж.

Т.е. $Q_{\text{обр, (бутадиена 1,3)}} = -165 \text{ кДж/моль}$

$Q_{\text{обр, (бутадиена 1,2)}} = -110 \text{ кДж/моль}$

.....1 балл

3. Запишем уравнения реакций, описанных в задаче:



.....1 балл

По уравнению Менделеева-Клапейрона найдем общее количество водорода в реакциях 3 и 4:

$$n = PV/RT$$

Для этого переведем все единицы в систему СИ:

$P = 120000 \text{ Па}$, $R = 8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$, $V = 14,32 \text{ л} = 0,01432 \text{ м}^3$, $T = 323 \text{ К}$, тогда $n(\text{H}_2) = 0,64 \text{ моль}$

.....1 балл

Поскольку водорода в каждой реакции затрачивается в 2 раза больше, чем диена, то суммарное количество моль диенов равно 0,32 моль. А так как смесь была эквимольная, то каждого изомера было поровну, по 0,16 моль.

.....2 балла

Обозначим выделяющуюся теплоту в реакции 1 – Q_1 , а теплоту в реакции 2 – Q_2 . Эти теплоты реакций 1 и 2 можно выразить по закону Гесса через теплоты образования веществ:

$$Q_1 = 4Q(\text{CO}_2) + 3Q(\text{H}_2\text{O}) - Q(1,3\text{-диена})$$

$$Q_2 = 4Q(\text{CO}_2) + 3Q(\text{H}_2\text{O}) - Q(1,2\text{-диена})$$

Откуда

$$Q_1 = 2464,1 \text{ кДж/моль}$$

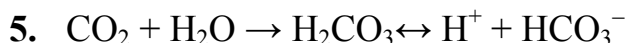
$$Q_2 = 2409,1 \text{ кДж/моль, тогда}$$

$$0,16Q_1 + 0,16Q_2 = 779,7 \text{ кДж} - \text{количество выделившейся теплоты.}$$

.....2 балла

4. Как видно, бутадиены имеют отрицательную теплоту образования, т.е. являются эндотермическими соединениями. В качестве других примеров таких соединений можно назвать ОЗОН, ОКСИДЫ АЗОТА, ЦИАНОВОДОРОД, ФУЛЛЕРЕНА, АЛКЕНЫ, АЛКИНЫ, АРЕНА. Любые два вещества из этого списка считать верными ответами.

.....2 балла



Общее количество газа, растворившегося в воде, равно $8 \times 0,16 = 1,28$ моль.

$n(\text{CO}_2) = n(\text{H}_2\text{CO}_3) = 1,28$ моль, тогда молярная концентрация кислоты

$$C = 1,28 / 2 = 0,64 \text{ моль/л}$$

$$C(\text{H}^+) = C \cdot \alpha = 0,64 \times 0,001 = 6,4 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$$

$$\text{pH} = -\lg C(\text{H}^+) = 3,2$$

.....2 балла

Итого за задачу.....12 баллов

Решение задачи № 2.

1. Исходя из данных элементного анализа и значения относительной плотности по воздуху, приходим к формуле C_5H_8 ($M = 68$ г/моль). Данные о химических свойствах (осадок с $\text{Ag}_2\text{O}/\text{NH}_3$ и гидрирование до изопентана) приводят к выводу о том, что А – 3-метилбутин-1

Расчет верной формулы А – 1 балл

Верная структура А – 1 балл

.....Верное название А – 0,5 балла

2. По условию отсутствия в структуре $\text{C}_{\text{трет}}\text{-H}$ монохлорид В – 3-метил-3-хлорбутин-1 $\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)(\text{Cl})\text{C}\equiv\text{CH}$. Действие спиртового раствора щелочи приводит к веществу С – $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{-C}\equiv\text{CH}$ – 2-метилбутен-1-ин-3

Верная структура В – 2 балла

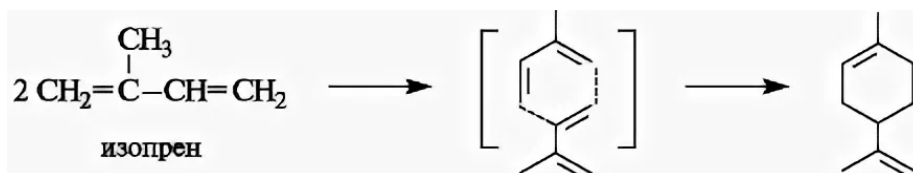
Верная структура С – 2 балла

.....Верное систематическое название С – 1,5 балла

3. Селективное гидрирование С по тройной связи дает известное вещество Д-изопрен (2-метилбутадиен-1,3).

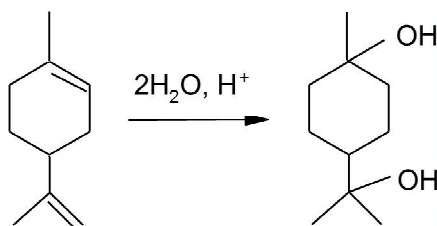
Верное строение Д – 2 балла

4. Димеризация изопрена по Дильсу-Альдеру приводит к димеру (лимонену):



Образование 1,4-продукта идет по менее замещенной двойной связи молекулы, выступающей в роли диенофила (совокупное действие электронных и пространственных факторов).

При гидратации по обеим C=C-связям соблюдается правило Марковникова:



Верное строение димера – 3 балла (за любой его циклический изомер – 1 балл)

.....Верное строение продукта полной гидратации – 2 балла

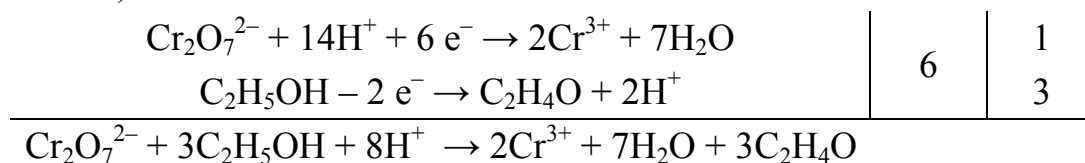
Итого за задачу.....15 баллов

Решение задачи № 3

- Уравнение реакции восстановления дихромата калия этиловым спиртом в присутствии серной кислоты:



Подбор коэффициентов методом ионно-электронного баланса (методом полуреакций):



За верно написанное уравнение реакции – 2 балла
(с ошибками в коэффициентах – 1 балл)

За подбор коэффициентов методом ионно-электронного баланса – 3 балла

.....(если коэффициенты подобраны методом электронного баланса – 1 балл)

- Расчет массы дихромата калия, объемов воды, серной кислоты и спирта, необходимые для синтеза 50 г хромокалиевых квасцов.

1). $n(\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = \frac{50 \text{ г}}{499 \text{ г/моль}} = 0,10 \text{ моль}$ **0,5 балла**

2). $n(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,5 \times n(\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = 0,5 \times 0,10 \text{ моль} = 0,05 \text{ моль}$
 $m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,05 \text{ моль} \times 294 \text{ г/моль} = 14,7 \text{ г}$ **1,0 балл**

3) $m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{14,7 \text{ г} \times 89 \text{ г}}{11 \text{ г}} = 118,9 \text{ г}$ или примерно 119 мл воды.....**0,5 балла**

4) $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \times n(\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = 2 \times 0,10 \text{ моль} = 0,20 \text{ моль}$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,20 \text{ моль} \times 98 \text{ г/моль} = 19,6 \text{ г}$$

$$m(\text{раствора } \text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{19,6 \text{ г} \times 1,2}{0,96} = 24,5 \text{ г}$$

$$V(\text{раствора } \text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{24,5 \text{ г}}{1,84 \text{ г/мл}} = 13,3 \text{ мл}$$

.....**2,0 балл**

$$5) \quad n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 1,5 \times n(\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = 1,5 \times 0,10 \text{ моль} = 0,15 \text{ моль}$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 0,15 \text{ моль} \times 46 \text{ г/моль} = 6,9 \text{ г}$$

$$m(\text{раствора } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{6,9 \text{ г} \times 1,5}{0,96} = 10,8 \text{ г}$$

$$V(\text{раствора } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{10,8 \text{ г}}{0,79 \text{ г/мл}} = 13,6 \text{ мл}$$

.....**2,0 балл**

3. Расчет массы полученных в результате синтеза хромокалиевых квасцов с учетом выхода:

$$m(\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = \frac{50 \text{ г} \times 71,7\%}{100\%} = 35,9 \text{ г}$$

.....**1,0 балл**

Низкий выход синтезируемых хромокалиевых квасцов может быть обусловлен неполной кристаллизацией квасцов из раствора, а также тем, что значительное повышение температуры во время реакции ведет к замене молекул H_2O в ионе $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ на ионы SO_4^{2-} .

.....**1,0 балл**

4. Окраска всех веществ и растворов, используемых в синтезе:

- Дихромат калия – оранжевые кристаллы;
- 96%-й раствор серной кислоты – тяжелая маслянистая жидкость без цвета и запаха (может иметь слабо выраженную желто-коричневую окраску);
- 96%-й раствор этилового спирта – бесцветная жидкость с резким специфическим запахом;
- вода – жидкое вещество без цвета, вкуса и запаха.

За верное описание каждого вещества или раствора по 0,5 балла

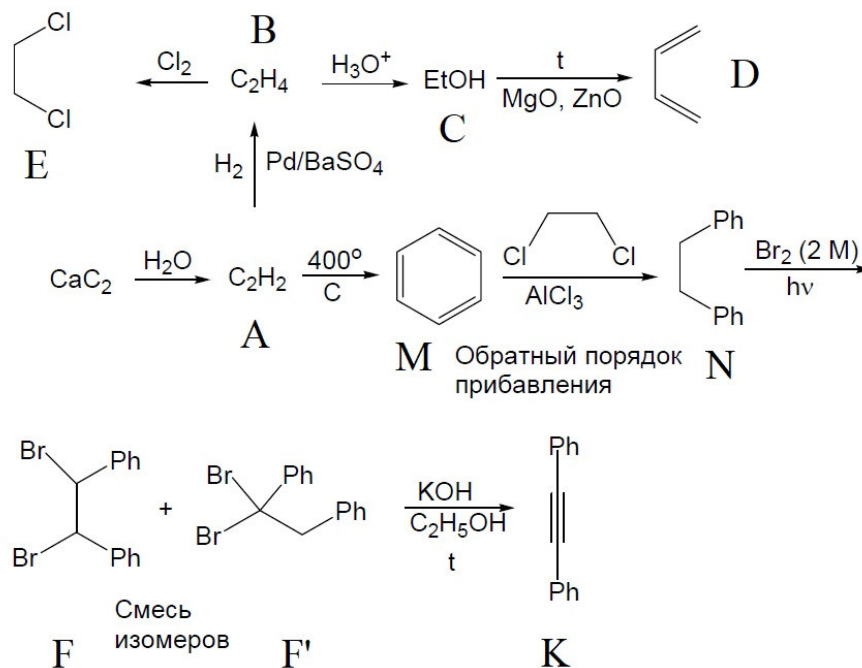
..... **всего – 2,0 балла**

5. Хромокалиевые квасцы – темно-фиолетовые, октаэдрические кристаллы, хорошо растворимые в воде. На воздухе кристаллогидрат постепенно выветривается, полностью обезвоживается при 350°C . Безводные квасцы теряют способность растворяться в воде.

.....**1,0 балл**

Итого за задачу.....16 баллов

Решение задачи № 4.



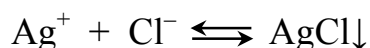
A – 1 балл
B – 1 балл
C – 1 балл
D – 1 балл
E – 1 балл

M – 1 балл
N – 2 балла
F – 2 балла (выбирается из двух произвольно)
F' – 2 балла (выбирается из двух произвольно)
K – 3 балла

Итого за задачу.....15 баллов

Решение задачи № 5.

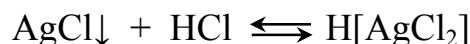
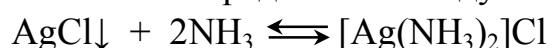
- Так как при действии на раствор соли нитрата серебра в азотнокислой среде образовался белый осадок, хорошо растворимый в аммиаке, можно предположить, что это хлорид серебра, т.е. в состав анализируемой соли входят хлорид-ионы:



За идентификацию хлорид-иона – 1 балл,

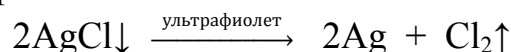
.....за уравнение реакции – 1 балл

- Растворение осадка хлорида серебра в аммиаке и концентрированном растворе соляной кислоты можно представить следующими уравнениями:



.....2 балла

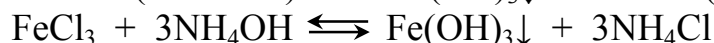
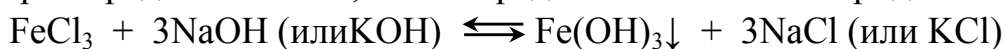
- Осадок хлорида серебра на воздухе приобретает сначала сиреневатый оттенок, затем сероватый и, наконец, черный, что связано с разложением его под действием ультрафиолета:



За объяснения изменений, происходящих с осадком – 1 балл,

.....за уравнение реакции – 1 балл

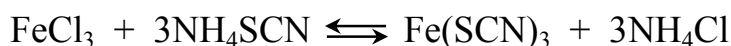
4. Так как при действии на исходный раствор раствором щелочи или аммиака образуется красно-коричневый осадок, не растворимый в избытке указанных реагентов, можно предположить, что катионов в составе соли являются ионы трехзарядного железа, а соль представляет собой хлорид железа(III):



За идентификацию иона железа(III) – 1 балл,

..... за уравнения реакций – 2 балла

5. При введении в этот раствор роданида аммония произошло интенсивное покраснение вследствие протекания реакции комплексообразования:

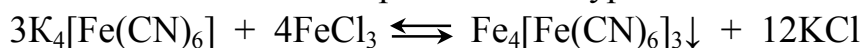


или

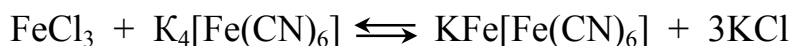


.....2 балла

6. При введении в этот раствор желтой кровавой соли образуется осадок синего цвета вследствие осадка берлинской лазури:



или



.....2 балла

Итого за задачу.....13 баллов