

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
2016-2017 УЧЕБНЫЙ ГОД
11 КЛАСС**

РЕШЕНИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

Задача 1.

- a. Из условия следует, что термокраска - комплексная соль ртути (II), лигандом, скорее всего, является иодид ионом. Запишем формулу, исходя из того, что координационное число ртути равно 4: $Ag_x[HgI_4]$. Поскольку заряд иона ртути +2, то $[HgI_4]^{2-}$, т.е. $x=2$. Проверим по массовой доле серебра: $M(Ag_2[HgI_4]) = \frac{2 \cdot 108}{0,2335} = 925$ г/моль; $2 \cdot 108 + 201 + 127 \cdot 4 = 925$ г/моль 3 балла
- Поскольку соль меди получается в ходе реакции обмена, можно предположить, что она имеет похожий состав $Cu_2[HgI_4]$. Проверим это предположение по массовой доле меди: $M(Cu_2[HgI_4]) = \frac{2 \cdot 64}{0,1529} = 837$ г/моль; $2 \cdot 64 + 201 + 127 \cdot 4 = 837$ г/моль 3 балла
- b. Названия соединений: тетраиодомеркурат серебра и тетраиодомеркурат меди(I) 2 балла
- c. Реакции получения:
- $Hg + 4HNO_3 = Hg(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$ 2 балла
- $Ag + 2HNO_3 = AgNO_3 + NO_2 + H_2O$ 2 балла
- $Hg(NO_3)_2 + 4KI + 2AgNO_3 = Ag_2[HgI_4] + 4KNO_3$ 2 балла
- d. Реакция коррозии железа: $Fe + Ag_2[HgI_4] = Fe[HgI_4] + 2Ag$ 2 балла
- e. Свойствами обратимых термоиндикаторов обладают следующие соединения: хлорид кобальта (бесцветный при комнатной температуре и синий при повышенной); бромид меди (желтый — коричневый); сульфид мышьяка (оранжевый — коричневый); оксид и сульфид ртути (красный — черный); хромат свинца — красная форма (красный — черный). Могут быть и другие варианты. По 2 балла за каждый вариант, в сумме — 4 балла.

Итого 20 баллов

Задача 2.

- a. Реакция в газогенераторе:
- $3 NH_4NO_3 + CO(NH_2)_2 \xrightarrow{t} 4 N_2 + CO_2 + 8H_2O$ 3 балла
- Окислитель — NH_4NO_3 (N^{+5} принимает 5 электронов), восстановители — NH_4NO_3 и $CO(NH_2)_2$ (N^{-3} отдает 3 электрона) 3 балла
- b. Определим состав отходящих газов:
- $n(NH_4NO_3) = \frac{100 \cdot 1,33 \cdot 1000 \cdot 0,6}{80} = 1000$ моль, $n(N_2) = \frac{1000 \cdot 4}{3} = 1333,3$ моль, $m(N_2) = 1333,3 \cdot 28 = 37,3$ кг
- $n(CO_2) = \frac{1000}{3} = 333,3$ моль, $m(CO_2) = 333,3 \cdot 44 = 14,7$ кг; $m(H_2O) = 133 - 37,3 - 14,7 = 81$ кг;
- $w(N_2) = \frac{37,3}{133} = 0,28$ или 28%; $w(CO_2) = \frac{14,7}{133} = 0,11$ или 11% $w(H_2O) = \frac{81}{133} = 0,61$ или 61% 4 балла
- c. Найдём количество теплоты, выделяемой при сгорании 1 л топлива:
- $n(NH_4NO_3) = \frac{1 \cdot 1,33 \cdot 1000 \cdot 0,6}{80} = 10$ моль; $Q = 446 \cdot 10 = 4,46$ МДж/моль 3 балла
- d. Определим необходимое количество водорода: $\frac{4,46 \cdot 1000}{286} = 15,6$ моль, 3 балла
- найдем давление, при котором 15,6 моль водорода занимает объём 1 л при 0 °С:

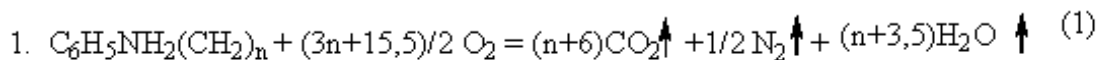
$$\frac{15,6 \cdot 8,31 \cdot 273}{0,001} = 35,4 \text{ МПа или } 354 \text{ атм.}$$

4 балла

Итого 20 баллов

Задача 3.

Уравнение реакции:



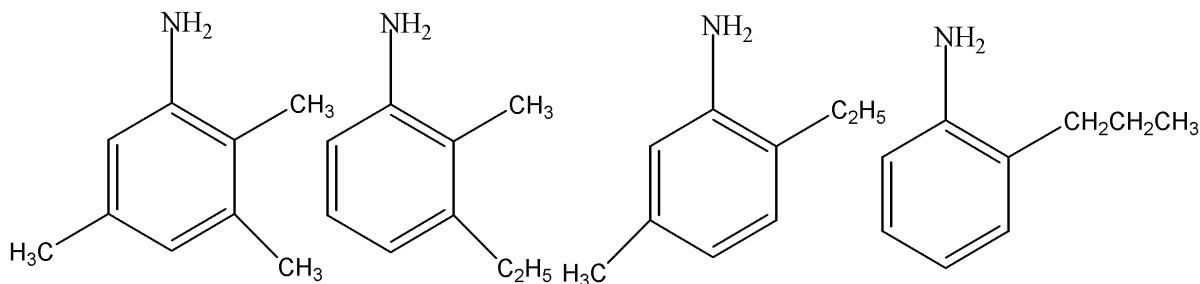
$$2. \quad \nu(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2(\text{CH}_2)_n) = 1,35/(93+14n) \text{ (обозначим за } x).$$

$$\nu(\text{CO}_2) = (n+6)x, \nu(\text{N}_2) = 0,5x, \nu(\text{H}_2\text{O}) = (n+3,5)x, \nu_{\text{ост}}(\text{O}_2) = 3,64/22,4 - (3n+15,5)/2x.$$

Общее число моль газов: $\nu = PV/RT = 244 \cdot 3,75 / (8,31 \cdot 550) = 0,200$ моль

$$0,200 = (n+6)x + 0,5x + (n+3,5)x + 3,64/22,4 - (3n+15,5)/2x, \text{ откуда } n = 3.$$

3. Изомеры:



Критерии оценивания

1. Уравнение 1

6 баллов.

2. Определение формулы амина

10 баллов.

3. За каждый изомер по 1 баллу

4 балла.

Всего

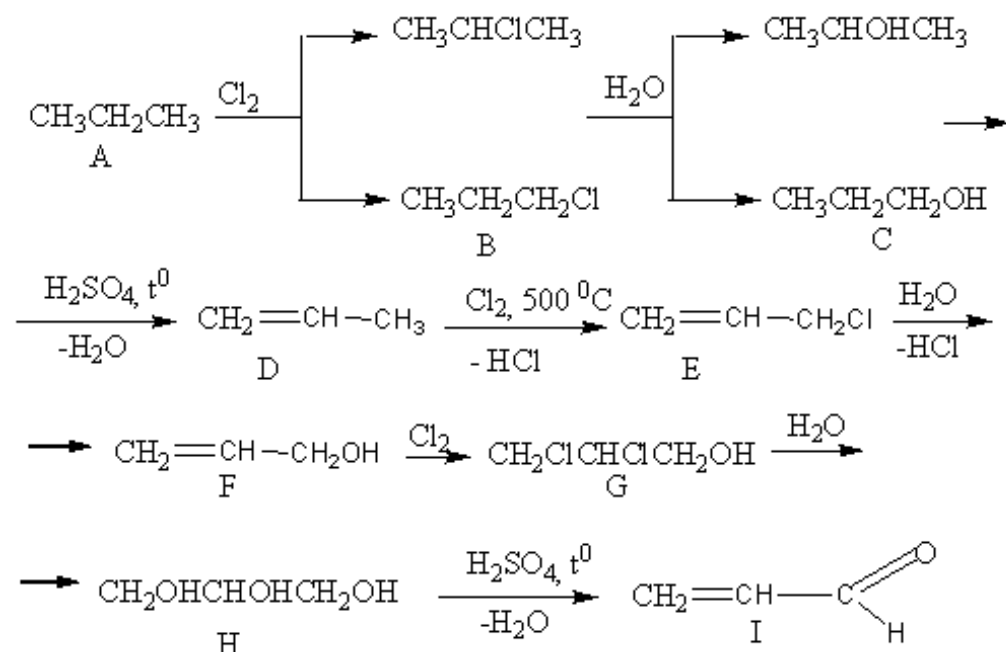
20 баллов.

Задача 4.

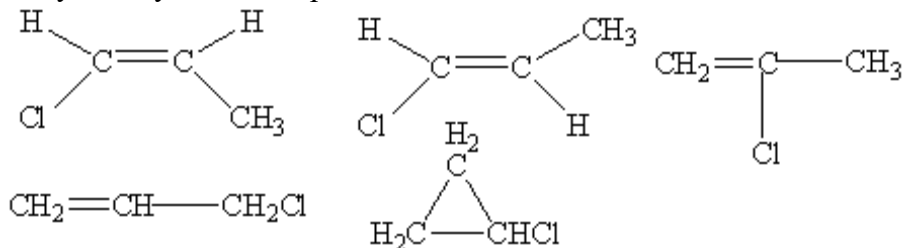
1. В 100 г вещества E содержится 47,06 г C, 6,54 г H и 46,40 г Cl. Пусть формула E – $\text{C}_x\text{H}_y\text{Cl}_z$, тогда $x : y : z = \nu(\text{C}) : \nu(\text{H}) : \nu(\text{Cl}) = 47,06/12 : 6,54/1 : 46,40/35,5 = 3,92:6,54:1,31 = 3:5:1$.

2. Простейшая формула E – $\text{C}_3\text{H}_5\text{Cl}$. Так как в молекуле E по условию задачи имеется только один атом хлора, простейшая формула совпадает с молекулярной. Вещество E получено в результате высокотемпературного хлорирования D и, очевидно, представляет аллилхлорид $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Cl}$.

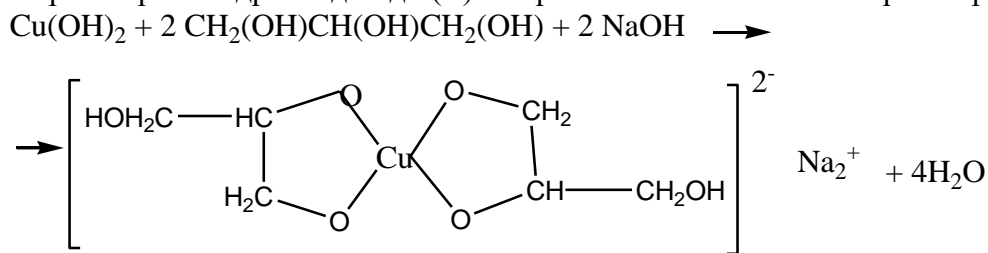
Цепочку превращений можно расшифровать следующим образом:



2. Существует 5 изомеров вещества E:



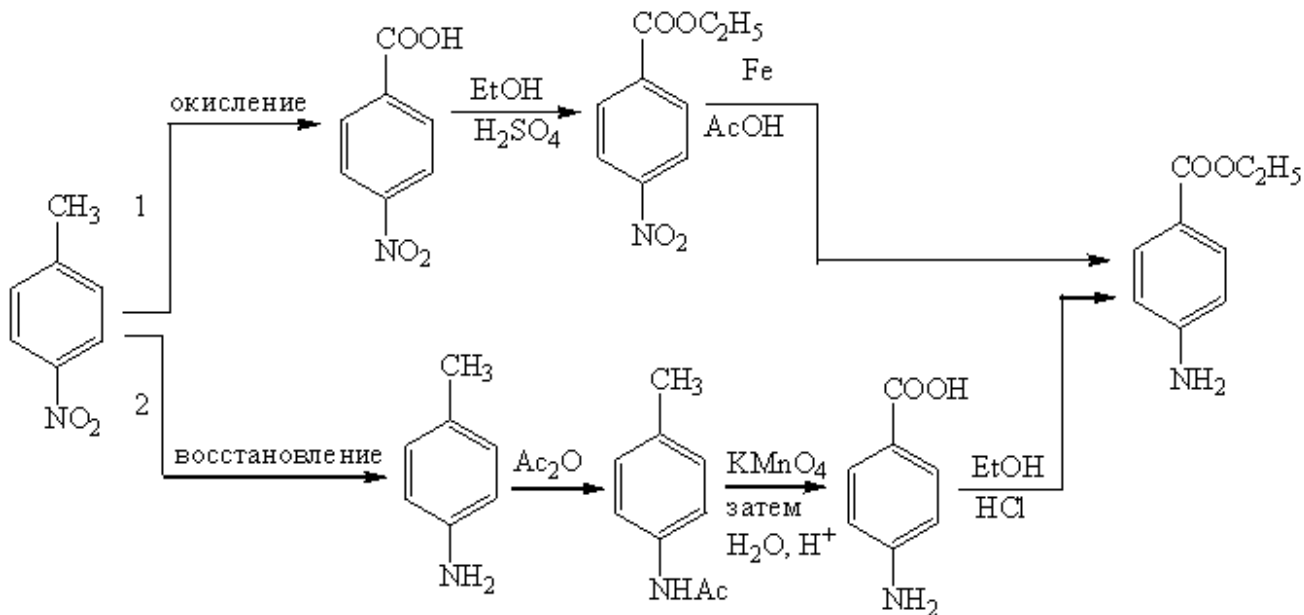
3. Вещество H (глицерин или пропантриол-1,2,3) дает цветную качественную реакцию на многоатомные спирты, содержащие OH-группы на соседних атомах углерода: в щелочных растворах они способны растворять гидроксид меди (II) с образованием темно-синих растворов гликолята меди:



Критерии оценивания

- | | |
|---|-------------------|
| 1. Определение простейшей формулы вещества E | 3 балла. |
| 2. Расшифровка цепочки: | |
| установление структурной формулы вещества E | 2 балла. |
| установление структурной формулы веществ A, B, C, D, F, G, H, I | |
| (по 1 баллу за каждое вещество) | всего 8 баллов. |
| 3. Структурные формулы возможных изомеров вещества E: | |
| (по 1 баллу за каждый изомер) | всего 5 баллов. |
| 4. Качественная реакция на глицерин без уравнения реакции | 1 балл. |
| 5. За уравнение образования гликолята меди | 1 балл. |
| Всего | 20 баллов. |

Задача 5.



а, с.

1 способ: реакции – окисления, этерификация, восстановления;

названия продуктов реакций – p-нитробензойная кислота, этиловый эфир p-нитробензойной кислоты или этил- p-нитробензоат, этиловый эфир p-аминобензойной кислоты или этил- p-аминобензоат.

2 способ: реакции – восстановления, ацилирования, окисления, гидролиза, этерификация;

названия продуктов реакций: p-аминотолуол, p-(N-ацетоамино)толуол, p-аминобензойная кислота, этиловый эфир p-аминобензойной кислоты или этил- p-аминобензоат.

б. Проведение превращений в соответствии последовательности схемы 1 состоит в этерификации карбоксильной группы после восстановления нитрогруппы. По второму способу указанные превращения проводятся в обратном порядке: сначала восстанавливают нитрогруппу, затем окисляют метильную группу до карбоксильной и полученную p-аминобензойную кислоту переводят в эфир. Перед реакцией окисления необходимо защитить аминогруппу ацилированием. Очевидно, первый способ менее трудоемок, так как включает меньше стадий.

Критерии оценивания

- | | |
|---|----------------|
| 1. За один способ 5 баллов , за два | 10 баллов. |
| 2. Правильные названия представленных реакций:
по 2 балла в каждом способе | всего 4 балла. |
| 3. Правильные названия представленных продуктов реакций:
по 2 балла в каждом способе | всего 4 балла. |
| 4. За обоснование каждого способа | 2 балла. |

Примечание:

а) п.3. Для первого способа: названы правильно только 2 реакции – 1 балл, 1 реакция – 0,5 балла; для второго способа: по 0,4 балла за каждую правильно названную реакцию.

б) п. 4. Для первого способа: названы правильно только два продукта – 1 балл, один продукт – 0,5 баллов; для второго способа: по 0,5 балла за каждый правильно названный продукт реакции.

Всего

20 баллов.