

## Решения задач

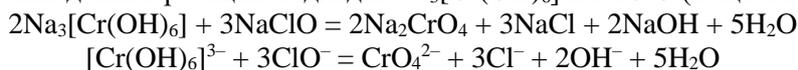
### Отборочный (районный) этап. Теоретический тур

#### 10 класс

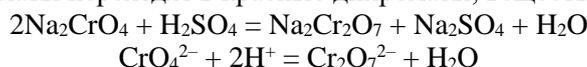
#### № 1

##### I вариант

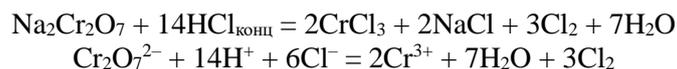
Из предложенных соединений жёлтая, красно-оранжевая и зелёная окраски характерны для соединений хрома. Жёлтые дихроматы образуются при окислении соединений хрома (III) в щелочной среде, и для проведения данной реакции подходят  $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$  и  $\text{NaClO}$  (вещества **1** и **2**):



В кислой среде жёлтые хроматы переходят в красные дихроматы, вещество **3** –  $\text{H}_2\text{SO}_4$

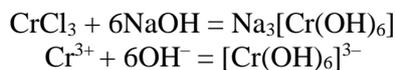


Для перевода красно-оранжевого дихромата в зелёный цвет можно его восстановить. При этом продукт окисления не должен сильно окрашивать раствор (например, при использовании  $\text{KI}$  раствор окрасится в бурый цвет). Для этого подходит концентрированная соляная кислота  $\text{HCl}_{(\text{конц.})}$  (вещество **4**):

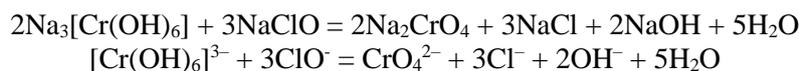


##### II вариант

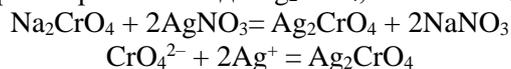
Из предложенных соединений зелёная, жёлтая и красная окраски характерны для соединений хрома. Зелёный цвет характерен для соединений хрома (III). В дальнейшем необходимо будет перевести соединение в жёлтый хромат, для чего необходимо щелочная среда. Таким образом, вещества **1** и **2** –  $\text{CrCl}_3$  и  $\text{NaOH}$ :



Для перевода хрома в степень окисления +6 необходим окислитель, в роли которого подходит  $\text{NaClO}$  (вещество **3**)



Красной окраской обладает нерастворимый в воде  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ , значит вещество **4** –  $\text{AgNO}_3$ :



##### Рекомендации к оцениванию:

- |  |         |
|--|---------|
| 1. Правильный выбор веществ по 0.5 балла   | 2 балла |
| 2. Уравнения реакций по 0.5 балла за правильные уравнения в молекулярной и ионной формах | 3 балла |

**ИТОГО: 5 баллов**

## № 2

### I вариант

- 1)  $\text{HI} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaI} + \text{H}_2\text{O}$
- 2)  $8\text{NaI} + 9\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 8\text{NaHSO}_4 + 4\text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$
- 3)  $3\text{I}_2 + 6\text{NaOH} \rightarrow 5\text{NaI} + \text{NaIO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 4)  $\text{H}_2\text{S} + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$

### II вариант

- 1)  $\text{HBr} + \text{KOH} \rightarrow \text{KBr} + \text{H}_2\text{O}$
- 2)  $2\text{KBr} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{KHSO}_4 + \text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 3)  $3\text{Br}_2 + 6\text{KOH} \rightarrow 5\text{KBr} + \text{KBrO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 4)  $\text{SO}_2 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$

#### Рекомендации к оцениванию:

1. Уравнения реакций 1, 4 по 1 баллу 2 балла
2. Уравнения реакций 2, 3 по 1.5 балла 3 балла

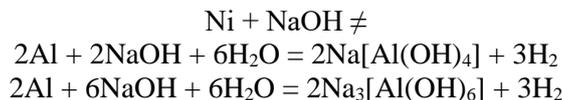
\*при написании формулы средней соли в реакции 2 оценка не снижается

**ИТОГО: 5 баллов**

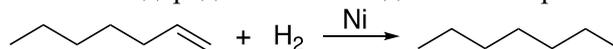
## № 3

### I вариант

Напишем уравнения протекающих реакций. Никель не реагирует с раствором натриевой щелочи, тогда как алюминий в ней растворяется, при этом выделяется водород (А). Значит полученное вещество X – это металлический никель (никель, полученный таким способом, так же известен как никель Ренея).



Далее, происходит восстановление водородом гептена-1 до гептана при катализе никелем Ренея.



Количество прореагировавшего гептена:  $n(\text{C}_7\text{H}_{14}) = 176.4/98 = 1.8$  моль

Количество водорода, который прореагировал с гептеном:  $n(\text{H}_2)^1 = n(\text{C}_7\text{H}_{14}) = 1.8$  моль

При получении никеля выделилось:  $n(\text{H}_2)^2 = n(\text{H}_2)^1/300 = 0.006$  моль

Отсюда высчитаем количество вещества алюминия и никеля, так как они были в исходном сплаве в эквимолярном количестве:

$$n(\text{Al}) = n(\text{Ni}) = n(\text{H}_2)^2/1.5 = 0.004 \text{ моль}$$

Высчитаем массу алюминия и никеля в исходном сплаве:

$$m(\text{Al}) = 27 \cdot 0.004 = 0.108 \text{ г}$$

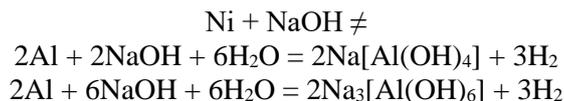
$$m(\text{Ni}) = 59 \cdot 0.004 = 0.236 \text{ г}$$

Тогда масса исходного сплава составляла:

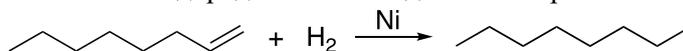
$$m(\text{сплава}) = m(\text{Al}) + m(\text{Ni}) = \mathbf{0.344 \text{ г}}$$

### II вариант

Напишем уравнения протекающих реакций. Никель не реагирует с раствором натриевой щелочи, тогда как алюминий в ней растворяется, при этом выделяется водород (А). Значит полученное вещество X – это металлический никель (никель, полученный таким способом, так же известен как никель Ренея).



Далее, происходит восстановление водородом октена-1 до октана при катализе никелем Ренея.



Количество прореагировавшего октена:  $n(\text{C}_8\text{H}_{16}) = 58.8/112 = 0.525$  моль

Количество водорода, который прореагировал с октеном:  $n(\text{H}_2)^1 = n(\text{C}_8\text{H}_{16}) = 0.525$  моль

Узнаем, сколько выделилось водорода при получении никеля:  $n(\text{H}_2)^2 = n(\text{H}_2)^1/175 = 0.003$  моль

Отсюда высчитаем количество вещества алюминия и никеля, так как они были в исходном сплаве в эквимолярном количестве:

$$n(\text{Al}) = n(\text{Ni}) = n(\text{H}_2)^2/1.5 = 0.002 \text{ моль}$$

Вычисляем массу алюминия и никеля в исходном сплаве:

$$m(\text{Al}) = 27 \cdot 0.002 = 0.054 \text{ г}$$

$$m(\text{Ni}) = 59 \cdot 0.002 = 0.118 \text{ г}$$

Тогда масса исходного сплава составляла:

$$m(\text{сплава}) = m(\text{Al}) + m(\text{Ni}) = \mathbf{0.172 \text{ г}}$$

#### Рекомендации к оцениванию:

- |    |  |           |
|----|--|-----------|
| 1. | Реакция растворения алюминия                                 | 0.5 балла |
| 2. | Реакция восстановления алкена (в т.ч. в виде брутто-состава) | 0.5 балла |
| 3. | Расчет количества водорода, прореагировавшего с алкеном*     | 1 балл    |
| 4. | Расчет количества алюминия*                                  | 1 балл    |
| 5. | Расчет массы сплава*   | 2 балла   |

\* В случае арифметической ошибки, но наличии правильной логики и последовательности решения, ставится 50% баллов

**ИТОГО: 5 баллов**

### № 4

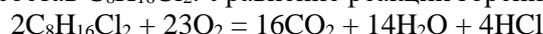
#### I вариант

Запишем уравнение реакции горения дихлоралкана **A** в общем виде:

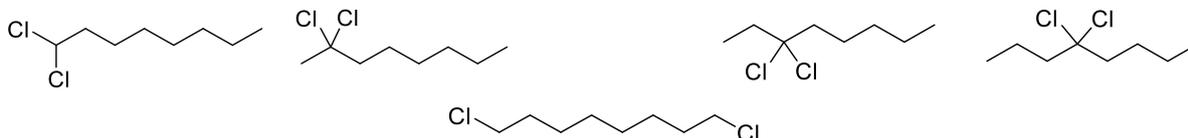


Получим, что концентрация соляной кислоты после конденсирования продуктов сгорания составит:

$\omega(\text{HCl}) = m(\text{HCl})/(m(\text{HCl}) + m(\text{H}_2\text{O})) = 2 \cdot 36.5/(18(n-1) + 36.5 \cdot 2)$ . Решая это уравнение, получим, что  $n = 8$ , и исходный алкан имеет состав  $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{Cl}_2$ . Уравнение реакции горения:



Структурные формулы дихлоралкана, удовлетворяющие условию:



#### II вариант

Запишем уравнение реакции горения дихлоралкана **A** в общем виде:

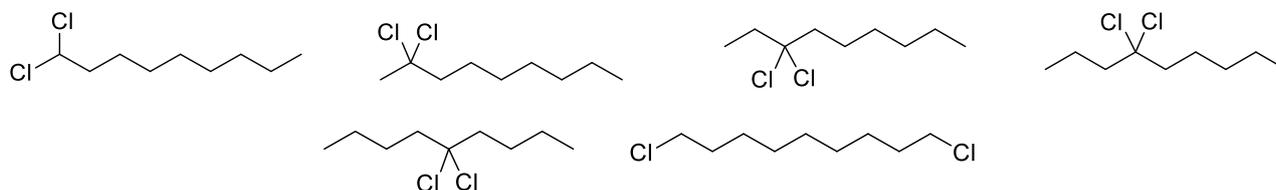


Получим, что концентрация соляной кислоты после конденсирования продуктов сгорания составит:

$\omega(\text{HCl}) = m(\text{HCl})/(m(\text{HCl}) + m(\text{H}_2\text{O})) = 2 \cdot 36.5/(18(n-1) + 36.5 \cdot 2)$ . Решая это уравнение, получим, что  $n = 9$ , и исходный алкан имеет состав  $\text{C}_9\text{H}_{18}\text{Cl}_2$ . Уравнение реакции горения:



Структурные формулы дихлоралкана, удовлетворяющие условию (всего 6, принимаются любые 5 структур):



**Рекомендации к оцениванию:**

- |   |         |
|---|---------|
| 1. Брутто-формула дихлоралкана  | 2 балла |
| 2. Уравнение реакции сгорания дихлоралкана А (ставится полный балл за уравнение реакции сгорания в общем виде, если правильно определено n) | 1 балл  |
| 3. Структурные формулы по 0.4 балла   | 2 балла |
| <b>ИТОГО: 5 баллов</b>  |         |

**№ 5**

- а)  $1/2\text{H}_2(\text{газ}) + 1/2\text{N}_2(\text{газ}) + 3/2\text{O}_2(\text{газ}) = \text{HNO}_3(\text{ж}) + 174 \text{ кДж}$   
б)  $\text{NO}_2(\text{газ}) + 1/2\text{H}_2\text{O}(\text{газ}) + 1/4\text{O}_2(\text{газ}) = \text{HNO}_3(\text{ж}) + 86.5 \text{ кДж}$   
в)  $1/2\text{N}_2\text{O}_5(\text{газ}) + 1/2\text{H}_2\text{O}(\text{газ}) = \text{HNO}_3(\text{ж}) + 58.85 \text{ кДж}$

**Наименее экзотермична реакция «в»**

$$M(\text{HNO}_3) = 63 \text{ г/моль}$$

Учитывая плотность, 1 литр раствора азотной кислоты имеет массу 1513 г, что составляет

$$n(\text{HNO}_3) = 1513/63 = 24.02 \text{ моль}$$

**I вариант**

86.5 кДж выделяется при образовании 1 моль  $\text{HNO}_3$  по реакции «б»

Y кДж выделяется при образовании 24.02 моль  $\text{HNO}_3$  по реакции «б»

Откуда Y = **2078** кДж (принимать и 2076 – 2078 кДж)

**II вариант**

58.85 кДж выделяется при образовании 1 моль  $\text{HNO}_3$  по реакции «в»

Y кДж выделяется при образовании 24.02 моль  $\text{HNO}_3$  по реакции «в»

Откуда Y = **1414** кДж (принимать и 1413 кДж)

**Рекомендации к оцениванию:**

- |  |           |
|--|-----------|
| 1. Правильные термохимические уравнения по 0.5 балла (без указания агрегатных состояний веществ 0.2 балла)     | 1.5 балла |
| 2. Выбор наименее экзотермической реакции  | 1 балл    |
| 3. Пересчет количества азотной кислоты по плотности  | 1 балл    |
| 4. Расчет теплового эффекта (пункт 2 задачи) – 1.5 балла.<br>За ответ, округлённый до десятых, ставить 1 балл. | 1.5 балла |
| <b>ИТОГО: 5 баллов</b>   |           |