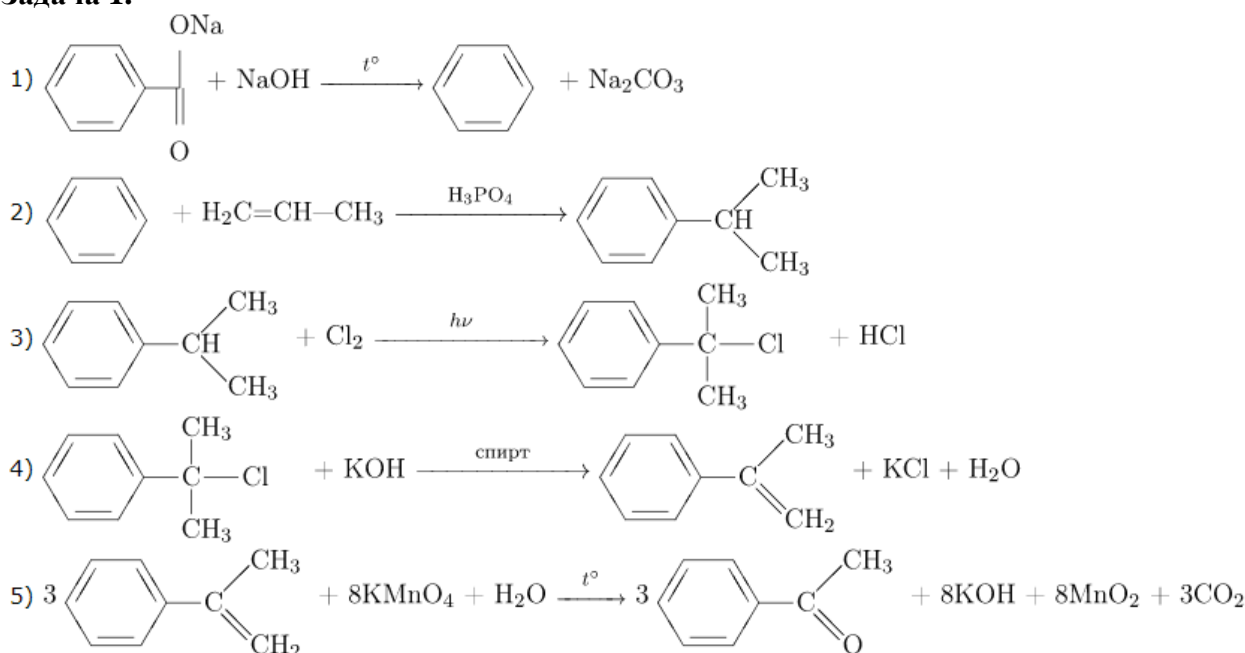


**Решение и критерии оценивания заданий школьного тура олимпиады по химии  
2019–2020 учебный год  
11 класс**

**Задача 1.**



*Оценивание:*

- 1). Составлены уравнения реакций (1–4)
- 2). Составлено уравнение реакции (5)

$$4 \times 3,5 \text{ б.} = 14 \text{ б.}$$

6 б.

*Итого: 20 баллов*

**Задача 2.**

$$M(\text{вещ.}) = D \cdot M(\text{возд.}) = 3,52 \cdot 29 \text{ г/моль} = 102 \text{ г/моль}$$

Определим количество атомов в молекуле органического вещества:

$$n(\text{C}) = \frac{0,2353 \cdot 102}{12} = 2$$

$$n(\text{H}) = \frac{0,0196 \cdot 102}{1} = 2$$

$$n(\text{F}) = \frac{0,7451 \cdot 102}{19} = 4$$

Искомая формула:  $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$ .

**Задача может быть решена любым другим способом**

Данной молекулярной формуле соответствуют структурные формулы:

$\text{CH}_2\text{F}-\text{CF}_3$  – 1,1,1,2-тетрафторэтан

$\text{CHF}_2-\text{CHF}_2$  – 1,1,2,2-тетрафторэтан

Атомы углерода находятся в состоянии  $sp^3$ -гибридизации.

*Оценивание:*

- 1). Определена молекулярная формула искомого вещества
- 2). Составлены формулы веществ, отвечающих найденной молекулярной формуле
- 3). Составлены названия веществ
- 4). Определен тип гибридизации АО углерода

10 б.

$$2 \times 2 \text{ б.} = 4 \text{ б.}$$

$$2 \times 2 \text{ б.} = 4 \text{ б.}$$

2 б.

**Итого: 20 баллов**

### Задача 3.

Колба 1:  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{NaNO}_3$  (уравнение 1)

Колба 2:  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HNO}_3 = 2\text{NaNO}_3 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$  (уравнение 2)

1. Определим массу карбоната натрия в исходном растворе:

	Соль	Вода	Раствор
Растворимость	31,8 г	100 г	131,8 г (31,8 + 100)
По условию задачи	x		395,4

Отсюда  $x = 31,8 \cdot 395,4 / 131,8 = 95,4$  г ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  исходный или общий).

2. Определим количество карбоната натрия в первой колбе

$$n(\text{CaCO}_3) = 50 \text{ г} / 100 \text{ г/моль} = 0,5 \text{ моль}$$

$$n_1(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{CaCO}_3) = 0,5 \text{ моль (по уравнению 1)}$$

3. Определим количество карбоната натрия во второй колбе

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{общее}} = 95,4 \text{ г} / 106 \text{ г/моль} = 0,9 \text{ моль}$$

$$n_2(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{исх}} - n_1(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,9 \text{ моль} - 0,5 \text{ моль} = 0,4 \text{ моль}$$

4. Определим массу раствора карбоната натрия во второй колбе

$$m_2(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,4 \text{ моль} \cdot 106 \text{ г/моль} = 42,4 \text{ г}$$

	Соль	Вода	Раствор
Растворимость	31,8 г	100 г	131,8 г
По условию задачи	42,4 г		z

Отсюда  $z = 42,4 \text{ г} \cdot 131,8 \text{ г} / 31,8 \text{ г} = 175,73 \text{ г}$  (масса раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  во второй колбе)

5. Определим начальное количество азотной кислоты

$$m(\text{HNO}_3)_{\text{исх}} = 252 \text{ г} \cdot 0,3 = 75,6 \text{ г}$$

$$n(\text{HNO}_3)_{\text{исх}} = 75,6 \text{ г} / 63 \text{ г/моль} = 1,2 \text{ моль}$$

6. Определим массу оставшейся после реакции азотной кислоты

$$n(\text{HNO}_3)_{\text{прор}} = 2 \cdot n_2(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2 \cdot 0,4 \text{ моль} = 0,8 \text{ моль (по уравнению 2)}$$

$$m(\text{HNO}_3)_{\text{прор}} = 0,8 \text{ моль} \cdot 63 \text{ г/моль} = 50,4 \text{ г}$$

$$m(\text{HNO}_3)_{\text{ост}} = m(\text{HNO}_3)_{\text{исх}} - m(\text{HNO}_3)_{\text{прор}} = 75,6 \text{ г} - 50,4 \text{ г} = 25,2 \text{ г}$$

7. Определим массу раствора во второй колбе по окончании реакции

$$n_2(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{CO}_2) = 0,4 \text{ моль (по уравнению 2)}$$

$$m(\text{CO}_2) = 0,4 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 17,6 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ра во 2 колбе}) = m_2(\text{р-ра Na}_2\text{CO}_3) + m(\text{р-ра HNO}_3)_{\text{исх}} - m(\text{CO}_2) = 25,2\text{г} + 252\text{г} - 17,6\text{г} = 410,13\text{г}$$

8. Определим массовую долю азотной кислоты во второй колбе после реакции

$$W(\text{HNO}_3)_{\text{конечн}} = m(\text{HNO}_3)_{\text{ост}} / m(\text{р-ра во 2 колбе}) = 25,2\text{г} / 410,13\text{г} = 0,061 \text{ или } 6,1\%$$

Ответ: 6,1%

#### Оценивание:

1). Составлены уравнения реакций

2). Выполнены элементы решения № 1-6, 8

3). Выполнен элемент решения № 7

2 \* 1 б. = 2 б.

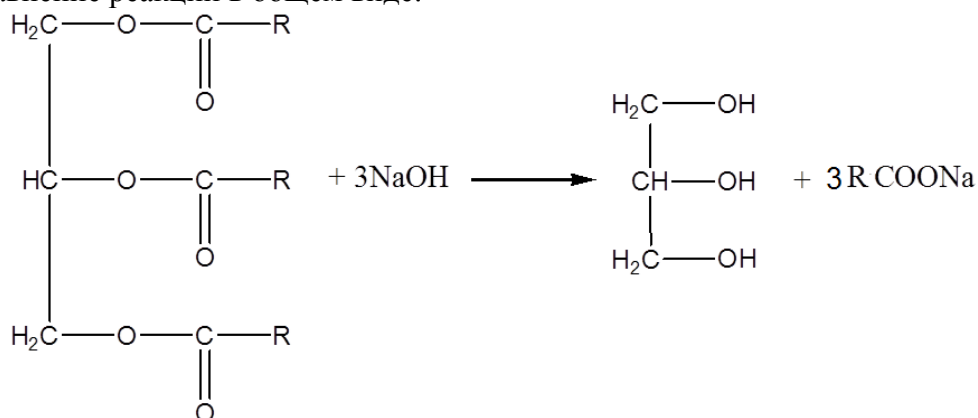
7 \* 2 б. = 14 б.

4 б.

**Итого: 20 баллов**

#### Задача 4.

Составим уравнение реакции в общем виде:



$$n(\text{NaOH}) = 4 \text{ моль/л} \cdot 0,015 \text{ л} = 0,06 \text{ моль}$$

$$\text{По уравнению реакции: } n(\text{жира}) = n(\text{NaOH}) / 3 = 0,06 / 3 = 0,02 \text{ моль}$$

$$M(\text{жира}) = m / n = 17,8 \text{ г} / 0,02 \text{ моль} = 890 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{жира}) = 6 \cdot 12 + 1 \cdot 5 + 6 \cdot 16 + 3 \cdot M(\text{R})$$

$$72 + 5 + 96 + 3 \cdot M(\text{R}) = 890$$

$$M(\text{R}) = (890 - 173) / 3 = 239$$

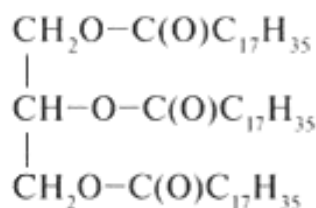
R – углеводородный радикал.

Учитывая, что жир твердый R – предельный углеводородный радикал, имеющий общую формулу  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$ .

$$12n + 2n + 1 = 239$$

$$n = 17$$

Формула жира:



Жиры относят к сложным эфирам (образованы трехатомным спиртом – глицерином и высшими карбоновыми кислотами).

**Жиры** – одна из основных групп веществ, входящих, наряду с белками и углеводами, в состав всех растительных и животных клеток. В организме животных различают запасные и плазматические жиры. Запасные жиры откладываются в подкожной клетчатке и в сальниках и являются источником энергии. Плазматические жиры структурно связаны с белками и углеводами и входят в состав большинства мембран. Жиры обладают высокой энергетической ценностью: при полном окислении в живом организме 1 г жира выделяется 37,7 кДж, что в два раза больше, чем при окислении 1 г белка или углевода. Благодаря низкой теплопроводности жиры играют важную роль в терморегуляции животных организмов, предохраняя животных, особенно морских, от переохлаждения. Вследствие своей эластичности жиры играют защитную роль в коже позвоночных и в наружном скелете насекомых.

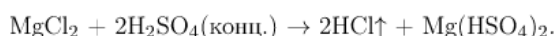
**Оценивание:**

- |   |      |
|---|------|
| 1). Составлено уравнение реакции в общем виде                             | 4 б. |
| 2). Определена молярная масса жира  | 4 б. |
| 3). Определена молярная масса радикала и число атомов углерода в радикале | 4 б. |
| 4). Написана формула искомого жира  | 4 б. |
| 5). Определен класс веществ – сложные эфиры                               | 2 б. |
| 6). Описаны биологические функции жиров                                   | 2 б. |

**Итого: 20 баллов**

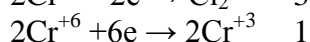
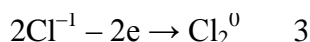
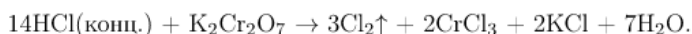
**Задача 5.**

1) При действии концентрированной серной кислоты на твёрдый хлорид магния выделяется газообразный хлороводород и образуется кислая соль:



Для получения хлороводорода используют твердую соль и концентрированную кислоту для смещения химического равновесия реакции вправо. При использовании растворов веществ образующийся хлороводород остается в растворе (ввиду очень хорошей растворимости хлороводорода в воде).

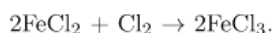
2) Концентрированный раствор хлороводорода (концентрированная соляная кислота) при взаимодействии с твёрдым дихроматом калия проявляет свойства восстановителя, превращаясь в хлор (газ жёлто-зелёного цвета):



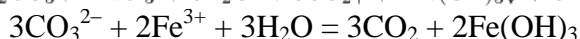
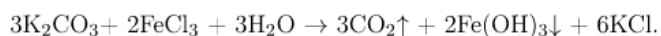
HCl (Cl<sup>-1</sup>) – восстановитель

K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (Cr<sup>+6</sup>) – окислитель

3) Хлорид железа(II) окисляется хлором:



4) Вследствие полного гидролиза при смешивании растворов карбоната калия и хлорида железа(III) образуются углекислый газ и осадок гидроксида железа(III):



**Оценивание:**

- |   |      |
|---|------|
| 1). Составлено уравнение реакции (1)        | 3 б. |
| 2). Составлено уравнение реакции (2)        | 4 б. |
| 3). Составлено уравнение реакции (3)        | 2 б. |
| 4). Составлено уравнение реакции (4)        | 5 б. |
| 5). Составлен электронный баланс            | 1 б. |
| 6). Указан окислитель и восстановитель      | 1 б. |
| 7). Составлено сокращенное ионное уравнение | 2 б. |

**Итого: 20 баллов**