

**Задания муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии**

**2021-2022 учебный год**

**10 класс**

*Продолжительность олимпиады: 180 минут.*

*Максимально возможное количество баллов: 75*

**Код участника:** \_\_\_\_\_

**Задание 1.**

Железный купорос ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) широко применяется садоводами и как удобрение, и как фунгицид. С помощью этого вещества производится также дезинфекция деревянных рам в парнике, овощехранилище или погребе. Определите массу железного купороса и объем воды, которые необходимо взять для приготовления 5 % по массе раствора сульфата железа объемом 10 л (плотность раствора - 1,02 г/мл).

*Количество баллов – 5*

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Определение массы конечного раствора $m_{\text{р-ра}} = 1,02 \cdot 10000 = 10200 \text{ г}$	1
2. Определение массы соли в растворе $m_{\text{с}} = 0,05 \cdot 10200 = 510 \text{ г}$	1
3. Определение массы кристаллогидрата $M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 278 \text{ г/моль}$ В 278 г кристаллогидрата содержится 152 г безводной соли, в X г кристаллогидрата - 510 г соли $X = 278 \cdot 510 / 152 = 932,8 \text{ г}$	2
4. Масса воды $m(\text{H}_2\text{O}) = 10200 - 932,8 = 9267,2 \text{ г}$ или 9,267 л	1
<b>ИТОГО</b>	<b>5</b>

**Задание 2.**

1. Два стеклянных цилиндра заполнили сернистым газом. В один из цилиндров добавили подкисленный раствор (обычно серной кислотой) марганцовки, а во второй – подкисленный раствор хромпика.

- а) Как можно получить сернистый газ и заполнить им цилиндр?
- б) Приведите формулы, названия и класс веществ, имеющих тривиальное название «марганцовка» и «хромпик».
- в) Каков цвет исходных растворов?
- г) Каковы видимые признаки реакций в цилиндрах?
- д) Составьте уравнения реакций, к какому типу они относятся? Какую роль в них

играют реагенты и почему? Почему растворы подкислили?

Количество баллов –20

Содержание верного ответа и указания по оцениванию(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Написано уравнение получения сернистого газа (одно из уравнений) $S + O_2 = SO_2$ $Na_2SO_3 (m) + 2 H_2SO_4 (конц., хол.) = 2 NaHSO_4 + SO_2\uparrow + H_2O$ $Cu + 2 H_2SO_4 (конц) = CuSO_4 + SO_2\uparrow + 2 H_2O.$	1
2. Указан варианты сбора сернистого газа <i>Сернистый газ тяжелее воздуха, поэтому его собирают в цилиндре методом вытеснения воздуха снизу вверх</i>	1
3. Приведите формулы, названия и класс веществ, имеющих тривиальное название «марганцовка» и «хромпик». <i>«марганцовка» – перманганат калия <math>KMnO_4</math>, соль;</i> <i>«хромпик» – дихромат (бихромат) калия <math>K_2Cr_2O_7</math>, соль.</i>	6
4. Указаны цвета исходных растворов: <i>Раствор марганцовки фиолетовый</i> <i>Раствор хромпика – оранжевый</i> <i>Признак реакций – фиолетовый раствор обесцветится, а оранжевый раствор поменял окраску на зеленую.</i>	4
5. Написаны уравнения окислительно-восстановительных реакций <i>автоматически</i> $5 SO_2 + 2 H_2O + 2 KMnO_4 = 2 H_2SO_4 + 2 MnSO_4 + K_2SO_4$ $SO_2 + 2 H_2O - 2e \rightarrow SO_4^{2-} + 4 H^+ \quad   5$ $MnO_4^- + 8 H^+ + 5e \rightarrow Mn^{2+} + 4 H_2O \quad   2$ $3 SO_2 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 = Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4$ $SO_2 + 2 H_2O - 2e \rightarrow SO_4^{2-} + 4 H^+ \quad   3$ $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \rightarrow 2 Cr^{3+} + 7 H_2O \quad   2$	6
Указана роль реагентов и среды Реакции окислительно–восстановительные, где сернистый газ играет роль восстановителя, а перманганат калия и бихромат калия – окислителей соответственно. Характер среды (кислый) влияет на состав продуктов реакций.	2
<b>ИТОГО</b>	<b>20</b>

### Задание 3.

Даны водные растворы веществ:  $FeCl_3$ ,  $Br_2$ ,  $Na_2CO_3$ ,  $H_2S$ ,  $SO_2$ . Составьте уравнения возможных реакций между этими растворами, взятыми попарно. В каждой паре допускается не более одного уравнения.

Количество баллов –20

Содержание верного ответа и указания по оцениванию(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Составлены уравнения реакций 1. $2FeCl_3 + 3Na_2CO_3 + 3H_2O \rightarrow 2Fe(OH)_3 + 3CO_2 + 6NaOH$ 2. $2FeCl_3 + H_2S \rightarrow S + 2FeCl_2 + 2HCl$ 3. $2FeCl_3 + SO_2 + 2H_2O \rightarrow 2FeCl_2 + 2HCl + H_2SO_4$ (или $2FeCl_3 + SO_2 + 2H_2O \rightarrow FeCl_2 + FeSO_4 + 4HCl$ ) 4. $Br_2 + H_2S \rightarrow S + 2HBr$ 5. $Br_2 + SO_2 + 2H_2O \rightarrow H_2SO_4 + 2HBr$ 6. $3Br_2 + 3Na_2CO_3 \rightarrow 5NaBr + NaBrO_3 + 3CO_2$ (при кипячении)	За каждое правильное уравнение 2 балла

(или $\text{Br}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaBr} + \text{NaBrO} + \text{CO}_2$ (без нагревания))	
7. $\text{SO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{CO}_2$	
8. $\text{SO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaHSO}_3 + \text{NaHCO}_3$	
9. $\text{H}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaHS} + \text{NaHCO}_3$	
10. $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$	
ИТОГО	20

#### Задание 4

Явление изомерии было впервые обнаружено немецким химиком Ю. Либихом в 1823 г., а термин «изомерия» в 1830 г. ввел шведский химик И. Берцелиус, предположивший, что различия в свойствах соединений одинакового состава возникают из-за того, что атомы в молекуле расположены в неодинаковом порядке. Представления об изомерии окончательно сформировались после создания русским химиком А. М. Бутлеровым теории химического строения органических соединений (1860-е годы). В настоящее время понятие «изомерия» обозначает явление, заключающееся в существовании химических соединений — изомеров, — одинаковых по атомному составу и молекулярной массе, но различающихся по строению или расположению атомов в пространстве и, вследствие этого, по свойствам. Изомерия наиболее характерна для органических соединений вследствие их большого разнообразия. Так для ненасыщенных углеводородов характерно существование нескольких видов изомерии.

1. Напишите все структурные формулы ациклических изомерных углеводородов с шестью углеродными атомами, из которых: один атом углерода в  $sp^3$ -гибридизации, один атом углерода в  $sp$ -гибридизации, 4 атома углерода в  $sp^2$ -гибридизации. Назовите все соединения по систематической номенклатуре.

2. Назовите виды изомерии, которые существуют в этих углеводородах.

3. Напишите уравнение реакции одного из изомеров, которое будет протекать при кипячении с раствором перманганата калия, подкисленным серной кислотой.

Количество баллов –20

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Записаны структурные формулы и даны названия веществ 1. $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ гексатриен-1,2,4 (1) 2. $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ гексатриен-1,2,5 (2) 3. $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ гексатриен-1,3,4 (3) 4. $\text{CH}_2=\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$ метилпентатриен-1,2,4 (4) 5. $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$ 4-метилпентатриен-1,2,4 (5)	10 баллов (по одному баллу за каждую формулу и название)
Указаны виды изомерии: а) углеродного скелета: соединения <b>1,2,3</b> с одной стороны и <b>4,5</b> с другой - <i>изомеры углеродного скелета</i> .	8 баллов (за указание вида изомерии -4 балла;

<p>б) соединения <b>1,2,3</b> - примеры <i>изомерии положения кратной связи</i>.  в) соединение <b>1</b> может существовать в виде <b>геометрических</b> изомеров</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <math display="block">\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{CH} \\   \\ \text{CH}=\text{CH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}</math> </div> <div style="text-align: center;"> <math display="block">\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{CH} \\   \\ \text{CH}=\text{CH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}</math> </div> </div> <p>г) соединение <b>3</b> в силу того, что <math>\pi</math>-связи в алленовой системе расположены во взаимно перпендикулярных плоскостях, существует в виде двух пространственных изомеров (<i>оптические изомеры</i>):</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <math display="block">\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{C}=\text{C}=\text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}=\text{CH}_2 \end{array}</math> </div> <div style="text-align: center;"> <math display="block">\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{C}=\text{C}=\text{C} \\ \backslash \quad / \\ \text{H}_2\text{C}=\text{CH} \quad \text{CH}_3 \end{array}</math> </div> </div>	<p>приведение примеров – 4 балла)</p>
<p>Записано уравнение реакции</p> $5\text{C}_6\text{H}_8 + 24\text{KMnO}_4 + 36\text{H}_2\text{SO}_4 = 5\text{CH}_3\text{COOH} + 24\text{MnSO}_4 + 20\text{CO}_2 + 12\text{K}_2\text{SO}_4 + 46\text{H}_2\text{O}$	<p>2 балла</p>
<p><b>ИТОГО</b></p>	<p>20 баллов</p>

### Задание 5

Углеводород А состава  $\text{C}_4\text{H}_6$  широко применяется в химической промышленности. Взаимодействие его с 1 молем  $\text{Br}_2$  приводит к образованию двух структурных изомеров В и С состава  $\text{C}_4\text{H}_6\text{Br}_2$ , один из которых (В) существует в виде двух оптических изомеров, а второй (С) существует в виде двух геометрических изомеров. При окислении углеводорода А подкисленным раствором  $\text{KMnO}_4$  образуется щавелевая кислота. При присоединении к соединению В бромоводорода в присутствии пероксидов образуется соединение D.

- Приведите структурные формулы соединений А-D.
- Напишите уравнения реакций в названных процессах.
- Для вещества С составьте структурные формулы геометрических изомеров и дайте им название.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Назван углеводород А (<math>\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2</math> <b>бутадиен-1,3</b>) и записано уравнение реакции – окисление подкисленным раствором <math>\text{KMnO}_4</math> до образования щавелевой кислоты</p> $(\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + 4\text{KMnO}_4 + 6\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{HOOC}-\text{COOH} + 2\text{CO}_2 + 4\text{MnSO}_4 + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O})$	<p>1 2</p>
<p>Написано уравнение бромирования бутадиен -1,3 и указаны вещества В и С</p> $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Br}-\text{CHBr}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Br}$ <p><math>\text{CH}_2\text{Br}-\text{CHBr}-\text{CH}=\text{CH}_2</math> (<b>В</b>)  <math>\text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Br}</math> (<b>С</b>)</p>	<p>1 1 1</p>
<p>Написано уравнение гидробромирования углеводорода В в присутствии пероксидов протекает против правила Марковникова(перекисный эффект Хараша) и указано вещество</p> $\text{CH}_2\text{Br}-\text{CHBr}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_2\text{Br}-\text{CHBr}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Br}$ <p><math>\text{CH}_2\text{Br}-\text{CHBr}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Br}</math> (<b>D</b>)</p>	<p>1 1</p>
<p>Составлены структурные формулы 2-х геометрических изомеров вещества С: цис- и транс-1,4-</p>	<p>2</p>

дибромбутен-2.	(по 0,5 балла за каждую формулу и за каждое название)
ИТОГО	<b>10</b>