

# Московская предпрофессиональная олимпиада школьников. Химия. 11 класс. Теоретический тур отборочного этапа, 2023/24

1 ноя 2023 г., 10:00 — 20 ноя 2023 г., 23:59

## Правила записи ответов

1. При внесении формул пользуйтесь английской раскладкой клавиатуры.
2. Нижние и верхние индексы указывайте в той же строке, не применяя никаких специфических символов.

**Пример:**  $\text{KMnO}_4$ .

3. Если в задании требуется указать степень окисления, сначала указывайте знак, потом число.

**Пример:** +3.

- При вводе ответов с клавиатуры обращайте внимание **на требования**, указанные в задании (единицы измерения, округление, число слов в ответе и прочее).
- В окна для ответов записывайте нужное количество слов **через пробел, без запятых и других разделителей**.
- Слова с орфографическими, грамматическими ошибками и опечатками **не засчитываются**.

## № 1, вариант 1

5 баллов

Для обогащения природных полезных ископаемых используется следующий метод. Измельчённую добытую руду заливают маслом, затем доливают воду, после чего пропускают через смесь пузырьки воздуха. В зависимости от свойств вещества и особенностей образования межфазных границ (вода — масло — газ), происходит разделение компонентов. Выберите утверждения, отражающие суть и химизм данного процесса.

- Процесс, во время которого происходит слипание молекул одного вещества и выделение веществ из дисперсной системы.
- Процесс, во время которого происходит слипание молекул одного вещества и другого в месте контакта с возможностью их последующего отделения.
- Процесс, во время которого происходит слипание молекул одного вещества и поглощение всех контактирующих компонентов и веществ в дисперсную систему.
- Метод разделения смесей, который основан на различной смачиваемости веществ из состава.
- Нет верного ответа.

## Правила записи ответов

1. При внесении формул пользуйтесь английской раскладкой клавиатуры.
2. Нижние и верхние индексы указывайте в той же строке, не применяя никаких специфических символов.

**Пример:**  $KMnO_4$ .

3. Если в задании требуется указать степень окисления, сначала указывайте знак, потом число.

**Пример:** +3.

- При вводе ответов с клавиатуры обращайте внимание **на требования**, указанные в задании (единицы измерения, округление, число слов в ответе и прочее).
- В окна для ответов записывайте нужное количество слов **через пробел, без запятых и других разделителей**.
- Слова с орфографическими, грамматическими ошибками и опечатками **не засчитываются**.

### № 1, вариант 2

5 баллов

Для обогащения природных полезных ископаемых используется следующий метод. Измельчённую добытую руду заливают маслом, затем доливают воду, после чего пропускают через смесь пузырьки воздуха. В зависимости от свойств вещества и особенностей образования межфазных границ (вода — масло — газ), происходит разделение компонентов. Выберите утверждения, не отражающие суть и химизм данного процесса.

- Процесс, во время которого происходит слипание молекул одного вещества и выделение веществ из дисперсной системы.
- Процесс, во время которого происходит слипание молекул одного вещества и другого в месте контакта с возможностью их последующего отделения.
- Процесс, во время которого происходит слипание молекул одного вещества и поглощение всех контактирующих компонентов и веществ в дисперсную систему.
- Метод разделения смесей, который действует на основе различных показателей смачиваемости веществ из состава.
- Нет верного ответа.

## № 2, вариант 1

5 баллов

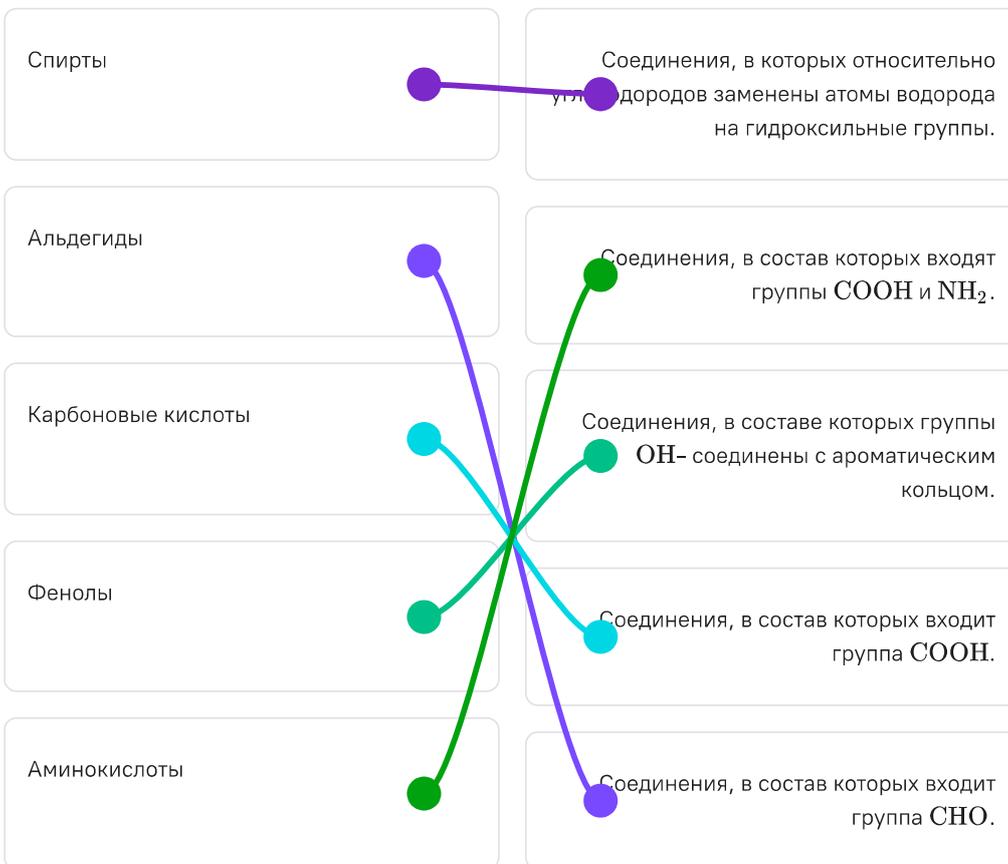
Сопоставьте термины и их определения.

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Межклассовая изомерия           | Переприсоединение метильных групп от одного атома углерода к любому другому внутри молекулы.  |
| Изомерия положения              | Соединения из разных классов веществ с идентичной общей химической формулой.  |
| Пространственная изомерия       | Присоединение идентичных функциональных групп к разным атомам углерода скелета соединения.  |
| Изомерия по углеродному скелету | Различное расположение идентичных функциональных групп, асимметрия при одинаковом углеродном скелете.   |
| Оптическая изомерия             | Сtereoизомеры, соединения с идентичными молекулярными формулами и связями внутри молекулы, но с различиями в положении атомов в пространстве. |

№ 2, вариант 2

5 баллов

Сопоставьте термины и их определения.



### № 3, вариант 1

---

10 баллов

При нагревании 16,8 г перманганата калия, содержащего диоксид марганца в качестве примеси, выделилось 896 мл кислорода (н.у.). Все расчёты проводить с точностью до десятых.

Рассчитайте массовую долю примеси в исходном соединении.

32 %

25 %

5 %

15 %

10 %

Рассчитайте массовую долю диоксида марганца в твёрдой смеси продуктов, образовавшейся после нагревания.

21 %

15 %

65 %

49 %

32 %

### № 3, вариант 2

---

10 баллов

При нагревании 8,4 г перманганата калия, содержащего диоксид марганца в качестве примеси, выделилось 448 мл кислорода (н.у.). Все расчёты проводить с точностью до десятых.

Рассчитайте массовую долю примеси в исходном соединении.

32 %

25 %

5 %

15 %

10 %

Рассчитайте массовую долю диоксида марганца в твёрдой смеси продуктов, образовавшейся после нагревания.

21 %

15 %

65 %

52 %

32 %

#### № 4, вариант 1

10 баллов

Отличительной особенностью резины как конструкционного материала является высокоэластичность. Резины и изделия на их основе должны обладать высокой прочностью при растяжении (в условиях, например, удлинения изначального размера резинового изделия до 1000 %) и практически полностью восстанавливать исходную форму после снятия данной нагрузки (с минимальным остаточным удлинением).

Резинотехнические изделия получают вулканизацией резиновых смесей (смеси каучуков с различными ингредиентами). Вулканизация — ответственный этап производства, поскольку определяет упруго-прочностные, эксплуатационные (например, твёрдость, износостойкость) и другие свойства, а также стоимость конечного изделия.

В связи с этим для технолога важно заранее, в лабораторных условиях, определить оптимальное время и температуру процесса вулканизации резиновых смесей. Для этого технологи проводят сравнительный анализ упруго-прочностных свойств модельных резин (рис. 1), и подбирают «компромиссное» время вулканизации для достижения наилучших основных упруго-прочностных свойств.

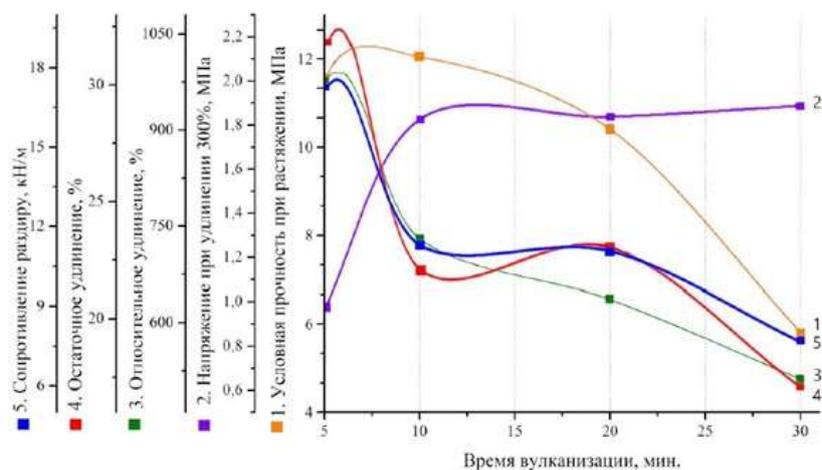


Рис. 1. Изменение упруго-прочностных свойств резин на основе хлоропренового каучука марки Ваургеп-611 в зависимости от времени вулканизации при температуре 150°C (1 — условная прочность при растяжении, МПа; 2 — напряжение при удлинении 300 %, МПа; 3 — относительное удлинение, %; 4 — остаточное удлинение, %; 5 — сопротивление раздиру, кН/м).

По данным изменения упруго-прочностных свойств резин от времени вулканизации (рис. 1), определите оптимальное время вулканизации резиновой смеси для изготовления масло-бензостойкого автомобильного уплотнителя. Ответ запишите в минутах.

## № 4, вариант 2

10 баллов

Отличительной особенностью резины как конструкционного материала является высокоэластичность. Резины и изделия на их основе должны обладать высокой прочностью при растяжении (в условиях, например, удлинения изначального размера резинового изделия до 1000 %) и практически полностью восстанавливать исходную форму после снятия данной нагрузки (с минимальным остаточным удлинением).

Резинотехнические изделия получают вулканизацией резиновых смесей (смеси каучуков с различными ингредиентами). Вулканизация – ответственный этап производства, поскольку определяет упруго-прочностные, эксплуатационные (например, твёрдость, износостойкость) и другие свойства, а также стоимость конечного изделия.

В связи с этим для технолога важно заранее, в лабораторных условиях, определить оптимальное время и температуру процесса вулканизации резиновых смесей. Для этого технологи проводят сравнительный анализ упруго-прочностных свойств модельных резин (рис. 1), и подбирают «компромиссное» время вулканизации для достижения наилучших основных упруго-прочностных свойств.

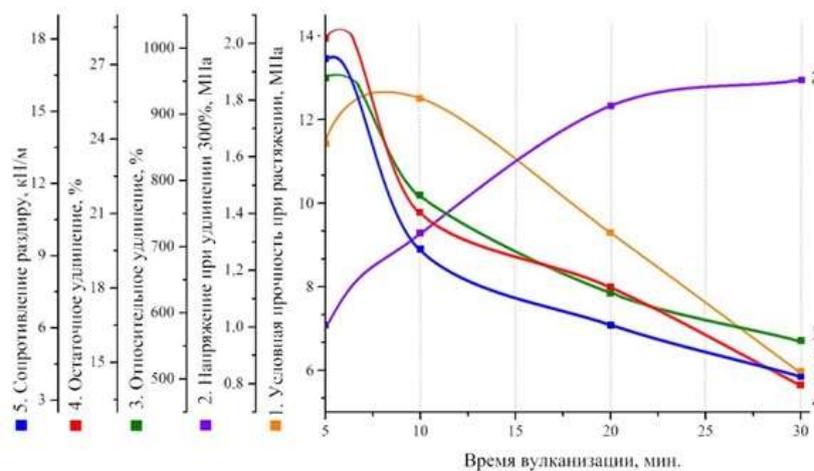


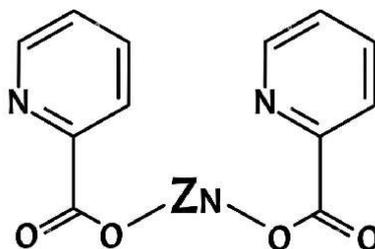
Рис. 1. Изменение упруго-прочностных свойств резин на основе хлоропренового каучука марки Denka-S40 в зависимости от времени вулканизации при температуре 150°C (1 – условная прочность при растяжении, МПа; 2 – напряжение при удлинении 300 %, МПа; 3 – относительное удлинение, %; 4 – остаточное удлинение, %; 5 – сопротивление раздиру, кН/м).

По данным изменения упруго-прочностных свойств резин от времени вулканизации (рис. 1), определите оптимальное время вулканизации резиновой смеси для изготовления масло-бензостойкой автомобильной манжеты. Ответ запишите в минутах.

## № 5, вариант 1

35 баллов

Цинк — один из микроэлементов, необходимых для нормального функционирования организма. Для того, чтобы создать дополнительные источники этого микроэлемента зачастую применяют специальные добавки. Так, например, существуют препараты, содержащие в своем составе пиколинат цинка (структурная формула представлена на рисунке). Для лекарственных препаратов и биологически активных добавок, содержащих в своем составе это соединение, одним из важных показателей является количественное определение. Такое определение можно провести, например, с помощью раствора этилендиаминтетраацетата натрия (ЭДТА). Цинк образует устойчивое соединение с ЭДТА, которое относится к комплексным соединениям.



Структурная формула пиколината цинка.

Назовите, как в таком случае будет называться ЭДТА по отношению к атому цинка. В ответе укажите одно слово в именительном падеже единственном числе.

лиганд

Реакция цинка с ЭДТА лежит в основе химической реакции, положенной в основу титриметрического определения многих металлов. Для данной реакции характерно стехиометрическое соотношение 1:1. Зная, что на титрование аликвоты раствора, полученного при разбавлении двух таблеток пошло 6,6 мл 0,05 М раствора ЭДТА натрия, определите содержание пиколината цинка в таблетке. Ответ дайте в мг с точностью до целых.

51

Принимая во внимание, что номинальное содержание пиколината цинка в одной таблетке составляет 50 мг, а допустимое отклонение согласно требованиям составляет 5 %, как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения количественного содержания, сделайте вывод о соответствии или несоответствии проанализированных таблеток требованиям. В случае соответствия выберите ответ "да", в случае несоответствия — "нет".

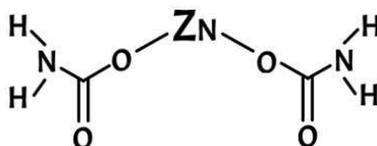
да

нет

## № 5, вариант 2

35 баллов

Цинк — один из микроэлементов, необходимых для нормального функционирования организма. Для того, чтобы создать дополнительные источники этого микроэлемента зачастую применяют специальные добавки. Так, например, существуют препараты, содержащие в своем составе глицинат цинка (структурная формула представлена на рисунке). Для лекарственных препаратов и биологически активных добавок, содержащих в своем составе это соединение, одним из важных показателей является количественное определение. Такое определение можно провести, например, с помощью раствора этилендиаминтетраацетата натрия (ЭДТА). Цинк образует устойчивое соединение с ЭДТА, которое относится к комплексным соединениям.



Структурная формула глицината цинка.

Назовите, как в таком случае будет называться атом цинка. В ответе укажите одно слово в именительном падеже единственном числе.

комплексообразователь

Реакция цинка с ЭДТА лежит в основе химической реакции, положенной в основу титриметрического определения многих металлов. Для данной реакции характерно стехиометрическое соотношение 1:1. Зная, что на титрование аликвоты раствора, полученного при разбавлении четырёх таблеток пошло 25,5 мл 0,04 М раствора ЭДТА натрия, определите содержание глицината цинка в таблетке. Ответ дайте в мг с точностью до целых.

55

Принимая во внимание, что номинальное содержание глицината цинка в одной таблетке составляет 50 мг, а допустимое отклонение согласно требованиям составляет 5 %, как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения количественного содержания, сделайте вывод о соответствии или несоответствии проанализированных таблеток требованиям. В случае соответствия выберите ответ "да", в случае несоответствия — "нет".

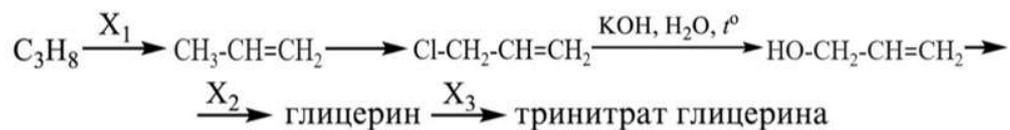
да

нет

№ 6, вариант 1

35 баллов

Представлена следующая цепочка превращений.



Определите, какие из представленных ниже веществ являются веществами X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub> и X<sub>3</sub>. Расставьте выбранные вещества в нужной последовательности слева направо.

— Расставьте в верной последовательности —

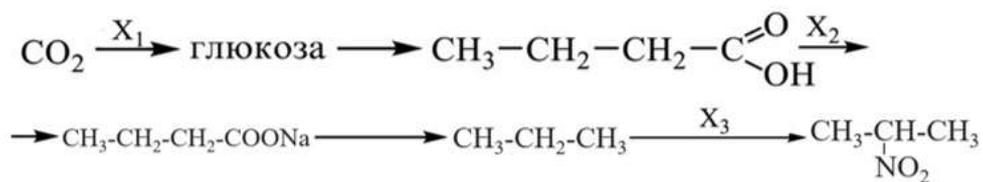
$t^\circ$ , кат.  $\text{KMnO}_4, \text{H}_2\text{O}, 0^\circ\text{C}$   $\text{HNO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4$

$\text{HNO}_{3(p-p)}, t^\circ$   $\text{C}_{\text{акт}}, t^\circ$   $\text{HCOOH}$

№ 6, вариант 2

35 баллов

Представлена следующая цепочка превращений.



Определите, какие из представленных ниже веществ являются веществами X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub> и X<sub>3</sub>. Расставьте выбранные вещества в нужной последовательности слева направо.

— Расставьте в верной последовательности —

$\text{H}_2\text{O}$   $\text{NaOH}$   $\text{HNO}_{3(p-p)}, t^\circ$

$\text{HNO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4$   $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$   $\text{HCOOH}$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП. Решения**

---

**11 класс**

Задача 1.1

Ответ:

2. Процесс, во время которого происходит слипание молекул одного вещества и другого в месте контакта с возможностью их последующего отделения;
4. Метод разделения смесей, который основан на различной смачиваемости веществ из состава.

Задача 1.2

Ответ:

1. Процесс, во время которого происходит слипание молекул одного вещества и выделение веществ из дисперсной системы;
3. Процесс, во время которого происходит слипание молекул одного вещества и поглощение всех контактирующих компонентов и веществ в дисперсную систему;

Задача 2.1

Ответ:

|   |                                 |   |  |
|---|---------------------------------|---|--|
| 1 | Межклассовая изомерия           | 7 | Соединения из разных классов веществ с идентичной общей химической формулой                          |
| 2 | Изомерия положения              | 8 | Присоединение идентичных функциональных групп к разным атомам углерода скелета соединения            |
| 3 | Пространственная изомерия       | 6 | Переприсоединение метильных групп от одного атома углерода к любому другому внутри молекулы          |
| 4 | Изомерия по углеродному скелету | 9 | Различное расположение идентичных функциональных групп, асимметрия при одинаковом углеродном скелете |

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП. Решения**

|   |                     |    |  |
|---|---------------------|----|--|
| 5 | Оптическая изомерия | 10 | Соединения с идентичными молекулярными формулами и связями внутри молекулы, но с различиями в положении атомов в пространстве. |
|---|---------------------|----|--|

Задача 2.2

Ответ:

|    |                    |    |  |
|----|--------------------|----|--|
| 1. | Спирты             | 6. | Соединения, в которых относительно углеводов заменены атомы водорода на гидроксильные группы |
| 2. | Альдегиды          | 10 | Соединения, в состав которых входит группа СНО   |
| 3. | Карбоновые кислоты | 9  | Соединения, в состав которых входит группа СООН  |
| 4. | Фенолы             | 8  | Соединения, в составе которых группы ОН-соединены с ароматическим кольцом                    |
| 5. | Аминокислоты       | 7  | Соединения, в состав которых входит группа СООН и NH <sub>2</sub>                            |

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП. Решения**

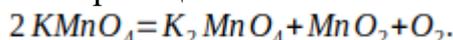
---

Задача 3.1

1) Ответ: 25%

Решение:

В ходе реакции разложения образуются манганат калия, диоксид марганца и кислород. Запишем уравнение реакции:



Согласно уравнению, на 1 моль кислорода приходится 2 перманганата калия. Следовательно, массу перманганата калия вступившего в реакцию можно рассчитать следующим образом:

$$m_{\text{KMnO}_4} = n_{\text{KMnO}_4} \cdot M_{\text{KMnO}_4} = 2 \cdot n_{\text{O}_2} \cdot M_{\text{KMnO}_4} = \frac{2 \cdot V_{\text{O}_2}}{V_m} \cdot M_{\text{KMnO}_4} =$$
$$\hat{=} \frac{2 \cdot 896}{1000 \cdot 22.4} \cdot 158 = 12.6 \text{ г.}$$

Тогда:

$$\omega_{\text{MnO}_2}^{\text{уч}} = \frac{m_{\text{уч}} - m_{\text{KMnO}_4}}{m_{\text{уч}}} \cdot 100\% = \frac{16.8 - 12.6}{16.8} \cdot 100\% = 25\%.$$

2) Ответ: 49%

Решение:

Рассчитаем массы всех твердых продуктов реакции:

$$m_{\text{K}_2\text{MnO}_4} = n_{\text{K}_2\text{MnO}_4} \cdot M_{\text{K}_2\text{MnO}_4} = n_{\text{O}_2} \cdot M_{\text{K}_2\text{MnO}_4} = \frac{V_{\text{O}_2}}{V_m} \cdot M_{\text{K}_2\text{MnO}_4} =$$
$$\hat{=} \frac{896}{1000 \cdot 22.4} \cdot 197 = 7.9 \text{ г.}$$

$$m_{\text{MnO}_2} = n_{\text{MnO}_2} \cdot M_{\text{MnO}_2} = n_{\text{O}_2} \cdot M_{\text{MnO}_2} = \frac{V_{\text{O}_2}}{V_m} \cdot M_{\text{MnO}_2} =$$
$$\hat{=} \frac{896}{1000 \cdot 22.4} \cdot 87 = 3.5 \text{ г.}$$

Тогда:

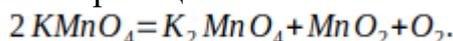
$$\omega_{\text{MnO}_2} = \frac{m_{\text{MnO}_2} + (m_{\text{уч}} - m_{\text{KMnO}_4})}{m_{\text{MnO}_2} + (m_{\text{уч}} - m_{\text{KMnO}_4}) + m_{\text{K}_2\text{MnO}_4}} \cdot 100\% =$$
$$\hat{=} \frac{3.5 + (16.8 - 12.6)}{3.5 + (16.8 - 12.6) + 7.9} \cdot 100\% = 49\%$$

Задача 3.2

1) Ответ: 25%

Решение:

В ходе реакции разложения образуются манганат калия, диоксид марганца и кислород. Запишем уравнение реакции:



Согласно уравнению, на 1 моль кислорода приходится 2 перманганата калия. Следовательно, массу перманганата калия вступившего в реакцию можно рассчитать следующим образом:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП. Решения**

---

$$m_{KMnO_4} = n_{KMnO_4} \cdot M_{KMnO_4} = 2 \cdot n_{O_2} \cdot M_{KMnO_4} = \frac{2 \cdot V_{O_2}}{V_m} \cdot M_{KMnO_4} = \zeta$$

$$\zeta \frac{2 \cdot 448}{1000 \cdot 22.4} \cdot 158 = 6.3 \text{ г.}$$

Тогда:

$$\omega_{MnO_2}^{уцх} = \frac{m_{уцх} - m_{KMnO_4}}{m_{уцх}} \cdot 100\% = \frac{8.4 - 6.3}{8.4} \cdot 100\% = 25\%.$$

2) Ответ: 52%

Решение:

Рассчитаем массы всех твердых продуктов реакции:

$$m_{K_2MnO_4} = n_{K_2MnO_4} \cdot M_{K_2MnO_4} = n_{O_2} \cdot M_{K_2MnO_4} = \frac{V_{O_2}}{V_m} \cdot M_{K_2MnO_4} = \zeta$$

$$\zeta \frac{448}{1000 \cdot 22.4} \cdot 197 = 4.0 \text{ г.}$$

$$m_{MnO_2} = n_{MnO_2} \cdot M_{MnO_2} = n_{O_2} \cdot M_{MnO_2} = \frac{V_{O_2}}{V_m} \cdot M_{MnO_2} = \zeta$$

$$\zeta \frac{448}{1000 \cdot 22.4} \cdot 87 = 1.8 \text{ г.}$$

Тогда:

$$\omega_{MnO_2} = \frac{m_{MnO_2} + (m_{уцх} - m_{KMnO_4})}{m_{MnO_2} + (m_{уцх} - m_{KMnO_4}) + m_{K_2MnO_4}} \cdot 100\% = \zeta$$
$$\zeta \frac{1.8 + (8.4 - 6.3)}{1.8 + (8.4 - 6.3) + 4.0} \cdot 100\% = 52\%$$

#### Задача 4.1

Решение: как видно из рисунка, для исследуемой резины после 10 минут вулканизации свойственно снижение условной прочности при растяжении и стабилизация напряжения при заданном удлинении. С увеличением времени вулканизации остальные показатели имеют тенденцию к снижению. Таким образом, оптимальным можно считать время вулканизации 10 минут.

Ответ: 10

#### Задача 4.2

Решение: как видно из рисунка, для исследуемой резины после 10 минут вулканизации свойственно снижение условной прочности при растяжении и стабилизация напряжения при заданном удлинении. С увеличением времени

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП. Решения**

---

вулканизации остальные показатели имеют тенденцию к снижению. Таким образом, оптимальным можно считать время вулканизации 10 минут.

Ответ: 10

Задача 5.1

Решение:

1. При образовании комплексного соединения, атом цинка будет выполнять роль комплексообразователя, а ЭДТА - лиганда.

2. Найдем количество вещества пиколината цинка, вступившего в реакцию:

$$n(\text{Zn}) = 0,05 \cdot (6,6/1000) = 0,00033 \text{ моль}$$

Молярная масса пиколината цинка составляет 310 г/моль.

$$m(\text{Zn}) = n(\text{Zn}) \cdot M(\text{Zn}) = 0,00033 \cdot 310 = 102 \text{ мг}$$

Поскольку для определения были взяты 2 таблетки, в 1 таблетке масса пиколината цинка в 2 раза меньше, а именно 51 мг.

3. Нормы количественного содержания с учетом допуска в 5% составляют от 47,5 до 52,5 мг. Следовательно, полученное значение 51 укладывается в обозначенные рамки.

Ответ: 1. лиганд 2. 51 3. Да

Задача 5.2

Решение:

1. При образовании комплексного соединения, атом цинка будет выполнять роль комплексообразователя, а ЭДТА - лиганда.

2. Найдем количество вещества пиколината цинка, вступившего в реакцию:

$$n(\text{Zn}) = 0,04 \cdot (25,5/1000) = 0,00102 \text{ моль}$$

Молярная масса глицината цинка составляет 214 г/моль.

$$m(\text{Zn}) = n(\text{Zn}) \cdot M(\text{Zn}) = 0,00102 \cdot 214 = 218 \text{ мг}$$

Поскольку для определения были взяты 4 таблетки, в 1 таблетке масса глицината цинка в 2 раза меньше, а именно 55 мг.

3. Нормы количественного содержания с учетом допуска в 5% составляют от 47,5 до 52,5 мг. Следовательно, полученное значение 55 не укладывается в обозначенные рамки.

Ответ: 1. комплексообразователь 2. 55 3. Нет

Задача 6.1

1.  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$

3.  $\text{HNO}_3(\text{p-p}), t^\circ$

5.  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $0^\circ\text{C}$

2.  $t^\circ$ , кат.

4.  $\text{C}_{\text{акт.}}$ ,  $t^\circ$

6.  $\text{HCOOH}$

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП. Решения

---

Ответ: 251

Задача 6.2

1 HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

3 HNO<sub>3</sub>(p-p), t°

5 H<sub>2</sub>O

2 C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH

4 NaOH

6 HCOOH

Ответ: 543