

# Московская предпрофессиональная олимпиада школьников. Химия. 10 класс. Теоретический тур отборочного этапа, 2024/25

5 ноя 2024 г., 10:00 — 20 ноя 2024 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

В каком случае будет наблюдаться фиолетовое окрашивание при последовательном добавлении раствора щелочи, а затем сульфата меди (II) к обоим растворам?

уксусной кислоты и пропанола

сыворотки крови и этанола

уксусной кислоты и яичного белка

яичного белка и сыворотки крови

метанол и метаналь

## 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 обращайтесь 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

В каком случае будет наблюдаться выпадение красного осадка при нагревании гидроксида меди (II) с растворами обоих веществ?

сахарозы и этаноля

сахарозы и глюкозы

этаноля и глюкозы

бензола и толуола

глицерина и этанола

№ 2, вариант 1

5 баллов

Сопоставьте приведённые реакции с названием процесса, который они характеризуют.

$2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{-COONa} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{NaOH} + 2\text{CO}_2 + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{CH}_3$	<p>крекинг</p>
$n\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{C}_6\text{H}_5)\text{-} \rightarrow (-\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)\text{-CH}_2\text{-})_n$	<p>полимеризация</p>
$\text{C}_6\text{H}_{14} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6$	<p>поликонденсация</p>
$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_4\text{-CH}_3 \rightarrow \text{C}_3\text{H}_6 + \text{C}_3\text{H}_8$	<p>электролиз</p>
$n\text{NH}_2(\text{CH}_2)_5\text{COOH} \rightarrow (-\text{NH}(\text{CH}_2)_5\text{CO-})_n + n\text{H}_2\text{O}$	<p>риформинг</p>

№ 2, вариант 2

5 баллов

Сопоставьте приведённые реакции с названием процесса, который они характеризуют.

$2\text{CH}_3\text{COONa} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 + 2\text{NaOH} + 2\text{CO}_2 + \text{CH}_3\text{-CH}_3$	<p>крекинг</p>
$\text{C}_6\text{H}_{14} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6$	<p>полимеризация</p>
$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_5\text{-CH}_3 \rightarrow \text{C}_3\text{H}_6 + \text{C}_4\text{H}_8$	<p>риформинг</p>
$n\text{NH}_2(\text{CH}_2)_5\text{COOH} \rightarrow (-\text{NH}(\text{CH}_2)_5\text{CO-})_n + n\text{H}_2\text{O}$	<p>электролиз</p>
$-\text{CF}_2\text{-CF}_2\text{-} \rightarrow (-\text{CF}_2\text{-CF}_2\text{-})_n$	<p>поликонденсация</p>

№ 3, вариант 1

---

10 баллов

Медную пластинку массой 45 г опустили в раствор  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ . В момент извлечения пластинки из раствора массовая доля нитрата меди в растворе оказалась равной 0,96 %. Масса самой пластинки увеличилась на 4 %.

Вычислите массу исходного раствора нитрата ртути (II).

188 г

249 г

332 г

256 г

280 г

На сколько процентов изменится масса пластинки после прокаливании относительно её начальной массы?

0 %

2 %

4 %

6 %

10 %

### № 3, вариант 2

10 баллов

Алюминиевую пластинку массой 35 г опустили в раствор  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ . В момент извлечения пластинки из раствора массовая доля нитрата алюминия в растворе оказалась равной 0,97 %. Масса самой пластинки увеличилась на 5 %.

Вычислите массу исходного раствора нитрата ртути (II).

113 г

142 г

158 г

238 г

264 г

На сколько процентов изменится масса пластинки после прокаливания относительно её начальной массы?

0 %

0,5 %

1 %

2 %

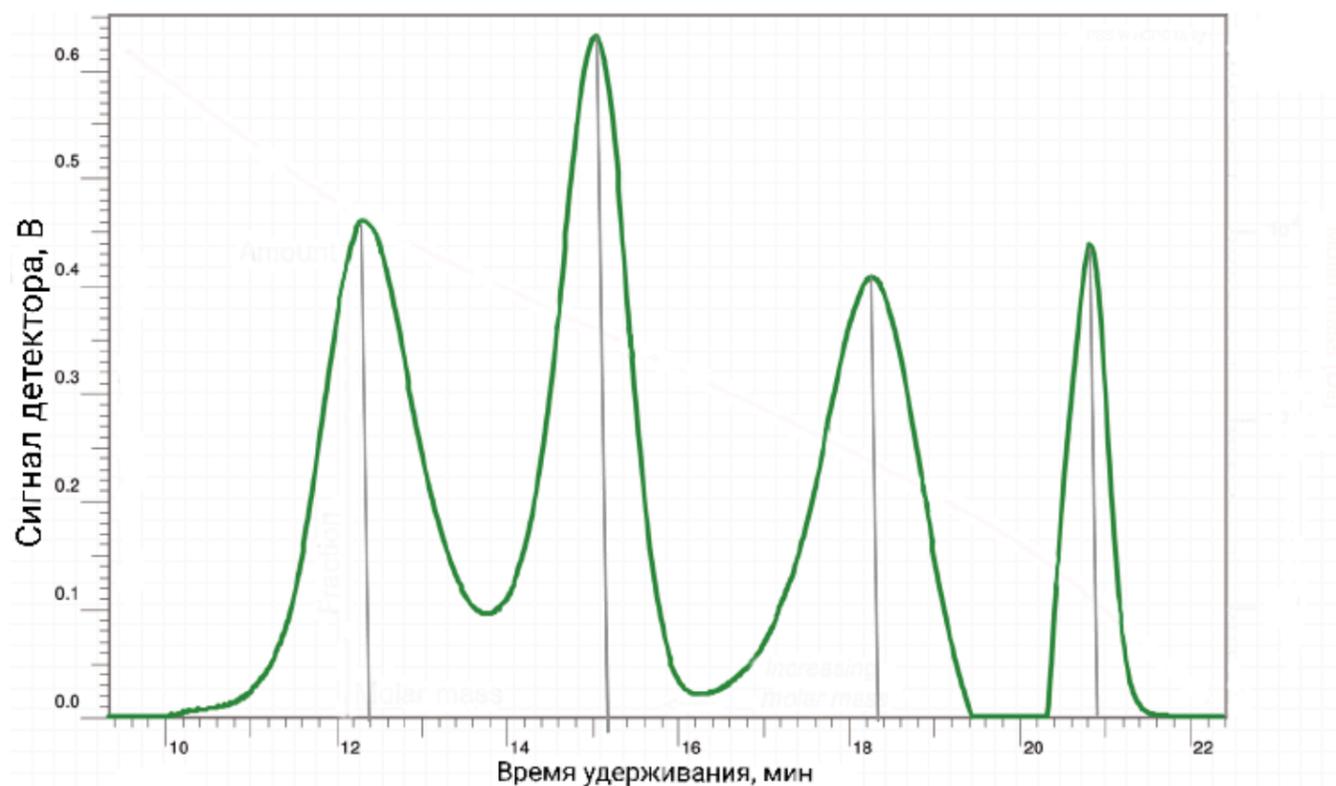
5 %

#### № 4, вариант 1

10 баллов

Гель-хроматография или гель-фильтрация — это метод разделения молекул на основе их размеров. Смесь веществ пропускают через колонку, заполненную гелем с порами определённого размера. Большие молекулы проходят через колонку быстрее, поскольку не задерживаются в порах, тогда как маленькие молекулы задерживаются и выходят позже. Этот метод широко используется в биохимии для анализа и очистки веществ.

На рисунке представлена хроматограмма смеси белков, разделённых методом гель-хроматографии. Хроматограммой называют график зависимости интенсивности сигнала детектора, установленного на выходе из колонки, от времени. Интенсивность сигнала пропорциональна концентрации разделяемых веществ, и каждое вещество представлено на хроматограмме пиком с максимумом, соответствующим максимальной концентрации. Временем удерживания вещества называют время от начала хроматографии до выхода максимума пика, соответствующего данному веществу.



На представленной хроматограмме найдите пик белка с наибольшей молекулярной массой и запишите его время удерживания. Ответ приведите в минутах, округлив до целых.

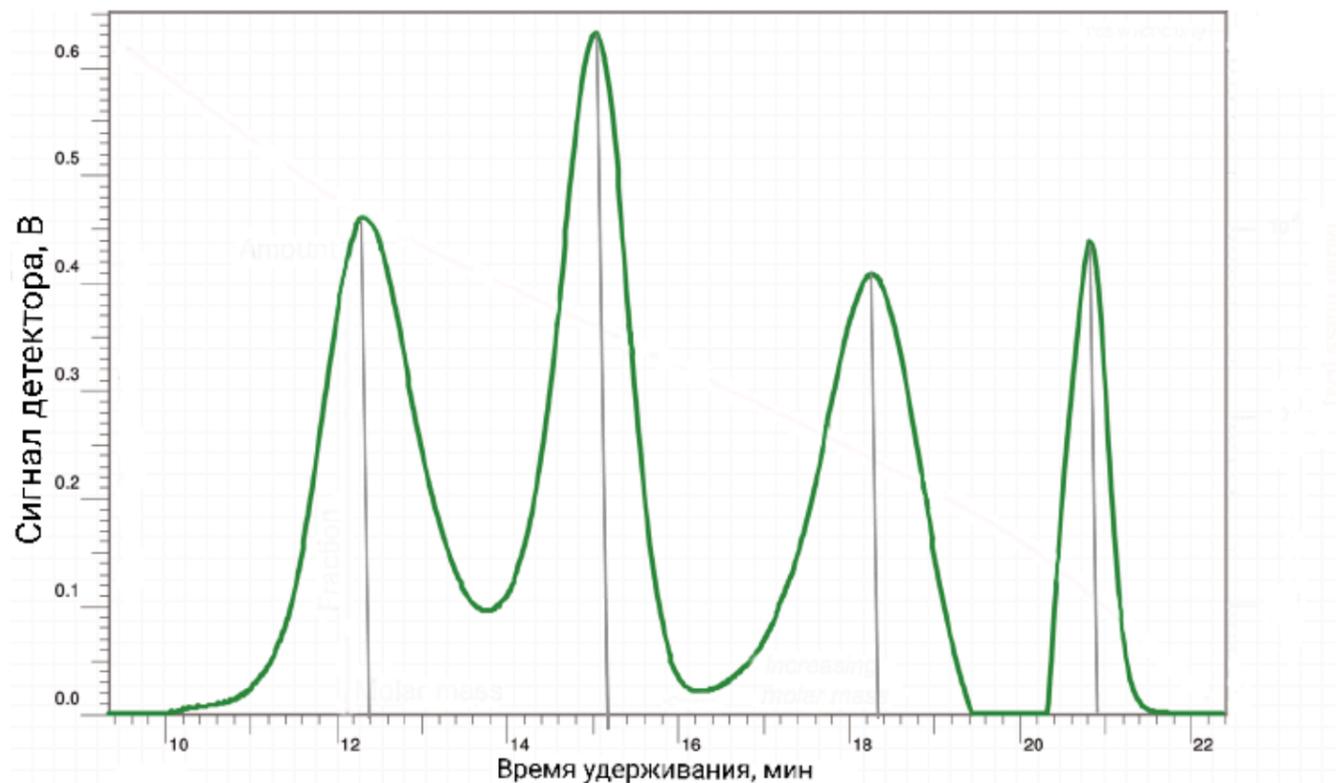
12

#### № 4, вариант 2

10 баллов

Гель-хроматография или гель-фильтрация — это метод разделения молекул на основе их размеров. Смесь веществ пропускают через колонку, заполненную гелем с порами определенного размера. Большие молекулы проходят через колонку быстрее, поскольку не задерживаются в порах, тогда как маленькие молекулы задерживаются и выходят позже. Этот метод широко используется в биохимии для анализа и очистки веществ.

На рисунке представлена хроматограмма смеси белков, разделённых методом гель-хроматографии. Хроматограммой называют график зависимости интенсивности сигнала детектора, установленного на выходе из колонки, от времени. Интенсивность сигнала пропорциональна концентрации разделяемых веществ, и каждое вещество представлено на хроматограмме пиком с максимумом, соответствующим максимальной концентрации. Временем удерживания вещества называют время от начала хроматографии до выхода максимума пика, соответствующего данному веществу.



На представленной хроматограмме найдите пик белка с наименьшей молекулярной массой и запишите его время удерживания. Ответ приведите в минутах, округлив до целых.

21

## № 5, вариант 1

---

35 баллов

В лаборатории в ходе инвентаризации были обнаружены плохо подписанные вещества: две натриевые соли неразветвленных карбоновых кислот и монобромпроизводное алкана, являющееся прозрачной жидкостью с резким запахом.

При спекании 11 г первой соли с щёлочью происходит выделение газа, каталитическое дегидрирование которого приводит к образованию 2,24 л (н.у.) водорода. Определите молярную массу исследуемой соли с точностью до целых.

110

В ходе реакции электролиза 8,2 г второй соли происходит выделение газа, массой 1,5 г. Полученный газ вступает в реакцию с разбавленной азотной кислотой с образованием представителя нитросоединений алифатического ряда. Рассчитайте массу полученного нитропроизводного с точностью до десятых. Ответ приведите в граммах.

3.8

Под действием 23 г металлического натрия на определенную навеску жидкости происходит выделение газа, имеющего структурный изомер. При сжигании части полученного газа в атмосфере кислорода образуется 448 мл (н.у.) углекислого газа и 450 мг воды. Определите массу навески жидкости с точностью до целых. Ответ приведите в граммах.

109

## № 5, вариант 2

---

35 баллов

В лаборатории в ходе инвентаризации были обнаружены плохо подписанные вещества: две натриевые соли неразветвленных карбоновых кислот и монобромпроизводное алкана, являющееся прозрачной жидкостью с эфирным запахом.

При спекании 11 г первой соли с щёлочью происходит выделение газа, каталитическое дегидрирование которого приводит к образованию 4,2 г непредельного углеводорода. Определите молярную массу исследуемой соли с точностью до целых.

110

В ходе реакции электролиза 9,6 г второй соли происходит выделение газа, нагревание которого в присутствии  $AlCl_3$  позволяет получить 2,9 г его структурного изомера (общее количество изомеров газа равно 2). Определите молярную массу исследуемой соли с точностью до целых.

96

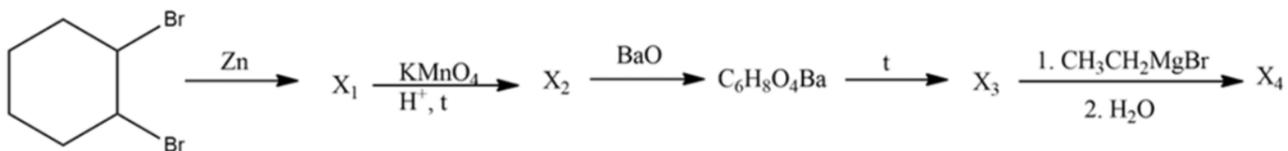
Под действием 23 г металлического натрия на определенную навеску производного алкана образуется жидкость. При сжигании части полученной жидкости в атмосфере кислорода образуется 672 мл (н.у.) углекислого газа и 630 мг воды. Определите массу навески исходной жидкости с точностью до целых. Ответ приведите в граммах.

123

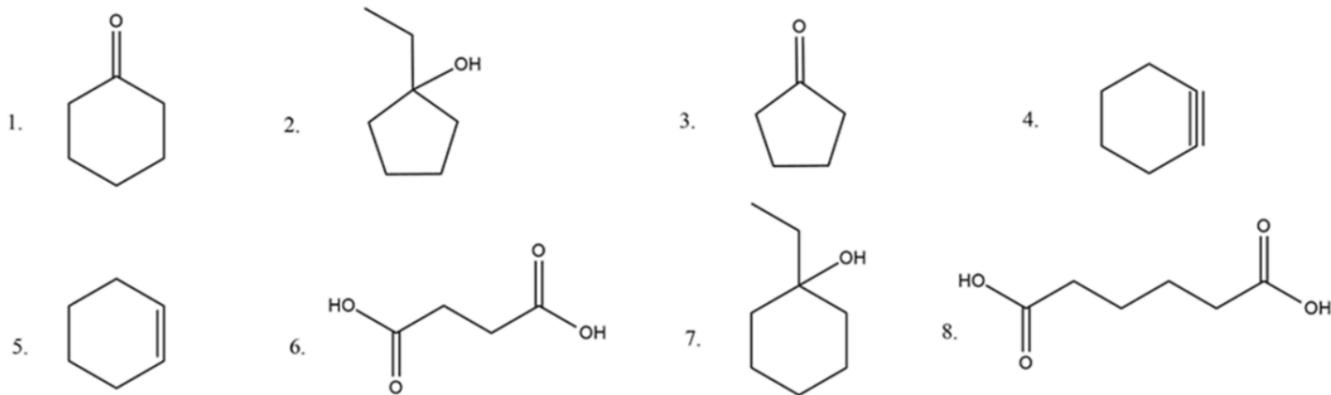
№ 6, вариант 1

35 баллов

Дана цепочка превращений:



Сопоставьте структурные формулы с соответствующими неизвестными соединениями X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>4</sub>.



X<sub>1</sub>  1  2  3  4  5  6  7  8

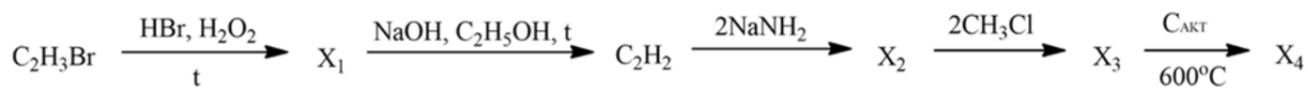
X<sub>2</sub>  1  2  3  4  5  6  7  8

X<sub>4</sub>  1  2  3  4  5  6  7  8

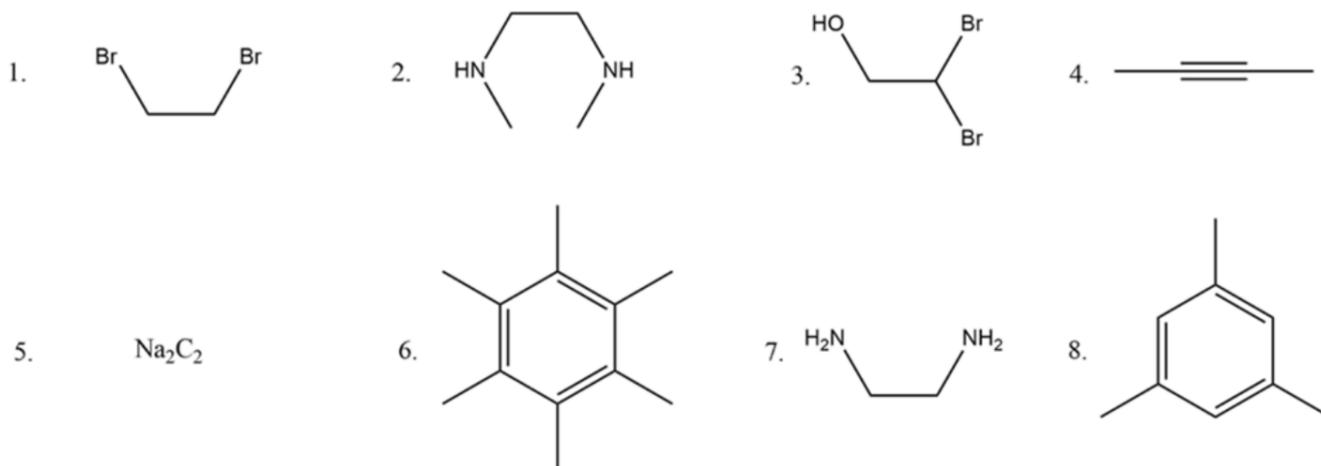
№ 6, вариант 2

35 баллов

Дана цепочка превращений:



Сопоставьте структурные формулы с соответствующими неизвестными соединениями X<sub>1</sub>, X<sub>3</sub>, X<sub>4</sub>.



X<sub>1</sub>  1  2  3  4  5  6  7  8

X<sub>3</sub>  1  2  3  4  5  6  7  8

X<sub>4</sub>  1  2  3  4  5  6  7  8

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП. 10 КЛАСС**

---

Задача 1.1

Ответ: 4

Задача 1.2

Ответ: 3

Задача 2.1

Ответ: 1Г 2Б 3Д 4А 5В

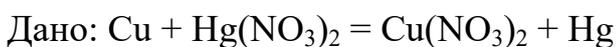
Задача 2.2

Ответ: 1Г 2В 3А 4Д 5Б

Задача 3.1

1) Ответ: 3

Решение:



$$M(\text{Cu}) = 64 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Hg}(\text{NO}_3)_2) = 325 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 188 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Hg}) = 201 \text{ г/моль}$$

$$\omega(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 96 \% \text{ или } 0,0096$$

$$m_0 = 45 \text{ г}$$

$$m_1/m_0 = 4\%$$

1) Пусть  $x$  - масса, на которую увеличилась пластинка после извлечения из раствора.

$$45\text{г}/100\% = x/4\%$$

$$x = 1,8 \text{ г}$$

2) Теперь пусть  $x$  – ртуть, выпавшая в осадок;  $y$  – медь, пошедшая на реакцию;  $z$  – 1 моль вещества в данной реакции.

$$x - y = 1,8$$

$$64 \times z = y$$

$$201 \times z = x$$

$$\text{Отсюда } x = 2,64 \text{ г; } y = 0,84 \text{ г; } z = 0,013 \text{ моль}$$

3) Составим новое уравнение, где  $x$  – начальная масса раствора:

$$m_{(\text{р-ра})} = x - 201 \times 0,013 + 64 \times 0,013 = x - 137 \times 0,013; \text{ где } x \text{ – начальная масса раствора}$$

4) Подставим полученное выражение в формулу:

$$\omega(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) / m_{\text{р-ра}}$$

$$0,0096 = (188 \times 0,013) / (x - 137 \times 0,013)$$

$$x = 256,4 \text{ г}$$

5) Округлим полученный ответ до целого значения:

$$m_{0(\text{р-ра})} = 256,4 \text{ г} \approx 256 \text{ г}$$

2) Ответ: 4

Решение:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП. 10 КЛАСС**

---

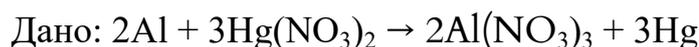
Во время прокаливания ртуть испарится с поверхности пластины, поэтому новая масса будет равна разности начального значения и потерь меди на реакцию.

$$45 \text{ г} - 0,84 \text{ г} = 44,16 \text{ г или } 98,13\%$$

Задача 3.2

1) Ответ: 2

Решение:



$$M(\text{Al}) = 27 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Hg}(\text{NO}_3)_2) = 325 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = 213 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Hg}) = 201 \text{ г/моль}$$

$$\omega(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = 97 \% \text{ или } 0,0097$$

$$m_0 = 35 \text{ г}$$

$$m_1/m_0 = 5 \%$$

1) Пусть  $x$  - масса, на которую увеличилась пластинка после извлечения из раствора.

$$35 \text{ г}/100\% = x/5\%$$

$$x = 1,75 \text{ г}$$

2) Теперь пусть  $x$  – ртуть, выпавшая в осадок;  $y$  – алюминий, пошедший на реакцию;  $z$  – 1 моль вещества в данной реакции.

$$x - y = 1,75$$

$$2 \times 27 \times z = y$$

$$3 \times 201 \times z = x$$

$$\text{Отсюда } x = 1,92 \text{ г}; y = 0,17 \text{ г}; z = 0,0032 \text{ моль}$$

3) Составим новое уравнение, где  $x$  – начальная масса раствора:

$$m(\text{р-ра}) = x - 3 \times 201 \times 0,0032 + 2 \times 27 \times 0,0032 = x - 549 \times 0,0032$$

4) Подставим полученное выражение в формулу:  $\omega(\text{Al}(\text{NO}_3)_3)$

$$= m(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) / m_{\text{р-ра}}$$

$$0,0097 = (426 \times 0,0032) / (x - 549 \times 0,0032)$$

$$x = 142,29 \text{ г}$$

5) Округлим полученный ответ до целого значения:

$$m_0(\text{р-ра}) = 142,3 \text{ г} \approx 142 \text{ г}$$

2) Ответ: 2

Решение:

Во время прокаливания ртуть испарится с поверхности пластины, поэтому новая масса будет равна разности начального значения и потерь алюминия на реакцию.

$$35 \text{ г} - 0,17 \text{ г} = 34,83 \text{ г или } 99,5 \%$$

Задача 4.1

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП. 10 КЛАСС**

---

Ответ: 12

Задача 4.2

Ответ: 21

Задача 5.1

1) Ответ: 110 (104-116)

Решение: определяем количество вещества водорода, которое стехиометрически равно количеству вещества исходной соли:

$$n = 2,24/22,4 = 0,1 \text{ моль.}$$

$$\text{Тогда: } M = m/n = 11/0,1 = 110 \text{ г/моль}$$

2) Ответ: 3,8 (3,6-4,0)

Решение: Предположим что исследуемая соль — это ацетат натрия, тогда количество вещества, которое вступило в реакцию составляет:

$n = m/M = 8,2/82 = 0,1$  моль, тогда количество вещества продукта (этана) согласно стехиометрии составит 0.05 моль. Рассчитаем массу продукта, чтобы проверить нашу гипотезу:

$m = n \times m = 0,05 \times 30 = 1.5$  г, что соответствует условию, тогда рассчитаем массу нитропроизводного:

$$m = n \times M = 0.05 \times 75 = 3,75 = 3,8 \text{ г}$$

3) Ответ: 109 (103-115)

Решение: определим брутто-формулу образовавшегося углеводорода:

$$n(\text{C}) = V/V_m = 0,448/22,4 = 0,02$$

$$n(\text{H}) = 2 \times m/M = 2 \times 0,450/18 = 0,05$$

$$n(\text{C}):n(\text{H}) = 0,02:0,05 = 2:5$$

Однако полученный газ имеет структурный изомер, тогда домножим отношение на 2 и получим формулу бутана.

Тогда исходное бромпроизводное — бромэтан, а его масса:

$$m = n \times M = n(\text{Na}) \times M = 1 \times 109 = 109 \text{ г}$$

Задача 5.2

1) Ответ: 110 (104-116)

Решение: предположим, что непредельное производное — это этен, тогда его количество вещества равно:

$$n = m/M = 4,2/28 = 0,15 \text{ моль}$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП. 10 КЛАСС**

---

Тогда исходное вещество — это пропионат натрия, проверим какая масса исходной соли тогда должна вступить в реакцию:

$$m = n \times M = 0,15 \times 96 = 14,4 \text{ г, что не соответствует условию.}$$

Выдвинем следующую теорию, что непредельное производное — пропилен, тогда его количество вещества:

$$n = m/M = 4,2/42 = 0,1 \text{ моль,}$$

Тогда исходное производное — бутират натрия:

$$m = n \times M = 0,1 \times 110 = 11 \text{ г, что соответствует условию.}$$

2) Ответ: 96 (91-101)

Углеводород с 2 структурными изомерами — это бутан, рассчитаем его количество вещества:

$n = m/M = 2,9/58 = 0,05$  моль, тогда исходной соли было в 2 раза больше - 0,1 моль, тогда:

$$M = m/n = 9,6/0,1 = 96 \text{ г/моль}$$

3) Ответ: 123 (116-129)

Решение: определим брутто-формулу образовавшегося углеводорода:

$$n(\text{C}) = V/V_m = 0,672/22,4 = 0,03$$

$$n(\text{H}) = 2 \times m/M = 2 \times 0,630/18 = 0,07$$

$$n(\text{C}):n(\text{H}) = 0,03:0,07 = 3:7$$

чтобы получить формулу алкана домножим соотношение на 2 и получим гексан.

Тогда исходное бромпроизводное — бромпропан, а его масса:

$$m = n \times M = n(\text{Na}) \times M = 1 \times 123 = 123 \text{ г}$$

Задача 6.1

Ответ:  $X_1 - 5$ ;  $X_2 - 8$ ;  $X_4 - 2$ .

Задача 6.2

Ответ:  $X_1 - 1$ ;  $X_3 - 4$ ;  $X_4 - 6$ .