

Московская предпрофессиональная олимпиада школьников. Химия. 11 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: KMnO_4 .

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

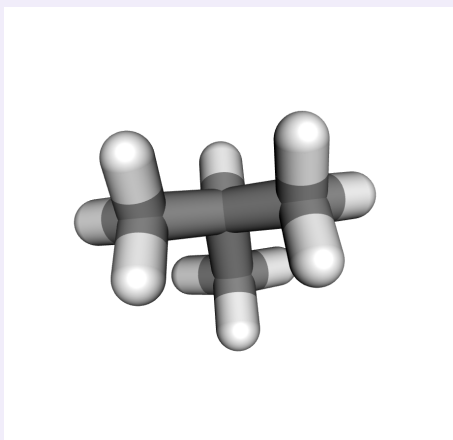
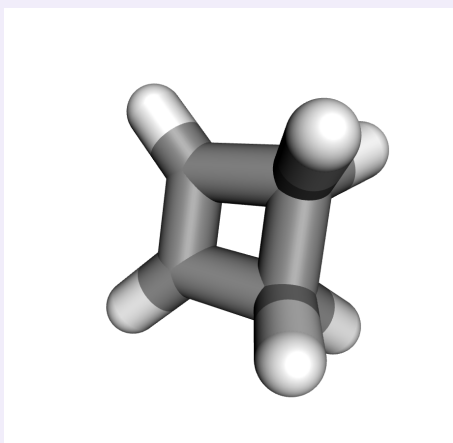
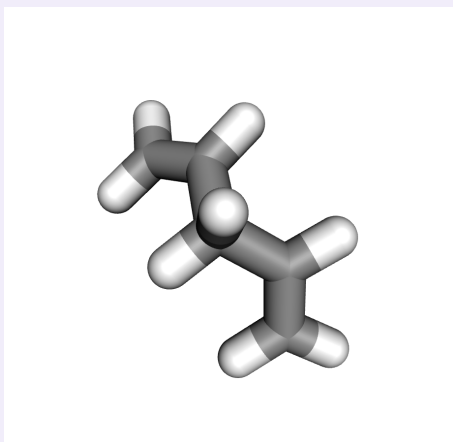
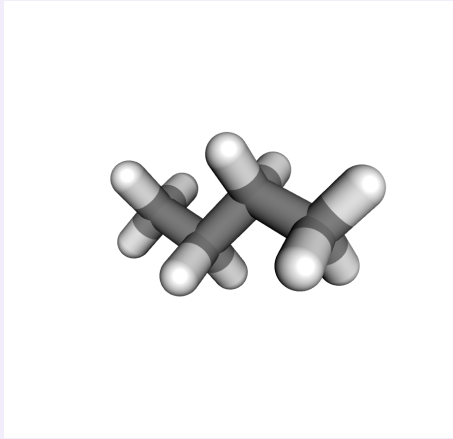
Пример: +3.

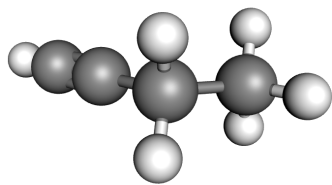
- При вводе ответов с клавиатуры обращайте внимание **на требования**, указанные в задании (единицы измерения, округление, число слов в ответе и прочее).
- В окна для ответов записывайте нужное количество слов **через пробел, без запятых и других разделителей**.
- Слова с орфографическими, грамматическими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

№ 1, вариант 1

5 баллов

Укажите модели молекул углеводородов-изомеров, в которых отсутствуют π -связи.





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: KMnO4.
3. Если в задании требуется указать степень окисления, сначала указывайте знак, потом число.

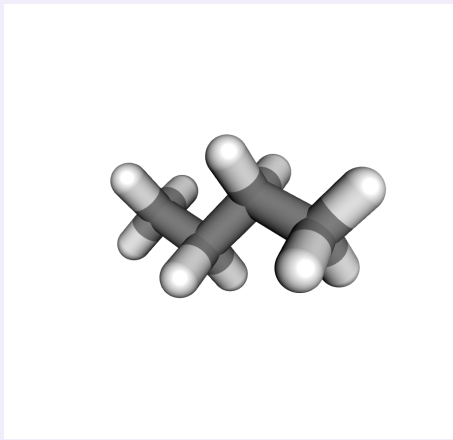
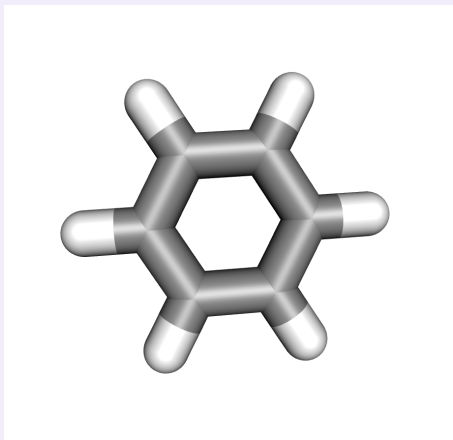
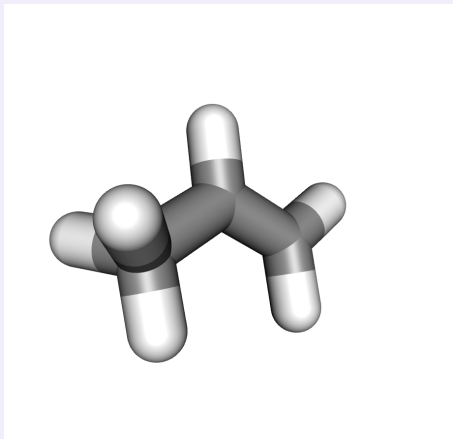
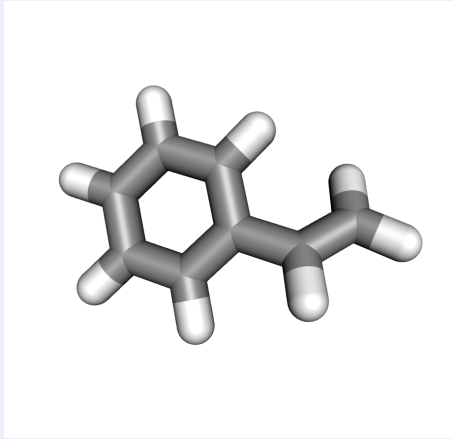
Пример: +3.

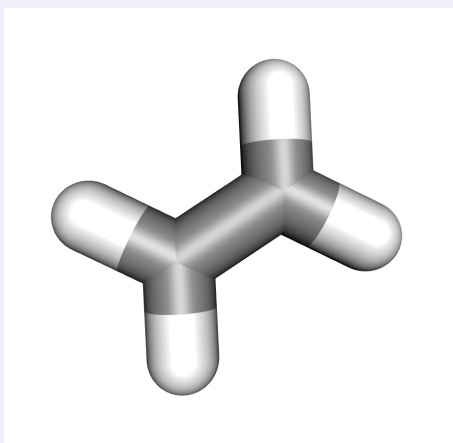
- При вводе ответов с клавиатуры обращайтесь внимание **на требования**, указанные в задании (единицы измерения, округление, число слов в ответе и прочее).
- В окна для ответов записывайте нужное количество слов **через пробел, без запятых и других разделителей**.
- Слова с орфографическими, грамматическими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

№ 1, вариант 2

5 баллов

Укажите модели молекул углеводородов-гомологов, которые способны вступать в реакцию полимеризации.





№ 2, вариант 1

5 баллов

Сопоставьте название волокна с названием вида, к которому оно относится.

хлорин



растительное

джут



синтетическое

шёлк



минеральное

асбест



животное

ацетатное

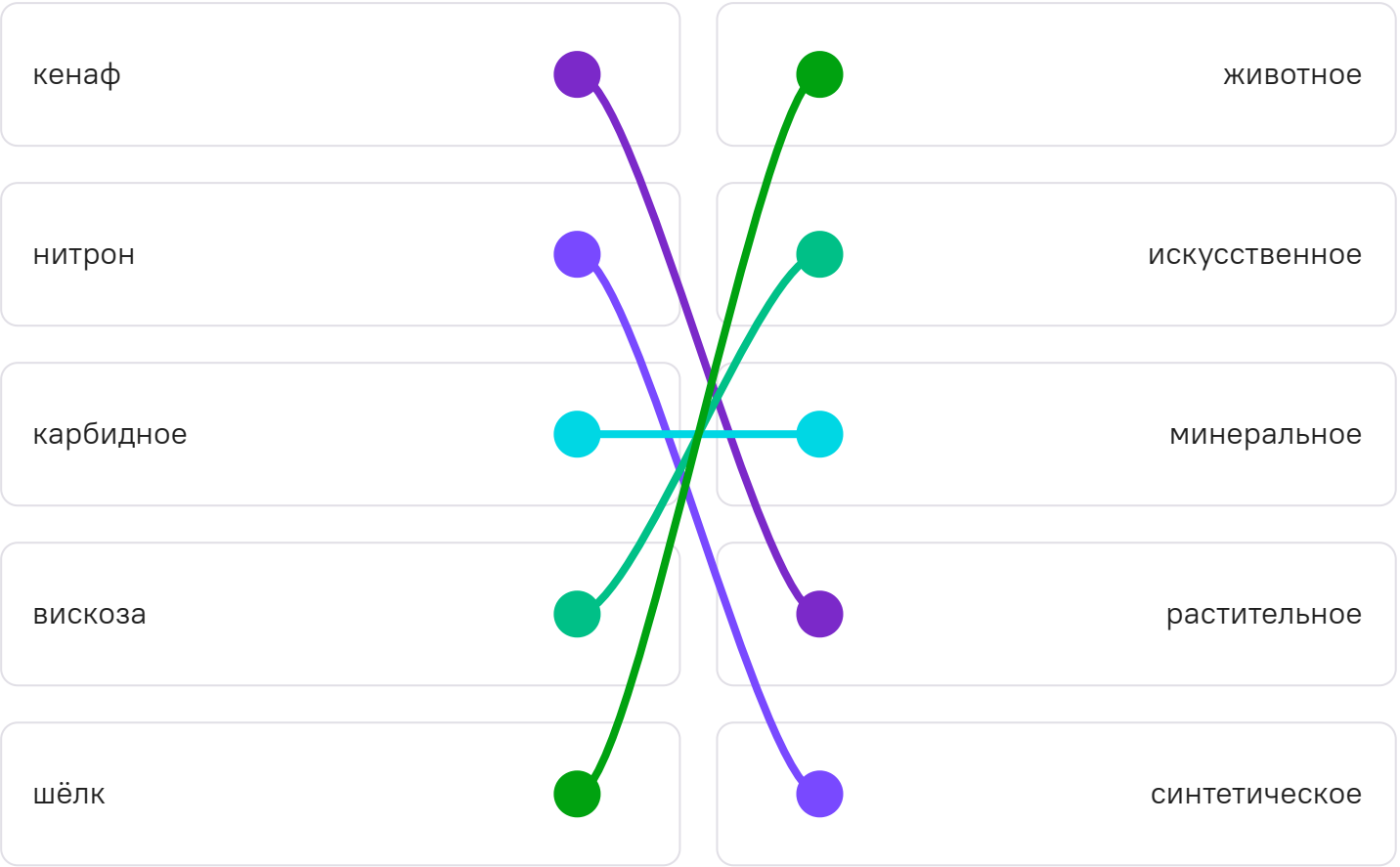


искусственное

№ 2, вариант 2

5 баллов

Сопоставьте название волокна с названием вида, к которому оно относится.



№ 3, вариант 1

10 баллов

Дихромат аммония массой 196 г нагрели до 200 градусов Цельсия. После разложения 90 % (масс.) исходной соли реакционную смесь резко охладили, и разложение прекратилось. Принять, что объёмы газов аддитивны. В ходе решения и при вводе ответа значения округлите до десятых.

Найдите массу твёрдых веществ после реакции.

☐ 94,2 г

☐ 106,4 г

☒ 126,0 г

☐ 154,3 г

☐ 182,8 г

Найдите объём выделившихся газообразных продуктов (н.у.).

☐ 10,3 л

☐ 27,8 л

☐ 31,4 л

☐ 62,7 л

☒ 78,4 л

№ 3, вариант 2

10 баллов

Дихромат аммония массой 140 г нагрели до 200 градусов Цельсия. После разложения 90 % (масс.) исходной соли реакционную смесь резко охладили, и разложение прекратилось. Найдите массу твёрдых веществ после реакции и объём выделившихся газообразных продуктов (н.у.). Принять, что объёмы газов аддитивны. В ходе решения и при вводе ответа значения округлите до десятых.

Найдите массу твёрдых веществ после реакции.

☐ 39,2 г

☐ 76,0 г

☐ 84,7 г

☒ 90,0 г

☐ 126,0 г

Найдите объём выделившихся газообразных продуктов (н.у.).

☐ 18,6 л

☐ 22,4 л

☐ 31,9 л

☐ 44,8 л

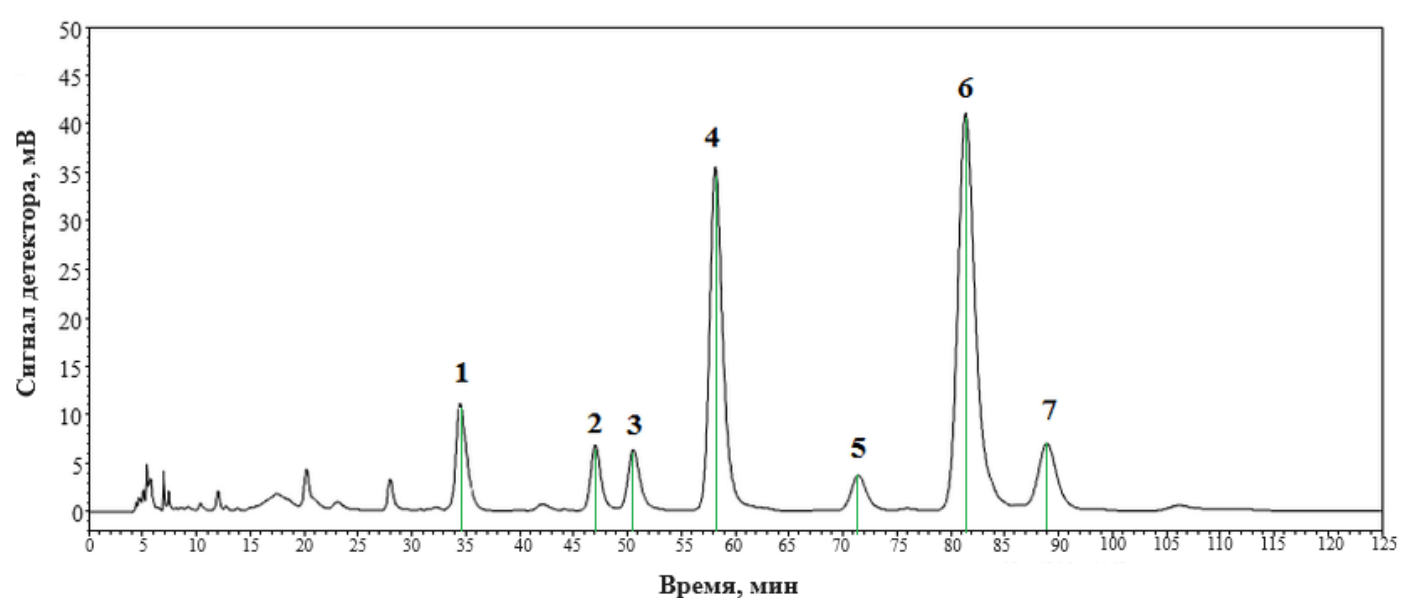
☒ 56,0 л

№ 4, вариант 1

10 баллов

Хроматография — это метод разделения смесей, при котором компоненты разделяются благодаря многократному перераспределению между неподвижной фазой и подвижной фазой, движущихся относительно друг друга и не смешивающихся. Смесь веществ пропускают через колонку, заполненную неподвижной фазой — сорбентом. В случае использования полярного сорбента силикагеля и смеси растворителей в качестве подвижной фазы хроматографию называют нормально-фазовой. При проведении хроматографии молекулы веществ выходят из колонки раньше или позже в зависимости от их сродства к полярной неподвижной фазе.

На рисунке представлена хроматограмма смеси углеводов, разделенных методом нормально-фазовой хроматографии на силикагеле. 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. Пики анализируемых углеводов отмечены цифрами.



На представленной хроматограмме найдите пик наиболее полярного углевода и запишите его время удерживания. Ответ приведите в минутах, округлив до целых.

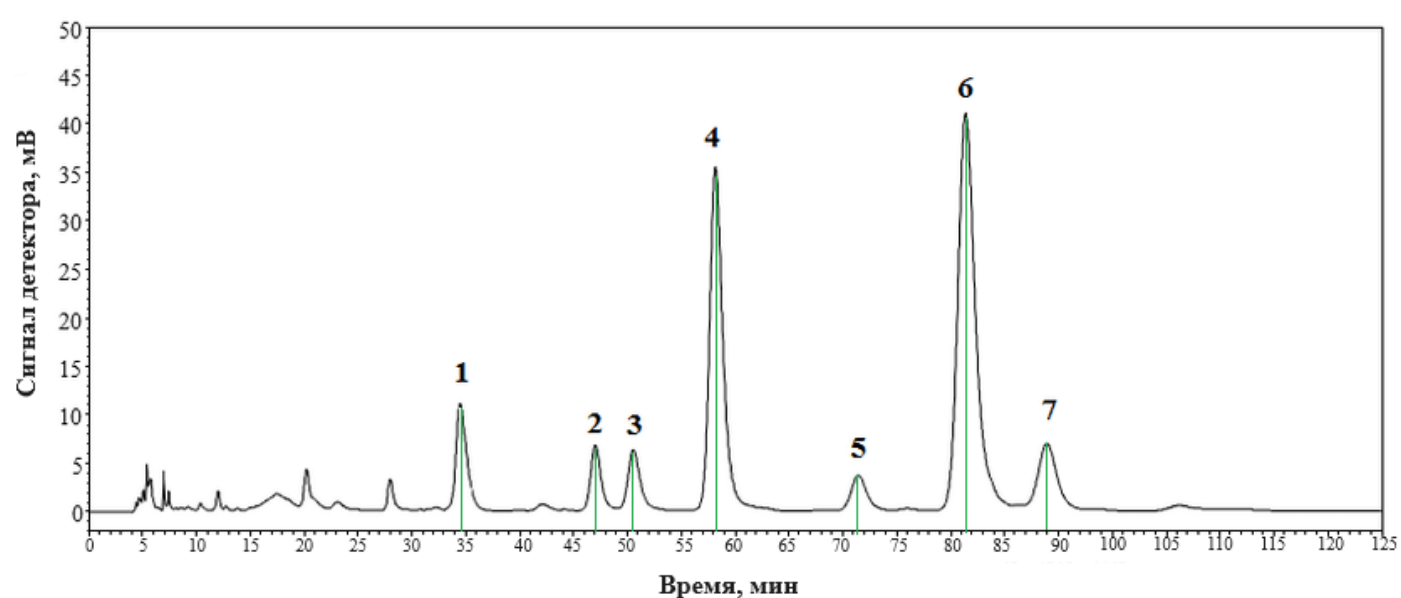
89

№ 4, вариант 2

10 баллов

Хроматография — это метод разделения смесей, при котором компоненты разделяются благодаря многократному перераспределению между неподвижной фазой и подвижной фазой, движущихся относительно друг друга и не смешивающихся. Смесь веществ пропускают через колонку, заполненную неподвижной фазой — сорбентом. В случае использования полярного сорбента силикагеля и смеси растворителей в качестве подвижной фазы хроматографию называют нормально-фазовой. При проведении хроматографии молекулы веществ выходят из колонки раньше или позже в зависимости от их сродства к полярной неподвижной фазе.

На рисунке представлена хроматограмма смеси углеводов, разделенных методом нормально-фазовой хроматографии на силикагеле. 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. Пики анализируемых углеводов отмечены цифрами.



На представленной хроматограмме найдите пик наименее полярного углевода и запишите его время удерживания. Ответ приведите в минутах, округлив до целых.

35

№ 5, вариант 1

35 баллов

С древности люди использовали в качестве лекарственного средства кору определённого дерева. Однако действующее вещество коры вызывало множество побочных эффектов, поэтому в XIX веке химики модифицировали данное вещество путём ацетилирования. Оказалось, что эффективность модифицированной формы значительно выше, а побочные эффекты встречаются реже. С XX века и по настоящее время данное вещество широко применяется в составе жаропонижающих и обезболивающих препаратов. А недавно было обнаружено, что эти препараты также могут применяться для профилактики инфарктов и инсультов.

Назовите это вещество, в ответе укажите два слова в именительном падеже.

ацетоксибензойная кислота

Для качественного определения данного вещества можно использовать следующую реакцию. К образцу вещества добавляют концентрированную серную кислоту, перемешивают и добавляют воду. Появляется резкий запах. Затем к смеси добавляют раствор формальдегида, после чего развивается розовое окрашивание. Укажите вещество, которое выделяется на первом этапе и обладает резким запахом.

☐ бензойная кислота

☒ уксусная кислота

☐ муравьиный альдегид

☐ уксусный альдегид

☐ сероводород

Для количественного определения используют метод титрования. Для этого вещество растворяют в этиловом спирте, и титруют 0,1 н раствором гидроксида натрия в присутствии индикатора фенолфталеина до нейтральной реакции среды. На нейтрализацию 25 мл спиртового раствора анализируемого вещества было израсходовано 7 мл раствора щёлочи. Определите массу анализируемого вещества в мг, округлите до целых.

126

№ 5, вариант 2

35 баллов

В конце XIX по счастливой случайности у производного анилина были обнаружены анальгетические и жаропонижающие свойства, однако это соединение также вызывало серьёзные побочные эффекты, наиболее опасным из которых была метгемоглобинемия. Химики и врачи начали поиск среди производных анилина потенциальных эффективных анальгетиков, но с меньшими побочными эффектами. Такое вещество удалось найти, и на данный момент это один из наиболее часто применяемых лекарственных препаратов, хорошо изученный и безопасный. Важным преимуществом данного лекарственного вещества является простой синтез из доступных компонентов.

Назовите данное лекарственное вещество по его международному непатентованному названию (МНН), в ответе укажите одно слово в именительном падеже.

парацетамол

Для качественного определения данного вещества можно использовать реакцию с водным раствором хлорида железа (III). Эта реакция позволяет отличать соединения, имеющие определённую группу по появлению фиолетового окрашивания реакционной смеси. Выберите, какое соединение тоже будет давать фиолетовую окраску в данной реакции.



фенол



сульфаниловая кислота



ацетаниlid



фенацетин



анилин

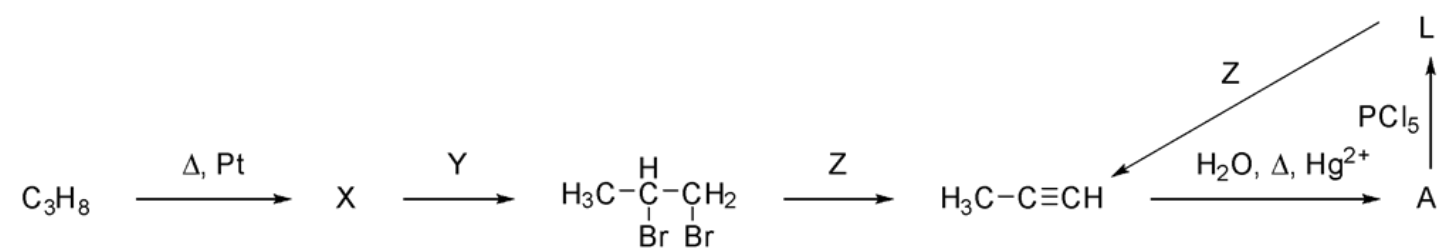
Для количественного определения этого вещества используют метод церийметрического титрования. Для этого вещество кипятят в растворе серной кислоты и затем титруют 0,1 М раствором сульфата церия в присутствии индикатора ферроина до изменения цвета реакционной смеси с красного на синий. Определите массу анализируемого вещества в мг, если на титрование пошло 6 мл раствора титранта. Ответ округлите до целых.

91

№ 6, вариант 1

35 баллов

Приведена цепочка химических превращений.



Определите, какими из представленных реагентов являются A, L, X, Y, Z.

A	водный раствор KOH
L	пропадиен
X	водный раствор HBr
Y	ацетон
Z	пропен
	спиртовой раствор NaOH
	1,2-дихлорпропан
	2,2-дихлорпропан
	раствор Br ₂ в CCl ₄

Соединение **A** также может быть получено реакцией окисления вторичного спирта плотностью 786 кг/м³ дихроматом калия в кислой среде. Какой объём исходного спирта необходим для получения 116 г вещества **A**, если выход реакции равен 80 %? Расчёты проводите с точностью до десятых. Молярные массы округляйте до целых. Ответ приведите в мл с округлением до целых.

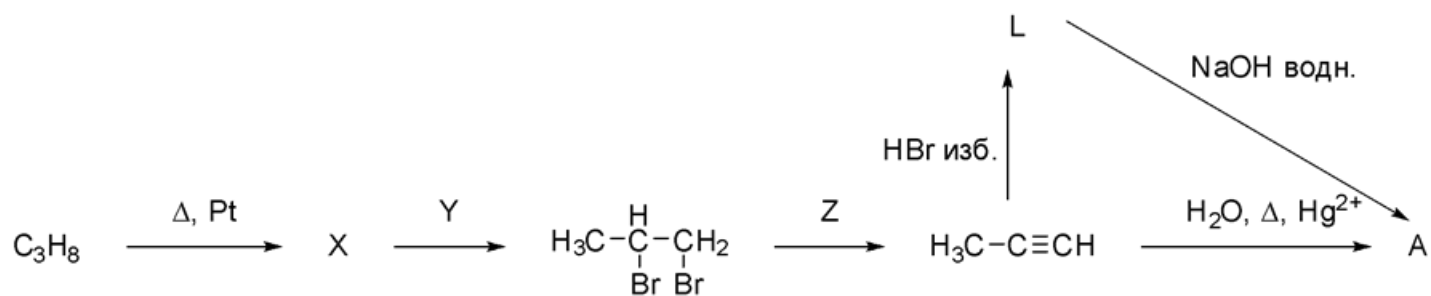
При нагревании такого же объёма вторичного спирта из предыдущего пункта в присутствии концентрированной серной кислоты наблюдалось выделение газа, который пропускали через водный раствор перманганата калия. Определите массу выпавшего осадка. Расчёты проводите с точностью до десятых. Молярные массы округляйте до целых. Ответ приведите в граммах с точностью до одного знака после запятой.

145

№ 6, вариант 2

35 баллов

Приведена цепочка химических превращений.



Определите, какими из представленных реагентов являются A, L, X, Y, Z.

A	водный раствор Na_2CO_3
L	пропадиен
X	водный раствор HBr
Y	ацетон
Z	пропен
	спиртовой раствор NaOH
	1,2-дихлорпропан
	2,2-дихлорпропан
	раствор Br_2 в CCl_4

Соединение **A** также может быть получено реакцией окисления вторичного спирта плотностью 786 кг/м³ дихроматом калия в кислых условиях. Какой объём исходного спирта необходим для получения 232 г вещества **A**, если выход реакции равен 80 %? Расчёты проводите с точностью до десятых. Молярные массы округляйте до целых. Ответ приведите в мл с округлением до целых.

382

При нагревании такого же объёма вторичного спирта из предыдущего пункта в присутствии концентрированной серной кислоты наблюдалось выделение газа, который пропускали через водный раствор перманганата калия. Определите массу выпавшего нерастворимого в воде осадка. Расчёты проводите с точностью до десятых. Молярные массы округляйте до целых. Ответ приведите в граммах с точностью до одного знака после запятой.

290

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП. 11 КЛАСС**

Задача 1.1

Ответ: 14

Задача 1.2

Ответ: 25

Задача 2.1

Ответ: 1Б 2А 3Г 4В 5 Д

Задача 2.2

Ответ: 1Г 2Д 3В 4Б 5А

Задача 3.1

1) Ответ: 3

2) Ответ: 4

Решение:

Запишем уравнение реакции разложения дихромата аммония:



Известно, что прореагировало только 90% дихромата аммония. Отсюда можно найти массу прореагировавшей исходной соли:

$$m_{\text{прореаг}}((\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = m_0((\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7) \cdot \alpha = 196 \cdot 0,9 = 176,4 \text{ г}$$

$$n_{\text{прореаг}}((\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = \frac{m_{\text{прореаг}}((\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7)}{M((\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7)} = \frac{176,4}{252} = 0,7 \text{ моль}$$

Отсюда количества вещества продуктов разложения:

$$n(\text{N}_2) = n(\text{Cr}_2\text{O}_3) = n_{\text{прореаг}}((\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,7 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 4 \cdot n_{\text{прореаг}}((\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 4 \cdot 0,7 = 2,8 \text{ моль}$$

При температуре разложения (200°С) в состав газообразных продуктов кроме азота входит также вода в виде пара. Следовательно:

$$V(\text{N}_2) = n(\text{N}_2) \cdot V_m = 0,7 \cdot 22,4 = 15,7 \text{ л}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot V_m = 2,8 \cdot 22,4 = 62,7 \text{ л}$$

Суммарный объем:

$$V_{\text{газообр.пр.}} = V(\text{N}_2) + V(\text{H}_2\text{O}) = 15,7 + 62,7 = 78,4 \text{ л}$$

Масса образовавшегося оксида хрома (III):

$$m(\text{Cr}_2\text{O}_3) = n(\text{Cr}_2\text{O}_3) \cdot M(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 0,7 \cdot 152 = 106,4 \text{ г}$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП. 11 КЛАСС**

Масса непрореагировавшего дихромата аммония:

$$m_{\text{непрореаг}}((\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = m_0((\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7) - m_{\text{прореаг}}((\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7) \\ = 196 - 176,4 = 19,6 \text{ г}$$

Отсюда масса твердых веществ после реакции:

$$m_{\text{тв}} = m(\text{Cr}_2\text{O}_3) + m_{\text{непрореаг}}((\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 106,4 + 19,6 = 126,0 \text{ г}$$

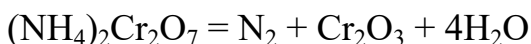
Задача 3.2

1) Ответ: 4

2) Ответ: 2

Решение:

Запишем уравнение реакции разложения дихромата аммония:



Известно, что прореагировало только 90% дихромата аммония. Отсюда можно найти массу прореагировавшей исходной соли:

$$m_{\text{прореаг}}((\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = m_0((\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7) \cdot \alpha = 140 \cdot 0,9 = 126 \text{ г}$$

$$n_{\text{прореаг}}((\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = \frac{m_{\text{прореаг}}((\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7)}{M((\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7)} = \frac{126}{252} = 0,5 \text{ моль}$$

Отсюда количества вещества продуктов разложения:

$$n(\text{N}_2) = n(\text{Cr}_2\text{O}_3) = n_{\text{прореаг}}((\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,5 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 4 \cdot n_{\text{прореаг}}((\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 4 \cdot 0,5 = 2 \text{ моль}$$

При температуре разложения (200°C) в состав газообразных продуктов кроме азота входит также вода в виде пара. Следовательно:

$$V(\text{N}_2) = n(\text{N}_2) \cdot V_m = 0,5 \cdot 22,4 = 11,2 \text{ л}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot V_m = 2 \cdot 22,4 = 44,8 \text{ л}$$

Суммарный объем:

$$V_{\text{газообр. пр.}} = V(\text{N}_2) + V(\text{H}_2\text{O}) = 11,2 + 44,8 = 56,0 \text{ л}$$

Масса образовавшегося оксида хрома (III):

$$m(\text{Cr}_2\text{O}_3) = n(\text{Cr}_2\text{O}_3) \cdot M(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 0,5 \cdot 152 = 76 \text{ г}$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП. 11 КЛАСС**

Масса непрореагировавшего дихромата аммония:

$$m_{\text{непрореаг}}((\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = m_0((\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7) - m_{\text{прореаг}}((\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = \\ = 140 - 126 = 14 \text{ г}$$

Отсюда масса твердых веществ после реакции:

$$m_{\text{тв}} = m(\text{Cr}_2\text{O}_3) + m_{\text{непрореаг}}((\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 76 + 14 = 90,0 \text{ г}$$

Задача 4.1

Ответ: 89 (86-91)

Задача 4.2

Ответ: 35; 34

Задача 5.1

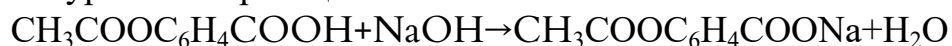
- 1) Ответ: ацетоксибензойная кислота; ацетилсалициловая кислота; кислота ацетоксибензойная; кислота ацетилсалициловая; орто-ацетоксибензойная кислота; кислота орто-ацетоксибензойная, 2-ацетоксибензойная кислота, кислота 2-ацетоксибензойная.

2) Ответ: 2 (Уксусная кислота)

3) Ответ: 126 (119-134)

Решение:

Напишем уравнение реакции:



Рассчитаем количество вещества гидроксида натрия, которое было использовано в реакции:

$$n(\text{NaOH}) = C \times V = 0,1 \text{ моль/л} \times 7 \text{ мл} = 0,0007 \text{ моль},$$

где C — концентрация раствора NaOH, V — объем раствора NaOH.

Согласно стехиометрии реакции, 1 моль ацетилсалициловой кислоты нейтрализуется 1 молем NaOH, следовательно, количество молей ацетилсалициловой кислоты будет также 0,0007 моль.

Теперь определим массу ацетилсалициловой кислоты (ее молярная масса $M = 180 \text{ г/моль}$):

$$m = n \times M = 0,0007 \text{ моль} \times 180 \text{ г/моль} = 0,126 \text{ г} = 126 \text{ мг}$$

Задача 5.2

1) Ответ: парацетамол; ацетаминофен

2) Ответ: 1

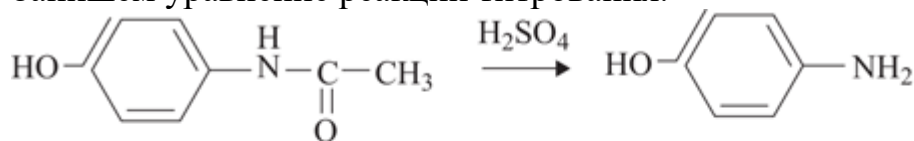
Решение: Фиолетовое окрашивание в реакции с водным раствором хлорида железа (III) возникает у соединений, содержащих фенольную группу (—ОН, присоединенную к ароматическому кольцу). Из предложенных соединений фенольную группу имеет фенол.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП. 11 КЛАСС**

3) Ответ: 91

Решение:

Запишем уравнение реакции титрования.



Рассчитаем количество вещества сульфата церия $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$:

$$n(\text{Ce}(\text{SO}_4)_2) = 0,1 \text{ моль/л} \times 0,006 \text{ л} = 0,0006 \text{ моль}$$

Согласно уравнению реакции 1 моль парацетамола реагирует с 2 молями сульфата церия, поэтому количество молей парацетамола равно $\frac{1}{2}$ количества молей сульфата церия. Рассчитаем массу парацетамола.

$$m = n \times M = (0,0006 \text{ моль} \times 151,165 \text{ г/моль}) / 2 = 45,350 \text{ мг} = 45 \text{ мг}$$

Задача 6.1

1) Ответ: 48596

2) Ответ: 191 (181-201)

Решение: вещество А - это ацетон, получить его можно также окислением пропанола-2, тогда рассчитаем количество вещества ацетона:

$n = m/M = 116/58 = 2$ моль, тогда согласно стехиометрии количество вещества пропанола-2 - 2 моль, следовательно, его масса в случае выхода в 100 % составит:

$$m = n \times M = 2 \times 60 = 120 \text{ г},$$

для выхода 80% - 150 г, тогда рассчитаем объем:

$$V = m/d = 150/0,786 = 191 \text{ мл}$$

3) Ответ: 145,0 (137,7-152)

Решение: рассчитаем количество вещества исходного спирта:

$$n = m/M = V \times d/M = 191 \times 0,786/60 = 2,5 \text{ моль}$$

Согласно стехиометрии количество вещества полученного в ходе дегидратации 2,5 моль. Далее рассмотрим реакцию Вагнера, масса осадка:

$$m(\text{ос}) = 2 \times n \times 87/3 = 2 \times 2,5 \times 87/3 = 145,0 \text{ г}.$$

Задача 6.2

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП. 11 КЛАСС**

1) Ответ: 48596

2) Ответ: 382 (362-401)

Решение: вещество А - это ацетон, получить его можно также окисление пропанола-2, тогда рассчитаем количество вещества ацетона:

$n = m/M = 232/58 = 4$ моль, тогда согласно стехиометрии количество вещества пропанола-2 - 4 моль, следовательно, его масса в случае выхода в 100 % составит:

$$m = n \times M = 4 \times 60 = 240 \text{ г,}$$

для выхода 80% - 300 г, тогда рассчитаем объем:

$$V = m/d = 300/0,786 = 382 \text{ мл}$$

3) Ответ: 290,0 (275,5-304,5)

Решение: рассчитаем количество вещества исходного спирта:

$$n = m/M = V \times d/M = 382 \times 0,786/60 = 5 \text{ моль}$$

Согласно стехиометрии количество вещества полученного в ходе дегидратации - 5 моль. Далее рассмотрим реакцию Вагнера, масса осадка:

$$m(\text{ос}) = 2 \times n \times 87/3 = 2 \times 5 \times 87/3 = 290,0 \text{ г.}$$