

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по химии для 11 класса

2022/23 учебный год

Максимальное количество баллов — 50

Задание № 1

Общее условие:



*...Ломоносов обнял все отрасли просвещения... Историк,
ритор, механик, химик, минералог, художник и стихотворец,
он всё испытал и во всё проник: первый углубляется
в историю отечества, утверждает правила общественного
языка его, даёт законы и образцы классического
красноречия...
А.С. Пушкин*

В работах М.В. Ломоносова можно встретить словосочетание «распущенный подонок». Что имел в виду Михаил Васильевич?

Варианты ответов:

- ☐ Распоясавшийся хулиган
- ☐ Растворившийся осадок
- ☐ Взмученный осадок
- ☐ Раскрывшийся бутон цветка на дне водоёма

Правильный ответ:

- ☐ Растворившийся осадок

Точное совпадение ответа — 1 балл

Решение.

Во времена М.В.Ломоносова "распустить" — значит РАСТВОРИТЬ, порой и в современных поваренных книгах попадаются рецепты, по которым надо «распустить килограмм сахара в литре воды», а «подонок» означал просто ОСАДОК.

Задание № 2.1

Общее условие:

При осторожном нагревании 1 моль вещества получилось 11.2 л (н.у.) хлора, 16.8 л (н.у.) кислорода, 11.2 л оксида азота (I) и 36 г воды. Какое вещество подвергли разложению?

Варианты ответов:

- ☐ Гипохлорит аммония
- ☐ Хлорит аммония
- ☐ Хлорат аммония
- ☐ Перхлорат аммония

Правильные ответы:

- ☐ Перхлорат аммония

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Гипохлорит, хлорит, хлорат и перхлорат аммония имеют формулу NH_4ClO_n , $n = 1, 2, 3$ или 4

Найдем число молей элемента кислорода в продуктах реакции:

$$n_{\text{O}} = 2n_{\text{кислорода}} + n_{\text{оксида азота(1)}} + n_{\text{воды}} = 2 \frac{16.8}{22.4} + \frac{11.2}{22.4} + \frac{36}{18} = 4$$

Так как эти вещества получились при разложении 1 моль исходного соединения, значит, 1 моль его содержит 4 моль кислорода.

Правильный ответ – перхлорат аммония NH_4ClO_4

Аналогично можно проверить и содержание других элементов, но это не обязательно.

Задание № 2.2

Общее условие:

При осторожном нагревании 1 моль вещества получилось 11.2 л (н.у.) хлора, 11.2 л (н.у.) кислорода, 11.2 л азота и 36 г воды. Какое вещество подвергли разложению?

Варианты ответов:

- ☐ Гипохлорит аммония
- ☐ Хлорит аммония
- ☐ Хлорат аммония
- ☐ Перхлорат аммония

Правильные ответы:

- ☐ Хлорат аммония

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение по аналогии с заданием №2.1

Задание № 2.3

Общее условие:

При осторожном нагревании 0.5 моль вещества получилось 5.6 л (н.у.) хлора, 8.4 л (н.у.) кислорода, 5.6 л оксида азота (I) и 18 г воды. Какое вещество подвергли разложению?

Варианты ответов:

- ☐ Гипохлорит аммония
- ☐ Хлорит аммония
- ☐ Хлорат аммония
- ☐ Перхлорат аммония

Правильные ответы:

- ☐ Перхлорат аммония

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение по аналогии с заданием №2.1

Задание № 3

Общее условие:

В смеси бромида аммония и сульфата аммония массы элемента азота в каждом из компонентов одинаковы. Определите отношение массы бромида аммония к массе сульфата аммония в этой смеси:

Варианты ответов:

- ☐ 0.5
- ☐ 1.5
- ☐ 2.0
- ☐ 2.5

Правильные ответы:

- ☐ 1.5

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

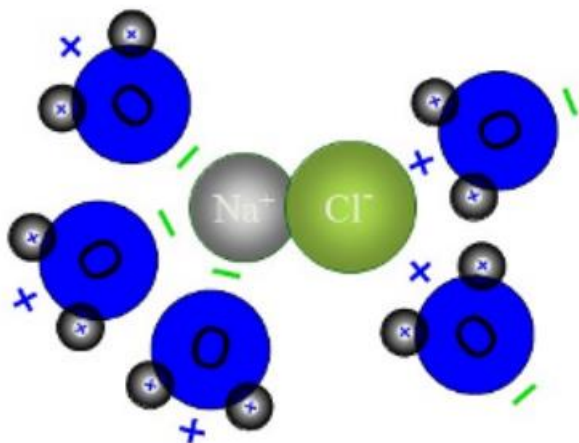
Так как массы элемента азота в каждом из компонентов смеси равны, то равно и число молей этого элемента. Так по два моль элемента азота содержит смесь 2 моль NH_4Br и 1 моль $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

$$\frac{m(\text{бромида})}{m(\text{сульфата})} = \frac{2 \times 98}{132} = 1.49 \approx 1.5$$

Задание № 4

Общее условие:

Как известно, вещества с ионной и ковалентной полярной связью диссоциируют в воде на ионы.



Условие:

В каком из растворителей возможен аналогичный процесс?

Варианты ответов:

- ☐ Бензол
- ☐ Тетрахлорметан
- ☐ Аммиак жидкий
- ☐ Неопентан

Правильный ответ:

- ☐ Аммиак жидкий

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

В чём причина диссоциации?

Варианты ответов:

- ☐ Молекулы имеют малый размер, образованы небольшим числом атомов
- ☐ Вещество практически нерастворимо в воде
- ☐ Молекулы вещества полярны

- Вещество проявляет амфотерные свойств

Правильный ответ:

- Молекулы вещества полярны

Точное совпадение ответа — 2 балла

Итого за задание — 4 балла

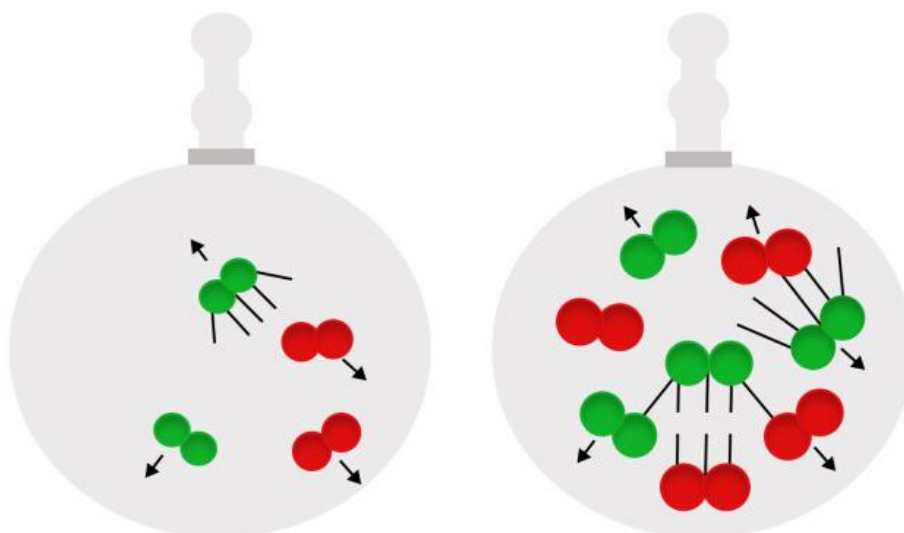
Решение.

Электролитическая диссоциация проходит в жидком аммиаке, так как его молекулы полярны, представляют собой диполи, как и молекулы воды. Молекулы бензола, тетрахлорметана и неопентана неполярны.

Задание № 5.1

Общее условие:

В первой реакции за 5 мин образовалось 170 г сероводорода, во второй реакции за 6 мин образовалось 204 г аммиака в сосудах равного объёма.



Влияние концентрации на скорость реакции

Условие:

Сопоставьте средние скорости реакций.

Варианты ответов:

- ☐ Скорости обеих реакций равны
- ☐ Скорость второй реакции в два раза больше
- ☐ Скорость второй реакции в 1.2 раза больше
- ☐ Скорость первой реакции в два раза больше

Правильный ответ:

- ☐ Скорость второй реакции в два раза больше

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Скорость химической реакции – изменение количества вещества за единицу времени в единице объема. Так как объем по условию задачи одинаков, для сравнения скорости реакции можно использовать «изменение количества вещества в единицу времени»

Первая реакция

$n_{\text{сероводорода}} = 17034 = 5 \text{ моль}$ За 1 мин образуется: $5 \text{ моль} / 5 \text{ мин} = 1 \text{ моль/мин}$

Вторая реакция

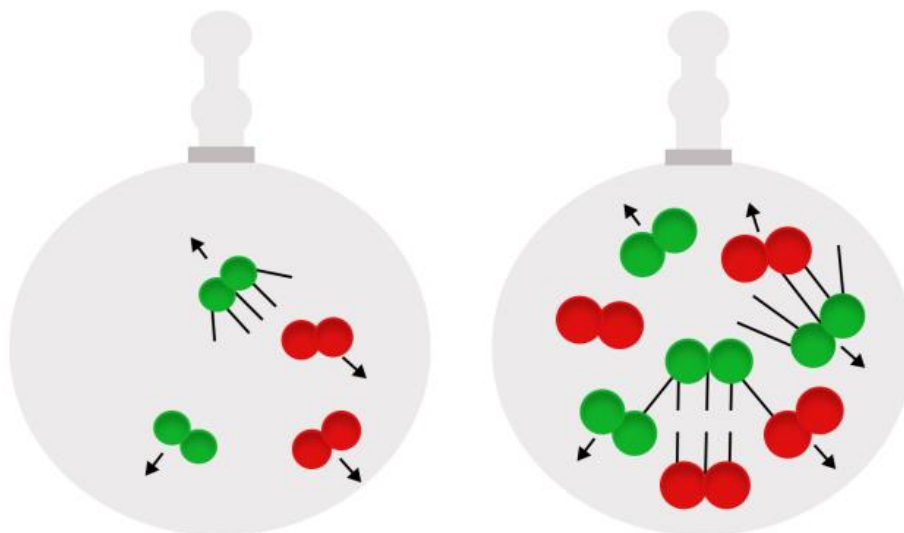
$n_{\text{аммиака}} = 20417 = 12 \text{ моль}$ За 1 мин образуется $12 \text{ моль} / 6 \text{ мин} = 2 \text{ моль/мин}$

Правильный ответ: скорость второй реакции в два раза больше

Задание № 5.2

Общее условие:

В первой реакции за 4 мин образовалось 68 г сероводорода, во второй реакции за 7 мин образовалось 59.5 г аммиака в сосудах равного объёма.



Влияние концентрации на скорость реакции

Условие:

Сопоставьте средние скорости реакций.

Варианты ответов:

- ☐ Скорости обеих реакций равны
- ☐ Скорость второй реакции в два раза больше
- ☐ Скорость второй реакции в 1.2 раза больше
- ☐ Скорость первой реакции в два раза больше

Правильный ответ:

- ☐ Скорости обеих реакций равны

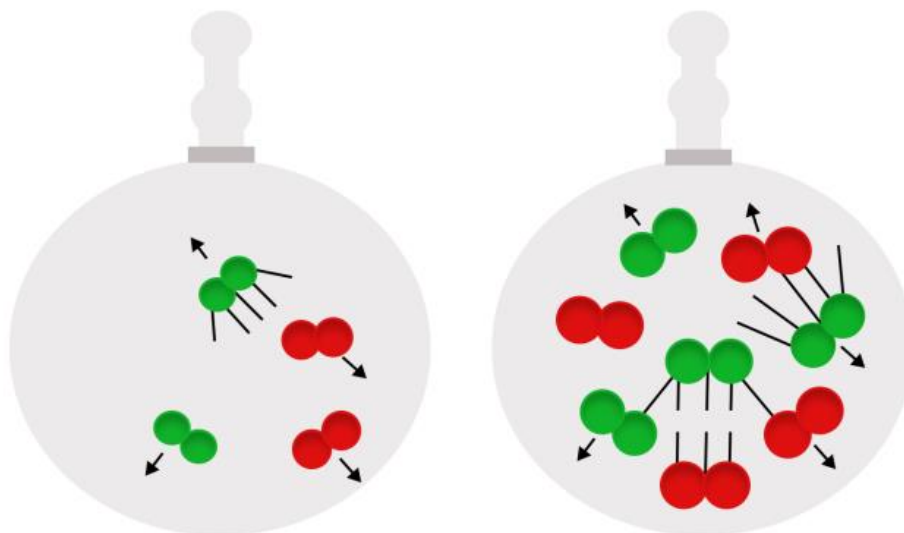
Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение по аналогии с заданием №5.1

Задание № 5.3

Общее условие:

В первой реакции за 3 мин образовалось 102 г сероводорода, во второй реакции за 2 мин образовалось 68 г аммиака в сосудах равного объёма.



Влияние концентрации на скорость реакции

Условие:

Сопоставьте средние скорости реакций.

Варианты ответов:

- ☐ Скорости обеих реакций равны
- ☐ Скорость второй реакции в два раза больше
- ☐ Скорость второй реакции в 1.2 раза больше
- ☐ Скорость первой реакции в два раза больше

Правильный ответ:

- ☐ Скорость второй реакции в два раза больше

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение по аналогии с заданием №5.1

Задание № 6

Общее условие:

Почему при нагревании очень разбавленного светло-жёлтого раствора хлорида железа (III) окраска быстро меняется на тёмно-коричневую?

Варианты ответов:

- Огненная материя проходит через стекло
- Вода очень быстро испаряется, раствор концентрируется
- Происходит изменение состава раствора под действием света
- Происходит гидролиз соли
- Образуется коллоидный раствор гидроксида железа и основных хлоридов железа

Правильные ответы:

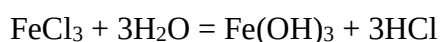
- Происходит гидролиз соли
- Образуется коллоидный раствор гидроксида железа и основных хлоридов железа

По 2 балла за каждый верный пункт

Итого за задание — 4 балла

Решение.

Сильное разбавление и нагревание раствора усиливает гидролиз. Хлорид железа в этих условиях может гидролизироваться по второй и третьей ступени:



Раствор меняет окраску со светло-желтой на коричневую вследствие образования коллоидного раствора.

Задание № 7

Общее условие:

Смесь порошков малахита и меди длительное время нагревали на воздухе. При этом масса твёрдого остатка оказалась равной массе исходной смеси.



Порошок малахита



Порошок меди

Условие:

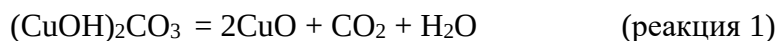
Определите массовую долю малахита в исходной смеси веществ. Ответ выразите в процентах, округлите до целых.

Ответ: 47

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Решение.

При нагревании смеси идут реакции



Так как масса смеси не изменилась, то масса выделившихся углекислого газа и воды (реакция 1) равна массе присоединившегося кислорода (реакция 2)

Пусть количество вещества малахита X моль, а меди Y моль.

Тогда $n_{\text{углекислого газа}} = n_{\text{воды}} = X$ моль

$n_{\text{кислорода}} = 0.5 Y$ моль

Молярная масса малахита 222 г/моль

$$44X + 18X = 32 \cdot 0.5Y$$

$$31X = 8Y$$

$$Y = 3.875 X$$

$$\omega_{\text{малахита}} = \frac{m_{\text{малахита}}}{m_{\text{малахита}} + m_{\text{меди}}} = \frac{222X}{222x + 64 Y} = \frac{222X}{222x + 3.875 X \cdot 64} = 0.47 \text{ или } 47 \%$$

Задание № 8

Общее условие:

В восьми пробирках находятся твёрдые вещества.



Условие:

Как определить их, используя только воду? Установите соответствие между названием вещества и процессами, которые наблюдаются при добавлении небольшого количества воды.

Варианты ответов:

Первый столбец:	Второй столбец:
☐ Глюкоза	☐ Происходит сильно экзотермическая реакция с образованием белой суспензии из белого вещества
☐ Карбамид	☐ Белое вещество растворяется, наблюдается заметное охлаждение раствора
☐ Сульфат меди (II) безводный	☐ Белое вещество в растворе приобретает сине-голубой цвет, смесь нагревается
☐ Хлорид меди (II) безводный	☐ Белое вещество реагирует с выделением газа
☐ Хлорид меди (I)	☐ Белое вещество растворяется без заметного теплового эффекта и без изменения цвета

○ Оксид кальция	○ Бурое вещество образует зелёный раствор, при дальнейшем добавлении воды раствор приобретает сине-голубой цвет
○ Оксид свинца (IV)	○ Бурое вещество образует взвесь бурого цвета
	○ Белое вещество образует взвесь белого цвета
○ Сульфат кальция, дигидрат	○ Смесь белого вещества и воды через некоторое время превращается в твёрдую массу

Правильные ответы:

Первый столбец:	Второй столбец:
○ Глюкоза	○ Белое вещество растворяется без заметного теплового эффекта и без изменения цвета
○ Карбамид	○ Белое вещество растворяется, наблюдается заметное охлаждение раствора
○ Сульфат меди (II) безводный	○ Белое вещество в растворе приобретает сине-голубой цвет, смесь нагревается
○ Хлорид меди (II) безводный	○ Бурое вещество образует зелёный раствор, при дальнейшем добавлении воды раствор приобретает сине-голубой цвет
○ Хлорид меди (I)	○ Белое вещество образует взвесь белого цвета
○ Оксид кальция	○ Происходит сильно экзотермическая реакция с образованием белой суспензии из белого вещества
○ Оксид свинца (IV)	○ Бурое вещество образует взвесь бурого цвета
○ Сульфат кальция, дигидрат	○ Смесь белого вещества и воды через некоторое время превращается в твёрдую массу

По 0.5 балла за каждую верную пару

Итого за задание — 4 балла

Решение.

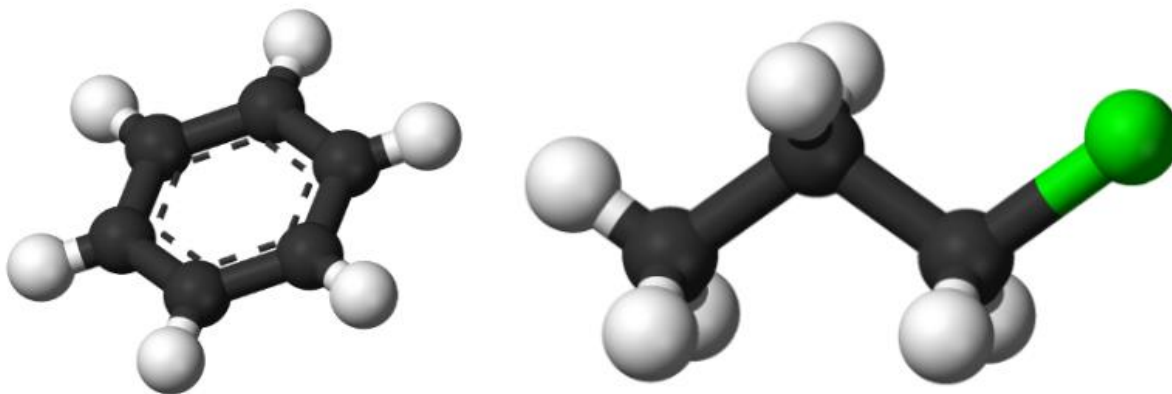
Вещество	Процессы при добавлении воды
1. Глюкоза	Белое вещество растворяется без заметного теплового эффекта и без изменения цвета.

2. Карбамид	Белое вещество растворяется, наблюдается заметное охлаждение раствора.
3. Сульфат меди (2) безводный	Белое вещество в растворе приобретает сине-голубой цвет, смесь нагревается. Гидратированные ионы меди (+2) имеют сине-голубую окраску.
4. Хлорид меди (2) безводный	Бурое вещество образует зеленый раствор, образуются ионы $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ при дальнейшем добавлении воды раствор приобретает сине-голубой цвет: тетрахломокупрат-ион при разбавлении разрушается, образуются гидратированные ионы меди (+2)
5. Хлорид меди (1)	Белое вещество образует взвесь белого цвета. В воде не растворяется
6. Оксид кальция	Происходит сильно экзотермическая реакция с образованием белой суспензии из белого вещества $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2 + Q$
7. Оксид свинца (4)	Бурое вещество образуется взвесь бурого цвета. В воде не растворяется
8. Сульфат кальция, дигидрат	При добавлении небольшого количества воды к веществу белого цвета смесь через некоторое время превращается в твердую массу

Задание № 9

Условие:

Что является основным продуктом взаимодействия бензола и 1-хлорпропана в присутствии хлорида алюминия?

**Варианты ответов:**

- ☐ Пропилбензол
- ☐ Хлорбензол
- ☐ Циклогексан
- ☐ Кумол

Правильный ответ:

- ☐ Кумол

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Чем объясняется образование данного продукта?

Варианты ответов:

- ☐ Первичный карбкатион устойчивее вторичного
- ☐ Вторичный карбкатион устойчивее первичного
- ☐ Пропильный радикал устойчивее изопропильного
- ☐ Изопропильный радикал устойчивее пропильного

Правильный ответ:

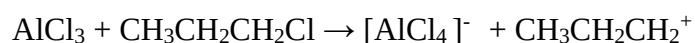
- Вторичный карбкатион устойчивее первичного

Точное совпадение ответа — 3 балла

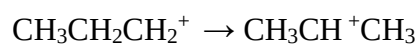
Итого за задание — 6 баллов

Решение.

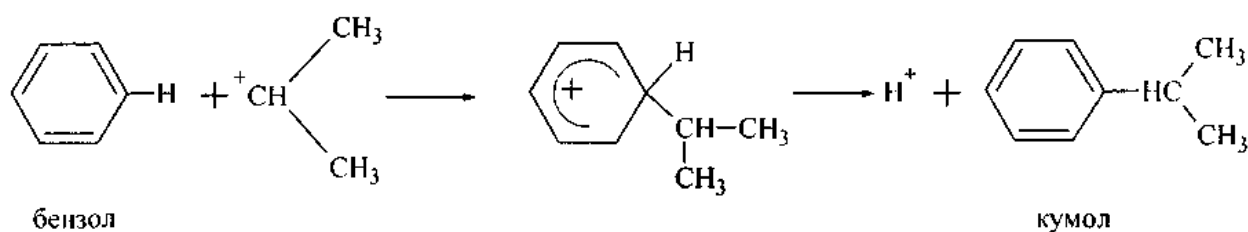
Взаимодействие бензола с галоидными алкилами (1-хлорпропан) в присутствии кислоты Льюиса (хлорид алюминия) идет по ионному механизму. Хлорид алюминия способствует образованию карбкатиона:



Образовавшийся первичный карбкатион, как менее устойчивый, изомеризуется в более устойчивый – вторичный:



При атаке этим карбкатионом молекулы бензола получается изопропилбензол



Правильный ответ:

Образуется кумол, т.к. вторичный карбкатион устойчивее первичного

Задание № 10.1

Условие:

Определите вещество состава $C_4H_{10}O$, если известно, что оно реагирует с металлическим натрием, при окислении образует альдегид, а при нагревании с концентрированной серной кислотой образует разветвлённый алкен:

Варианты ответов:

- ☐ Трет-бутанол
- ☐ Бутанол-1
- ☐ Бутанол-2
- ☐ 2-метилпропанол-1

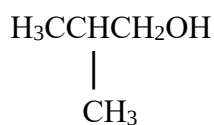
Правильный ответ:

- ☐ 2-метилпропанол-1

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Вещество состава $C_4H_{10}O$ может быть спиртом или простым эфиром. Взаимодействие с натрием свидетельствует о том, что это спирт. Так как при окислении образуется альдегид – спирт первичный. Образование разветвленного алкена при дегидратации серной кислотой говорит о том, что углеродная цепь разветвлена. Из этого следует, что спирт – 2-метилпропанол-1



Задание № 10.2

Условие:

Определите вещество состава $C_4H_{10}O$, если известно, что оно реагирует с металлическим натрием, при окислении образует кетон, а при нагревании с концентрированной серной кислотой образует смесь двух неразветвлённых алкенов с преобладанием одного из них:

Варианты ответов:

- ☐ Трет-бутанол
- ☐ Метилпропиловый эфир
- ☐ Бутанол-2
- ☐ 2-метилпропанол-1

Правильный ответ:

- ☐ Бутанол-2

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Вещество состава $C_4H_{10}O$ может быть спиртом или простым эфиром. Взаимодействие с натрием свидетельствует о том, что это спирт. Так как при окислении образуется кетон – спирт вторичный. Образование неразветвленных алкенов при дегидратации серной кислотой говорит о том, что углеродная цепь неразветвлена. Из этого следует, что спирт – бутанол-2. При дегидратации образуется смесь бутена-2 (преобладает) и бутена-1.

Задание № 10.3

Условие:

Определите вещество состава $C_4H_{10}O$, если известно, что оно реагирует с металлическим натрием, продуктами его окисления в жёстких условиях являются углекислый газ и кетон, а при нагревании с концентрированной серной кислотой образуется разветвлённый алкен:

Варианты ответов:

- ☐ Трет-бутанол
- ☐ Метилпропиловый эфир
- ☐ Бутанол-2
- ☐ 2-метилпропанол-1

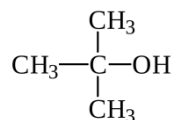
Правильный ответ:

- ☐ Трет-бутанол

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Вещество состава $C_4H_{10}O$ может быть спиртом или простым эфиром. Взаимодействие с натрием свидетельствует о том, что это спирт. Так как при окислении в жестких условиях образуются кетон и углекислый газ – спирт третичный. Единственный вариант – трет-бутанол.



Задание № 11

Условие:

Углеводород, содержащий 14.29% водорода по массе, присоединяет хлороводород с образованием только одного продукта с массовой долей хлора 21.85%. Определите исходный углеводород:

Варианты ответов:

- Этилен
- Нонен-4
- Циклононан
- Гексилциклопропан
- 1, 2, 3-триэтилциклопропан
- 1, 3, 5-триметилциклогексан

Правильный ответ:

- 1, 2, 3-триэтилциклопропан

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Решение.

Выведем молекулярную формулу углеводорода:

$$n_C : n_H = \frac{85.71}{12} : \frac{14.29}{1} = 7.14 : 14.29 = 1 : 2 \quad \text{Простейшая формула } CH_2$$

Углеводороды состава $(CH_2)_n$ могут присоединить только одну молекулу хлороводорода с образованием соединения $C_nH_{2n+1}Cl$. В этом хлорпроизводном

21.85 % составляют 35.5 а.е.м.

78.15 % X а.е.м. X – масса углеводородной части в а.е.м.

$$X = 127$$

$$12n + 2n + 1 = 127$$

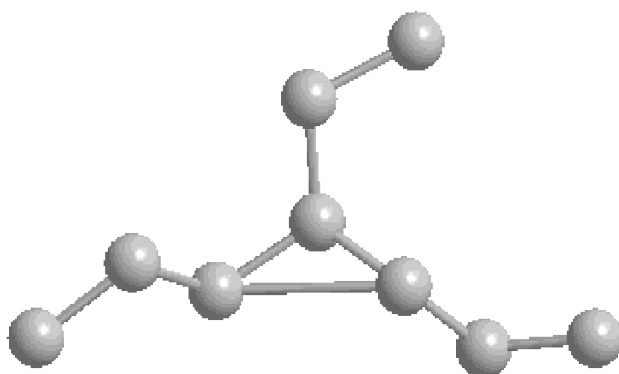
$$n = 9$$

Молекулярная формула углеводорода C_9H_{18}

Этилен не соответствует формуле. Большие циклы устойчивы и не присоединяют галогеноводороды

(циклононан; 1,3,5 – триметилциклогексан). Нонен-4 и гексилциклопропан образуют более одного продукта присоединения.

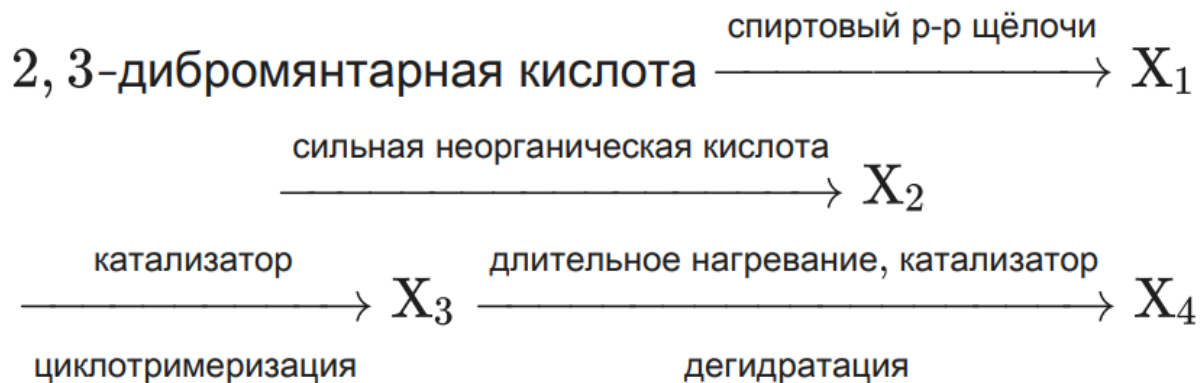
Правильный ответ 1,2,3-триэтилциклопропан. Эта симметричная молекула взаимодействует с хлороводородом с разрывом цикла, образуя один продукт.



Задание № 12

Общее условие:

Дана цепочка превращений.

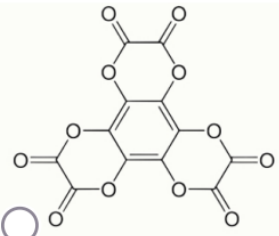
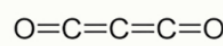
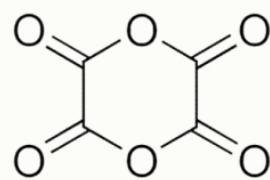
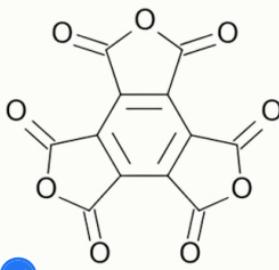
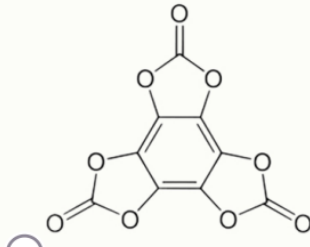
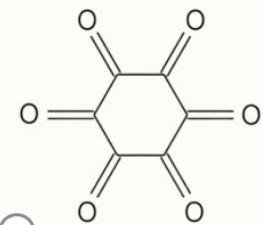


X₁, X₂, X₃, X₄ — органические вещества, не содержащие в своём составе водород.

Условие:

Что представляет собой X₄?

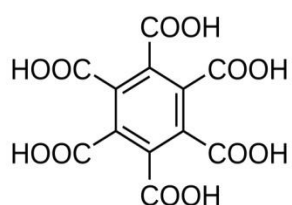
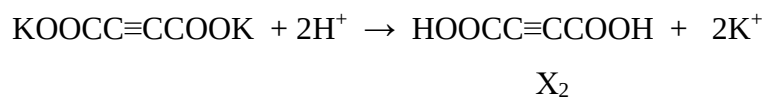
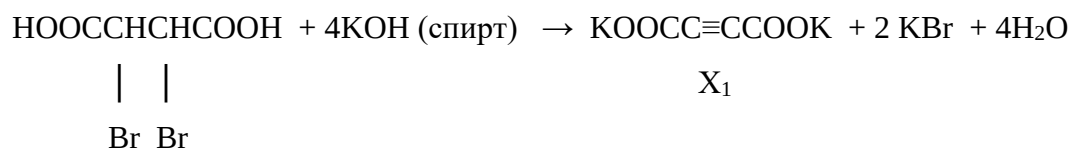
Правильный ответ:

		
☐	☐	☐
Трисоксалат гексагидроксибензола	Субоксид углерода	Тетракетондиоксан
		
☒	☐	☐
Меллитовый ангидрид	Трискарбонат гексагидроксибензола	Циклогексангексаон- 1,2,3,4,5,6

Точное совпадение ответа — 5 баллов

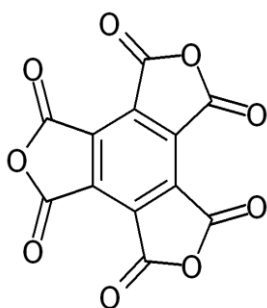
Решение.

Уравнения реакций:



меллитовая кислота X_3

При длительном нагревании меллитовой кислоты при повышенном давлении в присутствии ацетилхлорида образуется меллитовый ангидрид X_4 , происходит внутримолекулярная дегидратация с выделением трех молекул воды.



Правильный ответ: меллитовый ангидрид