

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по химии

для 11 класса

2024/25 учебный год

Максимальное количество баллов — 50

Задание № 1

Условие:

Установите соответствие между молекулами и типами их пространственного строения.

Ответ:

Метан	Тетраэдрическое
Углекислый газ	Линейное
Хлорид олова (IV)	Тетраэдрическое
Этилен	Плоское
Белый фосфор	Тетраэдрическое
Бензол	Плоское
Силан	Тетраэдрическое
Ацетилен	Линейное
Озон	Плоское

За каждую верную пару — 0.5 балла. Всего — 4.5 балла

Максимальный балл за задание — 4.5

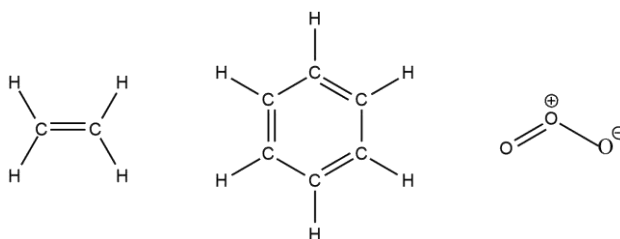
Решение.

Атомы углерода в молекулах углекислого газа и ацетилена находятся в sp -гибридизации, что обеспечивает линейное строение.



Атомы углерода в молекулах этилена и бензола находятся в sp^2 -гибридизации, что обеспечивает плоское строение. По той же причине (центральный атом

кислорода в sp^2 -гибридизации) плоское строение (угловое) имеет и молекула озона.



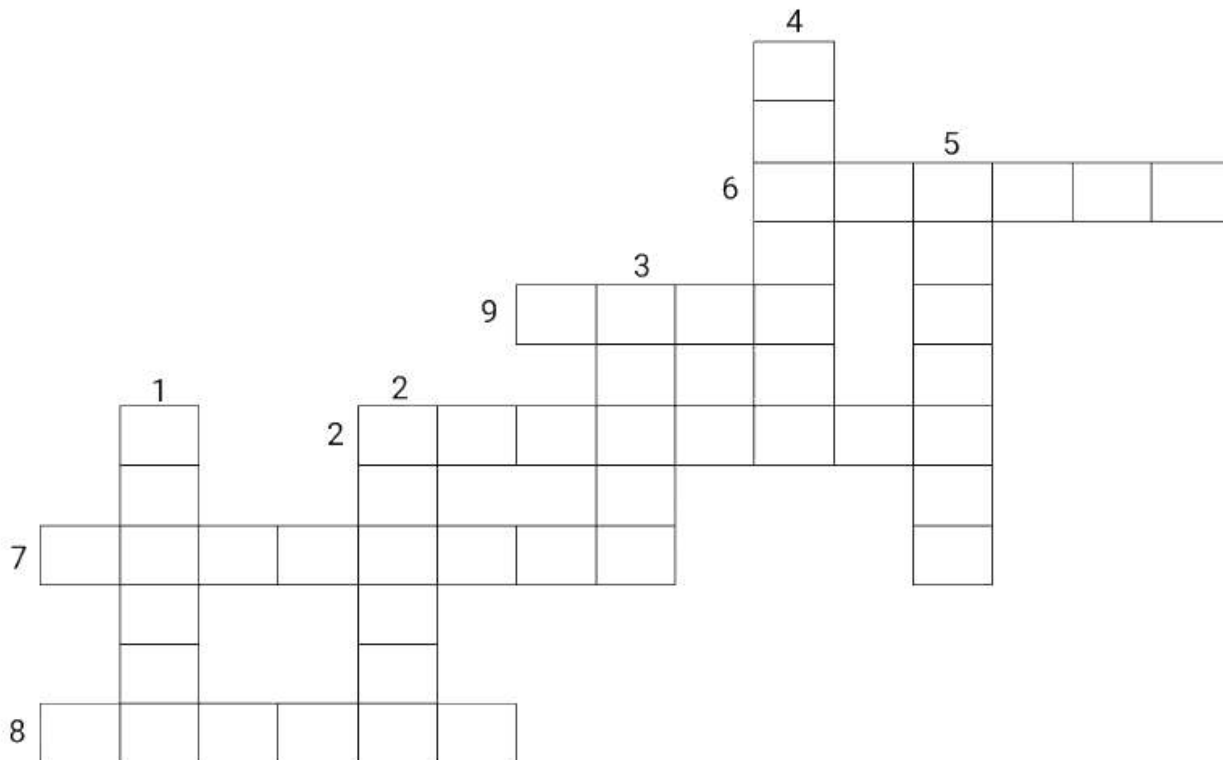
В молекулах метана, хлорида олова (IV) и силана атомы углерода, олова, кремния соответственно имеют sp^3 -гибридизацию, что обеспечивает их тетраэдрическое окружение. В случае белого фосфора атомы фосфора также имеют sp^3 -гибридизацию, но находятся в вершинах тетраэдра.



Задание № 2

Условие:

Разгадайте кроссворд и впишите в клетки слова.



Ответ:

По вертикали:

1. Ближайший гомолог бензола — толуол.
2. Органический растворитель, получаемый как побочный продукт при синтезе фенола кумольным методом — ацетон.
3. Основной компонент природного газа — метан.
4. Спирт нормального строения, содержащий в своём составе атомов углерода — деканол.
5. В состав «синтез-газа» входит угарный газ.

По горизонтали:

2. В пламени этого газа проводят сварку металлов — ацетилен.

6. Этот полимер получают полимеризацией дивинила — каучук.
7. Трёхатомный спирт, образующийся при гидролизе жиров — глицерин.
8. Класс углеводородов, содержащих одну двойную связь углерод-углерод — алкены.
9. Органическое вещество, содержащее –группу — амин.

За каждый верный ответ — 0.5 балла

Максимальный балл за задание — 5

Задание № 3

Условие:

В колбу, заполненную газом, имеющим плотность при н.у. 3.17 г/л, внесли раскалённую металлическую проволоку. При этом образовалось вещество А, плотность паров которого по исходному газу составляет 3.76. При повышении температуры выше 1000 К начинает накапливаться и другой продукт реакции Б с плотностью паров по исходному газу 1.88. Запишите химический символ металла, из которого была сделана проволока.

Ответ: Al

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Приведите химическую формулу вещества А.

Ответ: Al₂Cl₆

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Определим молярную массу неизвестного газа:

$$M = \rho \cdot V_m = 3.17 \cdot 22.4 = 71 \text{ г/моль.}$$

Очевидно, что исходный газ — хлор.

Тот факт, что относительные плотности (а следовательно, и молярные массы) веществ А и Б различаются в 2 раза, позволяют предположить, что речь идёт о димере и мономере. Молярная масса вещества Б, являющегося хлоридом некоторого металла ЭСl_n составляет:

$$M(\text{Б}) = 1.88 \cdot 71 = 133.5 \text{ г/моль.}$$

При $n = 3$ $M(\text{Э}) = 27$ г/моль — неизвестный металл алюминий (Al).

Вещество Б — хлорид алюминия AlCl_3 .

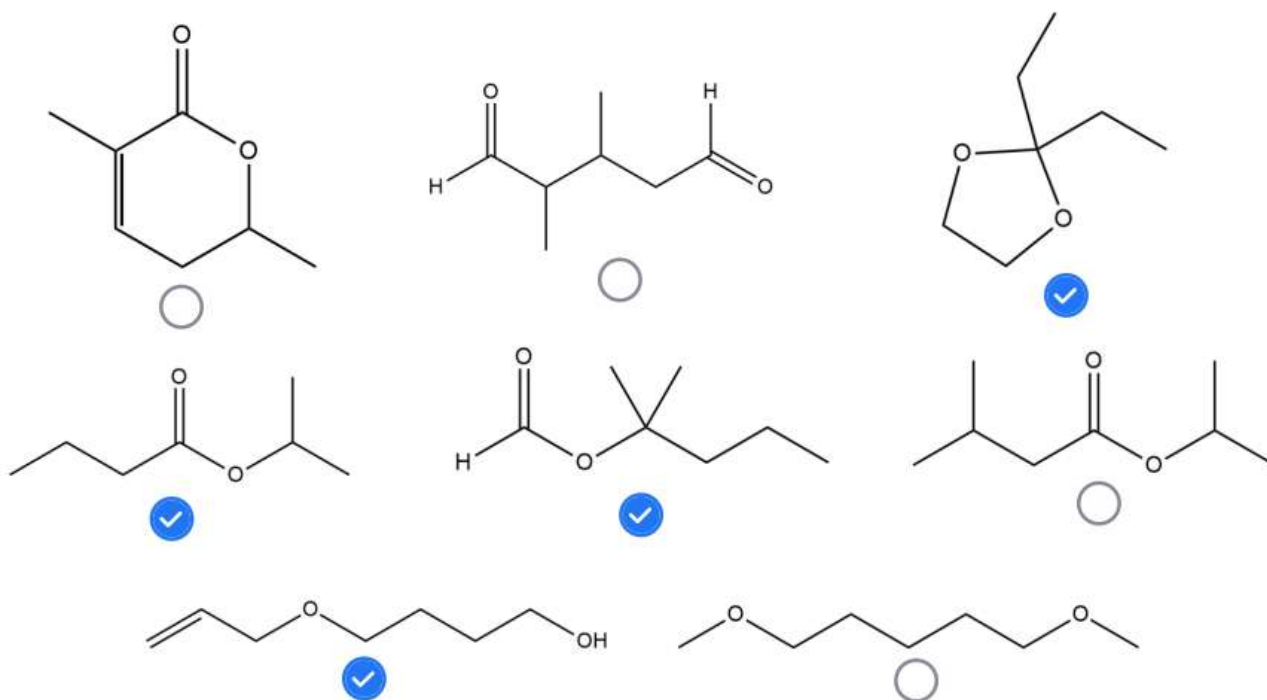
Вещество А — димер хлорида алюминия, Al_2Cl_6 .

Задание № 4

Условие:

Выберите структурные формулы изомеров:

Ответ:



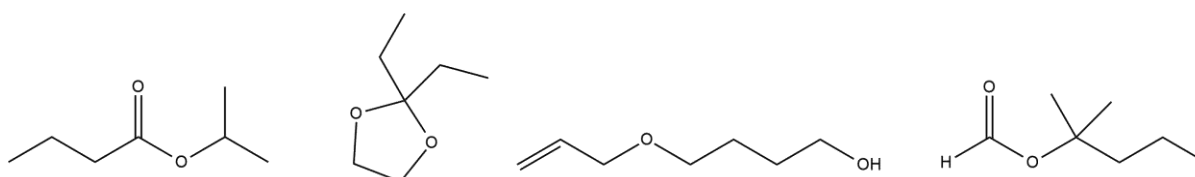
За каждый верный ответ — 1 балл

За каждую ошибку снимается 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Изомерам будут отвечать структуры, состав которых одинаков как количественно, так и качественно. Следующие структуры состава $C_7H_{14}O_2$ являются изомерами:



Задание № 5

Условие:

Установите соответствие между веществами и реакциями, в которые они могут вступать.

Ответ:

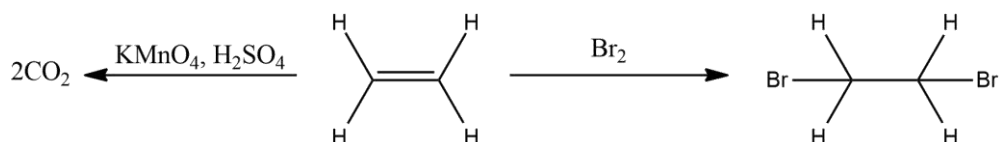
Циклогексан	С бромом на свету
Этилен	С перманганатом калия в кислой среде
Этилен	С бромом в темноте
Этилен	С бромом на свету
Этилен	С бромом в присутствии бромида алюминия
Бензол	С бромом в присутствии бромида алюминия
Толуол	С перманганатом калия в кислой среде
Толуол	С бромом на свету
Толуол	С бромом в присутствии бромида алюминия

За каждую верную пару — 0.5 балла

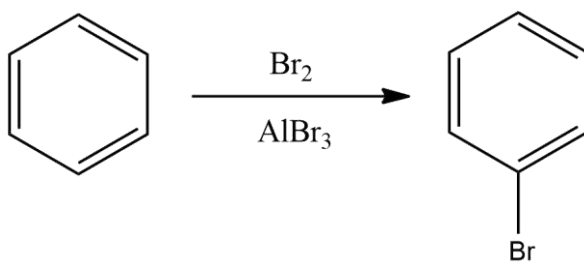
Максимальный балл за задание — 4.5

Решение.

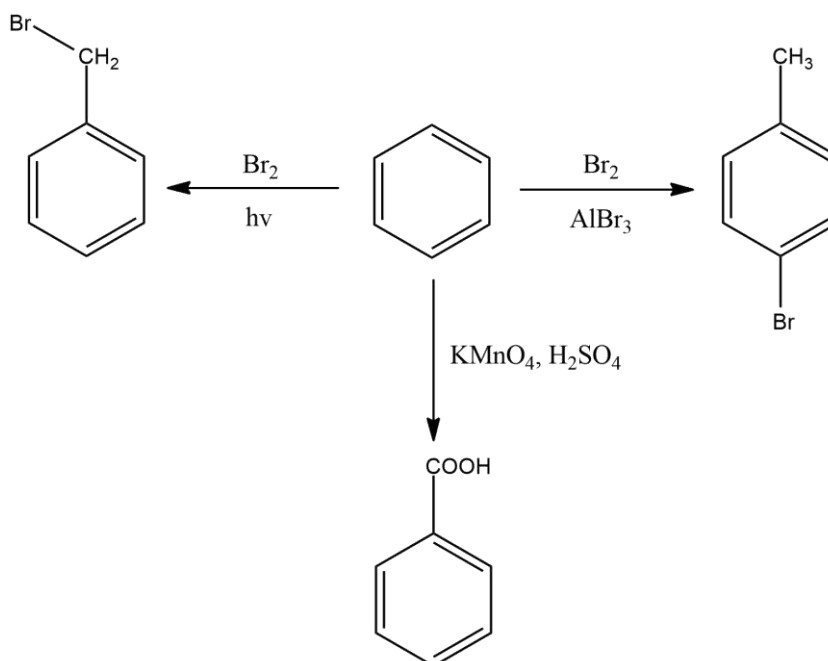
Этилен — наиболее реакционноспособное соединение из представленных. Он легко реагирует с перманганатом калия и с бромом в независимости от условий реакции.



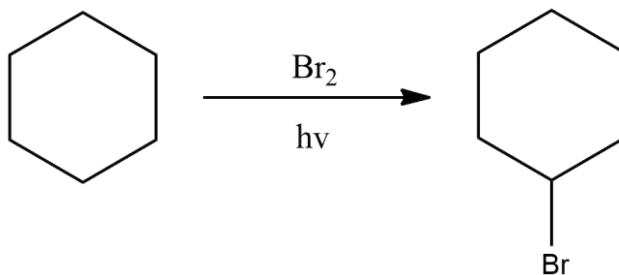
Бензол, будучи ароматическим соединением, не реагирует с перманганатом калия, с бромом в темноте и на свету. Но реагирует с бромом в присутствии бромида алюминия (катализатор).



Толуол в дополнение к реакции с бромом в присутствии бромида алюминия, которая протекает по ароматическому кольцу, реагирует с перманганатом калия и с бромом на свету, но не по кольцу, а по метильной группе.



Циклогексан, как и линейные алканы, реагирует с бромом только на свету, с перманганатом калия не реагирует.



Задание № 6.1

Условие:

Температурный коэффициент скорости некоторой химической реакции равен 3. Во сколько раз изменится скорость реакции при повышении температуры на 20 °С? Если скорость реакции не изменится, выберите «увеличится в 1 раз» либо «уменьшится в 1 раз».

Ответ:

- увеличится
- уменьшится
- не изменится

Точное совпадение ответа — 1 балл

Ответ: в 9

Точное совпадение ответа — 2 балла

Ответ:

- раз
- раза

Точное совпадение ответа — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Согласно правилу Вант-Гоффа, при повышении температуры на каждые 10 градусов скорость реакции увеличивается в 2-4 раза. Иначе говоря:

$$v_2 \div v_1 = \gamma^{(T_2 - T_1) / 10},$$

где v — скорость реакции, T — температура, γ — температурный коэффициент скорости.

Подставляя данные из условия задачи, получаем: $V_2 \div v_1 = 3^{20/10} = 9$.

Задание № 6.2

Условие:

Температурный коэффициент скорости некоторой химической реакции равен 2. Во сколько раз изменится скорость реакции при понижении температуры на 30 °С? Если скорость реакции не изменится, выберите «увеличится в 1 раз» либо «уменьшится в 1 раз».

Ответ:

- увеличится
- уменьшится
- не изменится

Точное совпадение ответа — 1 балл

Ответ: в 8

Точное совпадение ответа — 2 балла

Ответ:

- раз
- раза

Точное совпадение ответа — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение по аналогии с заданием 6.1

Задание № 7

Условие:

Два изомерных углеводорода А и Б имеют состав C_3H_4 . При гидратации этих углеводородов в присутствии солей Hg^{2+} образуется одно и то же органическое соединение. Запишите его тривиальное название.

Ответ: ацетон

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Углеводород В, имеющий такую же формулу, как А и Б, но обладающий другим строением, при окислении сернокислым раствором перманганата калия образует двухосновную органическую кислоту. Запишите название углеводорода В.

Ответ: циклопропен

Точное совпадение ответа — 3 балла

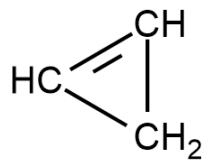
Максимальный балл за задание — 5

Решение.

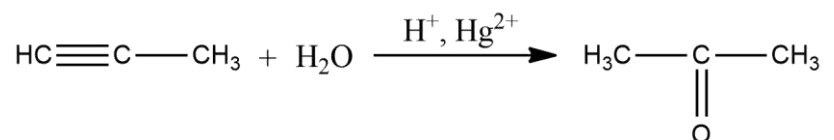
По условию задачи изомерные углеводороды А и Б имеют состав C_3H_4 , т.е. C_nH_{2n-2} .

Такой состав отвечает алкинам, диенам и циклоалкенам.

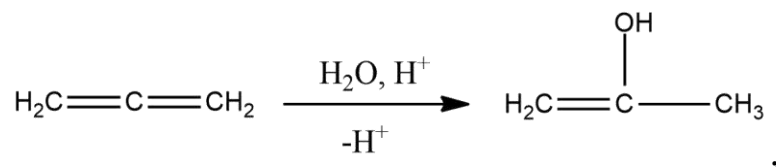
Алкин, содержащий в составе молекулы три углеродных атома — пропин $CH_3C \equiv CH$, изомерный ему диен $CH_2 = C = CH_2$ (пропадиен); циклоалкен такого же состава — циклопропен:



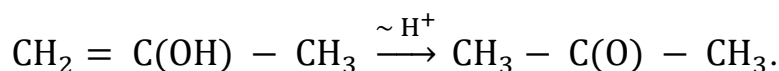
При гидратации пропина с использованием солей ртути (II) (реакция Кучерова) образуется ацетон:



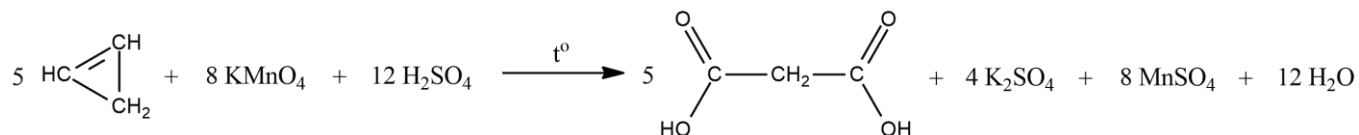
При гидратации аллена в кислой среде сначала происходит электрофильное присоединение молекулы воды по правилу Марковникова с образованием енола — непердельного спирта:



который, будучи нестабильным, претерпевает перегруппировку с образованием соответствующего карбонильного соединения (ацетона):



Циклопропен при жёстком окислении (сернокислый раствор перманганата калия при нагревании) образует двухосновную кислоту — малоновую (пропандиовую):



Задание № 8

Общее условие:

Об органическом веществе известно следующее:

- хорошо растворяется в воде;
- обесцвечивает бромную воду;
- имеет геометрический изомер;
- вступает в реакцию этерификации с двумя молекулами метанола.

Условие:

Определите минимально возможную молярную массу вещества X. Ответ выразите в г/моль, округлите до целых.

Ответ: 116

Точное совпадение ответа — 4 балла

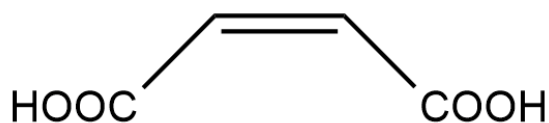
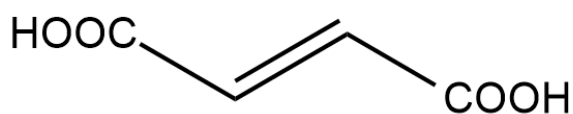
Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Так как вещество растворяется в воде и вступает в реакцию этерификации с двумя молекулами метанола, то можно заключить, что в его структуре имеются две карбоксильные группы.

Так как вещество обесцвечивает бромную воду, то в нём может содержаться кратная связь, причём двойная, о чём говорит наличие геометрических изомеров.

Исходя из этих данных, с учётом минимальной молярной массы, описанным веществом может быть бут-2-ендиовая кислота (фумаровая или малеиновая), молярная масса которой 116 г/моль.



Задание № 9

Общее условие:

Дано зашифрованное вещество, состоящее из трёх элементов (их массовые доли приведены в таблице).

Элемент			
Массовая доля, %	63.50	28.25	8.25

Условие:

Запишите формулу вещества.

Ответ: AgNO_3

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Хотя само зашифрованное в ребусе соединение не используют при качественном анализе тех или иных классов органических веществ, оно служит исходным веществом для получения хорошо известного группового реагента X. Какие классы органических соединений можно идентифицировать с его помощью?

Ответ:

- Алканы
- Циклоалканы
- Алкены
- Алкины с тройной связью на конце цепи
- Алкины с тройной связью НЕ на конце цепи
- Арены

- Спирты
- Фенолы
- Кетоны
- ✓ Альдегиды
- Простые эфиры

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4

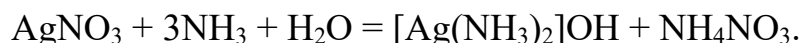
Решение.

В больнице пациентам дают дышать кислородом, в сосудах Дьюара обычно хранят жидкий азот. Соответственно, судя по второму и третьему изображениям, неизвестное вещество должно содержать азот и кислород. Будет верно выражение:

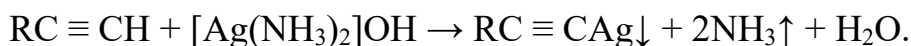
$$n(\text{Э}) : n(\text{N}) : n(\text{O}) = \frac{63.53}{M(\text{Э})} : \frac{8.23}{14} : \frac{28.24}{16} = \frac{63.53}{M(\text{Э})} : 0.587 : 1.765 = \frac{108}{M(\text{Э})} : 1 : 3.$$

По-видимому, речь идёт о нитрате некоторого металла. Если металл одновалентный, то $M(\text{Э}) = 108$ г/моль, что соответствует серебру. Искомое вещество — нитрат серебра, AgNO_3 .

Нитрат серебра используется для приготовления реактива Толленса (аммиачный раствор оксида серебра, гидроксид диамминсеребра):



Последний используется для определения альдегидов (реакция серебряного зеркала) и терминальных алкинов — алкинов, содержащих тройную связь при концевом атоме углерода:



Задание № 10

Условие:

Определите тепловой эффект реакции синтеза 3.1 г сульфата никеля из простых веществ, исходя из термохимических уравнений следующих реакций:



Ответ выразите в килоджоулях, округлите до десятых

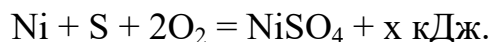
Ответ: 17.5

Точное совпадение ответа — 4 балла

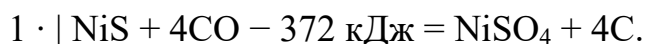
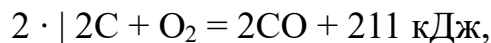
Максимальный балл за задание — 4

Решение.

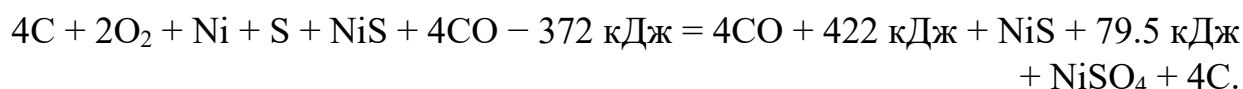
Определим теплоту образования 1 моль сульфата никеля из простых веществ в соответствии с уравнением:



Чтобы получить это уравнение из приведенных в задании второе уравнение надо оставить без изменений, третье перевернуть, первое домножить на два — и все уравнения сложить друг с другом:



Тогда при сложении получаем:



После приведения подобных:



В этом термохимическом уравнении приведена теплота в расчёте на 1 моль сульфата никеля, то есть на 155 г. Для определения теплового эффекта образования 3.1 г сульфата никеля составляем пропорцию:

$$Q = 873.5 \cdot 3.1 \div 155 = 17.5 \text{ кДж.}$$

Задание № 11

Условие:

Установите соответствие между схемами химических реакций и их типами.

В этом задании каждому варианту из левого столбца соответствует ровно один вариант из правого столбца. Ответы приведены ниже в нужном порядке.

Ответ:

	✓ Радикальное замещение
	✓ Электрофильное присоединение
	✓ Полимеризация
	✓ Элиминирование
	✓ Электрофильное замещение
	✓ Нуклеофильное замещение

За каждый верный ответ — 0.5 балла

Максимальный балл за задание — 3

Решение.

Первая реакция представляет собой радикальное замещение в боковой алкильной цепи ароматических соединений, а именно реакцию бромирования этилбензола на свету. Второе превращение — реакция электрофильного присоединения молекулы брома по двойной связи $C = C$ стирола. Следующее взаимодействие — полимеризация стирола с образованием полистирола. Четвёртое превращение является реакцией элиминирования двух молекул бромоводорода от дибромстирола, которая приводит к образованию фенилацетилена. Реакция бромирования этилбензола в присутствии металлического железа является примером реакции электрофильного ароматического замещения. Наконец, замещение брома в боковой цепи α -бромэтилбензола на гидроксильную группу относится к реакциям нуклеофильного замещения.

Задание № 12

Условие:

Установите соответствие между реакциями и их признаками.

Ответ:

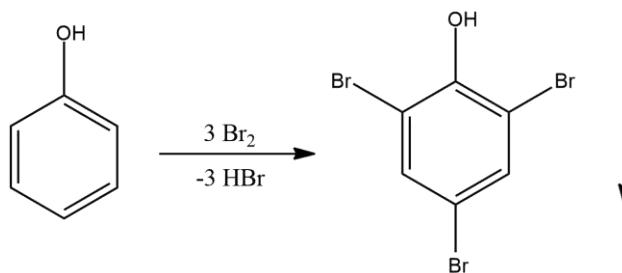
Взаимодействие пропаналя с аммиачным раствором оксида серебра	Образование металлического налёта на стенках сосуда
Взаимодействие гекс-2-ена с бромной водой	Обесцвечивание раствора
Взаимодействие водного раствора фенола с раствором хлорида железа (III)	Появление фиолетовой окраски раствора
Взаимодействие этиленгликоля с гидроксидом меди (II)	Появление ярко-синей окраски раствора
Нагревание глюкозы с гидроксидом меди (II)	Образование кирпично-красного осадка
Нагревание пропанола-1 с уксусной кислотой в присутствии серной кислоты	Видимых изменений нет
Взаимодействие фенола с бромной водой	Обесцвечивание раствора и образование белого осадка
Взаимодействие муравьиной кислоты с карбонатом натрия	Выделение бесцветного газа

За каждую верную пару — 0.5 балла. Всего — 4 балла

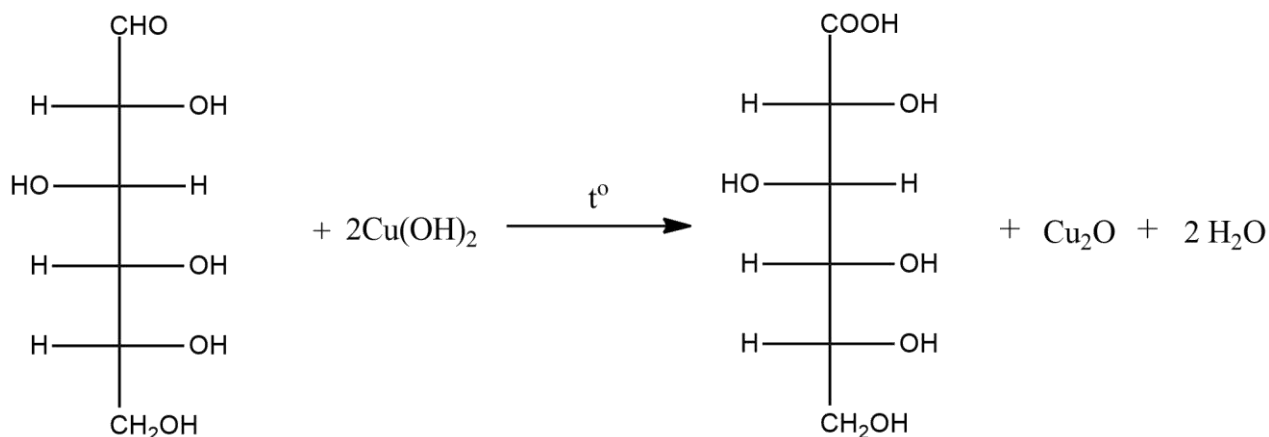
Максимальный балл за задание — 4

Решение.

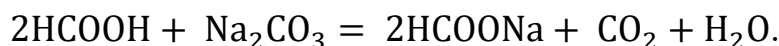
Взаимодействие фенола с бромной водой — обесцвечивание раствора и образование белого осадка:



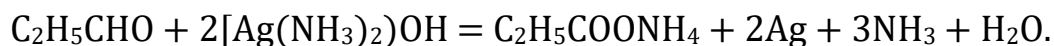
Нагревание глюкозы с гидроксидом меди (II) — образование кирпично-красного осадка:



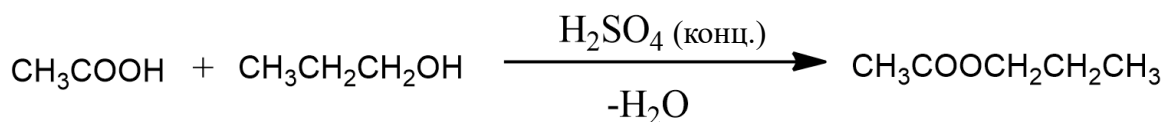
Взаимодействие муравьиной кислоты с карбонатом натрия — выделение бесцветного газа:



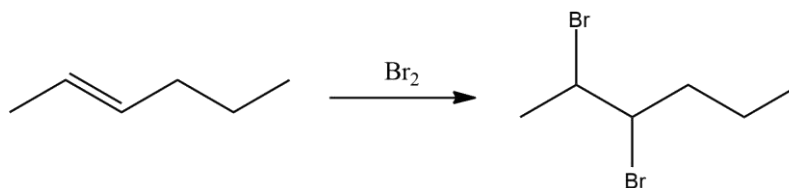
Взаимодействие пропаналя с аммиачным раствором оксида серебра — образование металлического налёта на стенках сосуда:



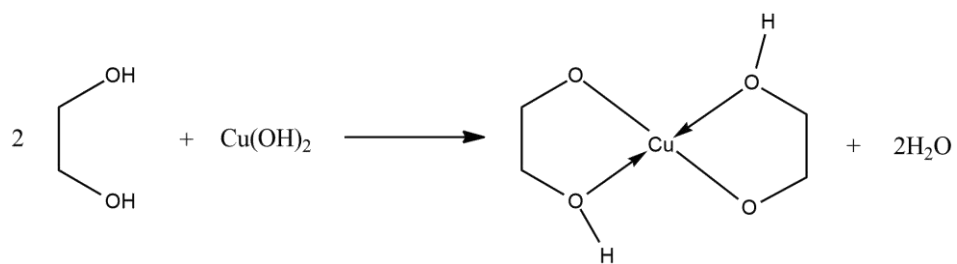
Нагревание пропанола-1 с уксусной кислотой в присутствии серной кислоты — видимых изменений нет:



Взаимодействие гекс-2-ена с бромной водой — обесцвечивание раствора:



Взаимодействие этиленгликоля с гидроксидом меди (II) — появление ярко-синей окраски раствора:



Взаимодействие водного раствора фенола с раствором хлорида железа (III) — появление фиолетовой окраски раствора комплексного соединения:

