



10 класс
Олимпиада школьников
Санкт-Петербургского университета



Общеобразовательный предмет «Химия»
Отборочный этап 2024-2025 уч. Года

Задание № 1. «СГОРИТ ВСЕ!»

Составитель: Тимошкин А.Ю.

Молекулярный фтор является чрезвычайно реакционноспособным соединением, в атмосфере которого горят многие вещества, даже те, которые обычно считают устойчивыми. Напишите реакции взаимодействия с молекулярным фтором следующих веществ (если температура не указана, то реакция протекает при комнатной температуре): 1) поваренной соли; 2) соды; 3) кварцевого песка; 4) железа (при 300 °С); 5) сахарной пудры; 6) серы; 7) угарного газа; 8) аммиака (при 130 °С); 9) паяльного припоя.

Для каждого участника реакции укажите его агрегатное состояние.

Какие свойства проявляет фтор в этих реакциях?

Система оценивания:

№	Критерий	Балл
1	Правильно записанная формула молекулярного фтора (F ₂)	1
2	Правильно записанная формула каждого реагента с указанием агрегатного состояния 0.5 балла (в сумме 4.5 балла).	4.5
3	Правильно записанная формула основного продукта реакции с указанием агрегатного состояния – 0.5 балла (в сумме 4.5 баллов).	4.5
4	Уравненные реакции – по 1 баллу за каждую реакцию (в сумме 9 баллов).	9
5	Указание, что фтор проявляет окислительные свойства.	1
	ВСЕГО:	20

Рекомендации по решению:

Ответ:

- $2 \text{ NaCl (тв)} + \text{F}_2 \text{ (г)} = 2 \text{ NaF (тв)} + \text{Cl}_2 \text{ (г)}$
- $2 \text{ Na}_2\text{CO}_3 \text{ (тв)} + 2 \text{ F}_2 = 4 \text{ NaF} + 2 \text{ CO}_2 + \text{O}_2$
- $\text{SiO}_2 \text{ (тв)} + 2 \text{ F}_2 \text{ (г)} = \text{SiF}_4 \text{ (г)} + \text{O}_2 \text{ (г)}$
- $2 \text{ Fe (тв)} + 3 \text{ F}_2 \text{ (г)} = 2 \text{ FeF}_3 \text{ (тв)}$
- $2 \text{ C}_{11}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \text{ (тв)} + 66 \text{ F}_2 \text{ (г)} = 44 \text{ HF (г)} + 22 \text{ CF}_4 \text{ (г)} + 11 \text{ O}_2 \text{ (г)}$
- $\text{S (тв)} + 3 \text{ F}_2 \text{ (г)} = \text{SF}_6 \text{ (г)}$
- $\text{CO (г)} + \text{F}_2 \text{ (г)} = \text{COF}_2 \text{ (г)}$
- $8 \text{ NH}_3 \text{ (г)} + 3 \text{ F}_2 \text{ (г)} = 6 \text{ NH}_4\text{F (тв)} + \text{N}_2 \text{ (г)}$
- $\text{Sn (тв)} + 2 \text{ F}_2 \text{ (г)} = \text{SnF}_4 \text{ (тв)}$ также засчитывать реакцию
 $\text{Pb(тв)} + 2 \text{ F}_2 \text{ (г)} = \text{PbF}_4 \text{ (тв)}$ в случае если в решении указано что припой – сплав олова со свинцом.

Использован справочник Р.А.Лидин, В.А.Молочко, Л.Л.Андреева «Неорганическая химия в реакциях», М. Дрофа, 2007.

Возможность проверки средствами MOODLE: НЕТ

Проверил: Фамилия И.О.

Задание № 2.

Составитель: Скрипкин М.Ю.

Предложите не менее 10 неорганических и 5 органических веществ, которые могут быть получены в одну или несколько стадий, используя в качестве исходных веществ иодистый метил, нашатырный спирт и каустическую соду. Приведите уравнения соответствующих реакций, укажите условия их протекания и условия выделения продуктов синтеза их реакционной смеси. Выбор оборудования считайте неограниченным (за исключением оборудования для ядерного синтеза).

Система оценивания:

№	Критерий	Балл
1	Правильно записанные формулы исходных веществ	1.25
2	Правильно записанная формула вещества с уравнением реакции и указанием условий протекания и выделения продуктов синтеза	15*1.25 = 18.75
3	Штраф за неправильные коэффициенты в уравнении реакции	-0.5
4	Штраф за отсутствие условий синтеза (где они необходимы)	-0.5
5	Штраф за отсутствие указаний на способ выделения вещества	-1
	ВСЕГО:	20

Рекомендации по оцениванию: штрафы суммируются, но каждая реакция должна оцениваться неотрицательной суммой баллов (возможно, равной 0). Суммарный балл округляется до целого.

Ответ:

Возможен широкий набор решений.

Использован справочник Р.А.Лидин, В.А.Молочко, Л.Л.Андреева «Неорганическая химия в реакциях», М. Дрофа, 2007.

Возможность проверки средствами MOODLE: НЕТ

Проверил: Фамилия И.О.

Задание № 3.

Составитель: Скрипкин М.Ю.

При изучении кинетики взаимодействия диоксида хлора со фтором с образованием диоксофторида хлора получены следующие данные:

Температура, °C	C(ClO ₂), моль/л	C(F ₂), моль/л	Начальная скорость реакции
20	0.04	0.04	v
20	0.08	0.04	2.0v
20	0.12	0.12	9.0v
40	0.08	0.04	12.5v
40	0.08	0.12	37.5v

Запишите уравнение указанной реакции.

Определите порядок реакции и температурный коэффициент скорости. Механизм реакции в рассматриваемом интервале температур считать неизменным.

Система оценивания:

№	Критерий	Балл
1	Правильно записано уравнение реакции	2
2	Правильно определен порядок реакции по диоксиду хлора	5
3	Правильно определен порядок реакции по фтору	5
4	Правильно определен общий порядок реакции	3
5	Правильно определен температурный коэффициент скорости	5
	ВСЕГО:	20

Ответ:

- Уравнение реакции:
 $2\text{ClO}_2 + \text{F}_2 = 2\text{ClO}_2\text{F}$
- Кинетическое уравнение данного процесса имеет вид:
 $V = k \cdot C(\text{ClO}_2)^x \cdot C(\text{F}_2)^y$
Из первых двух строк таблицы получаем:
 $0.08^x / 0.04^x = 2$
Отсюда $x = 1$
Далее сравним первую и третью строки:
 $(0.12/0.04)^x \cdot (0.12/0.04)^y = 9$
Отсюда $y = 1$
Общий порядок реакции составляет $1 + 1 = 2$
- Для определения температурного коэффициента скорости по правилу Вант-Гоффа определим константы скорости при двух температурах
 $k = v / (C(\text{ClO}_2) \cdot C(\text{F}_2))$
При 20°C $k = v / (16 \cdot 10^{-4})$

При 40 °С $k = 12.5v/(32 \cdot 10^{-4}) = 6.25v/(16 \cdot 10^{-4})$

Решая уравнение $\gamma^{(40-20)/10} = 6.25$, получаем $\gamma = 2.5$

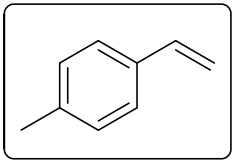
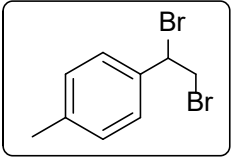
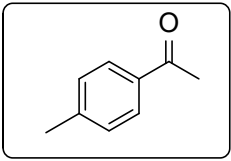
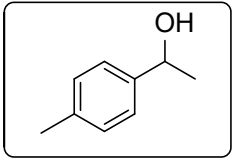
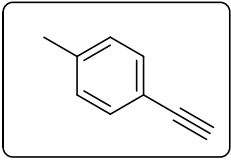
Возможность проверки средствами MOODLE: НЕТ

Проверил: Фамилия И.О.

Задание № 4. «КОНСТРУКТОР ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ»

Составитель: Сорокоумов В.Н.

Условие задачи / Вопросы задачи: Из предложенного перечня реагентов и катализаторов составьте синтетическую 4-х стадийную схему превращений, обратите внимание, что один из реагентов или катализаторов является лишним. Ответ представьте в виде буквенной последовательности.

1	→	2	→	3	→	4	→	5	→	6	→	7	→	8	→	9
A -					E -					I -	$\text{KMnO}_4, \text{H}^+$					
B -	LiAlH_4				F -	$\text{Br}_2, \text{CCl}_4$				J -	$\text{H}_2\text{O}, \text{Hg}^{2+}$					
C -	$\text{H}_3\text{PO}_4, t_0$				G -											
D -					H -											

Система оценивания:

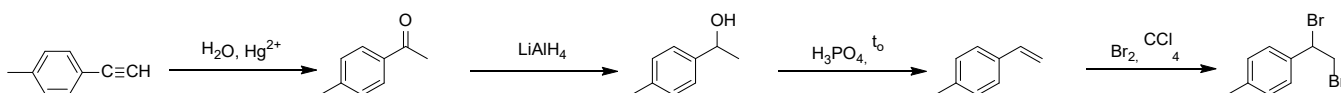
№	Критерий	Балл
1	HJGBDCAFE (Полный ответ)	20
2	HJG (частичный ответ)	5
3	GBD (частичный ответ)	5
4	DCA(частичный ответ)	5
5	AFE(частичный ответ)	5
	ВСЕГО:	20

Рекомендации по решению:

Лишнее вещество – типичный окислитель.

Ответ: HJGBDCAFE

РЕШЕНИЕ:



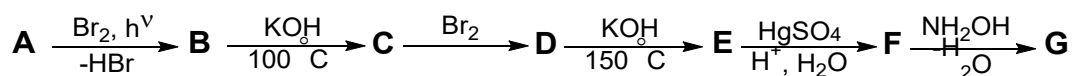
Возможность проверки средствами MOODLE: ДА

Проверил: Дарьин Д.В.

Задание № 5. «СИММЕТРИЧНЫЙ УГЛЕВОДОРОД»

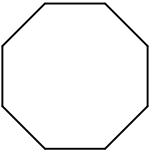
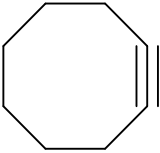
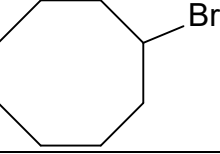
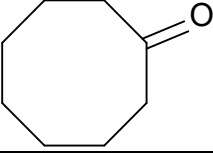
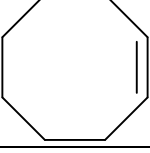
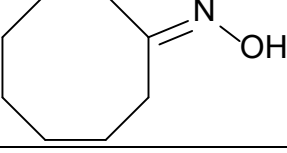
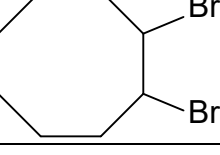
Составитель: Тойкка Ю.Н.

Условие задачи / Вопросы задачи: Углеводород **A** – это бесцветная жидкость, все атомы водорода в молекулах которой химически эквивалентны. Массовая доля брома в **B** равна 41.81 %. Изобразите структурные формулы для всех зашифрованных веществ, молекулярную формулу **B** подтвердите расчётом.

**Система оценивания:**

№	Критерий	Балл
1	Правильно проведены расчёты вещества Б и выведена формула C ₈ H ₁₆	5
2	Правильно расшифрованные структурные формулы веществ (А–F) – 2 баллов за каждое	12
3	Правильно расшифрованная структурная формула вещества G	3
	ВСЕГО:	20

Ответ:

A		E	
B		F	
C		G	
D			

РЕШЕНИЕ:

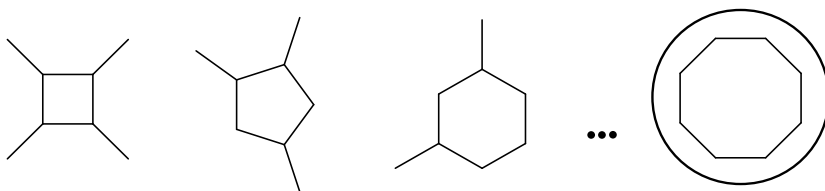
Вероятно, что вещество **A** не содержит кратных связей ввиду того, что вступает с бромом в реакцию замещения. Предположим, что это алкан, тогда можно записать молекулярную формулу **B** как $C_nH_{2n+1}Br$. Найдём, чему равно n :

$$\frac{80}{12n + 2n + 1 + 80} = 0.4181 \Rightarrow n = 5.79, \text{ достаточно далеко от целого числа.}$$

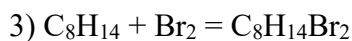
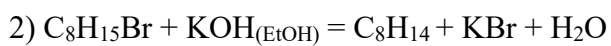
Тогда предположим, что **A** – это циклоалкан, тогда молекулярную формулу **B** можно записать как $C_nH_{2n-1}Br$. Найдём, чему равно n :

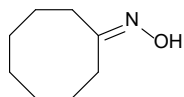
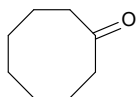
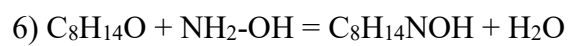
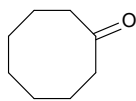
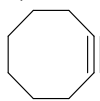
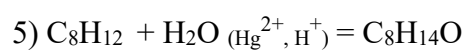
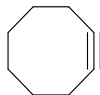
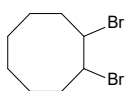
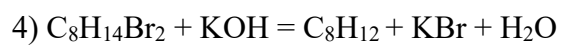
$$\frac{80}{12n + 2n - 1 + 80} = 0.4181 \Rightarrow n \cong 8,$$

и значит, что молекулярная формула **A** – это C_8H_{16} . Такой формуле удовлетворяет несколько изомеров, но только в одном из них все атомы водорода химически эквивалентны:



Далее находим структурные формулы, согласно уравнениям реакций, представленных в цепочке:





Возможность проверки средствами MOODLE: НЕТ

Проверил: Фамилия И.О.