



ПРОБНЫЙ МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ

11 класс

Номер задания	1	2	3	4	5	Сумма
Максимальный балл	20	20	20	20	20	100

Задача 1. Загадка живой природы (20 баллов)

При взаимодействии биоорганического соединения **X** с гидроксидом натрия образуется соль **A**, спекание которой с твердым гидроксидом натрия в инертной атмосфере позволяет получить неприятно пахнущий газ **B**, полностью поглощающийся соляной кислотой с образованием вещества **C**. При охлаждении ниже 15 °C **B** конденсируется в легокипящую жидкость, которая при взаимодействии с подкисленным серной кислотой раствором нитрита натрия образует соединение **D**, активно использующееся человеком в пищевой и медицинской промышленности, а также в качестве растворителя. При нагревании **D** в присутствии катализатора — алюмината цинка $ZnAl_2O_4$ — образуется важный для производства резины диен **E**, способ производства которого был разработан в середине XX века советским ученым Сергеем Васильевичем Лебедевым.

- Установите состав соединений **X**, **A** — **E**. В поле для ответа укажите тривиальные названия для веществ **X**, **A** и систематические для **B** — **E** в виде существительных в именительном падеже единственного числа с заглавной буквы без обозначения локантов, например, Хлорпропан, Пропанон или Хлорид натрия.

Тривиальное название соединения X	
Тривиальное название соединения A	
Номенклатурное название B	
Номенклатурное название C	





Номенклатурное название D	
Номенклатурное название E	

2.

2. К какому классу биоорганических соединений относится **X**? В качестве ответа приведите единственное существительное в именительном падеже множественного числа с заглавной буквы, например, Алкены.

Класс биоорганических соединений	
----------------------------------	--

3.

△ □ ○ + △ □ ○ + △ □ ○ + △ □ ○ + △ □ ○ + △ □ ○ + △ □ ○ + △ □ ○ + △ □ ○ + △ □ ○ + △

**Задача 2. Тайна серебристого металла (20 баллов)**

При растворении избытка малоактивного металла **X** в разбавленной азотной кислоте образуется нитрат **A**, содержащий 76,39 % металла по массе. Отметим, что в состав данной соли входит также биядерный катион X_2^{n+} , характерный для соединений **X** в данной степени окисления. При добавлении к **A** избытка хлорида натрия выпадает белый осадок вещества **B**, который под действием хлора превращается в **B'**. Взаимодействие **B** с 1 и 2 эквивалентами метиллития CH_3Li позволяет получить крайне токсичные соединения **G₁** и **G₂** соответственно.

1. Определите формулы веществ **X**, **A** — **B**. В поля для ответов введите их молекулярные формулы. Для записи используйте только латинские символы, цифры и круглые или квадратные скобки, например, CuSO_4 или $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$.

Малоактивный металл X	
Формула вещества A	
Формула вещества B	
Формула вещества C	

- 2.
2. Напишите уравнение реакции взаимодействия избытка малоактивного металла **X** с разбавленным раствором азотной кислоты. В ответе запишите минимально возможную сумму целочисленных коэффициентов в этом уравнении.

Минимальная сумма целочисленных коэффициентов в уравнении реакции	
---	--

- 3.
3. Определите формулы веществ **G₁** и **G₂**. В ответе укажите их молярную массу с точностью до десятых. Единицы измерения указывать не нужно. При расчете используйте атомные массы с точностью до десятых.

Молярная масса G₁	
Молярная масса G₂	





4.

4. Укажите название минерала, состав которого можно описать молекулярной формулой **Б**. В качестве ответа приведите единственное существительное в именительном падеже единственного числа с заглавной буквы, например, Натрий.

Название минерала **Б**

5.





Задача 3. О термическом разложении соли (20 баллов)

Навеску соли **A** массой 7,0 г нагрели до температуры 100 °C. При этом она полностью разложилась с образованием лишь газовой смеси с плотность 833 мг/л, содержащей два бинарных газа в мольном соотношении 1:1.

1. Определите молярный объем газа при 100 °C и атмосферном давлении.

Ответ выразите в л/моль с точностью до десятых. В качестве десятичного разделителя используйте точку. Единицы измерения указывать не нужно.

Молярный объем в условиях эксперимента, л/моль	
--	--

2.

Известно, что массовая доля одного из элементов в **A** составляет 9,80 %.

2. Определите формулу вещества **A**. Для записи ответа используйте только латинские символы, цифры и круглые или квадратные скобки, например, CuSO₄ или Na₂[Zn(OH)₄].

Формула соли A	
-----------------------	--

3.

При погружении такой же навески соли в мерный цилиндр с 50 мл подсолнечного масла суммарный объем составил 56 мл.

3. Определите, во сколько раз увеличился объем в результате разложения соли при температуре 100 °C. Ответ выразите с точностью до десятков, например, 10290 или 140310.

Отношение объема газовой смеси к изначальному объему соли	
---	--

4.

4. Почему для определения объема твердой соли нельзя использовать воду?

Выберите единственный верный вариант ответа.

1. Вода быстро испаряется.
2. Вода, в отличие от масла, растворяет соль.





3. Вода, в отличие от масла, прозрачна, что затрудняет определение объема.
4. Вода имеет плотность выше, чем у соли, поэтому соль будет плавать на поверхности и точно определить объем не получится.

Верный вариант ответа

5.

Полезная информация

Молярный объем газа может быть вычислен по формуле:

$$V_M = \frac{R \cdot T}{p},$$

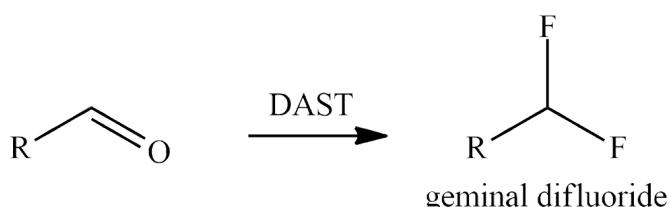
где $R = 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$ — универсальная газовая постоянная, T — температура, p — давление.



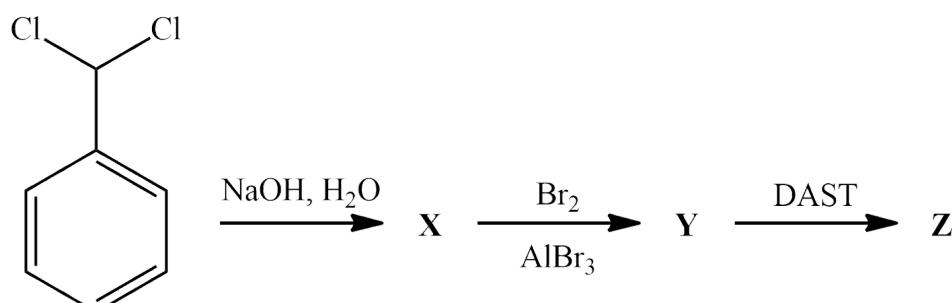
Задача 4. DAST – будет фторирование! (20 баллов)

Позитронно-эмиссионная томография — активно развивающийся метод ядерной медицины. В основе этого метода лежит возможность при помощи специального детектирующего оборудования отслеживать распределение в организме биологически активных соединений, меченых позитрон-излучающими радиоизотопами. Одним из таких изотопов является ^{18}F , в связи с чем становится важным синтез соединений, содержащих меченный фтор.

В одной из работ, опубликованных в 2016 году, был описан синтез ряда соединений, содержащих как меченный фтор, так и немеченный фтор. Общей реакцией для синтезированного ряда соединений было создание геминальных дифторидов (geminal difluoride) из альдегидов при помощи реагента DAST [Diethylaminosulfur trifluoride, химическая формула $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NSF}_3$]:



Ниже представлен вариант синтеза одного из прекурсоров, представленных в вышеупомянутой работе.



- Определите вещества **X**, **Y**, **Z**. В качестве ответа запишите их молекулярные массы, округленные до целого числа. Молекулярную массу хлора примите равной 35,5.

Молекулярная масса X	
Молекулярная масса Y	





Молекулярная масса **Z**

- 2.
2. Определите геометрию молекулы DAST относительно атома серы. Выберите один из предложенных ниже вариантов ответа.
1. Линейная.
 2. Угловая.
 3. Равносторонний треугольник.
 4. Треугольная пирамида.
 5. Тетраэдрическая пирамида.
 6. Дисфеноид («качели»).
 7. Т-образная.
 8. Квадратная пирамида.
3. Какой процесс будет происходить с веществом **X** при его длительном нахождении на воздухе? Выберите один из предложенных ниже вариантов ответа.
1. Восстановление.
 2. Окисление.
 3. Гидролиз.
 4. Диспропорционирование.
 5. Самовоспламенение.
 6. Ничего из вышеперечисленного.

Ответ на вопрос 2

Ответ на вопрос 3

7.





Задача 5. Окислим роданид полностью! (20 баллов)

Роданид железа (III) реагирует с роданидом аммония с образованием комплекса с координационным числом 6. Напишите уравнение реакции окисления этого комплекса азотной кислотой, считая, что единственными газообразными продуктами являются три вещества **A**, **B** и **C** с плотностями по водороду 14, 22 и 32 соответственно. Дополнительно известно, что в продуктах реакции лишь азот находится в двух разных степенях окисления.

- Укажите химические формулы газообразных продуктов реакции **A**, **B** и **C**. Для записи используйте только латинские символы, цифры и круглые или квадратные скобки, например, CuSO₄ или Na₂[Zn(OH)₄].
- В ответ запишите минимальную сумму целочисленных коэффициентов в уравнении реакции комплекса с азотной кислотой.

Формула вещества A	
Формула вещества B	
Формула вещества C	
Сумма коэффициентов в уравнении реакции	

3.

Полезная информация

- Роданиды — соли, содержащие анион SCN⁻.
- Координационное число — количество частиц с валентностью I, которые окружают ион металла в комплексной частице. Например, в [Cu(NH₃)₄]²⁺ координационное число меди — 4.

