

Авторы задач – Скрипкин М.Ю. (№ 1), Кузнецов Н.А. (№ 2), Филиппов И.П. (№ 3), Тойка Ю.Н. (№ 4), Корнатов А.Н. (№ 5), Пошехонов И.С. (№ 6), Ростовский Н.В. (№ 7)

1. Соединения **A, B, C, D, E**, содержащие кислород и элемент **X**, обладают следующими свойствами:

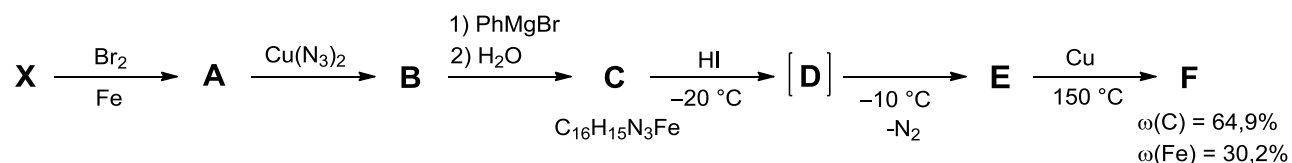
Соединение	A	B	C	D	E
Цвет газа (ст.у.)	Бесцветный	Оранжево-жёлтый	Красный	?	Бесцветный
Т. пл., °С	-133	-62	-56	-166	-145
Т. кип., °С	-60	-6	?	-72	-15
Строение	?	Нелинейное	Нелинейное	Плоское	Плоское
Длина связи X-O , Å	1,13	?	1,15	1,23	1,25
Дипольный момент	1,81	1,83	1,80	0,47	0,42
Угол O-X-O , град	-	-	-	125	130
Содержание X , %	28,57	?	12,74	21,54	17,18

Соединения **A**, **B** и **C** можно получить взаимодействием оксида элемента **X** с соответствующими простыми веществами. Соединение **C** присоединяет Br_2 с образованием соединения **F** ($t_{\text{пл}} = -40\text{ }^\circ\text{C}$, $t_{\text{кип}} = 32\text{ }^\circ\text{C}$), содержащего 88,88% брома по массе. **D** и **E** могут быть получены взаимодействием соответственно **A** и **B** с озоном. Все вещества **A**, **B**, **C**, **D**, **E** легко разлагаются водой и щелочами.

- 1) Определите элемент **X** и соединения **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**. Заполните пропуски в таблице.
- 2) Напишите уравнения описанных реакций с условиями их протекания.
- 3) Приведите по одному другому способу получения соединений **D** и **E**.

2. В стакан с большим количеством воды внесли навеску массой 213,6 г, которая представляет собой смесь кальцинированной соды, глауберовой соли и хлорида алюминия. Полученный фильтрат (раствор над осадком) отделили и прокипятили. При добавлении растворов соляной кислоты или гидроксида натрия к этому фильтрату признаков реакции не наблюдалось. При добавлении к тому же фильтрату 259 мл 20%-го раствора хлорида бария (плотность 1,204 г/мл) выпало максимально возможное количество осадка. Вычислите массовые доли солей (в %) в исходной смеси.

3. Вещество **X**, относящееся к классу «сэндвичевых» соединений, представляет собой оранжевые кристаллы с температурой плавления $173\text{ }^\circ\text{C}$, нерастворимые в воде. Впервые оно было получено при взаимодействии циклопентадиенилмагнийбромида с FeCl_3 ; по данным элементного анализа вещество **X** содержит 64,56% углерода и 5,42% водорода. Известно, что химические свойства **X** во многом схожи со свойствами ароматических соединений. Ниже представлена цепочка превращений, характеризующих химические свойства соединения **X**:



Известно, что вторая стадия протекает по механизму нуклеофильного ароматического замещения. Соединение **C** существует в виде двух таутомерных форм. В реакции получения вещества **F** также образуется неустойчивое неорганическое соединение, разлагающееся с выделением иода.

- 1) Определите брутто-формулу соединения **X** и изобразите его структурную формулу. Ответ аргументируйте. Сколько сигналов наблюдается в спектре протонного магнитного резонанса соединения **X**?
- 2) Напишите уравнение реакции получения соединения **X** из циклопентадиенилмагнийбромида и FeCl_3 . Предложите еще один метод синтеза соединения **X**.
- 3) Расшифруйте цепочку превращений, приведите структурные формулы веществ **A** – **F**.

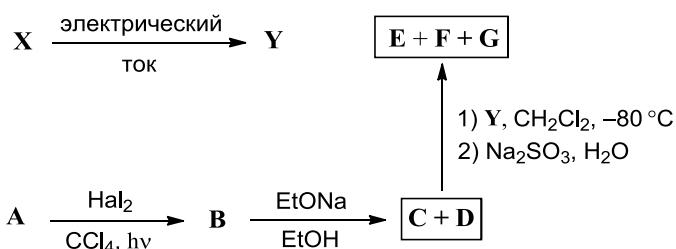
4. Обладающий высокой химической активностью серебристо-белый металл встречается в природе в виде различных оксидных соединений. Его содержание в земной коре по массе составляет $2,5 \cdot 10^{-4}\%$. Используемое в аналитической практике для обнаружения иона натрия соединение этого элемента (**X**) содержит, кроме данного элемента, углерод (12,37 масс. %), кислород (24,74%) и водород (1,55%).

- 1) Определите металл (свой вывод подтвердите расчётами). Какие его изотопы Вам известны? Какой из них наиболее распространён в природе? Какой из изотопов имеет наибольшее практическое применение? Как его можно отделить от других изотопов?
- 2) Предложите способ синтеза высшего галогенида данного элемента из минерального сырья. Какое применение находит этот галогенид?
- 3) Какие степени окисления характерны для данного металла в его соединениях в растворах? Какие химические формы соответствуют этим степеням окисления?

4) Приведите структурную формулу соединения **X** и его название. Напишите уравнение реакции взаимодействия реагента **X** с ионом натрия в уксуснокислой среде.

5. Справа представлена схема превращений.

Известно, что **A**, **B**, **C**, **D** и **F** – циклические соединения, имеющие один и тот же размер цикла. Из **C** образуется **E** и **F**. Соединение **B** состоит из трёх элементов, причём массовая доля галогена в **B** равна 45,17%.



1) Определите структурные формулы соединений **A** – **G**.

2) При обработке **G** этилатом натрия образуется соединение **H**, размер цикла в котором на 1 атом больше, чем в **F**. Какова структурная формула соединения **H**?

3) Газ **X** состоит из одного элемента, массовая доля которого в **E** равна 36,36%. Какова роль **X** в нашем организме? Где в повседневной жизни используется процесс превращения **X** в **Y**?

6. При малых концентрациях растворенного вещества осмотическое давление (Π) определяется уравнением Вант-Гоффа:

$$\Pi = cRT,$$

где c – молярная концентрация растворенного вещества (моль/м³), R – универсальная газовая постоянная (8,314 Дж/(моль·К)), T – температура (К).

Было установлено, что раствор 0,40 г вещества **X**, относящегося к ряду ароматических соединений, в 200 мл воды имеет осмотическое давление 263 мм.рт.ст. при 20 °С.

1) Вычислите молярную массу вещества **X**.

2) Предложите возможные структурные формулы вещества **X**. Известно, что оно реагирует с железом в избытке соляной кислоты. Запишите уравнение соответствующей реакции.

3) Определите точную структуру вещества **X**, если известно, что его температура плавления гораздо меньше, чем у его изомеров. Ответ поясните.

7. Эквимолярную смесь углеводов **A** и **B** нагрели в закрытом сосуде в присутствии платины, при этом образовалась эквимолярная смесь углеводов **B** и **Г**, а давление в сосуде не изменилось. **B** и **Г** не реагируют с бромом в темноте, а **A** и **B** при обработке эквивалентным количеством брома при комнатной температуре дают продукты **Д** и **Е**, соответственно. При действии спиртового раствора гидроксида калия на **Д** образуется **Б**. Углеводород **A** в присутствии серной кислоты реагирует с углеводородом **B**, взятым в избытке, с образованием соединения **Ж**. Соединение **Ж** может быть также получено частичным восстановлением ароматического соединения **З**, некоторые производные которого могут обладать оптической активностью. Соединение **Ж** при нагревании может окисляться кислородом до соединения **И** (C₁₂H₁₆O₂), которое после обработки разбавленной серной кислотой даёт соединения **К** (C₆H₆O) и **Л** (C₆H₁₀O).

1) Определите строение соединений **A** – **Л**. Ответ обоснуйте.

2) Почему в реакции получения **Ж** из **A** углеводород **B** был взят в избытке? Что произойдёт, если в той же реакции в избытке взять углеводород **A**? Напишите соответствующие уравнения реакций.

3) Приведите пример оптически активного производного соединения **З**.

11 класс

Автор задания – Скрипкин М.Ю.

Практическое задание:

В колбах без надписей находятся водные растворы следующих веществ: *глюкоза, сорбит (гексан-1,2,3,4,5,6-гексол), тартрат калия (калиевая соль 2,3-дигидроксибутандиовой кислоты), оксалат калия.*

1. Проведите качественный анализ содержимого колб.
2. После проверки результатов качественного анализа, определите содержание глюкозы в соответствующей колбе.

Реактивы: раствор медного купороса, раствор гидроксида натрия ~ 0,1 М, раствор серной (или соляной) кислоты ~ 0,1 М, раствор иода (в иодиде калия) 0,1 М, раствор тиосульфата натрия 0,1 М, крахмал.

Оборудование: набор пробирок, бюретка, пипетки Мора, колбы для титрования с пробками, груши резиновые, мерный цилиндр, спиртовка (или нагревательная плитка).

Теоретические вопросы:

1. Используя приведенные выше реактивы и необходимое оборудование, предложите ход качественного анализа, с помощью которого можно определить содержимое каждой колбы.
2. Предложите ход количественного анализа, с помощью которого можно определить концентрацию глюкозы.
3. Напишите уравнения всех проводимых реакций.
4. Выведите формулу для расчета массы (г) глюкозы в колбе.