

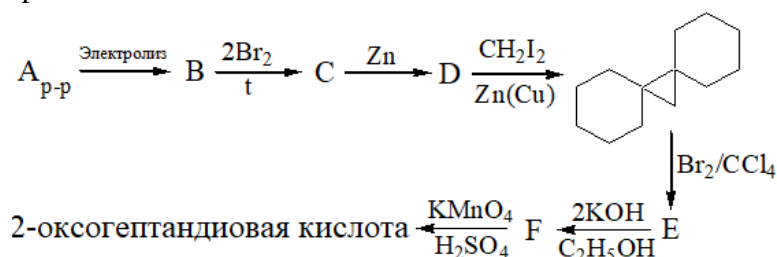
**Химия. 10 класс**

1 вариант

Работа рассчитана на 240 минут.

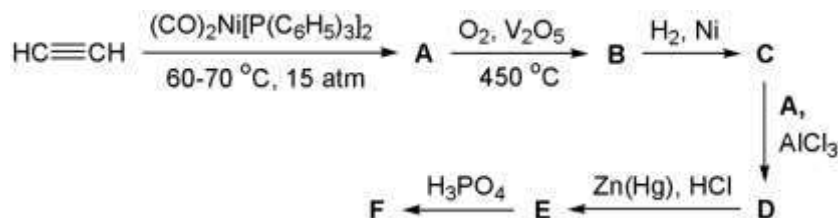
**Все решения должны быть полными и обоснованными.**

- 1) Расшифруйте представленный ниже синтез 2-оксогептандиовой кислоты, исходя из водного раствора калиевой соли **A**:



Известно, что вещество **B** – бициклическое соединение состава  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}$ , а вещество **D** (состава  $\text{C}_{12}\text{H}_{20}$ ) способно реагировать с водным раствором перманганата калия на холоду и обесцвечивать бромную воду.

1. Установите структурные формулы веществ **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**.
  2. Напишите уравнения представленных реакций для получения веществ **B**, **C**, **D**, **E**, **F**.
  3. Приведите структурные формулы четырех любых изомеров вещества **B**.
- 2) Ниже приведена схема одного из возможных синтезов 1-тетралона (**F**) – бициклического соединения, содержащего 11.0 % кислорода по массе:



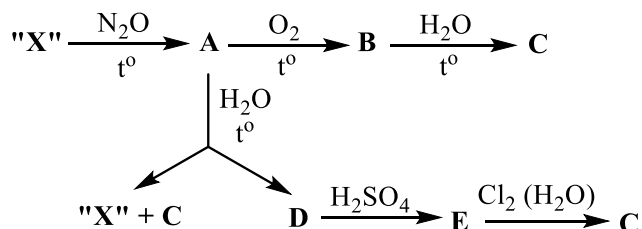
1. Установите структурные формулы соединений **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, если известно, что все соединения в ряду **A-F** содержат по меньшей мере один цикл, соединение **B** имеет брутто-формулу  $\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_3$ , при этом в реакции **A** → **B** происходит потеря ароматичности.
  2. Напишите уравнения всех представленных на схеме реакций.
  3. Как называются реакции **C** → **D** и **D** → **E**?
- 3) «Сегодня я познакомлю вас с довольно опасным и ядовитым газом, который, впрочем, применяется для производства полупроводников», - сказал преподаватель химического кружка и эффектно достал из тумбочки прозрачный баллон из полипропилена, заполненный бесцветным газом. Юные химики заворуженно смотрели, как их преподаватель поместил баллон с неизвестным газом в стоявший на столе большой стеклянный сосуд ( $V=65$  л), на дне которого находился слой мокрого песка, и заполнил сосуд кислородом. Аппаратура, присоединенная к сосуду, показала давление 101,3 кПа,

температуру газа – 20 °С. Аккуратно, чтобы не выпустить кислород, преподаватель разрезал полимерную оболочку. Произошла яркая вспышка, сопровождающаяся продолжительным горением.

1. Определите состав неизвестного газа, если известно следующее. Объем баллона с газом – 4,8 л, давление в баллоне – атмосферное, масса оболочки из полимера равна 11,2 г. Средняя молярная масса смеси двух газов, находящихся в сосуде после окончания реакций и его охлаждения до 0 °С – 38,86 г/моль, давление в сосуде – 48,86 кПа. Никаких новых соединений в твердом и жидком состояниях в сосуде не содержится. Объемом песка на дне пренебрегите, считайте, что все реакции прошли до конца. Приведите все необходимые расчеты.
2. Напишите уравнения всех протекающих реакций.
3. Почему в сосуде не найдено новых соединений?
4. Объясните, зачем на дно сосуда поместили мокрый песок.

4) Юный химик, попав в университетскую лабораторию, увидел две баночки с реактивами. К сожалению, реактивы были еще советскими, поэтому этикетка на них почти не читалась. Сохранилось лишь одно слово на обеих баночках. «Оксиды!» - воскликнул юный химик, – «Но какие?». Этот вопрос мучил бы его всю жизнь, если бы не преподаватель, который решил, что это его очередной студент пришел сдавать коллоквиум. Он дал юному химику задачку, связанную с этими оксидами, которая звучит следующим образом:

«Первый оксид (соединение **A**) представляет собой белые хлопья с неприятным запахом; второй оксид (соединение **B**) выглядит как белый кристаллический порошок. Оба оксида образованы одним и тем же элементом **X** и обладают высокой токсичностью. Известно, что отношение молярной массы соединения **A** к **B** равно 0,775.



Вещество **A** может быть получено при взаимодействии простого вещества, образованного элементом **X**, с оксидом азота (I) при нагревании – реакция 1 (см. схему). Соединение **B** образуется при нагревании **A** с кислородом – реакция 2. В горячей воде **A** превращается в исходное простое вещество, бесцветный газ **D** и кислоту **C** – реакция 3, которая также может быть получена растворением соединения **B** в кипящей воде – реакция 4. Газ **D** при взаимодействии с концентрированной серной кислотой образует кислоту **E** – реакция 5, которая в ходе реакции с хлорной водой превращается в **C** – реакция 6. Известно, что на нейтрализацию 1,96 г кислоты **C** требуется 21,6 мл 10% раствора гидроксида натрия (плотность 1,109 г/мл), а на нейтрализацию 1,64 г кислоты **E** требуется 14,4 мл 10% гидроксида натрия».

Поможем юному химику справиться с задачей?

1. Какой элемент зашифрован под литерой **X**? Ответ обязательно подтвердите расчетами.
2. Приведите формулы веществ **A – E**. Напишите уравнения всех 6 реакций и уравняйте их.
3. Изобразите структурные формулы соединений **A** и **B**.

5) Один из методов определения молярной массы веществ основан на сравнении температур замерзания раствора вещества и чистого растворителя. Этот метод называется криоскопией. Температура замерзания раствора ниже, чем чистого растворителя:

$$\Delta T = T - T_1 = K_f * m$$

где  $T$  - температура замерзания растворителя,  $T_1$  - температура замерзания раствора,  $\Delta T$  - понижение температуры,  $m$  – моляльность раствора (количество моль растворенного вещества в 1 кг растворителя),  $K_f$  – криоскопическая константа, которая является характеристикой данного растворителя. Для воды  $K_f = 1,86 \text{ К}\cdot\text{кг}/\text{моль}$ .

Величина  $\Delta T$  для идеальных растворов не зависит от природы растворенных частиц, а зависит только от их концентрации. Поэтому если вещество диссоциирует в растворе на ионы, то формула остаётся справедливой, с тем лишь уточнением, что  $m$  – суммарное количество моль частиц (в том числе ионов, образовавшихся при диссоциации) на 1 кг растворителя.

1. Вещества **A** и **B** ионного строения, имеющие одинаковый количественный состав и отличающиеся лишь одним атомом, были получены пропусканием газа **N** через кислоты **A<sub>1</sub>** (для получения **A**) и **B<sub>1</sub>** (для получения **B**). Водный раствор, содержащий 100 г воды и 1,00 г **A**, замерзает при температуре на 0,695 К ниже, чем вода. Водный раствор с таким же массовым содержанием **B** замерзает при температуре -0,380 °С. Рассчитайте молярные массы веществ **A** и **B**. Определите формулы **A**, **B**, **N**, **A<sub>1</sub>** и **B<sub>1</sub>**.
2. Сколько хлорбензола нужно растворить в 100 г бензола, чтобы температура замерзания этого раствора была ниже температуры замерзания бензола (5,5 °С) на 1 градус? Криоскопическая постоянная бензола 5,12 К·кг/моль.

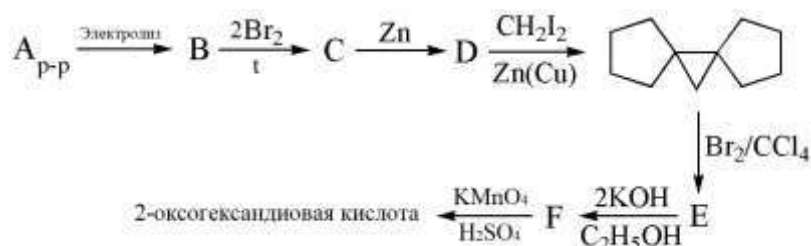
**Химия. 10 класс**

2 вариант

Работа рассчитана на 240 минут.

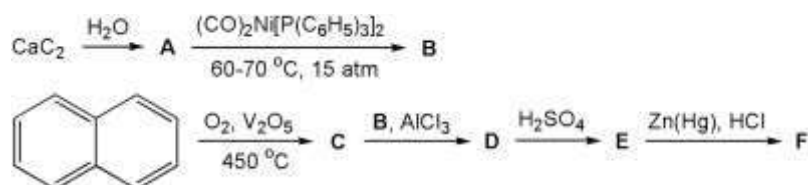
**Все решения должны быть полными и обоснованными.**

- 1) Расшифруйте представленный ниже синтез 2-оксогександиовой кислоты, исходя из водного раствора калиевой соли **A**:



Известно, что вещество **B** – бициклическое соединение состава  $\text{C}_{10}\text{H}_{18}$ , а вещество **D** (состава  $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ ) способно реагировать с водным раствором перманганата калия на холоду и обесцвечивать бромную воду.

1. Установите структурные формулы веществ **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**.
  2. Напишите уравнения представленных реакций для получения веществ **B**, **C**, **D**, **E**, **F**.
  3. Приведите структурные формулы четырех любых изомеров вещества **B**.
- 2) Ниже приведена схема одного из возможных синтезов трициклического бинарного соединения (**F**), содержащего 6.67 % водорода по массе:



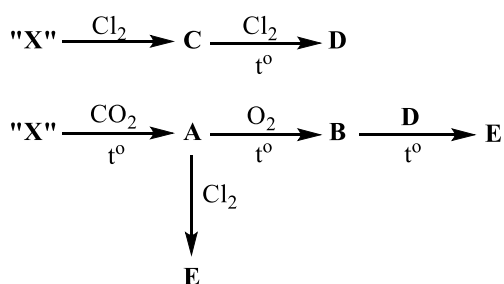
1. Установите структурные формулы соединений **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, если известно, что соединение **B** может быть получено из натриевой соли бензойной кислоты по реакции Дюма, **C** имеет брутто-формулу  $\text{C}_8\text{H}_4\text{O}_3$ , при этом в реакции **нафталин**  $\rightarrow$  **C** происходит потеря ароматичности одного из колец нафталина.
  2. Напишите уравнения всех представленных на схеме реакций.
  3. Как называются реакции **C**  $\rightarrow$  **D** и **E**  $\rightarrow$  **F**?
- 3) «Сегодня я познакомлю вас с чрезвычайно опасным и ядовитым газом, широко использующимся в электронной промышленности», - сказал преподаватель химического кружка и эффектно достал из тумбочки прозрачный баллон из полиэтилена, заполненный бесцветным газом. Юные химики заворуженно смотрели, как их преподаватель поместил баллон с неизвестным газом в стоявший на столе большой стеклянный сосуд объемом 55,0 л, на дне которого стояла колба с жидкостью и находился слой мокрого песка, и заполнил сосуд кислородом. Аккуратно, чтобы не

выпустить кислород, преподаватель разрезал полимерную оболочку. Произошла яркая вспышка, сопровождающаяся продолжительным горением.

1. Определите состав газа, если известно следующее. Объем баллона с газом – 4,5 л (все объемы приведены в расчете на н.у., если не оговорено иное), масса оболочки из полимера равна 11,2 г. Давление до опыта в сосуде и баллоне – атмосферное. После охлаждения сосуда до 0 °С давление в нем оказалось равным 0,591 бар. После вскрытия колбы с концентрированным раствором гидроксида натрия и установления равновесия давление в сосуде уменьшилось до 0,265 бар. Газ, оставшийся в сосуде после всех описанных операций, оказался кислородом. Никаких новых соединений в твердом и жидком состояниях в сосуде не содержится. Объемами песка на дне и объемом колбы пренебрегите, считайте, что все реакции прошли до конца. Приведите все необходимые расчеты.
2. Напишите уравнения всех протекающих реакций.
3. Почему в сосуде не найдено новых соединений?
4. Объясните, зачем на дно сосуда поместили мокрый песок.

- 4) Юный химик, попав в университетскую лабораторию, увидел две баночки с реактивами. К сожалению, реактивы были еще советскими, поэтому этикетка на них почти не читалась. Сохранилось лишь одно слово на обеих баночках. «Оксиды!» - воскликнул юный химик, – «Но какие?». Этот вопрос мучил бы его всю жизнь, если бы не преподаватель, который решил, что это его очередной студент пришел сдавать коллоквиум. И дал юному химику задачку, связанную с этими оксидами, которая звучит следующим образом:

«Первый оксид (соединение **A**) представляет собой белые хлопья с неприятным запахом; второй оксид (соединение **B**) выглядит как белый кристаллический порошок. Оба оксида образованы одним и тем же элементом **X** и обладают высокой токсичностью. Известно, что отношение массовой доли элемента **X** в соединении **A** к массовой доли элемента **X** в соединении **B** равно 1,291.



Вещество **A** может быть получено при взаимодействии простого вещества, образованного элементом **X**, с оксидом углерода (IV) при нагревании – реакция 3 (см. схему). Соединение **B** образуется при нагревании соединения **A** с кислородом – реакция 4. При взаимодействии вещества **A** с хлором происходит образование соединения **E** – реакция 5, которое также может быть получено при нагревании соединений **B** и **D** – реакция 6. Соединение **D** образуется при нагревании соединения **C** с хлором – реакция 2, которое в свою очередь может быть получено хлорированием простого вещества, образованного элементом **X** – реакция 1. Соединения **C**, **D** и **E** являются важными реагентами в органическом синтезе»

Соединение	С	D	E
Массовая доля Cl	77.5%	85.1%	69.4%

1. Какой элемент зашифрован под литерой **X**? Ответ обязательно подтвердите расчетами.
  2. Приведите формулы веществ **A** – **E**. Напишите уравнения всех 6 реакций и уравняйте их.
  3. Изобразите структурные формулы соединений **A** и **B**.
- 5) Один из методов определения молярной массы веществ основан на сравнении температур замерзания раствора вещества и чистого растворителя. Этот метод называется криоскопией. Температура замерзания раствора ниже, чем чистого растворителя:

$$\Delta T = T - T_1 = K_f * m$$

где  $T$  - температура замерзания растворителя,  $T_1$  - температура замерзания раствора,  $\Delta T$  - понижение температуры,  $m$  – моляльность раствора (количество моль растворенного вещества в 1 кг растворителя),  $K_f$  – криоскопическая константа, которая является характеристикой данного растворителя. Для воды  $K_f = 1,86 \text{ К}\cdot\text{кг/моль}$ .

Величина  $\Delta T$  для идеальных растворов не зависит от природы растворенных частиц, а зависит только от их концентрации. Поэтому если вещество диссоциирует в растворе на ионы, то формула остаётся справедливой, с тем лишь уточнением, что  $m$  – суммарное количество моль частиц (в том числе ионов, образовавшихся при диссоциации) на 1 кг растворителя.

1. Вещества **A** и **B** ионного строения, имеющие одинаковый количественный состав и отличающиеся лишь одним атомом, были получены пропусканием газа **N** через кислоты **A1** (для получения **A**) и **B1** (для получения **B**). Водный раствор, содержащий 100 г воды и 1,00 г **A**, замерзает при температуре на 0,380 К ниже, чем вода. Водный раствор с таким же массовым содержанием **B** замерзает при температуре  $-0,257 \text{ }^\circ\text{C}$ . Рассчитайте молярные массы веществ **A** и **B**. Определите формулы **A**, **B**, **N**, **A1** и **B1**.
2. Сколько бромбензола нужно растворить в 100 г бензола, чтобы температура замерзания этого раствора была ниже температуры замерзания бензола ( $5,5^\circ\text{C}$ ) на 1 градус? Криоскопическая постоянная бензола  $5,12 \text{ К}\cdot\text{кг/моль}$ .

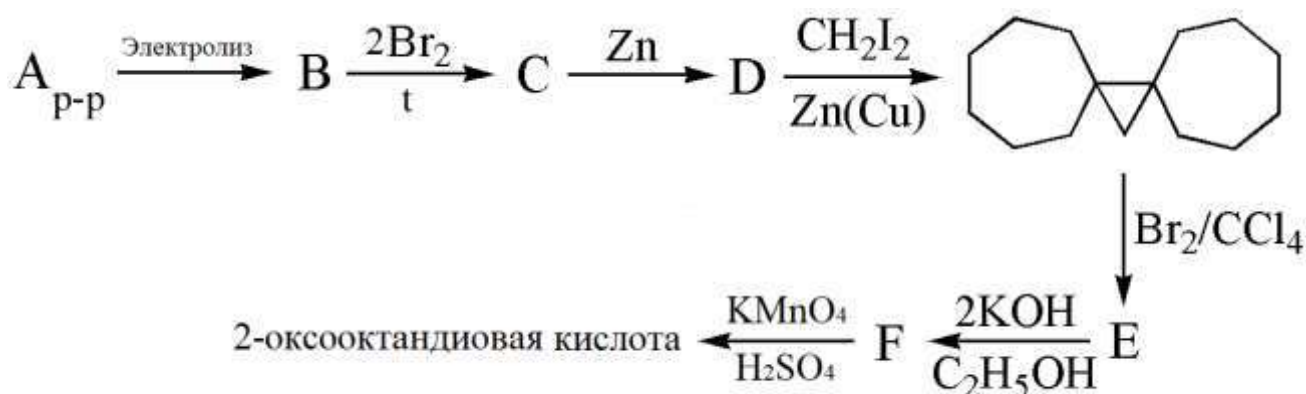
**Химия. 10 класс**

3 вариант

Работа рассчитана на 240 минут.

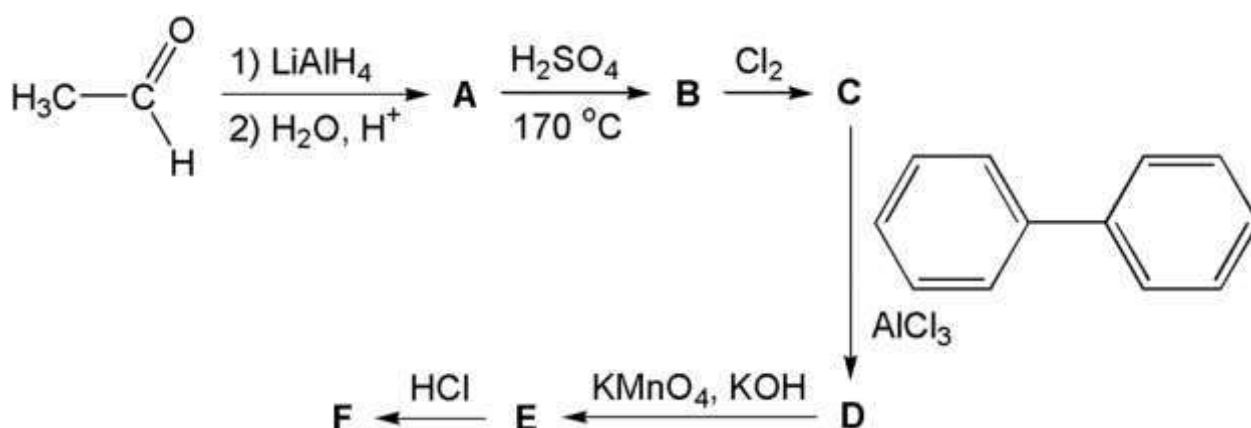
*Все решения должны быть полными и обоснованными.*

- 1) Расшифруйте представленный ниже синтез 2-оксооктандиовой кислоты, исходя из водного раствора калиевой соли **A**:



Известно, что вещество **B** – бициклическое соединение состава  $\text{C}_{14}\text{H}_{26}$ , а вещество **D** (состава  $\text{C}_{14}\text{H}_{24}$ ) способно реагировать с водным раствором перманганата калия на холоду и обесцвечивать бромную воду.

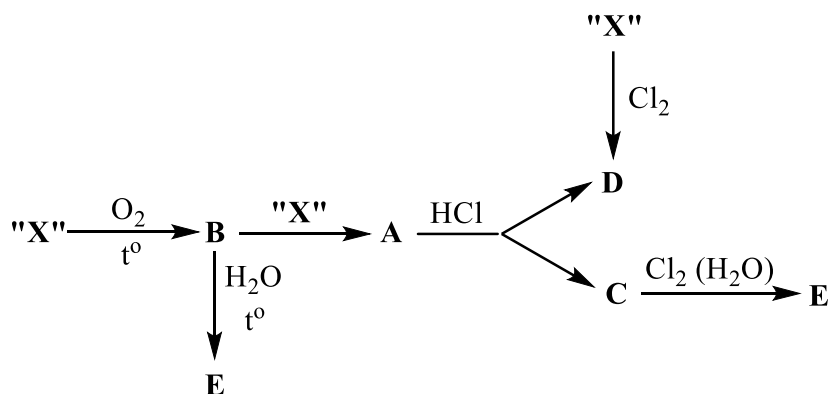
1. Установите структурные формулы веществ **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**.
  2. Напишите уравнения представленных реакций для получения веществ **B**, **C**, **D**, **E**, **F**.
  3. Приведите структурные формулы четырех любых изомеров вещества **B**.
- 1) Ниже приведена схема одного из возможных синтезов дифеновой кислоты (**F**) – бициклического соединения, содержащего 26.4 % кислорода по массе:



1. Установите структурные формулы соединений **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, если известно, что соединение **D** является трициклическим и не содержит хлора, при этом соединение **C** реагирует с бифенилом в мольном соотношении 1:1.
  2. Напишите схему реакции получения соединения **A** и уравнения реакций получения соединений **B**, **C**, **D**, **E**, **F**.
  3. Как называется реакция  $C \rightarrow D$ ?
  4. Как изменится состав продуктов превращения  $A \rightarrow B$ , если снизить температуру до 140 °С? Напишите уравнение реакции.
- 3) «Коллеги, мне удалось провести довольно сложный процесс и получить весьма реакционноспособный и ядовитый газ с крутым норомом, который, впрочем, применяется для производства полупроводников», - сказал преподаватель химического кружка и эффектно достал из тумбочки прозрачный баллон из полипропилена, заполненный бесцветным газом. Юные химики заворожено смотрели, как их преподаватель поместил баллон с неизвестным газом в большой стеклянный сосуд, на дне которого стояла колба с жидкостью и находился слой мокрого песка. Учитель заполнил сосуд кислородом и аккуратно, чтобы не выпустить кислород, разрезал полимерную оболочку, произошла яркая вспышка, сопровождающаяся продолжительным горением.
1. Определите состав неизвестного газа, если известно следующее. Объем сосуда - 60 л, а баллона с газом - 2,6 л давление в баллоне - атмосферное, масса оболочки из полимера равна 16,8 г, температура 23 °С. Аппаратура, присоединенная к сосуду, показала начальное давление кислорода 150 кПа. По окончании реакции горения колбу вскрыли, после установления равновесия и охлаждения сосуда до исходной температуры масса колбы увеличилась на 52,8 г, а давление в сосуде стало 0,546 бар. Анализ оставшегося газа в сосуде показал, что это чистый кислород, никаких новых соединений на дне и стенках сосуда не обнаружено. Приведите все необходимые расчеты. Объемом стакана и песка на дне пренебрегите, считайте, что все реакции прошли до конца.
  2. Напишите уравнения всех протекающих реакций.
  3. Предположите, что за жидкость была в колбе и почему её масса увеличилась?
  4. Приведите способ получения неизвестного газа, который мог использовать преподаватель.
- 4) Юный химик, попав в университетскую лабораторию, увидел две баночки с реактивами. К сожалению, реактивы были еще советскими, поэтому этикетка на них почти не читалась. Сохранилось лишь одно слово на обеих баночках. «Оксиды!» - воскликнул юный химик, - «но какие?». Этот вопрос мучил бы его всю жизнь, если бы не преподаватель, который решил, что это его очередной студент пришел сдавать очередной коллоквиум. И дал юному химику задачу, связанную с этими оксидами, которая звучит следующим образом:



«Первый оксид (соединение **A**) представляет собой белые хлопья с неприятным запахом; второй оксид (соединение **B**) выглядит как белый кристаллический порошок. Оба оксида образованы одним и тем же элементом **X** и обладают высокой токсичностью. Известно, что отношение массовой доли кислорода в соединении **A** к массовой доли кислорода в соединении **B** равно 0,774.



Соединение **B** может быть получено при сжигании простого вещества, образованного элементом **X** – реакция 1 (см. схему). При нагревании **B** с простым веществом элемента **X** образуется соединение **A** – реакция 2, которое при обработке газообразным хлороводородом разлагается на два соединения: кислоту **C** и соединение **D** – реакция 3. При обработке кислоты **C** хлорной водой образуется кислота **E** – реакция 4, которая также может быть получена растворением соединения **B** в кипящей воде – реакция 5. Соединение **D** также может быть получено хлорированием простого вещества, образованного элементом **X** – реакция 6.

Соединение	C	E
Массовая доля O	58,5%	65,3%

Поможем юному химику?

1. Какой элемент зашифрован под литерой **X**? Ответ обязательно подтвердите расчетами.
  2. Приведите формулы веществ **A** – **E**. Напишите уравнения всех 6 реакций и уравняйте их.
  3. Изобразите структурные формулы соединений **A** и **B**.
- 5) Один из методов определения молярной массы веществ основан на сравнении температур замерзания раствора вещества и чистого растворителя. Этот метод называется криоскопией. Температура замерзания раствора ниже, чем чистого растворителя:

$$\Delta T = T - T_1 = K_f * m$$

где  $T$  - температура замерзания растворителя,  $T_1$  - температура замерзания раствора,  $\Delta T$  - понижение температуры,  $m$  – моляльность раствора (количество моль растворенного вещества в 1 кг растворителя),  $K_f$  – криоскопическая константа, которая является характеристикой данного растворителя. Для воды  $K_f = 1,86 \text{ К}\cdot\text{кг}/\text{моль}$ .

Величина  $\Delta T$  для идеальных растворов не зависит от природы растворенных частиц, а зависит только от их концентрации. Поэтому если вещество диссоциирует в растворе на ионы, то формула остаётся справедливой, с тем лишь уточнением, что  $m$  – суммарное количество моль частиц (в том числе ионов, образовавшихся при диссоциации) на 1 кг растворителя.

1. Вещества **A** и **B** ионного строения, имеющие одинаковый количественный состав и отличающиеся лишь одним атомом, были получены пропусканием газа **N** через кислоты **A<sub>1</sub>** (для получения **A**) и **B<sub>1</sub>** (для получения **B**). Водный раствор, содержащий 100 г воды и 1,00 г **A**, замерзает при температуре на 0,257 К ниже, чем вода. Водный раствор с таким же массовым содержанием **B** замерзает при температуре  $-0,695 \text{ }^\circ\text{C}$ . Рассчитайте молярные массы веществ **A** и **B**. Определите формулы **A**, **B**, **N**, **A<sub>1</sub>** и **B<sub>1</sub>**.
2. Сколько иодбензола нужно растворить в 100 г бензола, чтобы температура замерзания этого раствора была ниже температуры замерзания бензола ( $5,5^\circ\text{C}$ ) на 1 градус? Криоскопическая постоянная бензола  $5,12 \text{ К}\cdot\text{кг}/\text{моль}$ .