

Задание 1.

При полном сгорании в кислороде смеси двух соседних членов гомологического ряда алканов масса образовавшегося углекислого газа вдвое превышает массу образовавшейся воды.

1. Установите качественный (формулы) и количественный (массовые и молярные доли компонентов) состав смеси.
2. Рассчитайте количество теплоты, выделяющееся при сгорании 1 моль этой смеси, если известно, что молярная теплота сгорания алканов линейно зависит от числа атомов углерода, а теплоты сгорания этана и пропана равны 1560 и 2220 кДж моль⁻¹, соответственно.

Задание 2.

Бром образует четыре кислородсодержащих аниона **I-IV**.

1. Приведите структурные формулы этих анионов, указав их пространственное строение (например, линейный, тетраэдр).

Наиболее просты в получении соли аниона **I**. Для их синтеза бром растворяют в горячем растворе гидроксида калия (реакция 1) или подвергают окислению хлором в присутствии гидроксида калия (реакция 2). Соли аниона **I** кристаллизуются при охлаждении раствора.

Проведение реакции 1 при значительном охлаждении позволяет получить нестабильные соли аниона **II** (реакция 3). В растворе они медленно разлагаются (реакция 4), однако в кристаллической форме существуют продолжительное время. Так, известен кристаллогидрат натриевой соли **II**, содержащий 45.9 % кислорода по массе.

Значительно сложнее получить соли аниона **III**. Это можно сделать, например, подщелачиванием соответствующий кислоты, которая образуется при обработке водного раствора брома нитратом серебра (реакция 5).

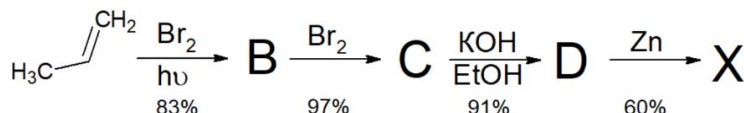
Однако куда более интересна история получения аниона **IV**. Химики долго не могли подобрать подходящий окислитель, поэтому впервые **IV** был получен посредством облучения гамма-лучами аниона **X**, содержащего элемент, соседствующий с бромом в периодической системе. Исходная калиевая соль **X** содержала 28.4 % кислорода по массе. В настоящее время **IV** получают из **I** в щелочном растворе с использованием фтора (реакция 6), фторсодержащего окислителя **Y** ($D_{\text{возд.}} = 5.84$) (реакция 7) или электролиза (реакция 8).

2. Соотнесите формулы анионов с обозначениями **I-IV** и запишите уравнения реакций 1-8.
3. Установите формулу кристаллогидрата натриевой соли **II**.
4. Запишите уравнение ядерной реакции превращения **X** в **IV**.

Задание 3.

При взаимодействии 7.4 г газа **X** с кислым раствором перманганата калия (реакция 1) выделяется газ **A**, который при пропускании через известковую воду (реакция 2) образует осадок массой 55.5 г. Известно, что вещество **A** является единственным продуктом окисления **X**.

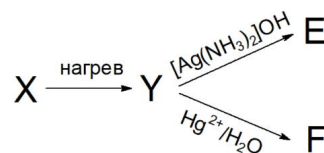
1. Определите газы **X** и **A**, напишите уравнения реакций 1-2. Ответ подтвердите расчётом. Получить газ **X** можно синтетически, например, по следующей схеме:



2. Приведите структурные формулы веществ **B-D** и **X**. Рассчитайте массу пропена, необходимую для синтеза 7.4 г **X**. Числа, приведённые под стрелкой – выход продукта на каждой отдельной стадии.

Нагревая **X** в спиртовом растворе щёлочи, можно получить один из его изомеров **Y**, который даёт осадок с реагентом Толленса и вступает в реакцию гидратации в присутствии солей двухвалентной ртути:

3. Приведите структурную формулу изомера **Y** и веществ **E** и **F**.
4. Сколько ещё существует соединений, изомерных **X** и **Y**? Напишите структурную(-ые) формулу(-ы) этих соединений.



Задание 4.

Одним из основных способов получения этилена является термическое дегидрирование этана. Стандартные термодинамические характеристики реакций сгорания веществ-участников этого процесса приведены в таблице:

Соединение	C ₂ H ₆	C ₂ H ₄	H ₂
$\Delta_{\text{сгор}}H / \text{кДж моль}^{-1}$	-1559.7	-1410.9	-285.8
$\Delta_{\text{сгор}}S / \text{Дж моль}^{-1} \text{ К}^{-1}$	-309.3	-266.9	-162.9

1. Рассчитайте стандартные величины энтальпии и энтропии реакции дегидрирования этана.
2. Определите температуру, выше которой эта реакция идёт самопроизвольно при стандартном давлении (1 бар) всех участников реакции. Считайте, что энтальпия и энтропия дегидрирования этана не зависят от температуры.
3. Рассчитайте константу равновесия реакции дегидрирования при 1300 К.
В сосуд объёмом 1 л при температуре 1300 К ввели этан так, что его начальное давление составило 5 бар. После внесения катализатора и установления равновесия полученный этилен выделили и вновь дождались установления равновесия, после чего снова выделили полученный этилен.
4. Рассчитайте количество этилена, выделенное на первом и втором шаге.

Необходимые формулы:

$$\Delta G^{\circ} = \Delta H^{\circ} - T \Delta S^{\circ}$$

$$\Delta G^{\circ} = -RT \ln K$$