

10 класс ВАРИАНТ 1

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 мольные доли компонентов) состав смеси.
2. Рассчитайте количество теплоты, выделяющееся при сгорании 1 моль этой смеси, если известно, что мольная 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).

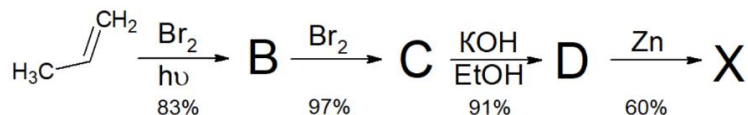
Однако куда более интересна история получения аниона IV. Химики долго не могли подобрать подходящий окислитель, поэтому впервые IV был получен посредством облучения гамма-лучами аниона X, содержащего элемент, соседствующий с бромом в периодической системе. Исходная калиевая соль X содержала 28.4 % кислорода 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:

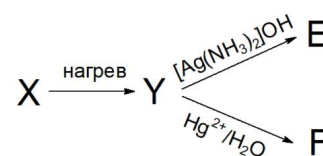


2. Приведите структурные формулы веществ B-D и X. Рассчитайте массу пропена, необходимую для синтеза 7.4 г X. Числа, приведённые под стрелкой – выход продукта на каждой отдельной стадии.

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:

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

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