

10 класс

10-1. Пусть M – масса пустой колбы. v — число моль газа, которое находится в сосуде при данных условиях.

$$\text{Тогда } M + 16v = 57,$$

$$M + 32v = 59.$$

$$\text{Отсюда } v = 0,125$$

Масса колбы получается из любого и двух уравнений $M = 55$ г.

Теперь у нас есть 2,5 г. смеси метана и кислорода, и требуется определить ее состав

v_1 – число моль метана v_2 – число моль кислорода

$$v_1 + v_2 = 0,125$$

$$16 v_1 + 32 v_2 = 2,5$$

$$\text{Отсюда } v_1 = 0,09375, v_2 = 0,125 - 0,09375 = 0,03125.$$

Так как на сгорание метана по реакции $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ требуется 2 моль кислорода на один моль метана, то очевидно, что кислорода на полное сгорание не хватит.

Другой способ

В некоторых работах встречается такое остроумное решение:

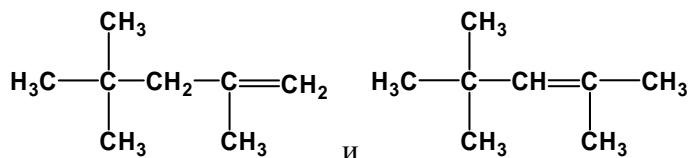
Пусть k — доля колбы, заполненная метаном в смеси метана с кислородом, тогда кислородом заполнена часть $1 - k$.

$$\text{Тогда } 57k + (1 - k)59 = 57,5$$

Решая уравнение, легко получаем $k = 0,75$, то есть метана (по объему и соответственно по количеству вещества) в три раза больше, чем кислорода, следовательно, кислорода недостаточно.

10-2. Первая реакция представляет собой дегидрирование газ А – водород, газ Б – изобутен

Вторая реакция – димеризация, дает два изомерных октена – В и Г:



Третья реакция – гидрирование обоих октенов, которое дает один продукт – изооктан (2,2,4- триметилпентан)

Октановое число моторного топлива характеризует способность топлива к детонации, которая является вредной, и ее следует избегать.

Октановое число показывает стойкость к детонации (т.е. степень сжатия топлива, при которой топливо детонирует). Изооктан считается неспособным к детонации, ОЧ = 100.

Второй эталон — н-гептан ОЧ = 0, его стойкость к детонации считается нулевой.

Детонационные свойства реального бензина измеряют по аналогии: одноцилиндровый мотор с переменной степенью сжатия доводят до появления детонации исследуемого топлива. Затем подбирается смесь двух эталонных углеводородов. Процентное содержание изооктана в смеси, детонирующей при той же степени сжатия, что и исследуемое топливо, и будет являться октановым числом (ОЧ) топлива.

10-3.

Пусть молярная масса любого из исходных углеводородов M , масса продукта с одним атомом брома – $M + 81$ (присоединение HBr).

Тогда M г дают $(M + 81)$ г продукта

3,5 г дают 7,55 г продукта.

Решая пропорцию, получаем $M = 70$, то есть формула углеводорода C_5H_{10}

Далее следует определить структурную формулу углеводорода.

(1) Углеводород может представлять собой алкен, в данном случае, пентен. Для пентена возможно существование нескольких изомеров: пентен-1, пентен-2, 2-метилбутен-1, 2-метилбутен-2, 3-метилбутен-2.

Так как исходные вещества – два геометрических изомера, то подходит только пентен-2, так как в других случаях цис-транс изомеров нет.

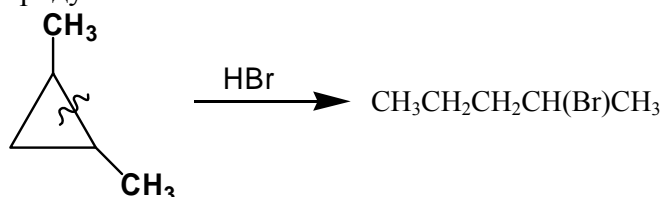
(2) Второй вариант – циклоалкан. Формулу C_5H_{10} имеет циклопентан, метилциклобутан, 1,1-диметилциклопропан и 1,2-диметилпропан. Только в последнем случае существуют геометрические изомеры. Таким образом, второй ответ задачи — это 1,2-диметилпропан.

Структурные формулы бромпроизводных:

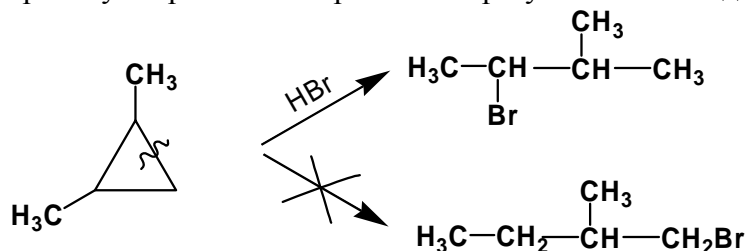
(1) При бромировании пентена-2 будет получено оба возможных монобромпроизводных, так как правило Марковникова не дает однозначного выбора:



(2) Первый вариант: разрыв связи по симметричному положению дает только один продукт:



Другой вариант разрыва связи в принципе может привести к двум продуктам, однако по правилу Марковникова реально образуется только один из них:



Таким образом, в случае 1,2-диметилциклопропана присоединение HBr также приводит к двум продуктам: 2-бромпропану и 2-бром-3-метилбутану.

10-4. а) В первом случае образовался оксид металла. При его растворении в соляной кислоте получен хлорид этого же металла.

200 г раствора HCl содержат 20 г или 0,548 моль HCl. На нейтрализацию избытка кислоты затрачено $86 \times 0,1 = 8,6$ г, т.е. 0,215 моль NaOH.

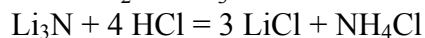
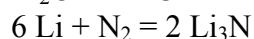
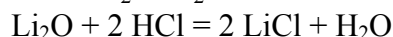
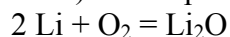
Значит избыток кислоты составлял тоже 0,215 моль. Таким образом, на образование хлорида металла затрачено $0,548 - 0,215 = 0,333$ моль.

Таким образом, 2,3 г составляют 0,333 г-экв. металла

Молярная масса металла $M = 6,9 n$

При $n = 1$ металл – литий, при $n = 2, 3, 4$ новых решений не появляется.

б) Во втором случае металл взаимодействует не только кислородом, но и с азотом.

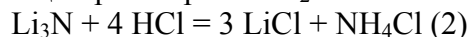


Последние две реакции объясняют различие результатов двух опытов – т.е. образование нитрида и дополнительное количество HCl на связывание азота.

3. Массы веществ. В первом опыте получено 0,333 моль LiCl, что составляет 14,12 г.

Во втором эксперименте исходное количество соляной кислоты 0,548 моль. На нейтрализацию израсходовано 5,25 г щелочи, что составляет 0,131 моль. Избыток кислоты – это тоже 0,131 моль. Тогда на растворение продуктов реакции затрачено 0,417 моль кислоты.

Уравнения реакций растворения $\text{Li}_2\text{O} + 2 \text{HCl} = 2 \text{LiCl} + \text{H}_2\text{O}$ (1)



Пусть x моль лития – образовало оксид, а y моль лития – нитрид.

$$x + y = 0,333$$

Количество соляной кислоты на растворение оксида – x моль.

Количество соляной кислоты на растворение нитрида – $y / 3 \cdot 4 = 4/3y$.

$$\text{тогда } x + 4/3y = 0,417$$

Система уравнений легко решается вычитанием первого уравнения из второго

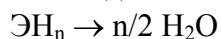
$$y/3 = 0,417 - 0,333 = 0,084$$

$$y = 0,252, x = 0,081.$$

Массы веществ в растворе:

масса хлорида лития в итоге та же, что и в первом случае, так как весь литий переходит в хлорид. Масса хлорида аммония: количество вещества хлорида аммония $y/3 = 0,084$. Масса его – 4,49 г.

10-5. Исходное соединение – водородное, так как при сгорании образуется вода.



Пусть x – атомная масса элемента, тогда $x + n/2$ г в-ва образуют $9n$ г воды

по условию: 0,522 г дают 1,08 г воды. Решение пропорции дает $x = 3,6n$

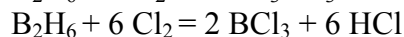
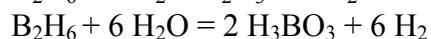
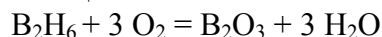
При $n = 1$, такого элемента нет. Если $n = 2$, $x = 7,2$ такого элемента также нет.

Если $n = 3$, $x = 10,8$. Этот элемент бор. Если $n = 4$, $x = 14,4$ мог бы подойти азот, но он не четырехвалентный.

Таким образом, остается бор. Соединение – BH_3 .

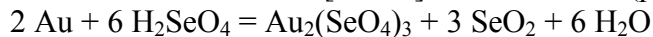
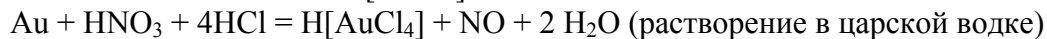
Соединение BH_3 не существует в свободном виде, но существует целый ряд бороводородов. Простейшее из них (и соответствующее найденной простейшей формуле!) – это диборан B_2H_6 .

Реакции

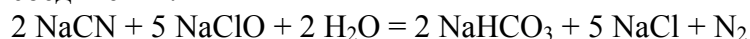


10-6. 1. цианидное выщелачивание протекает по реакции: $4\text{Au} + 8 \text{KCN} + \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} = 4 \text{K}[\text{Au}(\text{CN})_2] + 4 \text{KOH}$

2. Другие способы перевода золота в раствор, например



3. В реальном в технологическом процессе для разложения цианид-ионов в раствор добавляют гипохлорит, который превращает цианид в полностью нетоксичные соединения.



Другие реакции, приводящие к малотоксичным соединениям, в том числе связывание цианид-ионов в комплексы, также оценивались как правильные.