

ЗАДАНИЯ С РЕШЕНИЯМИ

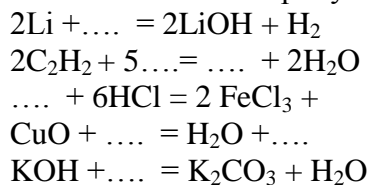
8-1. Названия веществ, простых или сложных часто употребляются в словосочетаниях. Определите эти вещества и допишите предложенные словосочетания:

_____ дыра
Активированный _____
_____, _____, _____ век
Дистиллированная _____
_____ клей
_____ недостаточность
_____ лампа
_____ ложка

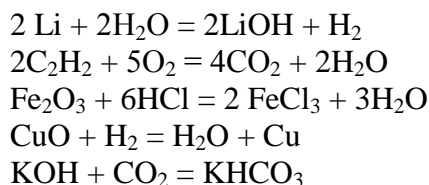
РЕШЕНИЕ.

Озоновая дыра; железный, медный или бронзовый век; силикатный клей; кислородная недостаточность; неоновая лампа; активированный уголь; дистиллированная вода; серебряная или золотая ложка.

8-2. Восстановите пропуски в уравнениях реакций, не изменяя приведенных коэффициентов:



РЕШЕНИЕ.



8-3. В состав человеческого организма входит в среднем по массе 65% кислорода, 18% углерода, 10% водорода, 0,15% натрия и 0,15% хлора. Расположите выше названные химические элементы в порядке уменьшения числа их атомов, содержащихся в организме человека.

РЕШЕНИЕ.

1) Расчет количества вещества атомов каждого элемента по формуле

$$n(\text{Э}) = m(\text{Э})/A_r(\text{Э})$$

$$n(\text{O}) = m(\text{O})/A_r(\text{O}) = 65:16=4,06 \text{ моль атомов кислорода}$$

$$n(\text{C}) = m(\text{C})/A_r(\text{C}) = 18:12= 1,5 \text{ моль атомов углерода}$$

$$n(\text{H}) = m(\text{H})/A_r(\text{H}) = 10:1=10 \text{ моль атомов водорода}$$

$$n(\text{Na})= m(\text{Na})/A_r(\text{Na}) = 0,15:23=0,065 \text{ моль атомов натрия}$$

$$n(\text{Cl}) = m(\text{Cl})/A_r(\text{Cl}) = 0,15:35,5=0,0042 \text{ моль атомов хлора}$$

2) Число атомов элемента связано с количеством вещества элемента прямопропорционально.

Сравнивая величины количества вещества атомов каждого элемента, получаем, что в порядке уменьшения атомы располагаются в следующей последовательности:

водород, кислород, углерод, натрий, хлор.

8-4. В лаборатории приготовили водный раствор этилового спирта (C_2H_5OH) с массовой долей 10%. Плотность раствора спирта равна 0,98 г/мл. Рассчитайте число молекул спирта в 1 мл такого раствора.

РЕШЕНИЕ.

- 1) $m(\text{раствора}) = 1 \cdot 0,98 = 0,98 \text{ г}$
- 2) $m(\text{вещества}) = 0,98 \cdot 0,1 = 0,098 \text{ г}$
- 3) $n(\text{вещества}) = 0,098 : 46 = 0,002 \text{ моль}$
- 4) $N(\text{молекул}) = 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 0,002 = 1,2 \cdot 10^{22} \text{ молекул}$

8-5. Ученик 6 класса, который еще не изучает химию и не знаком с правилами поведения в химической лаборатории, случайно уронил несколько 3 банки с веществами: 1) $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, 2) CuO , 3) Cu . Банки разбились, вещества перемешались. Предложите способ, позволяющий извлечь из смеси (выделить в чистом виде) максимальное число компонентов.

РЕШЕНИЕ.

- 1) Обработка водой.

Сульфат меди растворится, оксид меди и медь – не растворяются.

- 2) Фильтрование. На фильтре останется смесь оксида меди и меди.

- 3) Раствор медного купороса оставить на несколько суток для кристаллизации. Упаривание хуже – получим большей частью безводный сульфат.

- 4) Остаток оксида меди и меди обрабатываем раствором соляной кислоты. Медь остается, оксид переходит в раствор в виде хлорида (кислота и, соответственно, соль могут быть другими).

- 5) Хлорид меди отделяем от меди фильтрованием. Из раствора осаждаем гидроксид.

- 6) Гидроксид меди прокаливаем.

7*. полученный оксид меди будет содержать немного примеси хлорида (или сульфата) натрия. Промываем водой и сушим.

ЗАДАНИЯ С РЕШЕНИЯМИ

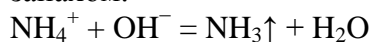
9-1. Агроном заказал удобрения. Привезли 5 мешков, наполненных белыми гранулами, но без этикеток. В накладной были указаны следующие удобрения: натриевая селитра, аммиачная селитра, хлорид аммония, сульфат аммония, мочевины. Каким образом агроном может определить содержимое мешков, если в его распоряжении имеются вода и еще 3 необходимых реактива. Опишите его действия и приведите уравнения необходимых реакций.

РЕШЕНИЕ.

1) Приготовить растворы веществ, разделить их на четыре порции.

2) Подействовать на каждый раствор первой порции раствором щелочи.

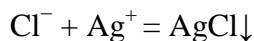
Аммиачная селитра и сульфат аммония при действии щелочи дают аммиак – газ с характерным запахом.



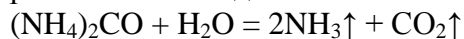
Затем сульфат аммония и аммиачную селитру можно различить по реакции с раствором хлорида бария



3) Подействовать на оставшиеся растворы раствором нитрата серебра для обнаружения хлорид-иона



4) Растворы с натриевой селитрой и мочевиной нагреть до кипения. Мочевина при нагревании разлагается с выделением аммиака, который определяется по характерному запаху.

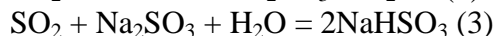
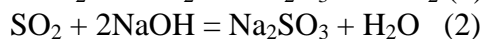
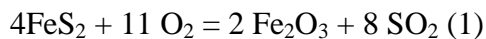


5) Раствор с натриевой селитрой определяется по остаточному принципу.

На случай, если агроном не различает запахи, в первом и четвертом опыте необходимо к выделяющимся газам поднести влажную индикаторную бумажку, которая покажет щелочную среду.

9-2. Газ, полученный в результате обжига природного пирита, растворили в 136,4 мл раствора гидроксида натрия с массовой долей щелочи 8% и плотностью 1,1 г/мл. В результате образовался раствор, в котором молярные концентрации кислой и средней соли оказались равны. Определите массу использованного пирита, если он содержал 20% (по массе) не окисляющихся примесей.

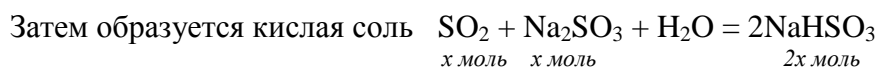
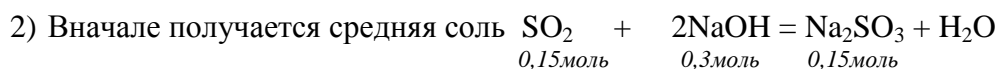
РЕШЕНИЕ.



$$1) m(\text{раствора NaOH}) = 1,1 \cdot 136,4 = 150,04 \text{ г}$$

$$m(\text{NaOH}) = 150,04 \cdot 0,08 = 12,00 \text{ г}$$

$$n(\text{NaOH}) = 12,00 / 40 = 0,3 \text{ моль}$$

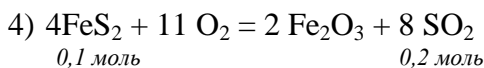


Останется $(0,15-x)$ моль Na_2SO_3

3) По условию задачи в конечном растворе $n(\text{Na}_2\text{SO}_3) = n(\text{NaHSO}_3)$,

$$\text{т.е. } 0,15-x = 2x; \quad 0,15=3x; \quad x=0,05$$

Следовательно, $n(\text{SO}_2)_{\text{общ.}} = 0,15 + 0,05 = 0,20$ моль



$$m(\text{FeS}_2)_{\text{чист.}} = 120 \cdot 0,1 = 12,00 \text{ г}$$

$$\text{Масса образца пирита составит } m(\text{FeS}_2) = 12,00 / 0,8 = 15,00 \text{ г}$$

Ответ: 15 г.

9-3. Определите формулу соли, если известно, что она состоит из трёх элементов: азота, водорода и кислорода. Массовая доля азота в ней составляет 43,75 %. Известно, что при нагревании этой соли не образуется твердого остатка. Напишите уравнение реакции термического разложения этой соли.

РЕШЕНИЕ.

1) Соли состоят из катионов и анионов. Значит, в состав катиона входит азот и в состав аниона также. Вероятнее всего, это: катион аммония и анион, содержащий азот, нитрат или нитрит.

NH_4^+ и NO_x^- , соль имеет формулу NH_4NO_x , это могут быть нитрат или нитрит аммония - NH_4NO_3 и NH_4NO_2

2) Вычисление молярной массы предполагаемой соли и нахождение её формулы

$$M(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 14+4+14+16 \cdot 3 = 80 \text{ г/моль}$$

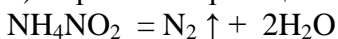
$$M(\text{NH}_4\text{NO}_2) = 14+4+14+16 \cdot 2 = 64 \text{ г/моль}$$

$$\omega = m(\text{N}) / M(\text{NH}_4\text{NO}_x);$$

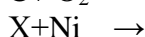
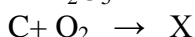
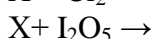
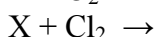
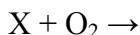
$$M(\text{NH}_4\text{NO}_3) = m(\text{N}) / \omega; \quad M(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 28 / 0,4375 = 64$$

Искомая соль – нитрит аммония NH_4NO_2

3) Уравнение реакции



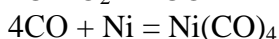
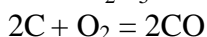
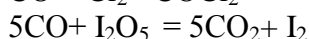
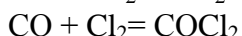
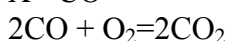
9-4. На схеме приведены превращения вещества X



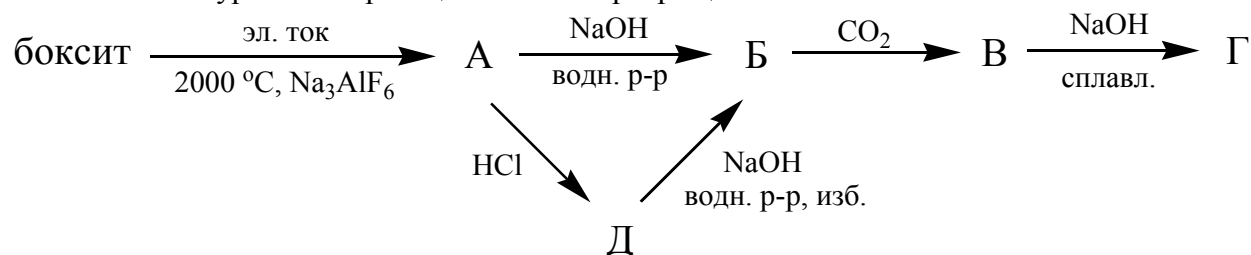
Предложите X и запишите уравнения соответствующих превращений.

РЕШЕНИЕ.

X - CO

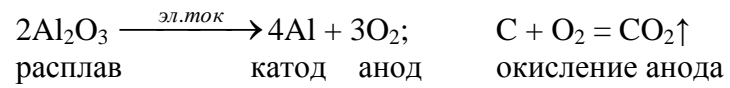


9-5. Напишите уравнения реакций к схеме превращений



РЕШЕНИЕ.

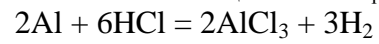
боксит → **А** –



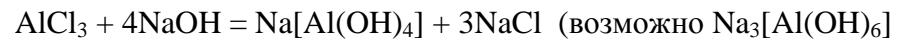
А → **Б** –



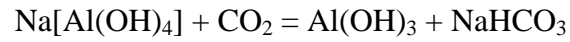
А → **Д** –



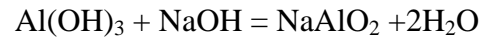
Д → **Б** –



Б → **В** –

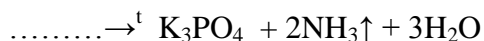
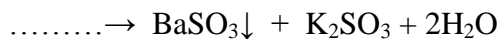
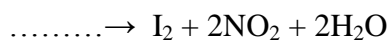


В → **Г** –

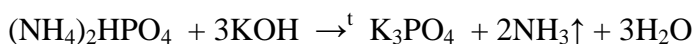
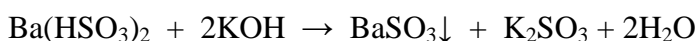
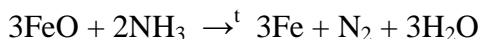
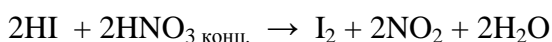


ЗАДАНИЯ С РЕШЕНИЯМИ

10-1. Восстановите левую часть приведенных ниже уравнений химических реакций.



РЕШЕНИЕ.



10-2. Вычислите массовую долю азотной кислоты в растворе, в котором число атомов водорода равно числу атомов кислорода.

РЕШЕНИЕ.

Пусть $n(\text{HNO}_3) = x$ моль

$n(\text{H}_2\text{O}) = y$ моль

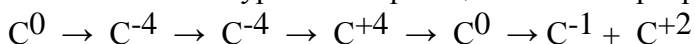
Тогда $N(\text{H}) = (x + 2y)N_A$

$N(\text{O}) = (3x + y)N_A$

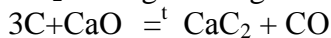
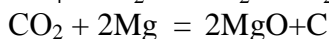
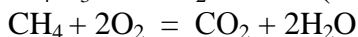
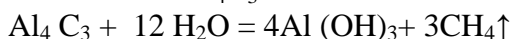
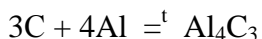
По условию $x + 2y = 3x + y$, откуда $y = 2x$

$$\omega(\text{HNO}_3) = \frac{63x}{63x + 18y} = 0,6364 \text{ (63,64 \%)}$$

10-3. Напишите уравнения реакций к схеме превращений:



РЕШЕНИЕ.

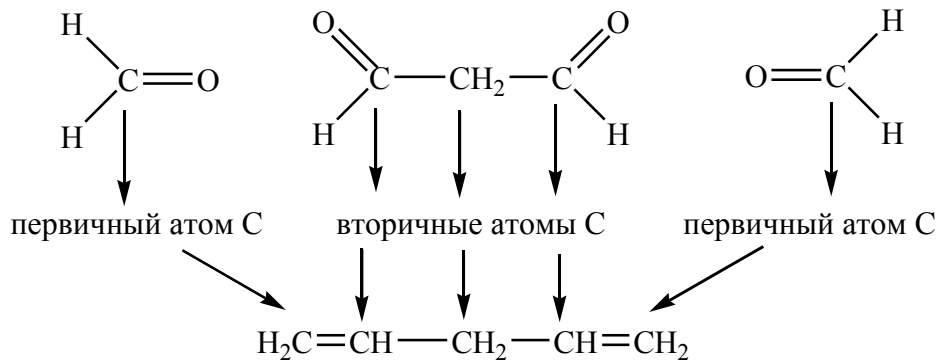


10-4. Озонолиз и окислительная деструкция используются как аналитический метод, дающий возможность установить положение двойных связей в органических соединениях. Определите строение вещества, брутто-формула которого C_5H_8 , если в процессе его озонолиза с последующим

гидролизом образуются пропандиаль и формальдегид, а при жестком окислении перманганатом калия в присутствии серной кислоты образуются углекислый газ и дикарбоновая кислота (пропандиовая). Приведите уравнения соответствующих реакций.

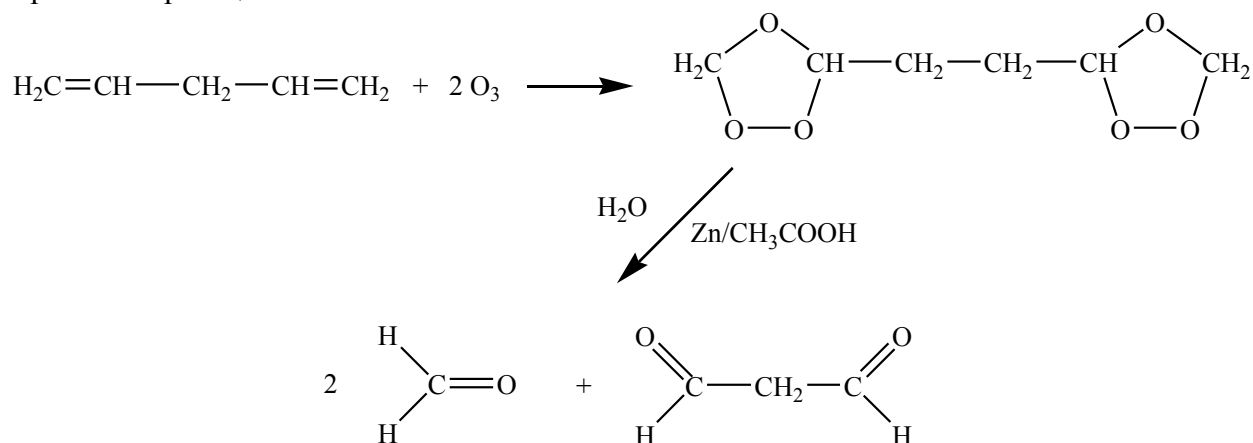
РЕШЕНИЕ.

Для воссоздания строения исходного соединения следует записать формулы веществ, образующихся при озонлизе, в последовательности согласно приведенной информации. В исходном соединении 5 атомов углерода, в одном из продуктов (пропандиаль) – 3 атома, поэтому формальдегид образуется из оставшихся двух атомов углерода в соотношении к пропандиалу 2:1. Таким образом, правильная запись будет выглядеть следующим образом:



Таким образом, неизвестное вещество – пентадиен-1,4.

Уравнения реакций:



Гидролиз озонида проводится в присутствии восстановителя, чтобы восстанавливать образующийся в процессе реакции пероксид водорода и не допускать дальнейшего окисления получающихся альдегидов (для правильного ответа участникам достаточно указать в качестве продукта гидролиза H_2O_2).

Для воссоздания строения исходного соединения при использовании окислительной деструкции следует знать, что при окислении соединений с терминальным (концевым) расположением кратных связей образуется углекислый газ, в остальных случаях образуются либо карбоновые кислоты, либо дикарбоновые кислоты, кетокислоты или кетоны.



Анализ продуктов окислительной деструкции подтверждает строение искомого соединения пентадиен-1,4.

10-5. Три углеводорода А, Б и В имеют одинаковый элементный состав и одинаковое количество вещества. Для полного сжигания 1 моль углеводорода А требуется такой же объем кислорода,

что и для сжигания смеси 1 моль углеводорода Б и 1 моль углеводорода В. Углеводороды Б и В изомерны между собой и других изомеров не имеют. Углеводород А при окислении образует соединение с тем же числом углеродных атомов. Его бромирование приводит только к одному монобромпроизводному. Определите возможные структурные формулы этих углеводородов. Напишите уравнения соответствующих реакций, используя структурные формулы, укажите условия их протекания.

РЕШЕНИЕ.

Очевидно, что число углеродных атомов в молекуле углеводорода А равно суммарному числу атомов в углеводородах Б и В.

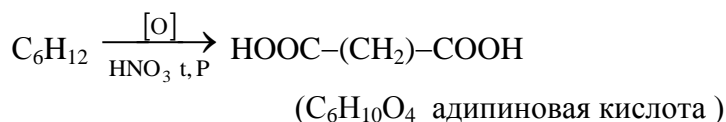
Элементный состав углеводородов не изменяется в зависимости от числа атомов углерода только в гомологических рядах, отвечающих общей формуле C_nH_{2n} .

$$\omega(C) = \frac{12n}{14n} = 0,8571 \text{ (85,71 \%)}$$

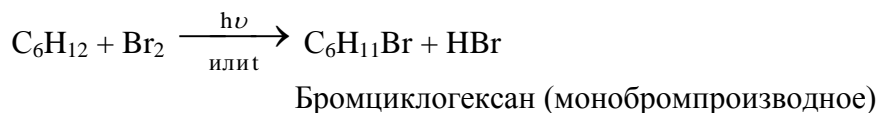
$$\omega(C) = \frac{2n}{14n} = 0,1429 \text{ (14,29 \%)}$$

следовательно, поиск углеводородов А, Б, В следует направить на алкены и циклоалканы, отвечающие общей формуле C_nH_{2n} .

Углеводород А не может быть алкеном, так как при окислении алкенов образуются карбоновые кислоты или карбонильные соединения с меньшим числом углеродных атомов.



Углеводород А не может быть алкеном, так как при галогенировании алкенов образуются дигалогенпроизводные



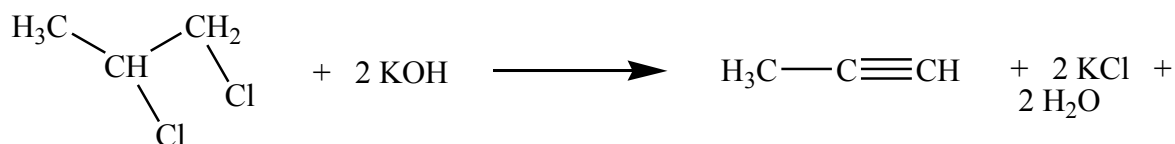
Углеводороды Б и В изомерны, следовательно отвечают молекулярной формуле C_3H_6 .

Этой формуле соответствуют пропен и циклопропан. Они изомерны друг другу и других изомеров не имеют.

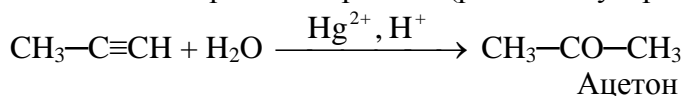
2балла

- I. (А) $C_6H_{12} + 9O_2 = 6CO_2 + 6H_2O$
 II. (Б и В) $C_3H_6 + 4,5O_2 = 3CO_2 + 3H_2O$

$$V(O_2)_I = V(O_2)_{II} + V(O_2)_{III}$$

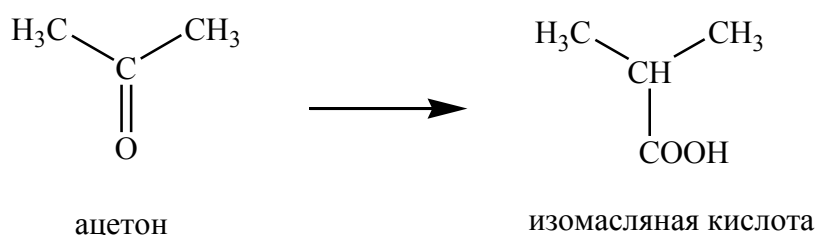


Стадия 3. Гидратация пропина (реакция Кучерова).

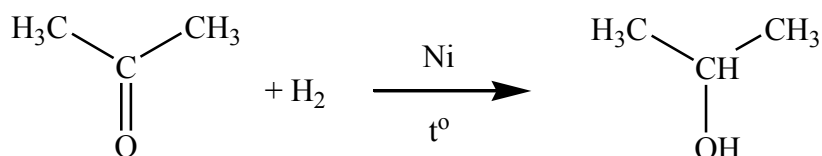


Возможны другие варианты ответа.

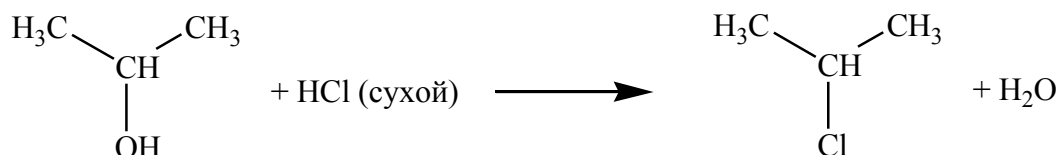
2) Превращение (ацетон \rightarrow изомасляная (метилпропановая) кислота) можно провести в 3 стадии. Последняя стадия может быть осуществлена двумя способами.



Стадия 1. Восстановление ацетона.



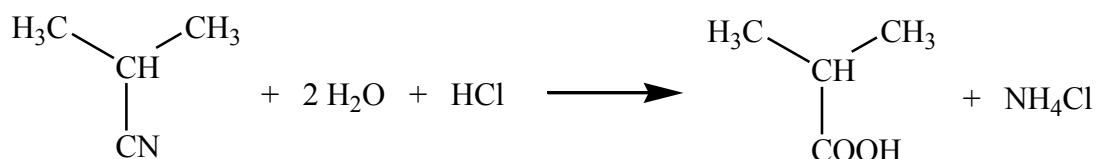
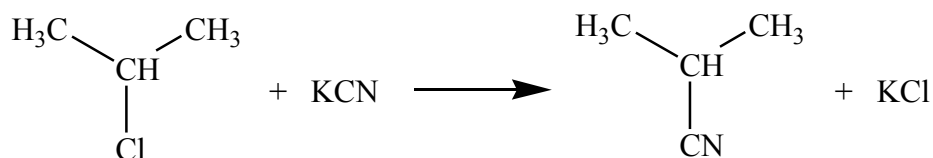
Стадия 2. Замещение гидроксила спирта на галоген.



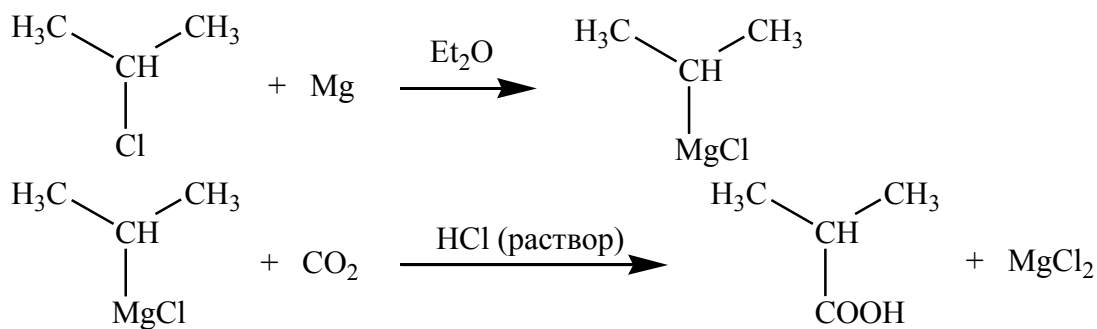
В качестве реагентов можно использовать также PCl_5 , PCl_3 , SOCl_2 .

Стадия 3. Трансформация атома галогена в COOH . Может быть осуществлена двумя способами:

I способ – через нитрил

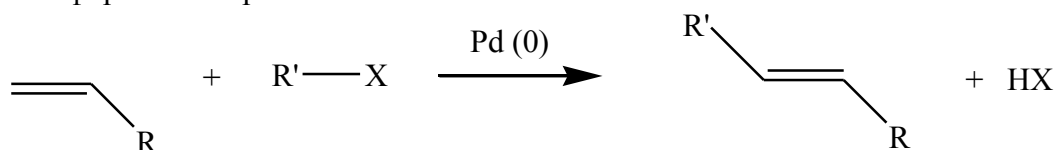


II способ – через реактив Гриньяра

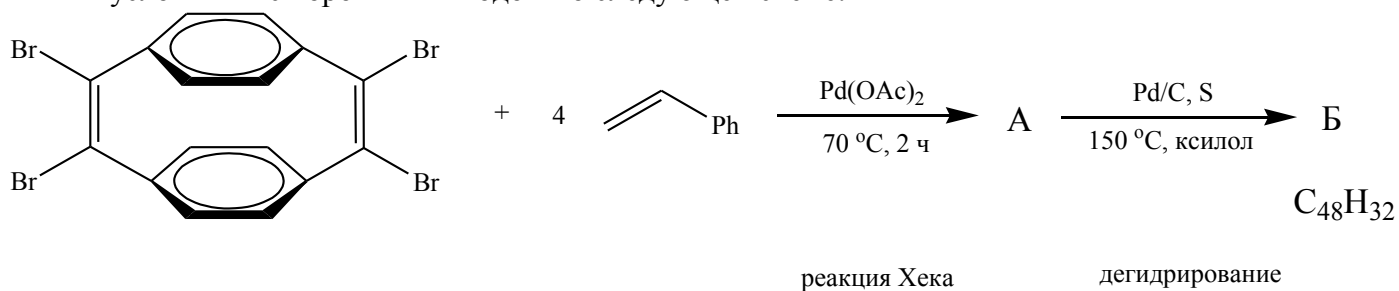


11-3. Нобелевская премия по химии в 2010 году присуждена американцу Ричарду Хеку, японцам Акире Судзуки и Эйити Негиси - авторам трех "именных" реакций кросс-сочетания с помощью палладиевых катализаторов.

Реакция Хека формально проста:

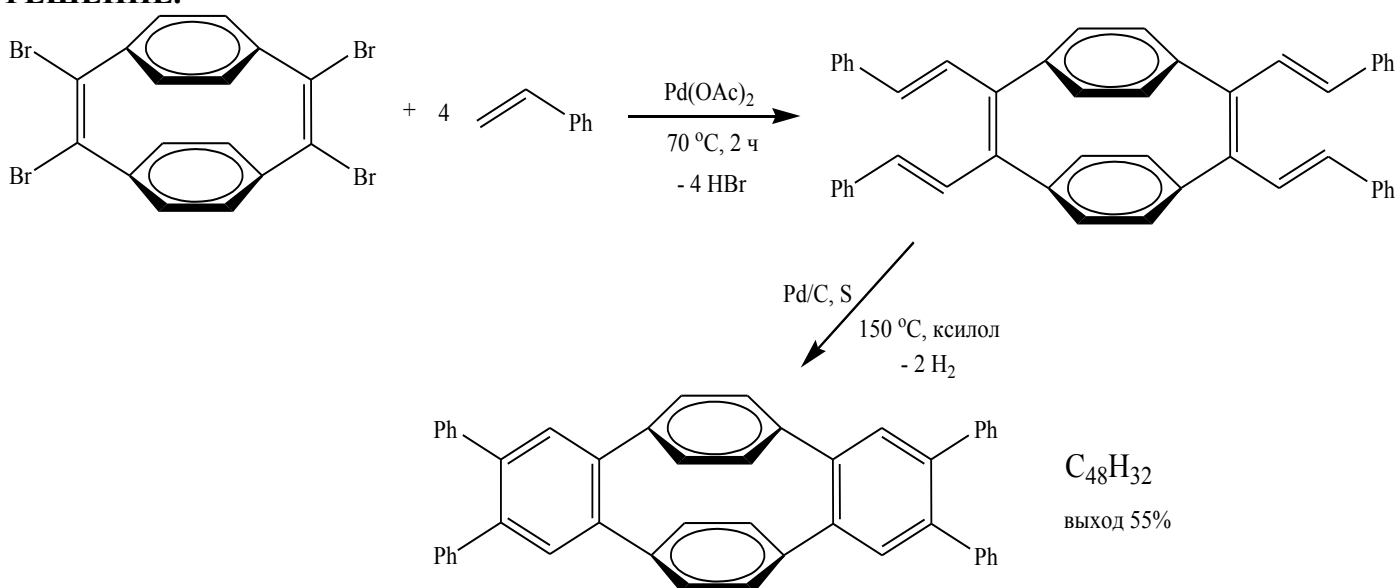


С помощью модифицированной реакции Хека оказалось возможным получение соединения Б в мягких условиях и с хорошим выходом по следующей схеме:

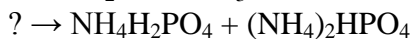
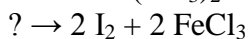
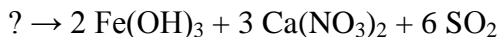


Напишите уравнения реакций и структурные формулы соединений А и В.

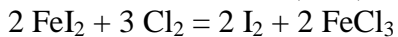
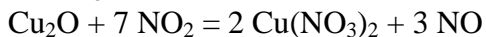
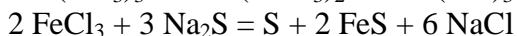
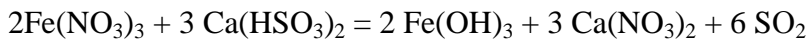
РЕШЕНИЕ.



11-4. Восстановите левые части приведенных ниже уравнений химических реакций:



РЕШЕНИЕ.



11-5. Массовая доля металла в смеси хлорида и фторида, в которых этот металл проявляет степень окисления +2, равна 0,1629. Вычислите массовую долю хлорид-иона в смеси солей.

РЕШЕНИЕ.

Пусть $n(\text{MeCl}_2 + \text{MeF}_2) = 1$ моль, $n(\text{Cl}^-) = x$ моль, $n(\text{F}^-) = (2-x)$ моль. Тогда $n(\text{Me}^{2+}) = 1$ моль.

$$\omega(\text{Me}) = \frac{m(\text{Me})}{m(\text{MeF}_2 + \text{MeCl}_2)} = \frac{M(\text{Me}) \cdot 1}{M(\text{Me}) \cdot 1 + 35,5 \cdot x + 19 \cdot (2-x)} = 0,1629$$

$M(\text{Me}) = 0,1629 \cdot m(\text{Me}) + 5,78295x + 6,1902 - 0,1629 \cdot x$, откуда

$$x = \frac{M(\text{Me}) - 7,395}{3,2110}$$

В этом случае масса металла $M(\text{Me}) > 7,395$, поэтому металл может быть бериллием.

Вычисляем количество вещества хлорид-иона в смеси:

$$x = n(\text{Cl}^-) = \frac{9 - 7,395}{3,2110} = 0,5 \text{ моль}$$

Массовая доля хлорид-иона в смеси солей равна:

$$\omega(\text{Cl}^-) = \frac{35,5 \cdot 0,5}{9 \cdot 1 + 19 \cdot 1,5 + 35,5 \cdot 0,5} = \frac{17,75}{55,25} = 0,321 \text{ (32,1 \%)}$$

Для магния $M(\text{Mg}) = 24 \text{ г/моль}$ величина $x = n(\text{Cl}^-) = \frac{24 - 7,395}{3,2110} = 5,171$ моль, такое значение $n(\text{Cl}^-)$

приводит к отрицательному значению $n(\text{F}^-)$, чего не может быть. Следовательно, в состав смеси солей входит бериллий

ОТВЕТ: $\omega(\text{Cl}^-) = 0,321 \text{ (32,1 \%)}$