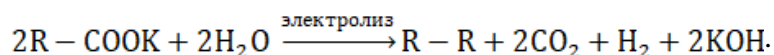


Химия. 10 класс
Ответы и решения

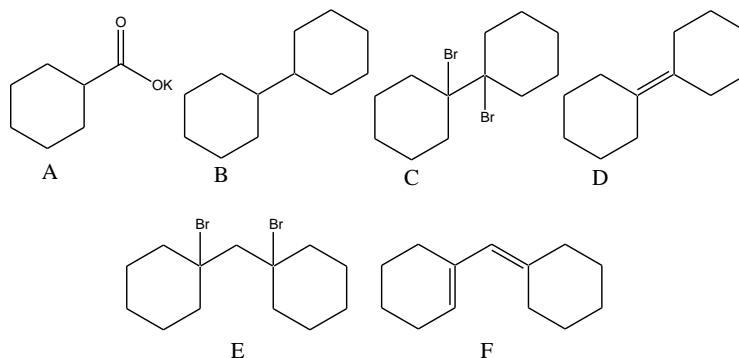
1 вариант

Задача 1.

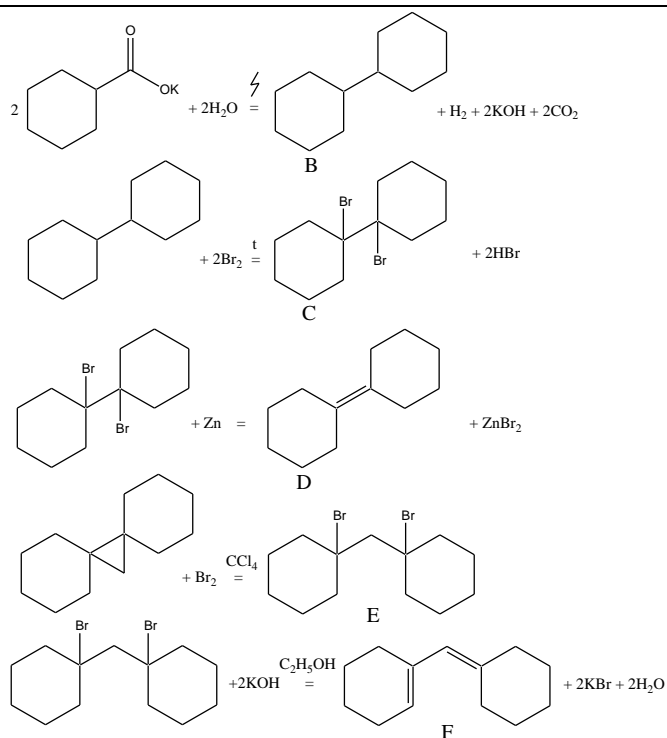
1. Электролиз водных растворов солей карбоновых кислот (реакция Кольбе) – реакция, в результате которой происходит удвоение углеводородного радикала по схеме:



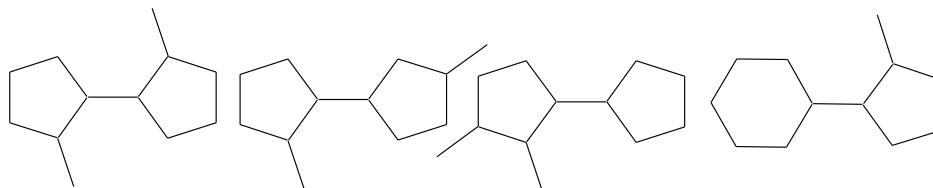
Так как в результате электролиза образовалось бициклическое соединение **B** состава $C_{12}H_{22}$, то $R - = C_6H_{11} -$, а **B** – дициклогексан (дициклогексил). Данный вывод можно сделать также на основании того, что в известной структуре (после стадии взаимодействия с CH_2I_2) система содержит два шестичленных цикла. Бромирование дициклогексана двумя молями брома при нагревании приводит к образованию преимущественно 1,1'-дибромдициклогексана (ввиду наличия в молекуле двух третичных атомов углерода) (соединение **C**). При добавлении металлического цинка к **C** образуется алкен **D**, вступающий с диодметаном и парой $Zn(Cu)$ в реакцию Симмонса-Смита. Полученное соединение присоединяет бром с раскрытием трехчленного цикла с образованием соединения **E**. **E** вступает в реакцию элиминирования с 2 моль KOH (спирт.) с образованием сопряженного диена **F**, окисляющегося подкисленным раствором перманганата калия до 2-оксогептандиовой кислоты и циклогексанона.



2. Уравнения реакций:



3. Примерами изомеров вещества **В** ($C_{12}H_{22}$) могут быть следующие соединения:

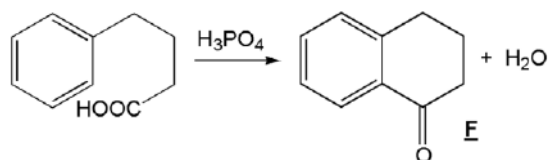
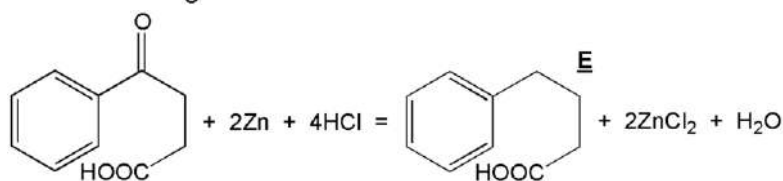
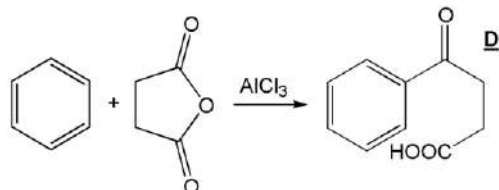
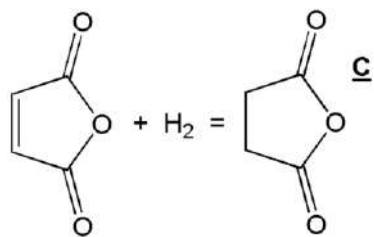
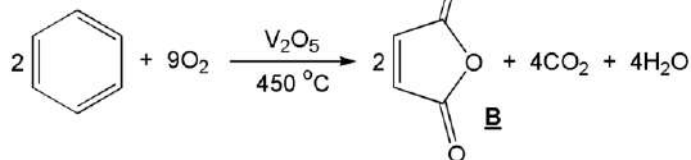
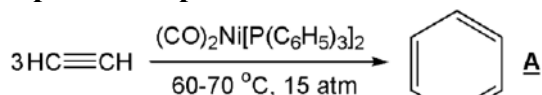


Задача 2

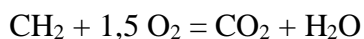
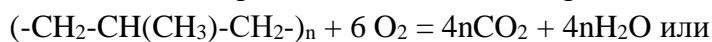
Комплексы нульвалентного никеля с CO и трифенилфосфином катализируют циклотримеризацию ацетилена с образованием бензола – соединения **А**. На это намекает тот факт, что **А** является ароматическим соединением, при этом последующая реакция – окисление **А** кислородом на V_2O_5 при нагревании – это общеизвестный метод окисления бензола и его конденсированных полициклических гомологов. Брутто-формула соединения **В** – $C_4H_2O_3$ – соответствует малеиновому ангидриду, в таком случае **А** – это бензол.

Гидрирование малеинового ангидрида на Ni приводит к образованию ангидрида янтарной кислоты **С**. Бензол вступает с ним в реакцию Фриделя-Крафтса с образованием 4-оксо-4-фенилбутановой кислоты **Д**. Последняя, в свою очередь, подвергается восстановлению по Клемменсену под действием амальгамы цинка в соляной кислоте, при этом карбонильная группа восстанавливается до CH_2 , в результате чего образуется 4-фенилбутановая кислота **Е**. Внутримолекулярное ацилирование **Е** под действием фосфорной кислоты приводит к искомому бициклическому кетону **Ф** – 1-тетралону, что подтверждается расчётом массовой доли кислорода в этом соединении:

$$\omega(O) = \frac{A_r(O)}{M(C_{10}H_{10}O)} \cdot 100\% = \frac{16}{12 \cdot 10 + 1 \cdot 10 + 16} \cdot 100\% = 11,0\%$$

Уравнения реакций:

Задача 3

1. По окончании реакций в сосуде обнаружены только два газа и никаких новых твердых или жидких соединений, а реакции прошли до конца, отсюда следует, что полипропиленовая оболочка сгорела полностью с образованием CO_2 и H_2O . Рассчитаем необходимое для её сгорания количество кислорода:



$$n((\text{C}_3\text{H}_6)_n) = 11,2/56 = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}_2)_{\text{израсх.}} = 0,2 \cdot 6 = 1,2 \text{ моль.}$$

Исходное количество кислорода в сосуде можно рассчитать по уравнение Клапейрона-Менделеева. Учтем, что объем сосуда 65 л, но 4,8 л занимает баллон, значит, объем кислорода – 60,2 л.

$$n(\text{O}_2)_{\text{исх.}} = 101,3 \times 10^3 \text{ Па} \times 0,06 \text{ м}^3 \div (8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{K} \times 293 \text{ K}) = 2,5 \text{ моль.}$$

Итак, после сгорания оболочки осталось $2,5 - 1,2 = 1,3$ моль кислорода, при этом образовалось $0,8$ моль CO_2 . Отсюда следует, что в сосуде после реакции находится углекислый газ и, возможно, остаток кислорода.

Рассчитаем количественный состав газовой смеси по приведенной в условии средней молярной массе газа:

$$\chi(\text{CO}_2) \times 44 + (1 - \chi(\text{CO}_2)) \times 32 = 38,8, \text{ откуда}$$

$$\chi(\text{CO}_2) = 0,57; \chi(\text{O}_2) = 0,43.$$

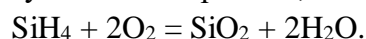
Исходя из общего давления и объема сосуда (65 л), поскольку баллон с неизвестным газом полностью прореагировал, рассчитаем общее число моль газов в сосуде по окончании реакции:

$$n_{\text{общ.}} = 48,86 \times 10^3 \text{ Па} \times 0,065 \text{ м}^3 \div (8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \times 273 \text{ К}) = 1,4 \text{ моль.}$$

$$n(\text{CO}_2)_{\text{кон.}} = 0,57 \times 1,4 \text{ моль} = 0,8 \text{ моль}; n(\text{O}_2)_{\text{кон.}} = 1,4 - 0,8 = 0,6 \text{ моль.}$$

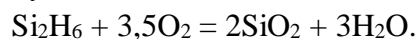
Из расчетов следует, что при сгорании неизвестного газа не образовалось никаких газообразных продуктов (после охлаждения), но израсходовалось $1,3 - 0,6 = 0,7$ моль кислорода.

Но в сосуде нет и никаких новых твердых и жидких веществ, что может означать, что при сгорании неизвестного газа могли образоваться только вещества, присутствовавшие в сосуде изначально – песок и вода. С учетом того, что неизвестный газ используется в электронике, можно предположить, что это силан SiH_4 .

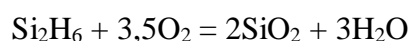
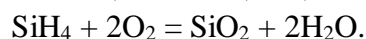
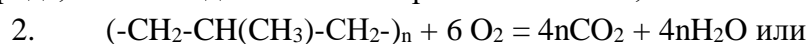


$$n(\text{SiH}_4) = 101,3 \times 10^3 \text{ Па} \times 0,0048 \text{ м}^3 \div (8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \times 293 \text{ К}) = 0,2 \text{ моль.}$$

Согласно этому уравнению горения, на сжигание $0,2$ моль силана нужно $0,4$ моль кислорода, а израсходовано на самом деле $0,7$ моль. Значит, это не силан. Известно, что существуют аналоги силана – дисилан или трисилан:



Согласно этому уравнению, на $4,8$ л ($0,2$ моль) дисилана требуется $0,7$ моль кислорода, что совпадает с нашими расчетами. Итак, в баллоне был **дисилан**.



3. При сгорании Si_2H_6 образовались SiO_2 и H_2O , которые были в сосуде изначально (мокрый песок).

4. Мокрый песок на дне сосуда нужен для обеспечения безопасности, чтобы стеклянный сосуд не лопнул при воспламенении дисилана.

потрачены на сжигание $x = 17,5/3,5 = 5$ л дисилана.

Дисилан (газ с температурой кипения -15°C) самовоспламеняется на воздухе. Он и был в шарике. Продукты его сгорания — диоксид кремния и вода — смешались с мокрым песком и потому не были обнаружены.

Задача 4.

Исходя из того, что данный элемент образует две кислоты, можно предположить, что оксиды – кислотные. Учитывая, что они твердые, можно предположить, что элемент X – фосфор (так как оксиды других неметаллов, образующих по две кислоты обычно газообразные или жидкие) тогда речь идет об оксидах P_4O_6 и P_4O_{10} . Подтвердим расчетом:

$$M(P_4O_6)/M(P_4O_{10}) = 220/284 = 0,775$$

Пойти можно было также через расчет. Так как два оксида одного элемента – значит разные степени окисления. Так как кислотные, то степени окисления должны быть высокими (например, 4+ и 6+ тогда оксиды XO_2 и XO_3 , 3+ и 5+ тогда оксиды X_2O_3 и X_2O_5 , 5+ и 7+ тогда оксиды X_2O_5 и X_2O_7 и так далее). И, зная отношение молярных масс посчитать разные варианты, например:

$$1) M(XO_2)/M(XO_3) = M(XO_2)/(M(XO_2)+16) = 0,775$$

Тогда $M(XO_2) = 55$ следовательно $M(X) = 23$ – Na, но это точно нет, так как степеней окисления у него таких не бывает

$$2) M(X_2O_3)/M(X_2O_5) = M(X_2O_3)/(M(X_2O_3)+32) = 0,775$$

Тогда $M(X_2O_3) = 110$ следовательно $M(X) = 31$ – P! отлично подходит, так как у него есть степени окисления 3+ и 5+, оксиды такие тоже есть (только нужно помнить, что их формула P_4O_6 и P_4O_{10})

$$3) M(X_2O_5)/M(X_2O_7) = M(X_2O_5)/(M(X_2O_5)+32) = 0,775$$

Тогда $M(X_2O_5) = 110$ следовательно $M(X) = 15$, такого элемента нет. Можно остановиться уже на варианте с фосфором, можно также посчитать другие комбинации и убедиться, что ничего другого не подходит.

Также возможно было посчитать через нейтрализацию кислот, в одном случае (а именно в случае C - H_3PO_4) это могло бы достаточно облегчить задачу:

$$m(NaOH(p-p)) = 21,6 \text{ мл} * 1,109 \text{ г/мл} = 23,95 \text{ г} = 24 \text{ г}$$

$$m(NaOH) = 24 \text{ г} * 0,1 = 2,4 \text{ г}$$

$$n(NaOH) = 2,4 \text{ г} / 40 \text{ г/моль} = 0,06 \text{ моль}$$

$$m(C) = 1,96 \text{ г}$$

Соответственно, $n(C) = n(NaOH) / k$, где k – основность кислоты, тогда $M(C) = (1,96 \text{ г} / 0,06 \text{ моль}) * k = 32,667k$:

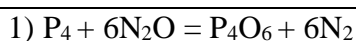
| k | M(C) |
|---|-----------|
| 1 | 32,667 |
| 2 | 65,334 |
| 3 | 98 |

Вычитаем из 98 три водорода, получаем остаток 95 г/моль, скорее всего кислота кислородсодержащая, тогда $M(X) = 95 - 16n$

| n | M(X) |
|---|--|
| 1 | 79 |
| 2 | 63 |
| 3 | 47 |
| 4 | 31 P-фосфор, тогда H_3PO_4 |
| 5 | 15 |

В случае кислоты H_3PO_3 возникают трудности, так как данная кислота двухосновная, но содержит в своем составе 3 водорода.

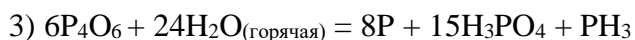
Тогда простое вещество, образованное элементом фосфор – это P (красный) или P_4 (белый), реакции можно писать с любым, хотя конечно более реакционноспособен белый фосфор.



A – P_4O_6



B – P_4O_{10}



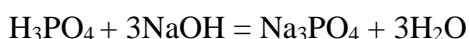
C – H_3PO_4 , подсказкой для нас служит то, что на нейтрализацию 1,96 г кислоты **C** требуется 21,6 мл 10% раствора гидроксида натрия (плотность 1,109 г/мл). Проверим:

$$m(NaOH(p-p)) = 21,6 \text{ мл} * 1,109 \text{ г/мл} = 23,95 \text{ г} = 24 \text{ г}$$

$$m(NaOH) = 24 \text{ г} * 0,1 = 2,4 \text{ г}$$

$$n(NaOH) = 2,4 \text{ г} / 40 \text{ г/моль} = 0,06 \text{ моль}$$

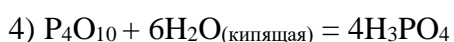
Если **C** – H_3PO_4



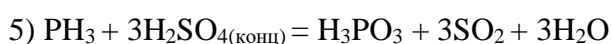
$$n(C) = n(NaOH) / 3 = 0,02 \text{ моль}$$

$$M(C) = 1,96 \text{ г} / 0,02 \text{ моль} = 98 \text{ г/моль}, \text{ что соответствует } M(H_3PO_4).$$

А также, что эта же кислота может быть получена растворением оксида P_4O_{10} в кипящей воде:



D – PH_3 , бесцветный газ, фосфин



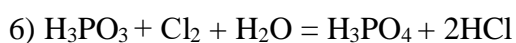
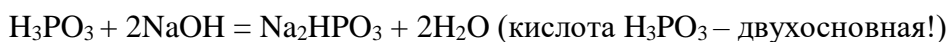
E – H_3PO_3 , подсказкой для нас служит то, что на нейтрализацию 1,64 г кислоты **E** требуется 14,4 мл 10% гидроксида натрия.

$$m(NaOH(p-p)) = 14,4 \text{ мл} * 1,109 \text{ г/мл} = 15,97 \text{ г} = 16 \text{ г}$$

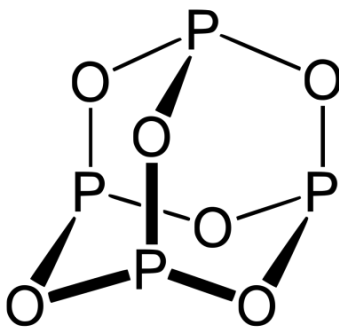
$$m(NaOH) = 16 \text{ г} * 0,1 = 1,6 \text{ г}$$

$$n(NaOH) = 1,6 \text{ г} / 40 \text{ г/моль} = 0,04 \text{ моль}$$

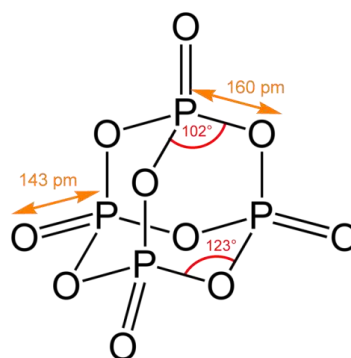
Если **E** – H_3PO_3



Структурные формулы P_4O_6 и P_4O_{10} :



P_4O_6



P_4O_{10}

Задача 5.

1) Так как **A** ионного строения, то есть диссоциирует, то моляльность частиц в растворе в два раза больше, чем моляльность **A**. Изменение температуры для **A** - 0,695 К, зная криоскопическую постоянную, найдем моляльность вещества **A**, а потом количество вещества:

$$m(A) = (0,695 \text{ К} / 1,86 \text{ К}\cdot\text{кг/моль}) / 2 = 0,1868 \text{ моль/кг}$$

$$n(A) = 0,1868 \text{ моль/кг} * 0,1 \text{ кг} = 0,01868 \text{ моль}$$

Так как растворили 1 грамм, то молярная масса **A** равна:

$$M(A) = 1 \text{ г} / 0,01868 \text{ моль} = 53,5 \text{ г/моль}$$

То же самое сделаем и для **B**:

$$m(B) = (0,380 \text{ К} / 1,86 \text{ К}\cdot\text{кг/моль}) / 2 = 0,1022 \text{ моль/кг}$$

$$n(B) = 0,1022 \text{ моль/кг} * 0,1 \text{ кг} = 0,01022 \text{ моль}$$

$$M(B) = 1 \text{ г} / 0,01022 \text{ моль} \approx 98 \text{ г/моль}$$

Так как соединения получены растворением газа, то возможно речь идет об аммиаке и солях аммония. В случае **A**, исходя из полученной молярной массы, можно предположить, что там есть хлор, тогда остаток это 18 г/моль, что как раз соответствует катиону аммония NH_4^+ . Тогда в случае **B**, если отнять массу катиона аммония, остается 80 г/моль, что соответствует бромиду.

Тогда **A** и **B** – NH_4Cl и NH_4Br , соответственно, газ **N** – аммиак NH_3 , а кислоты **A₁** и **B₁** – HCl и HBr , соответственно.

$$2) M(\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}) = 112,5 \text{ г/моль}$$

Хлорбензол не диссоциирует, поэтому:

$$\Delta T = 1 \text{ К}$$

$$L(\text{р-ля}) = 0,1 \text{ кг}$$

$$\text{Тогда } n(\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}) = (1 \text{ К} / 5,12 \text{ К}\cdot\text{кг/моль}) * 0,1 \text{ кг} = 0,0195 \text{ моль}$$

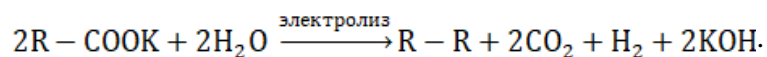
$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}) = 112,5 \text{ г/моль} * 0,0195 \text{ моль} \approx 2,2 \text{ г}$$

Химия. 10 класс
Ответы и решения

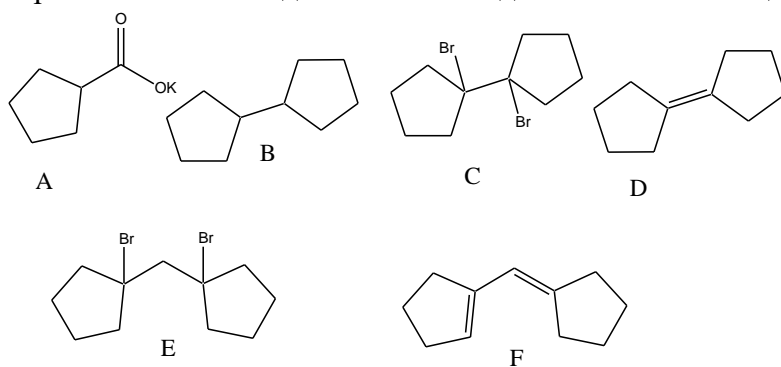
2 вариант

Задача 1.

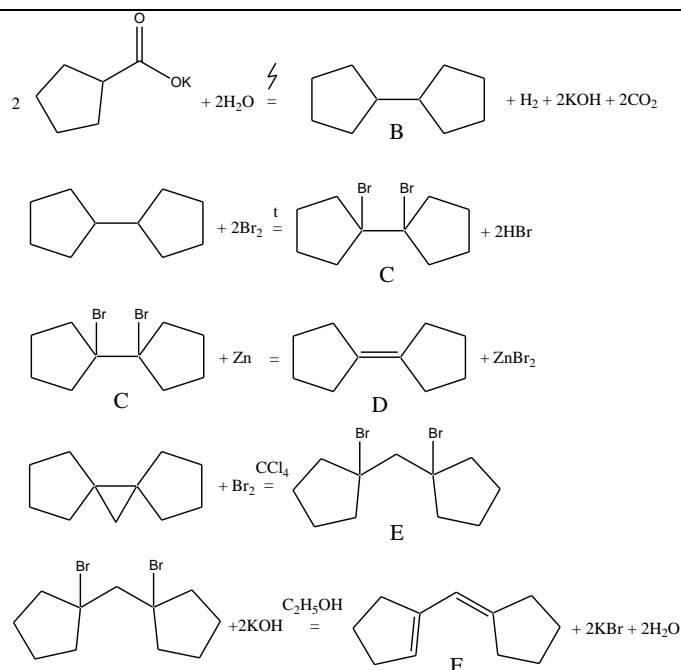
1. Электролиз водных растворов солей карбоновых кислот (реакция Кольбе) – реакция, в результате которой происходит удвоение углеводородного радикала по схеме:



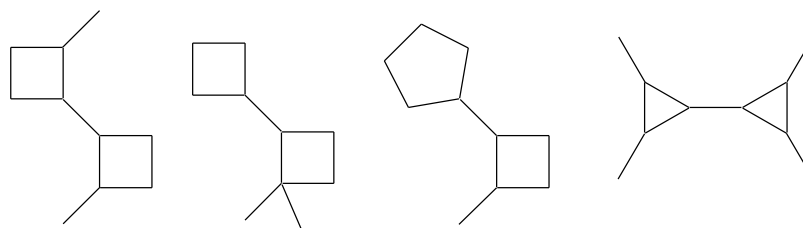
Так как в результате электролиза образовалось бициклическое соединение **В** состава $C_{10}H_{18}$, то $R = C_5H_9$, а **В** – дициклопентил. Данный вывод можно сделать также на основании того, что в известной структуре (после стадии взаимодействия с CH_2I_2) система содержит два пятичленных цикла. Бромирование дициклопентила двумя молями брома при нагревании приводит к образованию преимущественно 1,1'-дибромдициклопентила (ввиду наличия в молекуле двух третичных атомов углерода) (соединение **С**). При добавлении металлического цинка к **С** образуется алкен **Д**, вступающий с диодметаном и парой $Zn(Cu)$ в реакцию Симмонса-Смита. Полученное соединение присоединяет бром с раскрытием трехчленного цикла с образованием соединения **Е**. **Е** вступает в реакцию элиминирования с 2 моль KOH (спирт.) с образованием сопряженного диена **Ф**, окисляющегося подкисленным раствором перманганата калия до 2-оксогександиовой кислоты и циклопентанона.



2. Уравнения реакций:



3. Примерами изомеров вещества **В** ($\text{C}_{10}\text{H}_{18}$) могут быть следующие соединения:



Задача 2

Рассчитаем простейшую формулу трициклического бинарного соединения **Г**, исходя из массовой доли водорода в нём:

$$\begin{array}{l}
 \text{C} : \text{H} \\
 93.33/12 : 6.67/1 \\
 7.7775 : 6.67 \\
 1.166 : 1 \\
 7 : 6
 \end{array}$$

Таким образом, соединению **Г** отвечает простейшая формула C_7H_6 .

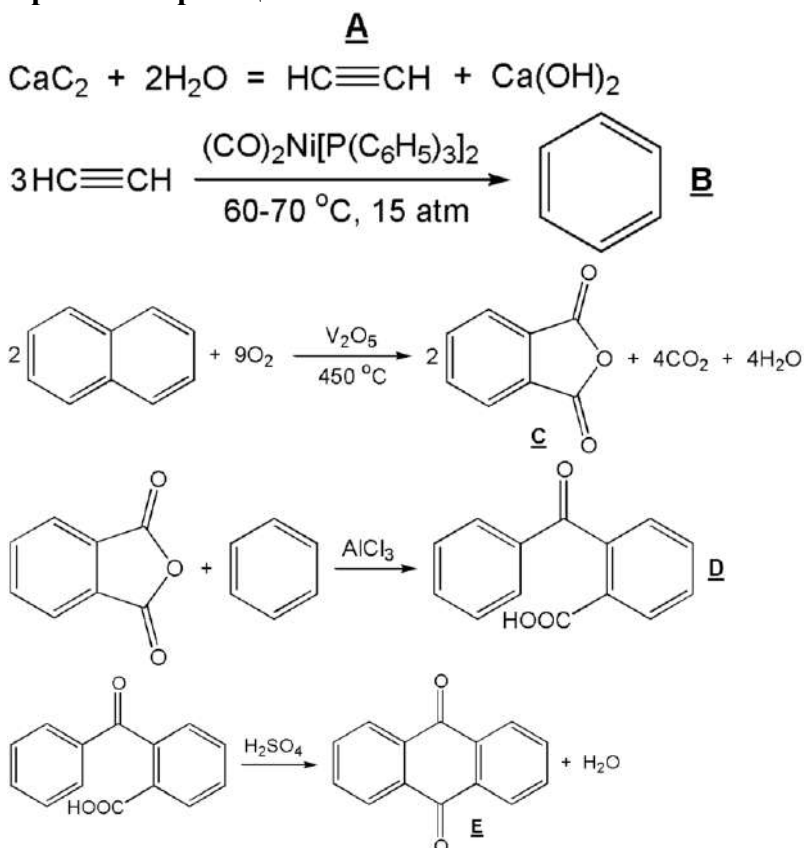
Гидролиз карбида кальция – это классический метод получения ацетилена **А**. Комплексы нульвалентного никеля с CO и трифенилфосфином катализируют циклотримеризацию **А** с образованием бензола – соединения **В**. Кроме того, установить строение **В** можно по реакции Дюма:



Каталитическое окисление нафталина кислородом на V_2O_5 при температуре $450\text{ }^\circ\text{C}$ приводит к фталевому ангидриду **С**. Он вступает с бензолом в реакцию Фриделя-Крафтса с образованием кетокислоты **Д**. Последняя, в свою очередь, под действием серной кислоты подвергается внутримолекулярной реакции ацилирования с образованием

антрахинона **Е**. Восстановление по Клемменсену антрахинона под действием амальгамы цинка в соляной кислоте приводит к конечному соединению – 9,10-дигидроантрацену **Г**.

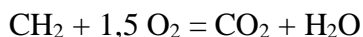
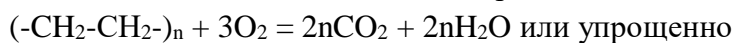
Уравнения реакций:



Задача 3

1. По окончании всех реакций в сосуде обнаружен только кислород и никаких новых твердых или жидких соединений, а реакции прошли до конца, отсюда следует, что полиэтиленовая оболочка сгорела полностью с образованием CO_2 и H_2O .

Рассчитаем необходимое для её сгорания количество кислорода:



$$n((\text{C}_2\text{H}_4)_n) = 11,2/28 = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}_2)_{\text{израсх.}} = 0,4 * 3 = 1,2 \text{ моль.}$$

Учтем, что объем сосуда 55,0 л, но 4,5 л занимает баллон, значит, объем кислорода – 50,5 л или 2,25 моль.

$$n(\text{O}_2)_{\text{исх.}} = 50,5 \div 22,4 = 2,25 \text{ моль.}$$

Итак, после сгорания оболочки осталось $2,25 - 1,2 = 1,05$ моль кислорода, при этом образовалось 0,8 моль CO_2 .

Исходя из приведенного давления и объема сосуда (55 л, поскольку баллон с неизвестным газом полностью прореагировал), рассчитаем общее число моль газов в сосуде по окончании реакции:

$$n_{\text{общ.}} = 0,591 \times 101,3 \times 10^3 \text{ Па} \times 0,055 \text{ м}^3 \div (8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{K} \times 273 \text{ K}) = 1,45 \text{ моль.}$$

И число моль остаточного кислорода и углекислого газа:

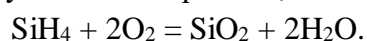
$$n(\text{O}_2)_{\text{кон.}} = 0,265 \times 101,3 \times 10^3 \text{ Па} \times 0,065 \text{ м}^3 \div (8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \times 273 \text{ К}) = 0,65 \text{ моль.}$$

$$n(\text{CO}_2)_{\text{кон.}} = 1,45 - 0,65 = 0,8 \text{ моль};$$

Из расчетов следует, что при сгорании неизвестного газа не образовалось никаких газообразных продуктов (после охлаждения), но израсходовалось 0,4 моль кислорода.

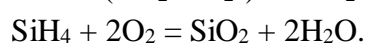
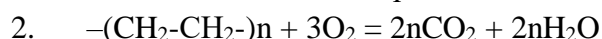
$$n(\text{O}_2)_{\text{израсх.}} = 1,05 - 0,65 = 0,4 \text{ моль.}$$

Однако в сосуде нет и никаких новых твердых и жидких веществ, что может означать, что при сгорании неизвестного газа могли образоваться только вещества, присутствовавшие в сосуде изначально – песок и вода. С учетом того, что неизвестный газ используется в электронике, можно предположить, что это силан SiH_4 .



$$n(\text{SiH}_4) = 4,48 \div 22,4 = 0,2 \text{ моль.}$$

Согласно этому уравнению горения, на сжигание 0,2 моль силана нужно 0,4 моль кислорода, что совпадает с нашими расчетами. Итак, в баллоне был **силан**.



3. При сгорании SiH_4 образовались SiO_2 и H_2O , которые были в сосуде изначально (мокрый песок).

4. Мокрый песок на дне сосуда нужен для обеспечения безопасности, чтобы стеклянный сосуд не лопнул при воспламенении дисилана.

Задача 4.

Исходя из цепочки, видно, что по крайней мере хлориды **C** и **D** – это бинарные соединения (так как простое вещество реагирует с хлором). Пусть формула хлорида XCl_n . Тогда можем провести расчеты. Для **C**:

$$M(\text{C}) = (n * 35,5) / w(\text{Cl}) = 35,5n / 0,775 = 45,81n$$

$$\text{Тогда } M(\text{X}) = 45,81n - 35,5n = 10,31n$$

| | |
|--|---------------------------|
| | M(X) |
| | 10,31 |
| | 20,62 |
| | 30,93≈31 P-фосфор! |
| | 41,24 |
| | 51,55 |

Тоже самое можно сделать и для **D**:

$$M(\text{C}) = (n * 35,5) / w(\text{Cl}) = 35,5n / 0,851 = 41,72n$$

$$\text{Тогда } M(\text{X}) = 41,72n - 35,5n = 6,22n$$

| | |
|--|--------------------------|
| | M(X) |
| | 6,22 |
| | 12,44 |
| | 18,66 |
| | 24,88 |
| | 31,1≈31 P-фосфор! |

Очень хорошо подходит фосфор, тогда элемент **X** – фосфор, соответственно, простое вещество, образованное элементом фосфор – это P (красный) или P₄ (белый), реакции можно писать с любым, хотя конечно более реакционноспособен белый фосфор. **C** и **D** тогда PCl₃ и PCl₅ соответственно.

Вероятно, тогда речь идет об оксидах P₄O₆ и P₄O₁₀. Чтобы убедиться в этом, произведем расчет массовой доли фосфора в оксидах:

$$w(\text{P}) \text{ в } \text{P}_4\text{O}_6 = 0,564$$

$$w(\text{P}) \text{ в } \text{P}_4\text{O}_{10} = 0,437$$

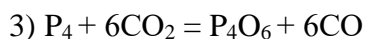
Их отношение $0,564 / 0,437 = 1,291$, что совпадает с условием, значит, **A** - P₄O₆, **B** - P₄O₁₀.



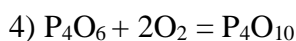
C - PCl₃



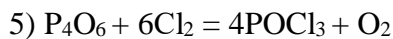
D – PCl₅



A – P₄O₆



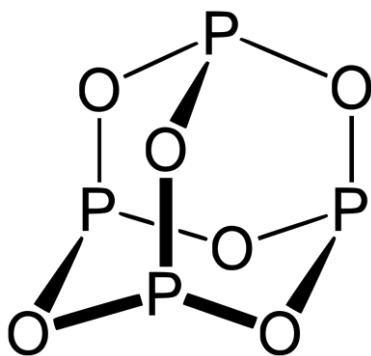
B – P₄O₁₀



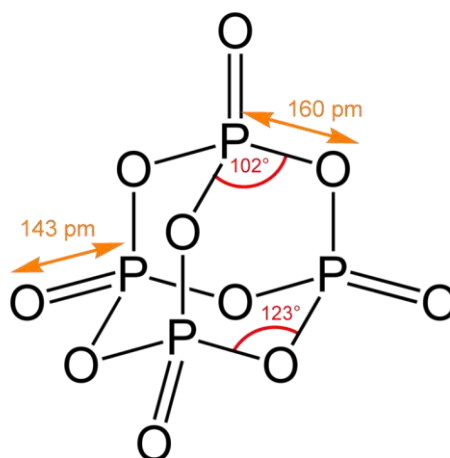
E - POCl₃, в чем можно убедиться, посчитав массовую долю хлора в этом соединении и сравнив с известной:

$w(\text{Cl}) \text{ в } \text{POCl}_3 = (106,5 / 153,5) * 100\% = 69,4\%$ что совпадает с приведенным значением в задаче.

Структурные формулы P₄O₆ и P₄O₁₀:



P₄O₆



P₄O₁₀

Задача 5.

1) Так как **A** ионного строения, то есть диссоциирует, то молярность частиц в растворе в два раза больше, чем молярность **A**. Изменение температуры для **A** - 0,380 К, зная криоскопическую постоянную, найдем молярность вещества **A**, а потом количество вещества:

$$m(\text{A}) = (0,380 \text{ К} / 1,86 \text{ К}\cdot\text{кг/моль}) / 2 = 0,1022 \text{ моль/кг}$$

$$n(\text{A}) = 0,1868 \text{ моль/кг} * 0,1 \text{ кг} = 0,01022 \text{ моль}$$

Так как растворили 1 грамм, то молярная масса **A** равна:

$$M(\text{A}) = 1 \text{ г} / 0,01022 \text{ моль} \approx 98 \text{ г/моль}$$

Тоже самое сделаем и для **B**:

$$m(\text{B}) = (0,257 \text{ К} / 1,86 \text{ К}\cdot\text{кг/моль}) / 2 = 0,069 \text{ моль/кг}$$

$$n(\text{B}) = 0,069 \text{ моль/кг} * 0,1 \text{ кг} = 0,0069 \text{ моль}$$

$$M(\text{B}) = 1 \text{ г} / 0,0069 \text{ моль} \approx 145 \text{ г/моль}$$

Так как соединения получены растворением газа, то возможно речь идет об аммиаке и солях аммония. Молярная масса катиона аммония NH_4^+ равна 18 г/моль. Тогда, если **A** и **B** – соли аммония, то в случае **A** вычитаем массу катиона аммония, остается 80 г/моль, что соответствует бромиду. Тогда в случае **B**, если отнять массу катиона аммония, остается 127 г/моль, что соответствует иодиду.

Тогда **A** и **B** – NH_4Br и NH_4I , соответственно, газ **N** – аммиак NH_3 , а кислоты **A₁** и **B₁** – HBr и HI , соответственно.

$$2) M(\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}) = 157 \text{ г/моль}$$

Хлорбензол не диссоциирует, поэтому:

$$\Delta T = 1 \text{ К}$$

$$L(\text{p-ля}) = 0,1 \text{ кг}$$

$$\text{Тогда } n(\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}) = (1 \text{ К} / 5,12 \text{ К}\cdot\text{кг/моль}) * 0,1 \text{ кг} = 0,0195 \text{ моль}$$

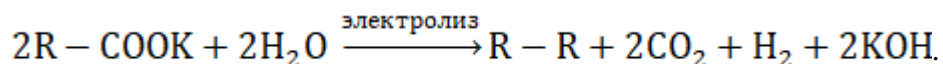
$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}) = 157 \text{ г/моль} * 0,0195 \text{ моль} \approx 3,1 \text{ г}$$

Химия. 10 класс
Ответы и решения

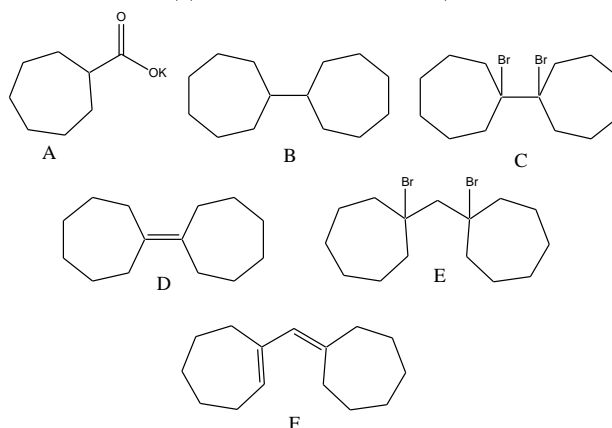
3 вариант

Задача 1.

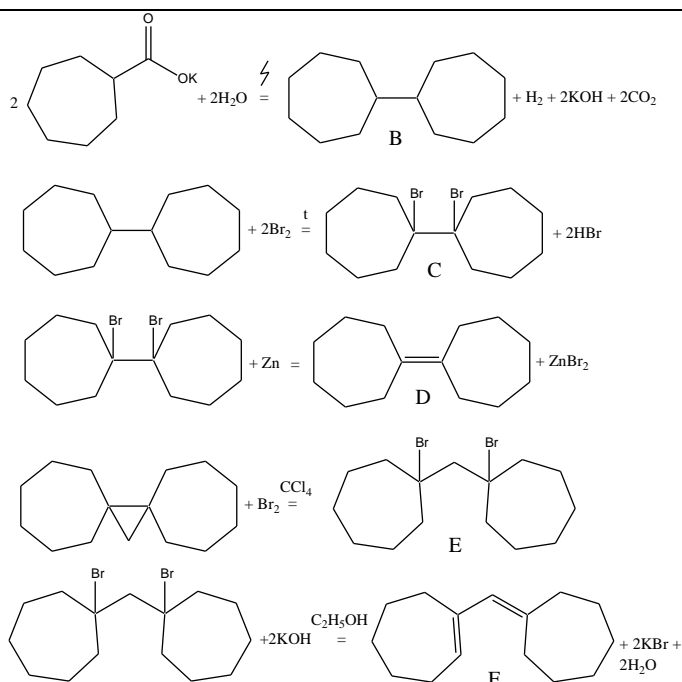
1. Электролиз водных растворов солей карбоновых кислот (реакция Кольбе) – реакция, в результате которой происходит удвоение углеводородного радикала по схеме:



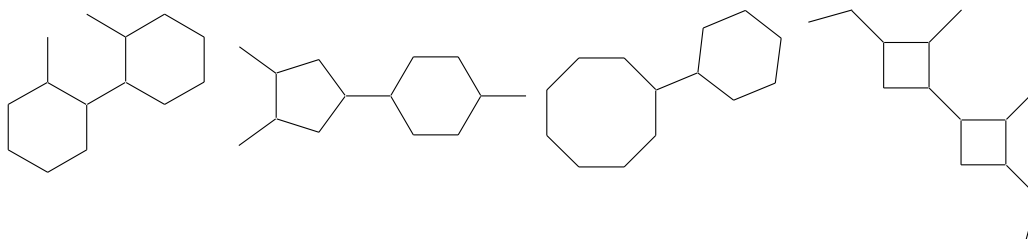
Так как в результате электролиза образовалось бициклическое соединение **B** состава $C_{14}H_{26}$, то $R = C_7H_{13}$, а **B** – дициклогептил. Данный вывод можно сделать также на основании того, что в известной структуре (после стадии взаимодействия с CH_2I_2) система содержит два семичленных цикла. Бромирование дициклогептила двумя молями брома при нагревании приводит к образованию преимущественно 1,1'-дибромдициклогептила (ввиду наличия в молекуле двух третичных атомов углерода) (соединение **C**). При добавлении металлического цинка к **C** образуется алкен **D**, вступающий с диодметаном и парой $Zn(Cu)$ в реакцию Симмонса-Смита. Полученное соединение присоединяет бром с раскрытием трехчленного цикла с образованием соединения **E**. **E** вступает в реакцию элиминирования с 2 моль KOH (спирт.) с образованием сопряженного диена **F**, окисляющегося подкисленным раствором перманганата калия до 2-оксооктандиовой кислоты и циклогептанона.



2. Уравнения реакций:

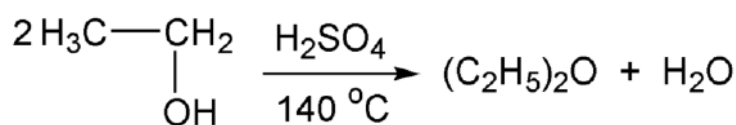


3. Примерами изомеров вещества **B** ($\text{C}_{14}\text{H}_{26}$) могут быть следующие соединения:



Задача 2

Восстановление ацетальдегида алюмогидридом лития с последующим гидролизом образующегося алкоголята в слабокислой среде приводит к этанолу – соединению **A**. Дегидратация последнего при температуре выше $170\text{ }^\circ\text{C}$ приводит к этилену (**B**), в то время как при понижении температуры до $140\text{ }^\circ\text{C}$ происходит реакция нуклеофильного замещения с образованием диэтилового эфира:



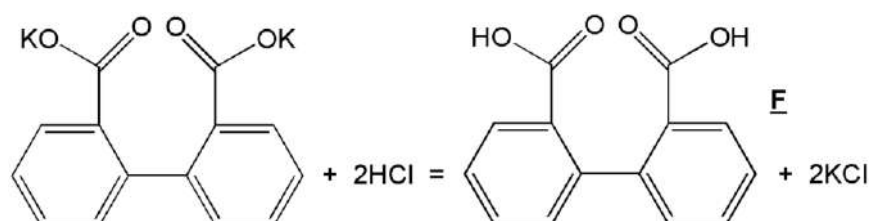
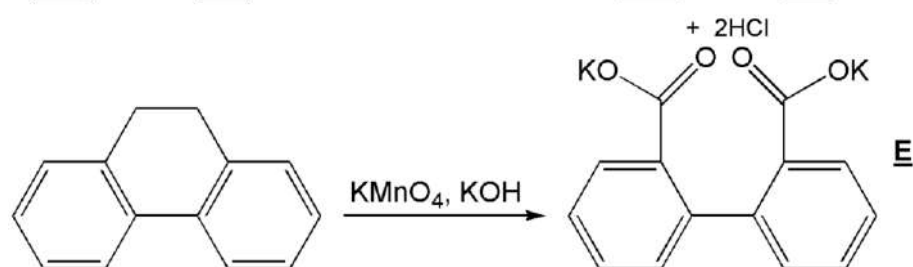
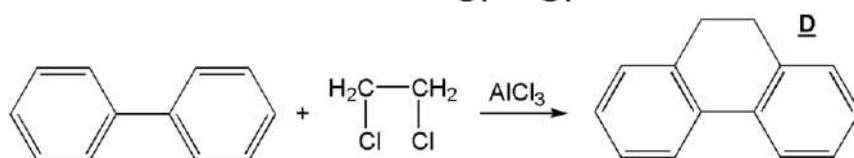
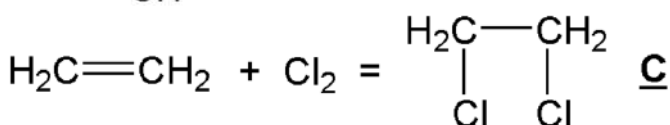
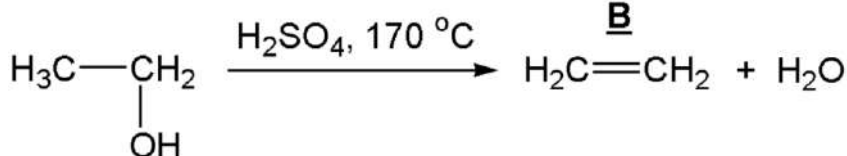
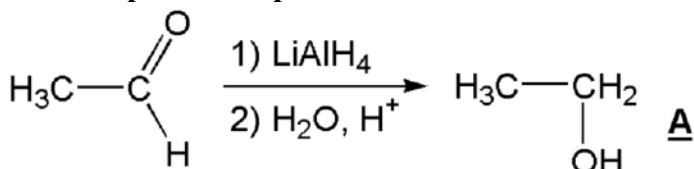
Хлорирование этилена – это реакция электрофильного присоединения, приводящая к образованию 1,2-дихлорэтана **C**. Последний взаимодействует с бифенилом в мольном соотношении 1:1, образуя трициклическое соединение **D**, не содержащее хлора. В таком случае единственным возможным способом замыкания третьего цикла является алкилирование двух колец бифенила одной молекулой $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$ в реакции Фриделя-Крафтса с образованием 9,10-дигидрофенантрена. На это также намекает присутствие AlCl_3 – сильной кислоты Льюиса, часто используемой в качестве катализатора в реакциях электрофильного замещения в ароматическом кольце.

Окисление **D** перманганатом калия в среде KOH протекает как классическая реакция окисления алкилбензолов и приводит к калиевой соли дифеновой кислоты **E**, которая, будучи слабой кислотой, легко взаимодействует с HCl с образованием искомой

дифеновой кислоты **F**, что подтверждается расчётом массовой доли кислорода в конечном соединении:

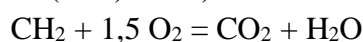
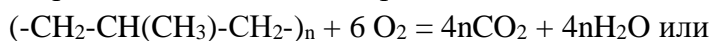
$$\omega(\text{O}) = \frac{A_r(\text{O}) \cdot 4}{M(\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{O}_4)} \cdot 100\% = \frac{16 \cdot 4}{12 \cdot 14 + 1 \cdot 10 + 16 \cdot 4} \cdot 100\% = 26,4\%$$

Уравнения реакций:



Задача 3.

- По окончании реакций в сосуде обнаружен только кислород и никаких новых соединений на дне и стенках, а реакции прошли до конца, отсюда следует, что полипропиленовая оболочка сгорела полностью с образованием CO_2 и H_2O . Рассчитаем необходимое для её сгорания количество кислорода:



$$n((\text{C}_4\text{H}_8)_n) = 16,8/56 = 0,3 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}_2)_{\text{израсх.}} = 0,3 \cdot 6 = 1,8 \text{ моль.}$$

Исходное количество кислорода в сосуде можно рассчитать по уравнение Клапейрона-Менделеева. Учтем, что объем сосуда 60 л, но 2,6 л занимает баллон, значит, объем кислорода – 57,4 л.

$$n(\text{O}_2)_{\text{исх.}} = 150 \times 10^3 \text{ Па} \times 0,0575 \text{ м}^3 \div (8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \times 296 \text{ К}) = 3,5 \text{ моль.}$$

После сгорания оболочки осталось $3,5 - 1,8 = 1,7$ моль кислорода, при этом образовалось 1,2 моль CO_2 . Известно, что масса стакана увеличилась, а углекислого газа в сосуде не обнаружено, откуда следует, что он поглотился жидкостью в стакане. Проверим это предположение. $m(\text{CO}_2) = 1,2 \cdot 44 = 52,8$ г. Это совпадает с условием задачи. Значит, наше предположение верно.

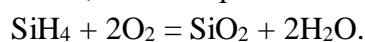
Исходя из давления и объема сосуда (60 л, поскольку баллон с неизвестным газом полностью прореагировал) рассчитаем число моль остаточного кислорода:

$$n(\text{O}_2)_{\text{кон.}} = 0,546 \times 101,3 \times 10^3 \text{ Па} \times 0,060 \text{ м}^3 \div (8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \times 296 \text{ К}) = 1,35 \text{ моль.}$$

Таким образом, на горение неизвестного газа расходуется еще 0,35 моль кислорода:

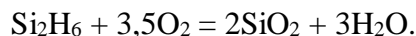
$$n(\text{O}_2)_{\text{израсх.}} = 1,7 - 0,35 = 0,35 \text{ моль.}$$

При этом никаких новых веществ не образовалось, что может означать, что при сгорании неизвестного газа могли образоваться только вещества, присутствовавшие в сосуде изначально – песок и вода. С учетом того, что неизвестный газ используется в электронике, можно предположить, что это силан SiH_4 .



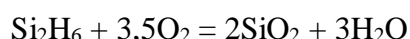
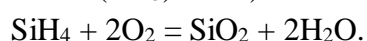
$$n(\text{SiH}_4) = 101,3 \times 10^3 \text{ Па} \times 0,0025 \text{ м}^3 \div (8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \times 296 \text{ К}) = 0,1 \text{ моль.}$$

Согласно этому уравнению горения, на сжигание 0,1 моль силана нужно 0,2 моль кислорода, а израсходовано на самом деле 0,35 моль. Значит, это не силан. Известно, что существуют аналоги силана – дисилан или трисилан:



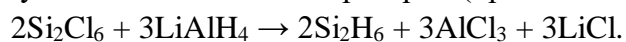
Согласно этому уравнению, на 2,5 л (0,1 моль) дисилана требуется 0,35 моль кислорода, что совпадает с нашими расчетами. Итак, в баллоне был **дисилан**.

2. $(-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-)_n + 6 \text{ O}_2 = 4n\text{CO}_2 + 4n\text{H}_2\text{O}$ или



3. Согласно проведенным расчетам, весь углекислый газ, образовавшийся при горении полимерной оболочки, поглотился жидкостью в стакане. Вероятно в стакане был раствор щелочи, в результате образовался карбонат натрия.

4. Получение дисилана в лаборатории (процесс идет при 0 °С):



Задача 4.

Речь идет об элементе, который образует кислотные оксиды (что видно из цепочки реакций). Попробуем по массовой доли кислорода найти молярные массы кислот (и отняв от них массу кислорода):

$$w(\text{O}) \text{ в C} = 58,5\% \text{ значит } M(\text{C}) = 16n/0,585 = 27,35n$$

$$w(\text{O}) \text{ в E} = 65,3\% \text{ значит } M(\text{E}) = 16n/0,653 = 24,5n$$

| n | M(C) | M(C) – n*M(O) | M(E) | M(E) – n*M(O) |
|---|-------|---------------|------|---------------|
| 1 | 27,35 | 11,35 | 24,5 | 8,5 |
| 2 | 54,7 | 22,7 | 49 | 17 |

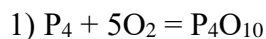
| | | | | |
|---|------------|------------|-------|------|
| 3 | 82,05 ≈ 82 | 34,05 ≈ 34 | 73,5 | 25,5 |
| 4 | 109,4 | 45,4 | 98 | 34 |
| 5 | 136,75 | 56,75 | 122,5 | 42,5 |

Как можно заметить, у нас для **С** хороший вариант при $n=3$ с молярной массой кислоты 82 г/моль и масса остатка 34 г/моль, а для **Е** – $n=4$ с молярной массой кислоты 98 г/моль и тоже массой остатка 34 г/моль. Под этот остаток можно подобрать не так много вариантов – это либо H_2S , либо H_3P . Вариант с серой можно сразу исключить, так как оксиды твердые, а, как известно, SO_2 – газ, а SO_3 – жидкость. К тому же можно посчитать массовые доли кислорода в них, и мы поймем, что цифры не сходятся. Значит речь идет о фосфоре. Элемент **X** – фосфор. Значит, кислоты **С** и **Е** – H_3PO_3 и H_3PO_4 соответственно. Тогда можно предположить, что оксиды **А** и **В** – P_4O_6 и P_4O_{10} . Проведем проверку по массовым долям кислорода:

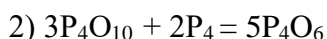
$$w(O) \text{ в } P_4O_6 = 0,436$$

$$w(O) \text{ в } P_4O_{10} = 0,563$$

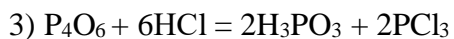
Их отношение $0,436 / 0,563 = 0,774$, что совпадает с условием, значит, **А** – P_4O_6 , **В** – P_4O_{10} .



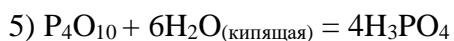
В – P_4O_{10}



А – P_4O_6



С – H_3PO_3 , **Д** – PCl_3

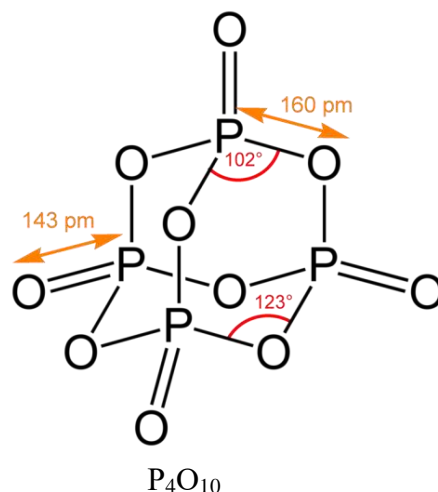
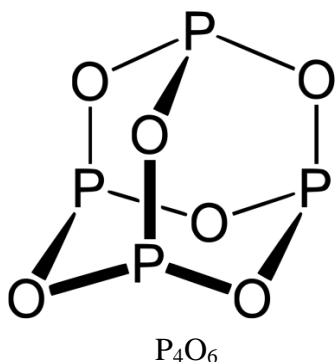


Е – H_3PO_4



Д – PCl_3

Структурные формулы P_4O_6 и P_4O_{10} :



Задача 5.

1) Так как **A** ионного строения, то есть диссоциирует, то моляльность частиц в растворе в два раза больше, чем моляльность **A**. Изменение температуры для **A** - 0,257 К, зная криоскопическую постоянную, найдем моляльность вещества **A**, а потом количество вещества:

$$m(A) = (0,257 \text{ К} / 1,86 \text{ К}\cdot\text{кг/моль}) / 2 = 0,069 \text{ моль/кг}$$

$$n(A) = 0,069 \text{ моль/кг} * 0,1 \text{ кг} = 0,0069 \text{ моль}$$

Так как растворили 1 грамм, то молярная масса **A** равна:

$$M(A) = 1 \text{ г} / 0,0069 \text{ моль} \approx 145 \text{ г/моль}$$

То же самое сделаем и для **B**:

$$m(B) = (0,695 \text{ К} / 1,86 \text{ К}\cdot\text{кг/моль}) / 2 = 0,1868 \text{ моль/кг}$$

$$n(B) = 0,1868 \text{ моль/кг} * 0,1 \text{ кг} = 0,01868 \text{ моль}$$

$$M(B) = 1 \text{ г} / 0,01868 \text{ моль} = 53,5 \text{ г/моль}$$

Так как соединения получены растворением газа, то возможно речь идет об аммиаке и солях аммония. В соединении **B** исходя из молярной массы кажется, что там есть хлор. Если вычесть его массу из молярной массы **B**, то останется 18 г/моль, что соответствует катиону аммония и подтверждает нашу догадку об аммиаке и его солях. Тогда в случае **A**, если отнять массу катиона аммония, остается 127 г/моль, что соответствует иоду.

Тогда **A** и **B** – NH_4I и NH_4Cl , соответственно, газ **N** – аммиак NH_3 , а кислоты **A₁** и **B₁** – HI и HCl , соответственно.

$$2) M(\text{C}_6\text{H}_5\text{I}) = 204 \text{ г/моль}$$

Хлорбензол не диссоциирует, поэтому:

$$\Delta T = 1 \text{ К}$$

$$L(\text{р-ля}) = 0,1 \text{ кг}$$

$$\text{Тогда } n(\text{C}_6\text{H}_5\text{I}) = (1 \text{ К} / 5,12 \text{ К}\cdot\text{кг/моль}) * 0,1 \text{ кг} = 0,0195 \text{ моль}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}) = 204 \text{ г/моль} * 0,0195 \text{ моль} \approx 4,0 \text{ г}$$

Химия. 10 класс
Критерии оценивания

1 вариант

Задача 1.

1. За правильно установленные структурные формулы веществ **A-F** по 1 баллу – всего **6 баллов**.
2. За уравнения реакций по 2 балла (за уравнения без коэффициентов по 1 баллу) – всего **10 баллов**
3. За правильно написанные формулы изомеров вещества **B** по 0.5 балла – всего **2 балла**

Итого: 18 баллов

Задача 2.

1. За правильно установленные формулы соединений **A-F** по 1 баллу – всего **6 баллов**
2. За уравнения реакций по 2 балла (без коэффициентов – по 1 баллу) – всего **12 баллов**
3. За названия реакций **C → D** и **D → E** по 2 балла – всего **4 балла**

Итого: 22 балла

Задача 3.

1. Газ **X** - дисилан – **3 балла** (если указали силан – **1 балл**); подтверждающие расчеты: расчет начального количества кислорода – **1 балл**; расчет количества газов после реакций окисления – **2 балла**; расчет кислорода, оставшегося в сосуде – **1 балл**; расчет количества **CO₂** – **1 балл**; расчет количества израсходовавшегося кислорода – **1 балл**; определение количества дисилана – **1 балл**. Итого по пункту – **10 баллов**
2. Химические реакции – **3*2 балл=6 баллов**;
3. За пояснение про состав продуктов – **2 балла**.
4. За пояснение про безопасность опыта – **2 балла**.

Итого 20 баллов.

Задача 4.

1. За правильно установленный элемент **X** – **1 балл**, подтверждающие расчеты – **1 балл**. Итого по пункту – **2 балла**.
2. За правильно установленные формулы соединений **A-E** по **2 балла** – суммарно **10 баллов** (если в **A** и **B** указаны формулы оксидов фосфора как **P₂O₃** и **P₂O₅** – то по **1 баллу** за формулу вместо **2**). За уравнения реакций по – **1 баллу** (без коэффициентов по **0.5 балла**) – суммарно **6 баллов**. Итого по пункту – **16 баллов**.
3. За правильно указанные структурные формулы **A** и **B** – по **2 балла**. Итого по пункту – **4 балла**.

Итого: 22 балла.

Задача 5.

1. За правильно установленные молярные массы соединений **A** и **B** по **2 балла** – суммарно **4 балла** (при отсутствии расчетов по **1 баллу** за молярные массы). За правильно установленные формулы соединений **A**, **B**, **A₁**, **B₁** и **N** по **2 балла** – суммарно **10 баллов**. Итого по пункту – **14 баллов**.

2. За правильно установленную массу, необходимую для нужного понижения температуры – **2 балла**, подтверждающие расчеты – **2 балла**. Итого по пункту – **4 балла**.

Итого: 18 баллов

Химия. 10 класс
Критерии оценивания

2 вариант

Задача 1.

1. За правильно установленные структурные формулы веществ **A-F** по 1 баллу – всего **6 баллов**.

2. За уравнения реакций по 2 балла (за уравнения без коэффициентов по 1 баллу) – всего **10 баллов**

3. За правильно написанные формулы изомеров вещества **B** по 0.5 балла – всего **2 балла**

Итого: 18 баллов

Задача 2.

1. За правильно установленные формулы соединени A-F по 1 баллу – всего **6 баллов**

2. За уравнения реакций по 2 балла (без коэффициентов – по 1 баллу) – всего **12 баллов**

3. За названия реакций **C → D** и **E → F** по 2 балла – всего **4 балла**

Итого: 22 балла

Задача 3.

1. Газ X - силан – **3 балла**; подтверждающие расчеты: расчет начального количества кислорода – **1 балл**; расчет количества газов после реакций окисления – **2 балла**; расчет кислорода, оставшегося в сосуде – **1 балл**; расчет количества CO₂ – **1 балл**; расчет количества израсходовавшегося кислорода и CO₂ – **1 балл**; определение количества силана – **1 балл**. Итого по пункту – **10 баллов**

2. Химические реакции – 3*2 балл=**6 баллов**;

3. За пояснение про состав продуктов – **2 балла**.

4. За пояснение про безопасность опыта – **2 балла**.

Итого 20 баллов.

Задача 4.

1. За правильно установленный элемент **X** – **1 балл**, подтверждающие расчеты – **1 балл**. Итого по пункту – **2 балла**.

2. За правильно установленные формулы соединений **A-E** по **2 балла** – суммарно **10 баллов** (если в **A** и **B** указаны формулы оксидов фосфора как P₂O₃ и P₂O₅ – то по **1 баллу** за формулу вместо 2). За уравнения реакций по – **1 баллу** (без коэффициентов по **0.5 балла**) – суммарно **6 баллов**. Итого по пункту – **16 баллов**.

3. За правильно указанные структурные формулы **A** и **B** – по **2 балла**. Итого по пункту – **4 балла**.

Итого: 22 балла.

Задача 5.

1. За правильно установленные молярные массы соединений **A** и **B** по **2 балла** – суммарно **4 балла** (при отсутствии расчетов по **1 баллу** за молярные массы). За правильно установленные формулы соединений **A**, **B**, **A₁**, **B₁** и **N** по **2 балла** – суммарно **10 баллов**. Итого по пункту – **14 баллов**.

2. За правильно установленную массу, необходимую для нужного понижения температуры – **2 балла**, подтверждающие расчеты – **2 балла**. Итого по пункту – **4 балла**.

Итого: 18 баллов

Химия. 10 класс
Критерии оценивания

3 вариант

Задача 1.

1. За правильно установленные структурные формулы веществ **A-F** по 1 баллу – всего **6 баллов**.
2. За уравнения реакций по 2 балла (за уравнения без коэффициентов по 1 баллу) – всего **12 баллов**
3. За правильно написанные формулы изомеров вещества **B** по 0.5 балла – всего **2 балла**

Итого: 18 баллов

Задача 2.

1. За правильно установленные формулы соединений **A-F** по 1 баллу – всего **6 баллов**
2. За схему реакции получения соединения **A** и уравнения реакций получения соединений **B, C, D, E, F** по 2 балла (без коэффициентов – по 1 баллу) – всего **12 баллов**
3. За название реакции **C → D** – **2 балла**
4. За уравнение реакции межмолекулярной дегидратации этанола – **2 балла**

Итого: 22 балла

Задача 3

1. Газ **X** - дисилан – **3 балла** (если указали силан – **1 балл**); подтверждающие расчеты: расчет начального количества кислорода – **1 балл**; расчет количества газов после реакций окисления – **2 балла**; расчет кислорода, оставшегося в сосуде – **1 балл**; расчет количества CO_2 – **1 балл**; расчет количества израсходовавшегося кислорода – **1 балл**; определение количества дисилана – **1 балл**. Итого по пункту – **10 баллов**
2. Химические реакции – $3 \cdot 2 \text{ балла} = 6 \text{ баллов}$;
3. За пояснение про состав продуктов – **2 балла**.
4. За способ получения – **2 балла**.

Итого 20 баллов.

Задача 4

1. За правильно установленный элемент **X** – **1 балл**, подтверждающие расчеты – **1 балл**. Итого по пункту – **2 балла**.
2. За правильно установленные формулы соединений **A-E** по **2 балла** – суммарно **10 баллов** (если в **A** и **B** указаны формулы оксидов фосфора как P_2O_3 и P_2O_5 – то по **1 баллу** за формулу вместо 2). За уравнения реакций по – **1 баллу** (без коэффициентов по **0.5 балла**) – суммарно **6 баллов**. Итого по пункту – **16 баллов**.
3. За правильно указанные структурные формулы **A** и **B** – по **2 балла**. Итого по пункту – **4 балла**.

Итого: 22 балла.

Задача 5.

1. За правильно установленные молярные массы соединений **A** и **B** по **2 балла** – суммарно **4 балла** (при отсутствии расчетов по **1 баллу** за молярные массы). За правильно установленные формулы соединений **A**, **B**, **A₁**, **B₁** и **N** по **2 балла** – суммарно **10 баллов**. Итого по пункту – **14 баллов**.

2. За правильно установленную массу, необходимую для нужного понижения температуры – **2 балла**, подтверждающие расчеты – **2 балла**. Итого по пункту – **4 балла**.

Итого: 18 баллов