

Химия. 8 класс
Ответы и решения

1 вариант

Задание 1.

1. Вещество А:

$$\omega(\text{H}) = 100 - (8,65 + 12,84 + 71,48) = 7,03 \%$$

$$\omega(\text{P}): \omega(\text{Na}): \omega(\text{O}): \omega(\text{H})=x \text{ Ar}(\text{P}): y \text{ Ar}(\text{Na}): z \text{ Ar}(\text{O}): q \text{ Ar}(\text{H})$$

$$x:y:z:q = 8,65/31 : 12,84/23 : 71,48/16 : 7,03$$

$$x:y:z:q = 0,28:0,56:4,47:7,03$$

$$x:y:z:q = 1:2:16:25$$

Составим брутто-формулу соединения А: $\text{Na}_2\text{H}_{25}\text{PO}_{16}$

По условию задачи фосфор имеет степень окисления +5, отсюда формула вещества примет вид $\text{Na}_2\text{HP}^{+5}\text{O}_4$, остается ещё 24 атома водорода и 12 атомов кислорода, что соответствует 12 молекулам воды, отсюда формула

вещество А: $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

2. Определим вещество В:

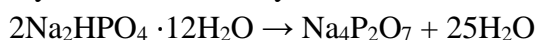
$$\omega(\text{Na}) = 100 - (42,11 + 23,29) = 34,60 \%$$

$$\omega(\text{Na}): \omega(\text{P}): \omega(\text{O})=x \text{ Ar}(\text{Na}): y \text{ Ar}(\text{P}): z \text{ Ar}(\text{O})$$

$$x:y:z = 34,6/23: 23,29/31: 42,11/16$$

$$x:y:z = 1,50:0,75:2,63$$

$$x:y:z = 2:1:3,5 \Rightarrow x:y:z = 4:2:7 \Rightarrow \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$$



Это реакция разложения. При нагревании происходит полное отщепление кристаллизационной воды и дегидратация кислой соли:

$$n(\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7) = 6,65/266 = 0,025 \text{ моль,}$$

$$n(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 0,025 = 0,05 \text{ моль,}$$

$$M(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = 17,9/0,05 = 358 \text{ г/моль.}$$

$$358 = 142 + 18x,$$

$$x = 12.$$

вещество А: $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

вещество В: $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$

3. $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ - двенадцативодный гидрофосфат натрия; додекагидрат гидрофосфата натрия; $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ - пиррофосфат натрия.

Задание 2.

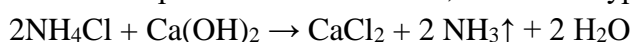
1. Определим молярную массу соединения:

$$\rho = M/V_m$$

$$M = 0,77 \text{ кг/м}^3 \cdot 1000 \text{ г} \cdot 22,4 \text{ л/моль} / 1000 \text{ л} = 17 \text{ г/моль}$$

Исходя из молярной массы газа X, его состав NH_3

2. Аммиак - тривиальное название, номенклатурное – нитрид водорода



3. $n(\text{N}) = 3,20 \cdot 10^{24} / 6,02 \cdot 10^{23} = 5,35 \text{ моль}$

$$n(\text{N}) = n(\text{NH}_3)$$

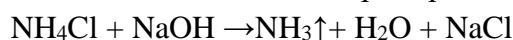
$$m(\text{NH}_3) = 5,35 \text{ моль} \cdot 17 \text{ г/моль} = 90,95 \text{ г}$$

$$500 \text{ мл } \text{H}_2\text{O} = 500 \text{ г } \text{H}_2\text{O}$$

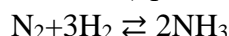
$$\omega(\text{NH}_3) = 90,95 / (90,95 + 500) = 0,1539 = 15,4 \%$$

Водные растворы аммиака называют нашатырным спиртом или аммиачной водой

4. В лабораторных условиях: для получения аммиака в лаборатории используют действие сильных щелочей на соли аммония, например:



В промышленных условиях: промышленный способ получения аммиака основан на прямом взаимодействии водорода и азота (процесс Габера):



Задание 3.

1. Рассчитаем число электронов в образце:

$$N(e) = m/m(e) = 0,017119 / 9,1 \cdot 10^{-28} = 1,881 \cdot 10^{25}$$

$$N(p) = N(e), \text{ рассчитаем число нейтронов } N(n): m(e) + m(p) + m(n) = 50 \text{ г}$$

$$0,017119 \text{ г} + 1,881 \cdot 10^{25} \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} + N(n) \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} = 50 \text{ г}$$

$$N(n) \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} = 50 - 0,017119 - 1,881 \cdot 10^{25} \cdot 1,66 \cdot 10^{-24}$$

$$N(n) = (50 - 0,017119 - 1,881 \cdot 10^{25} \cdot 1,66 \cdot 10^{-24}) / 1,66 \cdot 10^{-24} = 1,130 \cdot 10^{25}$$

$N(n) < N(p)$, значит в состав газа Y входит водород

$$\text{Число атомов водорода } N(\text{H}) = 1,881 \cdot 10^{25} - 1,130 \cdot 10^{25} = 7,509 \cdot 10^{24}$$

$$\text{Масса атомов водорода: } m(\text{H}) = 7,509 \cdot 10^{24} \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} + 7,509 \cdot 10^{24} \cdot 9,1 \cdot 10^{-28} = 12,473 \text{ г}$$

$$\text{Э}_x\text{H}_y: \text{ на Э приходится } m(\text{Э}) = 50 - 12,473 = 37,527 \text{ г}$$

$$x:y = 37,527/A(\text{Э}) : 12,473/1$$

Если состав соединения – ЭН, то $A(\text{Э}) = 3 \text{ г/моль}$ – такого нет элемента.

Если состав ЭН₂, то $A(\text{Э}) = 6 \text{ г/моль}$ – такого нет элемента.

Если ЭН₃, то $A(\text{Э}) = 9 \text{ г/моль}$, это Be, но соединения BeH₃ нет.

Если ЭН₄, то $A(\text{Э}) = 12 \text{ г/моль}$, это углерод, и искомое соединение – CH₄, метан.

2. Рассчитаем объем лаборатории: $V(\text{лаборатории}) = S \cdot h = 40 \cdot 2,5 = 100 \text{ м}^3$;

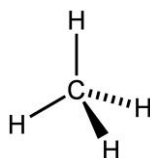
$$\text{Рассчитаем концентрацию метана (мг/м}^3\text{): } C(\text{метана}) = 50\,000 \text{ мг} / 100 \text{ м}^3 = 500 \text{ мг/м}^3$$

$$500/20 = 25. \Rightarrow \text{Концентрация метана в лаборатории больше ПДК в 25 раз.}$$

Находиться в лаборатории теперь опасно.

3. $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

4. Структурная формула метана:



Задание 4.

1. Определим молярную массу газа Z:

$$M(\text{Z}) = D_{\text{азот}}(\text{Z}) \cdot M(\text{N}_2) = 4,70 \cdot 28 = 131,6 \text{ г/моль} - \text{газ ксенон Xe.}$$

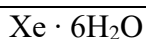
В результате разложения клатрата выделяется ксенона

$$n(\text{Xe}) = pV/RT = (81060 \text{ Па} \cdot 0,0000683 \text{ м}^3) / (8,314 \text{ Дж/К} \cdot \text{моль} \cdot 333,15 \text{ К}) = 0,002 \text{ моль.}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 0,48 - 0,002 \cdot 131,6 = 0,217 \text{ г,}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 0,217 \text{ г} / 18 \text{ г/моль} = 0,012 \text{ моль}$$

$$x = n(\text{H}_2\text{O}) / n(\text{Xe}) = 0,012 / 0,002 = 6$$



- Рассчитаем объем ксенона в 1 м³ атмосферы: $V_{\text{Xe}} = 1 \text{ м}^3 \cdot 8,6 \cdot 10^{-5} / 100 = 8,6 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3 = 0,86 \text{ см}^3$. Утверждение верно. В 1 м³ атмосферы содержится 0,86 см³ ксенона
- Определим объем атмосферы по общему содержанию ксенона и его доле
- $V_{\text{атмосферы}} = 1,6 \cdot 10^{11} \text{ м}^3 / 8,6 \cdot 10^{-7} = 1,86 \cdot 10^{17} \text{ м}^3$
Найдем массу атмосферы: $m = n \cdot M = (V/V_m) \cdot M(\text{воздуха}) = (1,86 \cdot 10^{17} \text{ м}^3 / 22,4 \text{ м}^3 / \text{кмоль}) \cdot 29 \text{ кг/кмоль} = 8,31 \cdot 10^{15} \text{ кмоль} \cdot 29 \text{ кг/кмоль} = 2,41 \cdot 10^{17} \text{ кг}$
- Электронная конфигурация атома ксенона: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6$
- Уильям Рамзай предложил в качестве названия элемента древнегреческое слово ξένον (xénos), которое является формой среднего рода единственного числа от прилагательного ξένος «чужой, странный». Название связано с тем, что ксенон был обнаружен как примесь к криптону, и с тем, что его доля в атмосферном воздухе чрезвычайно мала

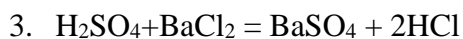
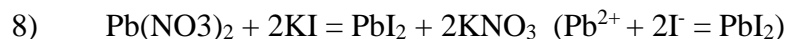
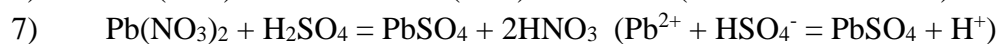
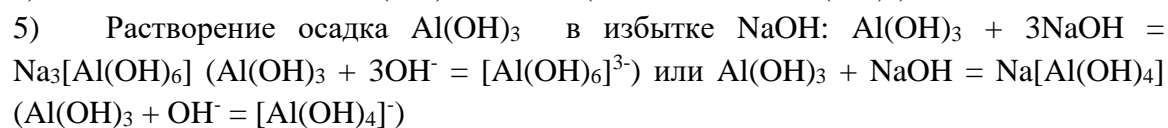
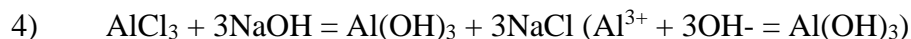
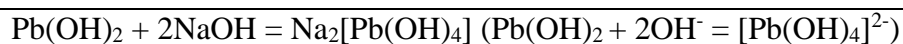
Задание 5.

1. Составим схему распознавания растворов

	H₂SO₄	NaOH	H₂O₂	KI	Pb(NO₃)₂	AlCl₃
H₂SO₄	X	Выделение тепла	–	–	Белый осадок	–
NaOH	Выделение тепла	X	–	–	Белый осадок, растворяется в избытке щелочи	Белый осадок, растворяется в избытке щелочи
H₂O₂	–	–	X	Желтый раствор и черный осадок	–	–
KI	–	–	Желтый раствор и черный осадок	X	Желтый осадок	–
Pb(NO₃)₂	Белый осадок	Белый осадок растворяется в избытке щелочи	–	Желтый осадок	X	Белый осадок
AlCl₃	–	Белый осадок растворяется в избытке щелочи	–	–	Белый осадок	X

2. Уравнения реакций (в молекулярной и ионной формах) в соответствии с таблицей

- $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ($\text{H}^+ + \text{HSO}_4^- + 2\text{OH}^- = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$)
- $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NaOH} = \text{Pb}(\text{OH})_2 + 2\text{NaNO}_3$ ($\text{Pb}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Pb}(\text{OH})_2$)
- Растворение осадка $\text{Pb}(\text{OH})_2$ в избытке NaOH :



$$m(\text{p-ра H}_2\text{SO}_4) = \rho \cdot V(\text{p-ра}) = 1,0453 \text{ г/мл} \cdot 100 \text{ мл} = 104,53 \text{ г}$$

$$m(\text{в-ва H}_2\text{SO}_4) = m(\text{p-ра}) \cdot \omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 104,53 \text{ г} \cdot 0,07 = 7,317 \text{ г}$$

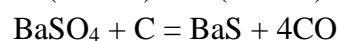
$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = m(\text{в-ва H}_2\text{SO}_4) / M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 7,317 \text{ г} / 98 \text{ г/моль} = 0,075 \text{ моль}$$

$$n(\text{BaCl}_2) = 1,8$$

Расчет ведем по H_2SO_4

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{BaSO}_4) = 0,075 \text{ моль}$$

$$m(\text{BaSO}_4) = M(\text{BaSO}_4) \cdot n(\text{BaSO}_4) = 233,43 \text{ г/моль} \cdot 0,075 \text{ моль} = 17,51 \text{ г}$$



Химия. 8 класс
Ответы и решения

2 вариант

Задание 1.

1. Вещество А:

$$\omega(\text{H}) = 100 - (7,19 + 11,20 + 76,77) = 4,84 \%$$

$$\omega(\text{Al}): \omega(\text{N}): \omega(\text{O}): \omega(\text{H}) = x : y : z : q$$

$$x:y:z:q = 7,19/27 : 11,20/14 : 76,77/16 : 4,84/1$$

$$x:y:z:q = 0,26:0,80:4,79:4,84$$

$$x:y:z:q = 1:3:18:18$$

Составим брутто-формулу соединения А: $\text{AlN}_3\text{O}_{18}\text{H}_{18} = \text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$

вещество А: $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$

Реакция разложения. Происходит частичное разложение кристаллогидрата:

2. $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot m\text{H}_2\text{O} + (n - m)\text{H}_2\text{O} \uparrow$

$$18(n - m) = 0,24 \cdot (213 + 18n)$$

$$18n - 18m = 51,12 + 4,32n$$

$$18n - 18m - 4,32n = 51,12$$

$$13,68n - 18m = 51,12$$

$$n - 1,32m = 3,74$$

Так как исходное соединение А $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ имеет 9 молекул воды в своем составе, то примем $n=9$, тогда $-1,32m = 3,74 - 9$; $m = 4$

$$n = 9, m = 4.$$

Вещество В: $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$



3. $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ – нонагидрат нитрата алюминия; $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ – тетрагидрат нитрата алюминия

Задание 2.

1. Полученный газ X – HCl. Определим плотность газа:

$$\rho = M/V_m \Rightarrow 36,5 \text{ г/моль} : 22,4 \text{ л/моль} = 1,63 \text{ г/л}$$

Исходя из молярной массы газа X, его состав HCl

2. HCl – гидрохлорид, хлористый водород

3. $2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl} \uparrow$

4. $n(\text{Cl}) = 1,36 \cdot 10^{24} / 6,02 \cdot 10^{23} = 2,26 \text{ моль}$

$$n(\text{Cl}) = n(\text{HCl})$$

$$m(\text{HCl}) = 2,26 \text{ моль} \cdot 36,5 \text{ г/моль} = 82,49 \text{ г}$$

$$600 \text{ мл } \text{H}_2\text{O} = 600 \text{ г } \text{H}_2\text{O}$$

$$\omega(\text{HCl}) = 82,49 / (82,49 + 600) = 0,1208 = 12,08 \%$$

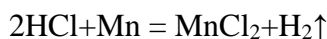
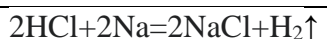
Водные раствор хлористого водорода называется соляной кислотой.

5. $n(\text{HCl}) = V(\text{HCl})/V_m = 28 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 1,25 \text{ моль}$

$$m(\text{HCl}) = n(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl}) = 1,25 \text{ моль} \cdot 36,5 \text{ г/моль} = 45,63 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ра}) = m(\text{HCl}) + m(\text{H}_2\text{O}) = 45,63 + 250 = 295,63 \text{ г}$$

$$\omega(\text{HCl}) = (m(\text{HCl}) / m(\text{р-ра})) \cdot 100 \% = (45,63 / 295,63) \cdot 100 \% = 15,43 \%$$



Задание 3.

1. Рассчитаем число электронов в образце:

$$N(e) = m/m(e) = 0,014501/9,1 \cdot 10^{-28} = 1,594 \cdot 10^{25}$$

$N(p) = N(e)$, рассчитаем число нейтронов

$$N(p): m(e) + m(p) + m(n) = 50 \text{ г}$$

$$0,014501 \text{ г} + 1,594 \cdot 10^{25} \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} + N(n) \cdot 1,594 \cdot 10^{25} = 50 \text{ г}$$

$$N(n) \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} = 50 - 0,014501 - 1,594 \cdot 10^{25} \cdot 1,66 \cdot 10^{-24}$$

$$N(n) = (50 - 0,014501 - 1,594 \cdot 10^{25} \cdot 1,66 \cdot 10^{-24}) / 1,66 \cdot 10^{-24} = 1,417 \cdot 10^{25}$$

$N(n) < N(p)$, значит в состав газа Y входит водород

$$\text{Число атомов водорода } N(\text{H}) = 1,594 \cdot 10^{25} - 1,417 \cdot 10^{25} = 1,763 \cdot 10^{24}$$

$$\text{Масса атомов водорода: } m(\text{H}) = 1,763 \cdot 10^{24} \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} + 1,763 \cdot 10^{24} \cdot 9,1 \cdot 10^{-28} = 2,928 \text{ г}$$

$$\text{H}_x\text{Э}_y: \text{ на Э приходится } m(\text{Э}) = 50 - 2,928 = 47,072 \text{ г}$$

$$x:y = 2,928 / 1 : 47,072 / A(\text{Э}) :$$

Если состав соединения – ЭН, то $A(\text{Э}) = 16 \text{ г/моль}$ – кислород. Истинная формула – H_2O_2 , но под описание газа X пероксид водорода не попадает

Если состав ЭH_2 , то $A(\text{Э}) = 32 \text{ г/моль}$ – сера и искомое соединение – H_2S , сероводород.

2. Рассчитаем объем лаборатории: $V(\text{лаборатории}) = S \cdot h = 40 \cdot 2,5 = 100 \text{ м}^3$;

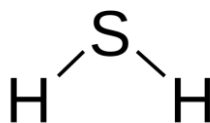
$$\text{Рассчитаем концентрацию сероводорода (мг/м}^3\text{): } C(\text{сероводорода}) = 22400 \text{ мг} / 100 \text{ м}^3 = 224 \text{ мг/м}^3$$

$$224/3 = 74,6. \Rightarrow \text{Концентрация сероводорода в лаборатории больше ПДК в 74,6 раз.}$$

Находиться в лаборатории теперь опасно.

3. $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2\uparrow$

4. Структурная формула сероводорода:



Задание 4.

1. Определим молярную массу газа Z:

$$M(\text{Z}) = D_{\text{возд}}(\text{Z}) \cdot M(\text{возд}) = 1,375 \cdot 29 = 39,9 \text{ г/моль} \text{ – газ аргон Ar.}$$

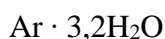
В результате разложения клатрата выделяется аргона

$$n(\text{Ar}) = pV/RT = (101325 \text{ Па} \cdot 0,0001034 \text{ м}^3) / (8,314 \text{ Дж/К} \cdot \text{моль} \cdot 315,15 \text{ К}) = 0,004 \text{ моль.}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 0,39 - 0,004 \cdot 39,9 = 0,2304 \text{ г,}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 0,2304 \text{ г} / 18 \text{ г/моль} = 0,0128 \text{ моль}$$

$$x = n(\text{H}_2\text{O}) / n(\text{Ar}) = 0,0128 / 0,004 = 3,2$$



2. Рассчитаем объем аргона в 1 м^3 атмосферы: $V_{\text{Ar}} = 1 \text{ м}^3 \cdot 0,934/100 = 0,00934 \text{ м}^3 = 9300 \text{ см}^3$. Утверждение верно. В 1 м^3 атмосферы содержится 9500 см^3 аргона
Определим объем атмосферы по общему содержанию аргона и его доле

$$V_{\text{атмосферы}} = 2,24 \cdot 10^{17} \text{ м}^3 / 0,00934 = 2,40 \cdot 10^{19} \text{ м}^3$$

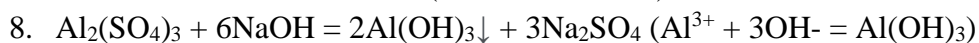
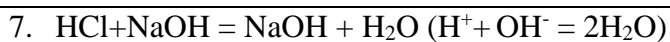
- Найдем массу атмосферы: $m = n \cdot M = (V/V_m) \cdot M(\text{воздуха}) = (2,40 \cdot 10^{19} \text{ м}^3 / 22,4 \text{ м}^3/\text{кмоль}) \cdot 29 \text{ кг/кмоль} = 1,07 \cdot 10^{18} \text{ кмоль} \cdot 29 \text{ кг/кмоль} = 3,1 \cdot 10^{19} \text{ кг}$
- Электронная конфигурация атома аргона: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
- Рэлей и Рамзай дали новому газу имя «аргон» (от др.-греч. ἀργός — ленивый, медленный, неактивный). Это название подчёркивало важнейшее свойство элемента — его химическую неактивность.

Задание 5.

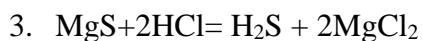
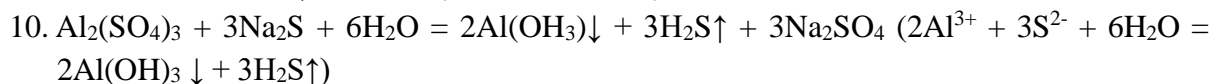
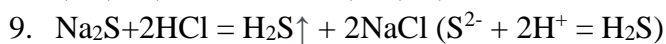
- Составим схему распознавания растворов

	Pb(NO₃)₂	NaOH	Al₂(SO₄)₃	Na₂S	KI	HCl
Pb(NO₃)₂	X	Белый осадок, растворяется в избытке щелочи	Белый осадок	Черный осадок	Желтый осадок	Белый осадок
NaOH	Белый осадок, растворяется в избытке щелочи	X	Белый осадок, растворяется в избытке щелочи	–	–	Выделение тепла
Al₂(SO₄)₃	Белый осадок	Белый осадок, растворяется в избытке щелочи	X	Белый осадок, растворяется в избытке щелочи, с выделением дурно пахнущего газа	–	–
KI	Желтый осадок	–	–	–	X	–
HCl	Белый осадок	Выделение тепла	–	Выделение газа с характерным запахом	–	X

- Уравнения реакции (в молекулярной и ионной формах) в соответствии с таблицей:
 - $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NaOH} = \text{Pb}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NaNO}_3$ ($\text{Pb}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Pb}(\text{OH})_2$)
 - Растворение осадка $\text{Pb}(\text{OH})_2$ в избытке NaOH :
 $\text{Pb}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4]$ ($\text{Pb}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^- = [\text{Pb}(\text{OH})_4]^{2-}$)
 - $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow 2\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{PbSO}_4 \downarrow$ ($\text{SO}_4^{2-} + \text{Pb}^{2+} = \text{PbSO}_4$)
 - $\text{Na}_2\text{S} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = \text{PbS} \downarrow + 2\text{NaNO}_3$ ($\text{S}^{2-} + \text{Pb}^{2+} = \text{PbS}$)
 - $2\text{KI} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = \text{PbI}_2 \downarrow + 2\text{KNO}_3$ ($2\text{I}^- + \text{Pb}^{2+} = \text{PbI}_2$)
 - $\text{HCl} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = \text{PbCl}_2 \downarrow + 2\text{HNO}_3$ ($2\text{Cl}^- + \text{Pb}^{2+} = \text{PbCl}_2$)



10) Растворение осадка $\text{Al}(\text{OH})_3$ в избытке NaOH : $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{NaOH} = \text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$ ($\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{OH}^- = [\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-}$) или $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} = \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ ($\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$)



$$m(\text{в-ва HCl}) = m(\text{р-ра}) \cdot \omega(\text{HCl}) = 120 \text{ г} \cdot 0,09 = 10,8 \text{ г}$$

$$n(\text{HCl}) = m(\text{в-ва HCl}) / M(\text{HCl}) = 10,8 \text{ г} / 36,5 \text{ г/моль} = 0,296 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{S}) = 1/2 n(\text{HCl}) = 0,148 \text{ моль}$$

$$V(\text{H}_2\text{S}) = V_m \cdot n(\text{H}_2\text{S}) = 0,148 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 3,315 \text{ л}$$

Химия. 8 класс
Ответы и решения

3 вариант

Задание 1.

1. Вещество А:

$$\omega(\text{H}) = 100 - (25,45 + 12,84 + 57,67) = 4,04 \%$$

$$\omega(\text{Cu}) : \omega(\text{S}) : \omega(\text{O}) : \omega(\text{H}) = x \text{ Ar}(\text{Cu}) : y \text{ Ar}(\text{S}) : z \text{ Ar}(\text{O}) : q \text{ Ar}(\text{H})$$

$$x : y : z : q = 25,45/64 : 12,84/32 : 57,67/16 : 4,04/1$$

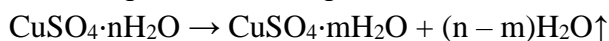
$$x : y : z : q = 0,40 : 0,40 : 3,60 : 4,04$$

$$x : y : z : q = 1 : 1 : 9 : 10$$

Составим брутто-формулу соединения А: $\text{CuSO}_9\text{H}_{10} = \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

вещество А: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

2. Реакция разложения. Происходит частичное разложение кристаллогидрата



$$18(n - m) = 0,144 \cdot (159,6 + 18n)$$

$$18n - 18m = 22,98 + 2,592n$$

$$18n - 18m - 2,592n = 22,98$$

$$15,408n - 18m = 22,98$$

$$n - 1,168m = 1,491$$

Так как исходное соединение А - $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ имеет 5 молекул воды в своем составе, то примем $n=5$, тогда $-1,168m = 1,491 - 5$; $m = 3$

$$n = 5, m = 3.$$



Вещество В: $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

3. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – пентагидрат сульфата меди (II); $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ – тригидрат сульфата меди (II)

Задание 2.

1. Определим молярную массу соединения:

$$\rho = M/V_m$$

$$M = 1,52 \text{ кг/м}^3 \cdot 1000 \text{ г} \cdot 22,4 \text{ л/моль} / 1000 \text{ л} = 34,05 \text{ г/моль}$$

Исходя из молярной массы газа X, его состав H_2S

2. H_2S – (сернистый водород, сульфид водорода, дигидросульфид) (по систематической номенклатуре)

3. $\text{FeS} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S} \uparrow$

4. $n(\text{S}) = 8,0 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23} = 1,328$ моль

$$n(\text{S}) = n(\text{H}_2\text{S})$$

$$m(\text{H}_2\text{S}) = 1,328 \cdot 34,05 \text{ г/моль} = 45,218 \text{ г}$$

$$300 \text{ мл } \text{H}_2\text{O} = 300 \text{ г } \text{H}_2\text{O}$$

$$\omega(\text{H}_2\text{S}) = 45,218 / (45,218 + 300) = 0,1309 = 13,09 \%$$

Водный раствор H_2S называется сероводородной водой или сероводородной кислотой.

5. $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{CuS} + 2\text{HNO}_3$

$$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = m(\text{p-ра}) \cdot \omega = 32 \cdot 0,04 = 1,28 \text{ г}$$

$$n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) / M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 1,28 \text{ г} / 188 = 0,007 \text{ моль}$$

$$n(\text{CuS}) = n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 0,007$$

$$m(\text{CuS}) = n(\text{CuS}) \cdot M(\text{CuS}) = 0,007 \cdot 1,28 = 0,009 \text{ г}$$

$$\text{H}_2\text{S} + 2 \text{ KOH}(\text{изб.}) = \text{K}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$$

$$\text{H}_2\text{S} + \text{KOH}(\text{недост.}) = \text{KHS} + \text{H}_2\text{O}$$

$$\text{H}_2\text{S} + \text{CuCl}_2 = \text{CuS} + 2\text{HCl}$$

Задание 3.

1. Рассчитаем число электронов в образце:

$$N(e) = m/m(e) = 0,0154075 / 9,1 \cdot 10^{-28} = 1,693 \cdot 10^{25}$$

$N(p) = N(e)$, рассчитаем число нейтронов

$$N(p): m(e) + m(p) + m(n) = 50 \text{ г}$$

$$0,0154075 \text{ г} + 1,693 \cdot 10^{25} \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} + N(n) \cdot 1,693 \cdot 10^{25} = 50 \text{ г}$$

$$N(n) \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} = 50 - 0,0154075 - 1,693 \cdot 10^{25} \cdot 1,66 \cdot 10^{-24}$$

$$N(n) = (50 - 0,0154075 - 1,693 \cdot 10^{25} \cdot 1,66 \cdot 10^{-24}) / 1,66 \cdot 10^{-24} = 1,318 \cdot 10^{25}$$

$N(n) < N(p)$, значит в состав газа Y входит водород

$$\text{Число атомов водорода } N(\text{H}) = 1,693 \cdot 10^{25} - 1,318 \cdot 10^{25} = 3,750 \cdot 10^{24}$$

$$\text{Масса атомов водорода: } m(\text{H}) = 3,750 \cdot 10^{24} \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} + 3,750 \cdot 10^{24} \cdot 9,1 \cdot 10^{-28} = 6,222 \text{ г}$$

$$\text{Э}_x\text{H}_y: \text{ на Э приходится } m(\text{Э}) = 50 - 6,222 = 43,778 \text{ г}$$

$$x:y = 43,778 / A(\text{Э}) : 6,222 / 1$$

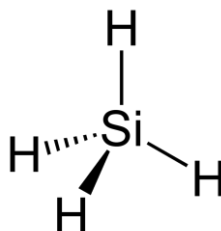
Если состав соединения – ЭН, то $A(\text{Э}) = 7 \text{ г/моль}$ – не подходит под условия задачи

Если состав соединения – ЭН₂, то $A(\text{Э}) = 14 \text{ г/моль}$ – NH₂ (N₂H₄) – не подходит под условия задачи, не содержит кремния в своем составе

Если состав соединения – ЭН₃, то $A(\text{Э}) = 21 \text{ г/моль}$ – не подходит под условия задачи

Если состав соединения – ЭН₄, то $A(\text{Э}) = 28 \text{ г/моль}$, кремний ⇒ X – SiH₄, силан (моносилан)

2. Рассчитаем объем лаборатории: $V(\text{лаборатории}) = S \cdot h = 40 \cdot 2,5 = 100 \text{ м}^3$;
3. Рассчитаем концентрацию силана (мг/м³): $C(\text{силана}) = 2000 \text{ мг} / 100 \text{ м}^3 = 20 \text{ мг/м}^3$
4. $20/5 = 4$. ⇒ Концентрация силана в лаборатории больше ПДК в 4 раза. Находиться в лаборатории теперь опасно.
5. $\text{SiH}_4 + 2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{SiO}_2$
6. Структурная формула моносилана:



Задание 4.

1. Определим молярную массу газа Z:

$$M(\mathbf{Z}) = D_{\text{возд}}(\mathbf{Z}) \cdot M(\text{возд}) = 2,88 \cdot 29 = 83,8 \text{ г/моль} - \text{газ криптон Kr.}$$

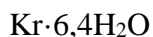
В результате разложения клатрата выделяется криптона

$$n(\text{Kr}) = pV/RT = (91192,5 \text{ Па} \cdot 0,0001473 \text{ м}^3) / (8,314 \text{ Дж/К} \cdot \text{моль} \cdot 323,15 \text{ К}) = 0,005 \text{ моль.}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 1 - 0,005 \cdot 83,8 = 0,581 \text{ г}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 0,581 \text{ г} / 18 \text{ г/моль} = 0,032 \text{ моль}$$

$$x = n(\text{H}_2\text{O}) / n(\text{Kr}) = 0,032 / 0,005 = 6,4$$



2. Рассчитаем объем криптона в 1 м³ атмосферы: $V_{\text{Kr}} = 1 \text{ м}^3 \cdot 1,14 \cdot 10^{-4} / 100 = 1,14 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 1,14 \text{ см}^3$. Утверждение верно. В 1 м³ атмосферы содержится 1,14 см³ криптона. Определим объем атмосферы по общему содержанию криптона и его доле $V_{\text{атмосферы}} = 5,3 \cdot 10^{12} \text{ м}^3 / 1,14 \cdot 10^{-6} = 4,65 \cdot 10^{18} \text{ м}^3$
3. Найдем массу атмосферы: $m = n \cdot M = (V/V_m) \cdot M(\text{воздуха}) = (4,65 \cdot 10^{18} \text{ м}^3 / 22,4 \text{ м}^3 / \text{кмоль}) \cdot 29 \text{ кг/кмоль} = 2,08 \cdot 10^{17} \text{ кмоль} \cdot 29 \text{ кг/кмоль} = 6,02 \cdot 10^{18} \text{ кг}$
4. Электронная конфигурация атома криптона: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$
5. Рамзай спектроскопически обнаружил один из предсказанных им газов в пробе аргона, а затем выделил его в более чистом виде путем испарения жидкого воздуха. Новый газ был назван криптоном от греч. - секретный, скрытый.

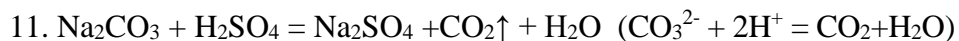
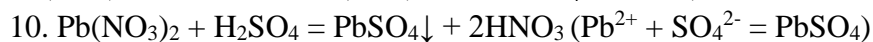
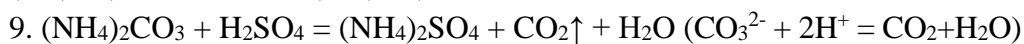
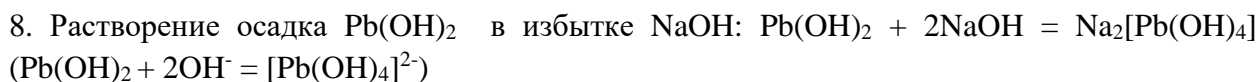
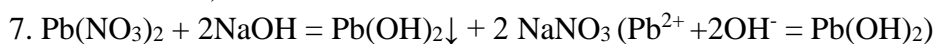
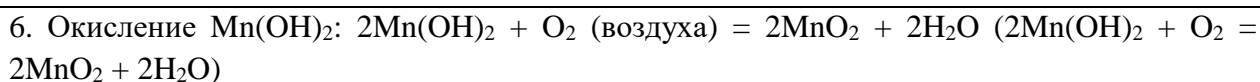
Задание 5.

1. Составим схему распознавания растворов

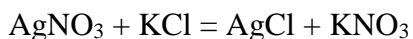
	KCl	(NH ₄) ₂ SO ₄	Na ₂ CO ₃	ZnSO ₄	MnSO ₄	Pb(NO ₃) ₂	(NH ₄) ₂ CO ₃
NaOH	-	Выделение газа с характерным запахом	-	Белый осадок, растворяется в избытке щелочи	Белый осадок, бурет на воздухе	Белый осадок, растворяется в избытке щелочи	Выделение газа с характерным запахом
H ₂ SO ₄	-	-	Выделение газа	-	-	Белый осадок	Выделение газа

2. Уравнения реакции (в молекулярной и ионной формах) в соответствии с таблицей

1. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} = 2\text{NH}_3\uparrow + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ($\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$)
2. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 2\text{NaOH} = 2\text{NH}_3\uparrow + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ ($\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$)
3. $\text{ZnSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ ($\text{Zn}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Zn}(\text{OH})_2$)
4. Растворение осадка Zn(OH)₂ в избытке NaOH: $\text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ ($\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^- = [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$)
5. $\text{MnSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Mn}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ ($\text{Mn}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Mn}(\text{OH})_2$)



3. Составим уравнение реакции:



Рассчитаем количество вещества, выпавшего в осадок AgCl : $n(\text{AgCl}) = m(\text{AgCl})/M(\text{AgCl}) = 1,74/143,5 = 0,012$ моль

Определим количество вещества, массу вступившего в реакцию AgNO_3 и массу его исходного раствора:

$$n(\text{AgCl}) = n(\text{AgNO}_3) = 0,012 \text{ моль}$$

$$m(\text{в-ва AgNO}_3) = n(\text{AgNO}_3) \cdot M(\text{AgNO}_3) = 0,012 \text{ моль} \cdot 170 \text{ г/моль} = 2,04 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ра AgNO}_3) = m(\text{в-ва AgNO}_3)/\omega = 2,04 \text{ г} / 0,2 = 10,2 \text{ г}$$

Химия. 8 класс
Критерии оценивания

Вариант 1

Задание 1.

1. За верное установление формулы вещества А – 3 балла
2. За верное написание уравнения реакции разложения $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ – 5 баллов
3. За верное указание типа протекающей химической реакций – 1 балл
4. За верное установление продуктов протекающей реакции – 3 балла
5. За верное указание названий веществ ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) – по 2 балла – 4 балла

Итого: 16 баллов

Задание 2.

1. За верное определение газа X, подтвержденное расчетом – 2 балла
2. За верное указание тривиального и систематического названий газа X – по 1 баллу – 2 балла
3. За верное написание уравнения реакции получения газа X – 2 балла
4. За верный расчет массовой доли X в полученном растворе – 3 балла
5. За верно указанное название водного раствора аммиака – 1 балл
6. За верно предложенные способы получения газа X – 2 балла

Итого: 12 баллов

Задание 3.

1. За верное установление формулы газа Y (подтвержденное расчетами) – 10 баллов
2. За верное установление формулы газа Y (без расчета) – 5 баллов
3. За верный расчет концентрации метана в воздухе лаборатории – 3 балла
4. За верно написание уравнения реакции горения газа Y – 2 балла
5. За верное изображение структурной формулы метана – 2 балла

Итого: 22 балла

Задание 4.

1. За верный расчет молярной массы газа Z (ксенона) – 2 балла
2. За верный расчет по уравнению Менделеева-Клайперона количества (моль) выделяемого ксенона – 3 балла
3. За верное нахождение количества (моль) воды – 2 балла
4. За верное установление формулы соединения $Z \cdot x\text{H}_2\text{O}$ – 2 балла
5. За установление правильности утверждения «В 1 м^3 воздуха содержится около 1 см^3 газа Z» – 2 балла
6. За верное определение объема атмосферы по общему содержанию ксенона и его доле – 2 балла
7. За верно установленную массу атмосферы – 2 балла
8. За верное написание электронной конфигурации атома ксенона – 3 балла

9. За верное указание происхождения названия газа Z (ксенона) – 4 балла
Итого 22 балла

Задание 5.

1. За верно составленную схему распознавания растворов – 5 баллов
2. За верно указанные продукты реакций и изменения, которые могут происходить в ходе распознавания растворов – по 1 баллу – 9 баллов
3. За верные составленные уравнения всех проведенных реакций в молекулярном и ионном виде – 0,5 баллов за каждый вид – 9 баллов
4. За верное определение массы осадка, выделившегося при смешивании растворов серной кислоты и хлорида бария – 2 балла
5. За верно определённые продукты, полученные после прокаливания осадка (BaSO_4) с углем – 3 балла

Итого: 28 баллов

Химия. 8 класс
Критерии оценивания

Вариант 2

Задание 1.

1. За верное установление формулы вещества А – 3 балла
2. За верное написание уравнения реакции частичного разложения $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ – 5 баллов
3. За верное указание типа протекающей химической реакций – 1 балл
4. За верное установление формулы кристаллогидрата В – 3 балла
5. За верное указание названий веществ ($\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) – по 2 балла – 4 балла

Итого 16 баллов

Задание 2.

1. За верное определение газа Х и расчет плотности – по 1 баллу – 2 балла
2. За верное указание названия газа Х по систематической номенклатуре – 1 балл
3. За верное написание уравнения реакции получения газа Х – 2 балла
4. За верный расчет массовой доли Х в полученном растворе – 3 балла
5. За верно указанное название раствора хлороводорода в воде – 1 балла
6. За верно определенную концентрацию раствора (%), полученного при растворении газа Х в воде – 2 балла
7. За верно указанные продукты взаимодействия соляной кислоты с натрием и марганцем – по 0,5 балла – 1 балл

Итого: 12 баллов

Задание 3.

1. За верное установление формулы газа Y (подтвержденное расчетами) – 10 баллов
2. За верное установление формулы газа Y (без расчета) – 5 баллов
3. За верный расчет концентрации метана в воздухе лаборатории – 3 балла
4. За верно написание уравнения реакции горения газа Y – 2 балла
5. За верное изображение структурной формулы сероводорода – 2 балла

Итого: 22 балла

Задание 4.

1. За верный расчет молярной массы газа Z (аргона) – 2 балла
2. За верный расчет по уравнению Менделеева-Клайперона количества (моль) выделяемого аргона – 3 балла
3. За верное нахождение количества (моль) воды – 2 балла
4. За верное установление формулы соединения $Z \cdot x\text{H}_2\text{O}$ – 2 балла
5. За установление правильности утверждения «В 1 м³ воздуха содержится около 9500 см³ газа Z» – 2 балла
6. За верное определение объема атмосферы по общему содержанию аргона и его доле – 2 балла
7. За верно установленную массу атмосферы – 2 балла

8. За верное написание электронной конфигурации атома аргона – 3 балла

9. За верное указание происхождения названия газа Z (аргона) – 4 балла

Итого 22 балла

Задание 5.

1. За верно составленную схему распознавания растворов – 5 баллов

2. За верно указанные продукты реакций и изменения, которые могут происходить в ходе распознавания растворов – по 1 баллу – 11 баллов

3. За верно составленные уравнения всех проведенных реакций в молекулярном и ионном виде – 0,5 баллов за каждый вид – 11 баллов

4. За верное определение объёма газа, выделившегося при взаимодействии раствора соляной с сульфидом магния – 1 балла

Итого: 28 баллов

Химия. 8 класс
Критерии оценивания

Вариант 3

Задание 1.

1. За верное установление формулы вещества А – 3 балла
2. За верное написание уравнения реакции разложения $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – 5 балла
3. За верное указание типа протекающей химической реакций – 1 балл
4. За верное определение формулы конечного вещества (кристаллогидрата В) – 3 балла
5. За верное указание названий веществ ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ и $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) – по 2 балла – 4 балла

Итого 16 баллов

Задание 2.

1. За верное определение газа X, подтвержденное расчетом – 2 балла
2. За верное указание названия газа X по систематической номенклатуре – 1 балл
3. За верное написание уравнения реакции получения газа X – 2 балла
4. За верный расчет массовой доли X в полученном растворе – 3 балла
5. За верно указанное название раствора хлороводорода в воде – 1 балла
6. За верно определенную массу осадка, образовавшегося в результате пропускания газа X через раствор нитрата меди (II) – 2 балла
7. За верно указанные продукты взаимодействия сероводорода с гидроксидом калия (изб. и недост) и хлоридом меди (II) – по 0,5 балла – 1 балл

Итого: 12 баллов

Задание 3.

1. За верное установление формулы газа Y (подтвержденное расчетами) – 10 баллов
2. За верное установление формулы газа Y (без расчета) – 5 баллов
3. За верный расчет концентрации метана в воздухе лаборатории – 3 балла
4. За верно написание уравнения реакции горения газа Y – 2 балла
5. За верное изображение структурной формулы силана – 2 балла

Итого: 22 балла

Задание 4.

1. За верный расчет молярной массы газа Z (криптона) – 2 балла
2. За верный расчет по уравнению Менделеева-Клайперона количества (моль) выделяемого криптона – 3 балла
3. За верное нахождение количества (моль) воды – 2 балла
4. За верное установление формулы соединения $\text{Z} \cdot x\text{H}_2\text{O}$ – 2 балла
5. За установление правильности утверждения «В 1 м^3 воздуха содержится около 1 см^3 газа Z» – 2 балла
6. За верное определение объема атмосферы по общему содержанию криптона и его доле – 2 балла
7. За верно установленную массу атмосферы – 2 балла

8. За верное написание электронной конфигурации атома криптона – 3 балла

9. За верное указание происхождения названия газа Z (криптона) – 4 балла

Итого 22 балла

Задание 5.

1. За верно составленную схему распознавания растворов – 5 баллов

2. За верно указанные продукты реакций и изменения, которые могут происходить в ходе распознавания растворов – по 1 баллу – 11 баллов

3. За верные составленные уравнения всех проведенных реакций в молекулярном и ионном виде – 0,5 баллов за каждый вид – 11 баллов

4. За верное определение массы исходного раствора AgNO_3 , взятого для проведения реакции – 1 балла

Итого: 28 баллов

Химия. 9 класс
Ответы и решения

1 вариант

Задание 1.

Вещество **X**, вероятнее всего P, т.к. из неметаллов, образующих газ с характерным неприятным запахом (N, S, Cl и т.д.) только фосфор удовлетворяет условию по соотношению количества электронов. Число электронов в высшей степени окисления (+5) - 10; число электронов в основном состоянии - 15 (15/10=1,5).

Наиболее часто встречающиеся положительные степени окисления - +3 и +5: $P^{+3} 1S^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^0 3d^0$; $P^{+5} 1S^2 2s^2 2p^6 3s^0 3p^0 3d^0$.

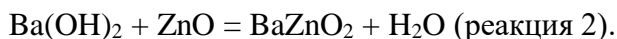
Вещество **Y** - гидроксид неизвестного металла, т.к. реагируя с оксидом цинка образует цинкат и воду. Узнаем металл, рассчитав его молярную массу:



$$n(ZnO) = 2,45 \text{ г} / 81 \text{ г/моль} = 0,03 \text{ моль},$$

$$M(MZnO_2) = 7,02 \text{ г} / 0,03 \text{ моль} = 234 \text{ г/моль}.$$

$$M(M) = 234 - 65 - 16 - 16 = 137 \text{ г/моль} \Rightarrow M - \text{Ba}.$$



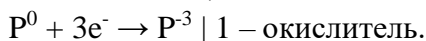
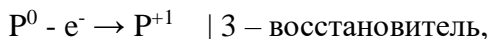
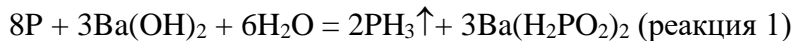
Вещество **Z** - H_2O .

Соль **N** имеет состав $\text{Ba}_x\text{P}_y\text{O}_z\text{H}_m$.

$$\omega(\text{P}) = 100\% - 1,498\% - 23,970\% - 51,311\% = 23,221\%.$$

$$\text{Рассчитаем соотношение } x:y:z:m = 51,311/137 : 23,221/31 : 23,970/16 : 1,498/1 = 0,375:0,749:1,498:1,498 = 1:2:4:4.$$

$\text{BaP}_2\text{O}_4\text{H}_4 = \text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - гипофосфит бария.



$$V(\text{PH}_3) = n(\text{PH}_3) * V_m$$

$$n(\text{P}) = 6,2 \text{ г} / 31 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ моль},$$

$$n(\text{Ba}(\text{OH})_2) = m(\text{Ba}(\text{OH})_2) / M(\text{Ba}(\text{OH})_2),$$

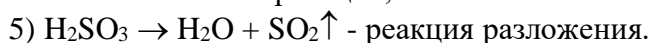
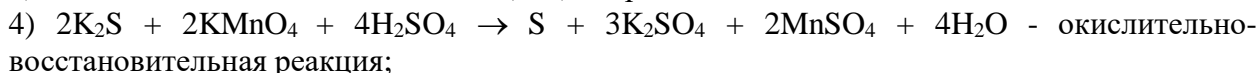
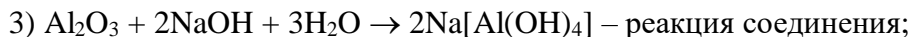
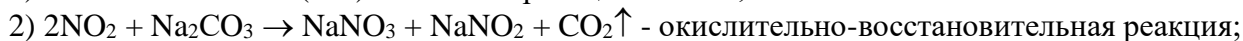
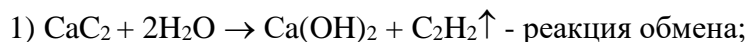
$$m(\text{Ba}(\text{OH})_2) = (m_{\text{р-ра}} * W(\text{Ba}(\text{OH})_2)) / 100\%,$$

$$m_{\text{р-ра}} = V_{\text{р-ра}} * \rho = 200 \text{ мл} * 1,230 \text{ г/мл} = 246 \text{ г},$$

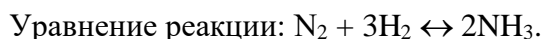
$$m(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 49,2 \text{ г}, n(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 0,288 \text{ моль} \Rightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2 \text{ взят в избытке.}$$

$$n(\text{PH}_3) = n(\text{P})/4 = 0,05 \text{ моль}, V(\text{PH}_3) = 0,05 \text{ моль} * 22,4 \text{ л/моль} = 1,12 \text{ л}.$$

Задание 2.



Задание 3.



К моменту наступления равновесия на 5 л смеси прореагировало $15 * 0,1 = 1,5$ моль азота и $45 * 0,1 = 4,5$ моль водорода.

Всего прореагировало 6 моль газов.

По уравнению объем газа после реакции в два раза меньше объема газа до реакции (4 объема газа образуют 2 объема или, в нашем случае, 3 моль).

Таким образом в смеси осталось $15 + 45 - 3 = 57$ моль газов на 5 л. Давление уменьшится в $60/57 = 1,05$ раза.

Количество теплоты, выделившейся к моменту наступления равновесия: $Q = 3 \text{ моль} * 46,2 \text{ кДж/моль} = 138,6 \text{ кДж}$.

Задание 4.

Желтые осадки с катионами серебра в растворе дают бромид-, хлорид- и фосфат-ионы.

$$m(\text{AgNO}_3) = (m_{\text{р-ра}} * W(\text{AgNO}_3))/100\%,$$

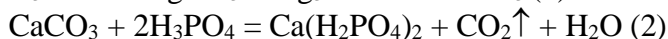
$$m_{\text{р-ра}} = V_{\text{р-ра}} * \rho = 50 \text{ мл} * 1,0154 \text{ г/мл} = 50,77 \text{ г},$$

$$m(\text{AgNO}_3) = 1,066 \text{ г}, n(\text{AgNO}_3) = 0,006 \text{ моль}.$$

При условии соотношения $n(\text{AgNO}_3) : n(\text{осадка}) = 1:1$ $M(\text{осадка}) = 0,838 \text{ г}/0,006 \text{ моль} = 140 \text{ г/моль}$, $M(\text{неизвестного аниона}) = 140 \text{ г/моль} - M(\text{Ag}) = 33 \text{ г/моль}$ – не соответствует ни одному из трех анионов.

При условии соотношения $n(\text{AgNO}_3) : n(\text{осадка}) = 3:1$ $M(\text{осадка}) = 0,838 \text{ г}/0,002 \text{ моль} = 140 \text{ г/моль}$, $M(\text{неизвестного аниона}) = 140 \text{ г/моль} - 3 * M(\text{Ag}) = 98 \text{ г/моль}$ – соответствует фосфат-иону.

Вещество А – H_3PO_4 .



$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 1,5 \text{ моль на 1 л, значит на 10 мл} - n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,015 \text{ моль};$$

Общая формула выпавшего кристаллогидрата: $\text{CaSO}_4 * x\text{H}_2\text{O}$.

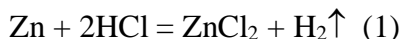
$$M(\text{кристаллогидрата Б}) = 2,58 \text{ г} / 0,015 \text{ моль} = 172 \text{ г/моль},$$

$$M(x\text{H}_2\text{O}) = 172 - 40 - 32 - 16 * 4 = 36 \text{ г/моль},$$

$$x = 2.$$

Формула неизвестного кристаллогидрата Б - $\text{CaSO}_4 * 2\text{H}_2\text{O}$. Тривиальное название – гипс.

Задание 5.



$$\text{Zn}^0 - 2e = \text{Zn}^{+2} | 1 - \text{восстановитель}$$

$$2\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2^0 | 1 - \text{окислитель}$$

Находим массу примесей: $(10 \text{ г} * 3,5)/100 = 0,35 \text{ г}$, тогда масса чистого цинка $10 \text{ г} - 0,35 \text{ г} = 9,65 \text{ г}$.

$$n(\text{Zn}) = 9,65 \text{ г}/65 \text{ г/моль} = 0,15 \text{ моль},$$

$$n(\text{HCl}) = m(\text{HCl}) / M(\text{HCl}),$$

$$m(\text{HCl}) = (m_{\text{р-ра}} * W(\text{HCl}))/100\%,$$

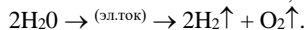
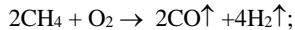
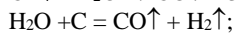
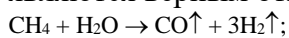
$$m_{\text{р-ра}} = V_{\text{р-ра}} * \rho = 180 \text{ мл} * 1,160 \text{ г/мл} = 208,8 \text{ г},$$

$$m(\text{HCl}) = 66,816 \text{ г}, n(\text{HCl}) = 1,83 \text{ моль} \Rightarrow \text{HCl взята в избытке}.$$

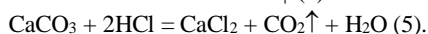
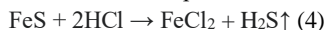
$$n(\text{ZnCl}_2) = n(\text{Zn}) = 0,15 \text{ моль}, m(\text{ZnCl}_2) = n(\text{ZnCl}_2) * M(\text{ZnCl}_2) = 20,4 \text{ г},$$

$$V(\text{H}_2) = 0,15 \text{ моль} * 22,4 \text{ л/моль} = 3,36 \text{ л}.$$

Газ X – H_2 , промышленные способы получения (любые два из предложенных являются верным ответом (2, 3)):



С помощью аппарата Киппа можно получить сероводород и углекислый газ (возможны другие варианты ответа):

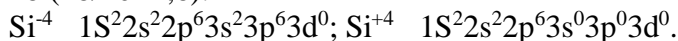


Химия. 9 класс
Ответы и решения

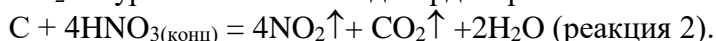
2 вариант

Задание 1.

Согласно описанию, вещество X, вероятнее всего - Si. Проверим, удовлетворяет ли данный вариант условию по соотношению числа электронов. Количество электронов в высшей степени окисления (+4) - 10; число электронов в низшей степени окисления (-4) - 18 ($18/10=1,8$).



Вещество Y, вероятнее всего, азотная кислота т.к. реагируя с углеродом образует NO₂ – бурый газ. Ответ подтвердим расчетами:

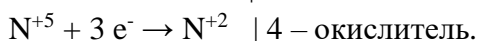
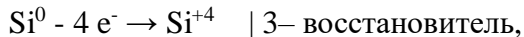
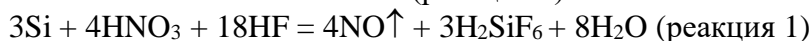
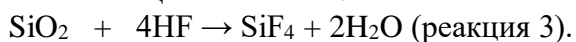


$$n(\text{C}) = 0,9 \text{ г} / 12 \text{ г/моль} = 0,075 \text{ моль},$$

$$n(\text{NO}_2) = 4 * n(\text{C}) = 0,3 \text{ моль},$$

$$V(\text{NO}_2) = 0,3 \text{ моль} * 22,4 \text{ л/моль} = 6,72 \text{ л}.$$

Вещество Z – HF.



H₂SiF₆ – кремнефтористоводородная кислота.

$$V(\text{NO}) = n(\text{NO}) * V_m$$

$$n(\text{Si}) = 8,4 \text{ г} / 28 \text{ г/моль} = 0,3 \text{ моль},$$

$$n(\text{HNO}_3) = m(\text{HNO}_3) / M(\text{HNO}_3),$$

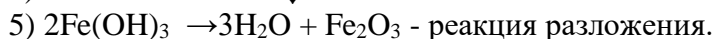
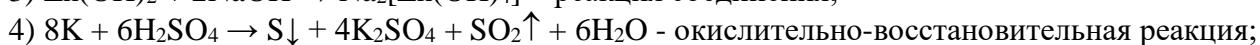
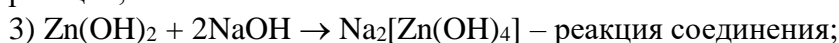
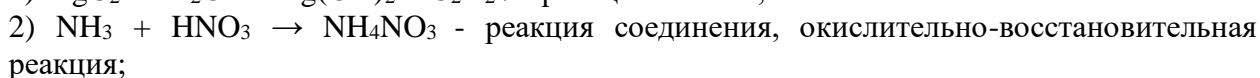
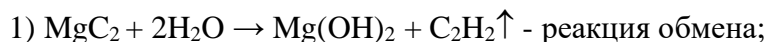
$$m(\text{HNO}_3) = (m_{\text{р-ра}} * W(\text{HNO}_3)) / 100\%,$$

$$m_{\text{р-ра}} = V_{\text{р-ра}} * \rho = 200 \text{ мл} * 1,254 \text{ г/мл} = 250,8 \text{ г},$$

$$m(\text{HNO}_3) = 100,32 \text{ г}, n(\text{HNO}_3) = 1,59 \text{ моль} \Rightarrow \text{HNO}_3 \text{ взята в избытке.}$$

$$n(\text{NO}) = (n(\text{Si}) * 4) / 3 = 0,4 \text{ моль}, V(\text{NO}) = 0,4 \text{ моль} * 22,4 \text{ л/моль} = 8,96 \text{ л}.$$

Задание 2.



Задание 3.

Уравнение реакции: $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$.

К моменту наступления равновесия на 2 л смеси прореагировало $8 * 0,1 = 0,8$ моль NO и $4 * 0,1 = 0,4$ моль кислорода. Всего прореагировало 1,2 моль газов.

По уравнению объем газа до реакции в 1,5 раза больше объема газа после реакции (3 объема газа образуют 2 объема или, в нашем случае, 0,8 моль).

Таким образом в смеси осталось $8 + 4 - 1,2 + 0,8 = 11,6$ моль газов на 2 л. Давление уменьшится в $12/11,6 = 1,034$ раза.

Количество теплоты, выделившейся к моменту наступления равновесия: $Q = 0,8 \text{ моль} * 57 \text{ кДж/моль} = 45,6 \text{ кДж}$.

Задание 4.

1. Определим вещество A:

$$m(\text{Ba}(\text{OH})_2) = (m_{\text{р-ра}} * W(\text{Ba}(\text{OH})_2))/100\%,$$

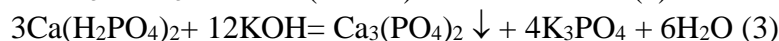
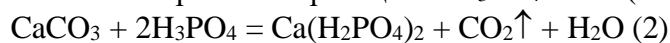
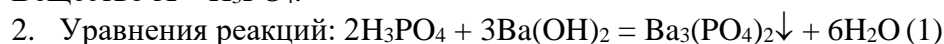
$$m_{\text{р-ра}} = V_{\text{р-ра}} * \rho = 80 \text{ мл} * 1,11 \text{ г/мл} = 88 \text{ г},$$

$$m(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 8,7 \text{ г}, n(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 0,05 \text{ моль}.$$

При условии соотношения $n(\text{Ba}(\text{OH})_2) : n(\text{осадка}) = 1:1$ $M(\text{осадка}) = 10,217 \text{ г}/0,05 \text{ моль} = 204 \text{ г/моль}$, M (неизвестного аниона) = $204 \text{ г/моль} - M(\text{Ba}) = 67 \text{ г/моль}$ – не соответствует ни одному из анионов, дающих осадки с Ba^{+2} .

Только при условии соотношения $n(\text{Ba}(\text{OH})_2) : n(\text{осадка}) = 3:1$ $M(\text{осадка}) = 10,217 \text{ г}/0,017 \text{ моль} = 601 \text{ г/моль}$, M (неизвестного аниона) = $601 \text{ г/моль} - 3 * M(\text{Ba}) = 190 \text{ г/моль}$ – соответствует двум фосфат-ионам в составе осадка.

Вещество А – H_3PO_4 .



3. $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ – дигидроортофосфат кальция.

4. Найдем массу осадка:

$$n(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) = 21,2 \text{ г}/234 \text{ г/моль} = 0,09 \text{ моль},$$

$n(\text{KOH}) = 2 \text{ моль}$ на 1 л, значит на 60 мл – $n(\text{KOH}) = 0,12 \text{ моль} \Rightarrow \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ в избытке.

$$m(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 0,01 \text{ моль} * 310 \text{ г/моль} = 3,1 \text{ г}.$$

Задание 5.



$\text{Cu}^0 - 2e = \text{Cu}^{+2} | 3$ - восстановитель

$\text{N}^{+5} + 3e = \text{N}^{+2} | 2$ - окислитель

Находим массу примесей: $(25 \text{ г} * 5,2)/100 = 1,3 \text{ г}$, тогда масса чистой меди $25 \text{ г} - 1,3 \text{ г} = 23,7 \text{ г}$.

$$n(\text{Cu}) = 23,7 \text{ г}/64 \text{ г/моль} = 0,37 \text{ моль},$$

$$n(\text{HNO}_3) = m(\text{HNO}_3) / M(\text{HNO}_3),$$

$$m(\text{HNO}_3) = (m_{\text{р-ра}} * W(\text{HNO}_3))/100\%,$$

$$m_{\text{р-ра}} = V_{\text{р-ра}} * \rho = 250 \text{ мл} * 1,186 \text{ г/мл} = 296,5 \text{ г},$$

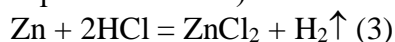
$$m(\text{HNO}_3) = 91,915 \text{ г}, n(\text{HNO}_3) = 1,46 \text{ моль} \Rightarrow \text{HNO}_3 \text{ взята в избытке.}$$

$$n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{Cu}) = 0,37 \text{ моль}, m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) * M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 69,56 \text{ г},$$

$$V(\text{NO}) = 0,25 \text{ моль} * 22,4 \text{ л/моль} = 5,6 \text{ л}.$$

Газ X – NO, промышленный способ получения: $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O} \quad (2)$

С помощью аппарата Киппа можно получить водород и углекислый газ (возможны другие варианты ответа):

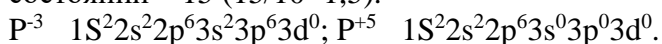


Химия. 9 класс
Ответы и решения

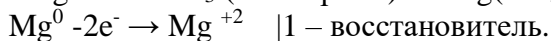
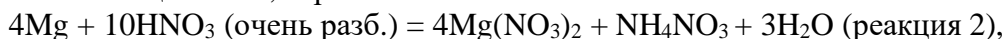
3 вариант

Задание 1.

Вещество **X**, вероятнее всего P, т.к. из неметаллов, образующих трехосновную кислоту, только фосфор удовлетворяет условию по соотношению количества электронов. Число электронов в высшей степени окисления (+5) - 10; число электронов в основном состоянии - 15 ($15/10=1,5$).

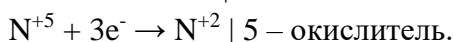
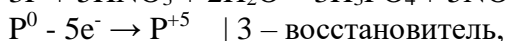
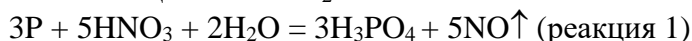


Вещество **Y**, вероятно - азотная кислота:



NH_4NO_3 - (аммонийная (аммиачная) селитра).

Вещество **Z** - H_2O .



$$V(NO) = n(NO) * V_m,$$

$$n(P) = 6,2 \text{ г} / 31 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ моль,}$$

$$n(HNO_3) = m(HNO_3) / M(HNO_3),$$

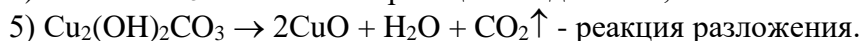
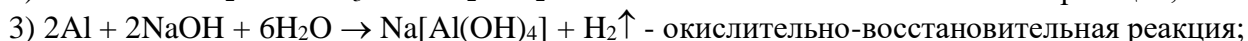
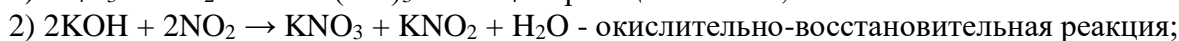
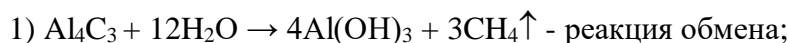
$$m(HNO_3) = (m_{p-ра} * W(HNO_3)) / 100\%,$$

$$m_{p-ра} = V_{p-ра} * \rho = 50 \text{ мл} * 1,060 \text{ г/мл} = 53 \text{ г,}$$

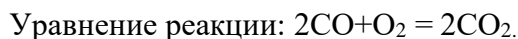
$$m(HNO_3) = 5,3 \text{ г, } n(HNO_3) = 0,084 \text{ моль} \Rightarrow P \text{ взят в избытке.}$$

$$n(NO) = n(HNO_3) = 0,084 \text{ моль, } V(NO) = 0,084 \text{ моль} * 22,4 \text{ л/моль} = 1,88 \text{ л.}$$

Задание 2.



Задание 3.



К моменту наступления равновесия на 2 л смеси прореагировало $12 * 0,1 = 1,2$ моль CO и $6 * 0,1 = 0,6$ моль кислорода. Всего прореагировало 1,8 моль газов.

По уравнению объем газа до реакции в 1,5 раза больше объема газа после реакции (3 объема газа образуют 2 объема или, в нашем случае, 1,2 моль).

Таким образом, в смеси осталось $12 + 6 - 1,8 + 1,2 = 17,4$ моль газов на 2 л. Давление уменьшится в $18/17,4 = 1,034$ раза.

Количество теплоты, выделившейся к моменту наступления равновесия: $Q = 1,2 \text{ моль} * 283 \text{ кДж/моль} = 339,6 \text{ кДж}$.

Задание 4.

Согласно описанным физическим свойствам, вероятнее всего **A** - H_2SO_4 , подтвердим это расчетами:

$$m(BaCl_2) = (m_{p-ра} * W(BaCl_2)) / 100\%,$$

$$m_{p-ра} = V_{p-ра} * \rho = 50 \text{ мл} * 1,094 \text{ г/мл} = 54,7 \text{ г,}$$

$n(\text{BaCl}_2) = 5,47 \text{ г}, n(\text{BaCl}_2) = 0,026 \text{ моль}.$

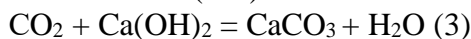
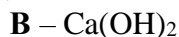
При условии соотношения $n(\text{BaCl}_2) : n(\text{осадка}) = 1:1$ $M(\text{осадка}) = 6,058 \text{ г}/0,026 \text{ моль} = 233 \text{ г/моль}$, что соответствует молярной массе сульфата бария.



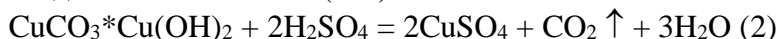
Вещество **Б**, вероятнее всего, CO_2 , который образуется в результате реакции серной кислоты с карбонатом меди.

$n(\text{CO}_2) = 0,672 \text{ л}/22,4 \text{ л/моль} = 0,03 \text{ моль},$

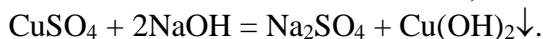
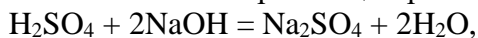
$n(\text{осадка}) = 0,03 \text{ моль}, M(\text{осадка}) = 3 \text{ г}/0,03 \text{ моль} = 100 \text{ г/моль}$, что соответствует осадку CaCO_3 .



При условии соотношения $n(\text{CO}_2) : n(\text{гидрокарбоната}) = 1:1$ $M(\text{гидрокарбоната}) = 6,66 \text{ г}/0,03 \text{ моль} = 222 \text{ г/моль}$, что соответствует молярной массе соединения $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 - \text{Г}$.



После нейтрализации раствором NaOH :

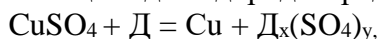


$n(\text{Cu}(\text{OH})_2) = n(\text{CuSO}_4) = 3,92 \text{ г}/98 \text{ г/моль} = 0,04 \text{ моль},$

$n(\text{CuSO}_4)_{\text{из реакции 2}} = 2 * n(\text{CO}_2) = 2 * 0,672 \text{ л}/22,4 \text{ л/моль} = 0,06 \text{ моль},$

$n(\text{CuSO}_4)_{\text{оставшегося в р-ре}} = 0,06 \text{ моль} - 0,04 \text{ моль} = 0,02 \text{ моль}.$

Рассматривая реакцию 4, становится очевидно, что масса металлических опилок увеличилась за счет выпавшей меди, а в растворе теперь находится соль металла, стоящего до водорода в ряду электрохимического напряжения металлов.



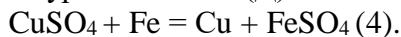
$n(\text{Cu}) = n(\text{CuSO}_4)_{\text{оставшегося в р-ре}} = 0,02 \text{ моль},$

$m(\text{Cu}) = 0,02 \text{ моль} * 64 \text{ г/моль} = 1,28 \text{ г}.$

Пусть: $m_{\text{начальная}}(\text{Д}) = n * M(\text{Д}); m_{\text{прореаг}}(\text{Д}) = 0,02 * M(\text{Д})$, тогда по условию задачи:

$n * M(\text{Д}) - 0,02 * M(\text{Д}) + 1,28 = n * M(\text{Д}) + 0,16 \text{ г},$

из уравнения - $M(\text{Д}) = 56 \text{ г/моль}$ - металл **Д** - Fe.



Задание 5.



Находим массу примесей: $(24 \text{ г} * 4)/100 = 0,96 \text{ г}$, тогда масса чистого карбоната кальция $25 \text{ г} - 0,96 \text{ г} = 24,04 \text{ г}$

$n(\text{CaCO}_3) = 24,04 \text{ г}/100 \text{ г/моль} = 0,2404 \text{ моль},$

$n(\text{HCl}) = m(\text{HCl}) / M(\text{HCl}),$

$m(\text{HCl}) = (m_{\text{р-ра}} * W(\text{HCl}))/100\%,$

$m_{\text{р-ра}} = V_{\text{р-ра}} * \rho = 180 \text{ мл} * 1,160 \text{ г/мл} = 208,8 \text{ г},$

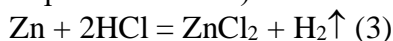
$m(\text{HCl}) = 66,816 \text{ г}, n(\text{HCl}) = 1,83 \text{ моль} \Rightarrow \text{HCl}$ взята в избытке.

$n(\text{CaCl}_2) = n(\text{CaCO}_3) = 0,2404 \text{ моль}, m(\text{CaCl}_2) = n(\text{CaCl}_2) * M(\text{CaCl}_2) = 26,7 \text{ г},$

$V(\text{CO}_2) = 0,2404 \text{ моль} * 22,4 \text{ л/моль} = 5,39 \text{ л}.$

Хлорид кальция применяется в лаборатории для осушения газов и органических жидкостей. Промышленный способ получения углекислого газа: сжигание угля - $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$ (2) (или обжиг известняка - $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$).

С помощью аппарата Киппа можно получить водород и сероводород (возможны другие варианты ответа):



Химия. 9 класс
Критерии оценивания

1 вариант

Задание 1.

1. За верное определение веществ **X, Y, Z, N** – по 3 балла – 12 баллов;
2. За верно записанную электронную конфигурацию каждого иона – по 2 балла – 4 балла;
3. За верно записанные уравнения реакций 1 и 2 – по 3 балла – 6 баллов;
4. За верно составленное уравнение электронного баланса – по 0,5 баллов – 1 балл;
5. За верное определение окислителя и восстановителя в реакции 1 – по 0,5 баллов – 1 балл;
6. За верно указанное название соли – 2 балла;
7. За верный расчет массы раствора гидроксида бария – 0,5 баллов;
8. За верный расчет количества вещества гидроксида бария – 1 балл;
9. За верный расчет количества вещества фосфора – 0,5 баллов;
10. За верный расчет количества вещества фосфина – 1 балл;
11. За верный расчет объема выделившегося фосфина – 1 балл.

Итого: 30 баллов

Задание 2.

1. За верно записанное уравнение реакции – 2 балла;
2. За верно рассчитанное количество вещества, прореагировавшего к моменту наступления равновесия – по 1,5 балла – 3 балла;
3. За верное определение количества газов до и после реакции – по 1,5 балла – 3 балла;
4. За верный расчет оставшегося количества газа в смеси – 2 балла;
5. За количественное определение изменения давления в сосуде к моменту наступления равновесия реакции – 2 балла;
6. За верный расчет количества теплоты, выделившейся к моменту наступления равновесия – 3 балла.

Итого: 15 баллов

Задание 3.

1. За каждое верно записанное уравнение реакции – по 2 балла – 10 баллов;
2. За каждый верно указанный тип реакции – по 1 баллу – 5 баллов.

Итого: 15 баллов.

Задание 4.

1. За верный расчет массы раствора нитрата серебра – 1 балл;
2. За верный расчет количества вещества нитрата серебра – 1 балл;
3. За верное определение вещества **A** – 3 балла;
4. За верно записанное уравнение реакции 1 – 2 балла;
5. За верно записанное уравнение реакции 2 – 4 балла;
6. За верный расчет количества вещества сульфата натрия в заданном объеме раствора – 2 балла;

7. За верную запись общей формулы выпавшего кристаллогидрата – 1 балл;
 8. За верный расчет молярной массы кристаллогидрата – 2 балла;
 9. За приведение верной формулы вещества **Б** – 3 балла;
 10. За приведение тривиального названия вещества **Б** – 3 балла.
- Итого: 22 балла

Задание 5.

1. За верно записанное уравнение реакции 1 – 3 балла;
 2. За верно составленные уравнения электронного баланса – по 0,5 баллов - 1 балл;
 3. За верное определение окислителей и восстановителей в реакции 1 – 1 балл;
 4. За верный расчет массы примесей – 1 балл;
 5. За верный расчет массы цинка – 1 балл;
 6. За верный расчет массы раствора соляной кислоты – 0,5 баллов;
 7. За верный расчет количества вещества соляной кислоты – 1 балл;
 8. За верный расчет количества вещества цинка – 0,5 баллов;
 9. За верный расчет количества вещества хлорида цинка – 0,5 баллов;
 10. За верный расчет массы хлорида цинка – 0,5 баллов;
 11. За верный расчет объема выделившегося газа – 1 балл;
 12. За верную запись уравнений химической реакции, описывающих промышленные способы получения водорода – по 1,5 балла – 3 балла;
 13. За указания газов, которые можно получить с помощью аппарата Киппа – по 1 баллу (без записи уравнений химических реакций) – по 3 балла (с верно записанными уравнениями химических реакций) – 4 балла.
- Итого: 18 баллов

Химия. 9 класс
Критерии оценивания

2 вариант

Задание 1.

1. За верное определение вещества **X**, **Y**, **Z** – по 3 балла – 9 баллов;
2. За верно записанную электронную конфигурацию каждого иона – по 2 балла – 4 балла;
3. За верно записанное уравнение реакций 1-3 – по 3 балла – 9 баллов;
4. За верно составленное уравнение электронного баланса – по 0,5 баллов - 1 балл;
5. За верное определение окислителя и восстановителя в реакции 1 – по 0,5 баллов – 1 балл;
6. За верно указанное название кислоты – 2 балла;
7. За верный расчет массы раствора азотной кислоты – 0,5 баллов;
8. За верный расчет количества вещества азотной кислоты – 1 балл;
9. За верный расчет количества вещества кремния – 0,5 баллов;
10. За верный расчет количества вещества оксида азота (II) – 1 балл;
11. За верный расчет объема выделившегося оксида азота (II) – 1 балл.

Итого: 30 баллов

Задание 2.

1. За верно записанное уравнение реакции – 2 балла;
2. За верно рассчитанное количество вещества, прореагировавшего к моменту наступления равновесия – по 1,5 балла – 3 балла;
3. За верное определение количества газов до и после реакции – по 1,5 балла – 3 балла;
4. За верный расчет оставшегося количества газа в смеси – 2 балла;
5. За количественное определение изменения давления в сосуде к моменту наступления равновесия реакции – 2 балла;
6. За верный расчет количества теплоты, выделившейся к моменту наступления равновесия – 3 балла.

Итого: 15 баллов

Задание 3.

За каждое верно записанное уравнение реакции – по 2 балла – 10 баллов;

За каждый верно указанный тип реакции – по 1 баллу – 5 баллов.

Итого: 15 баллов.

Задание 4.

1. За верный расчет массы раствора гидроксида бария – 1 балл;
2. За верный расчет количества вещества гидроксида бария – 1 балл;
3. За верное определение вещества **A** – 3 балла;
4. За верно записанное уравнение реакции 1 – 2 балла;
5. За верно записанное уравнение реакции 2 – 4 балла;
6. За приведение верного названия соли – 3 балла;
7. За верно записанное уравнение реакции 3 – 3 балла;

8. За верный расчет количества вещества гидроксида калия в заданном объеме раствора – 2 балла;
 9. За верный расчет количества вещества дигидроортофосфата кальция – 1 балл;
 10. За верный расчет массы выпавшего осадка – 2 балла.
- Итого: 22 балла

Задание 5.

1. За верно записанное уравнение реакции 1 – 3 балла;
 2. За верно составленные уравнения электронного баланса – по 0,5 баллов - 1 балл;
 3. За верное определение окислителей и восстановителей в реакции 1 – 1 балл;
 4. За верный расчет массы примесей – 1 балл;
 5. За верный расчет массы чистой меди – 1 балл;
 6. За верный расчет массы раствора азотной кислоты – 0,5 баллов;
 7. За верный расчет количества вещества азотной кислоты – 1 балл;
 8. За верный расчет количества вещества меди – 0,5 баллов;
 9. За верный расчет количества вещества нитрата меди – 0,5 баллов;
 10. За верный расчет массы нитрата меди – 0,5 баллов;
 11. За верный расчет объема выделившегося газа – 1 балл;
 12. За верную запись уравнения химической реакции, описывающего промышленный способ получения NO – 3 балла;
 13. За указания газов, которые можно получить с помощью аппарата Киппа – по 1 баллу (без записи уравнений химических реакций) – по 3 балла (с верно записанными уравнениями химических реакций) – 4 балла.
- Итого: 18 баллов

Химия. 9 класс
Критерии оценивания

3 вариант

Задание 1.

1. За верное определение вещества **X**, **Y**, **Z** – по 3 балла – 9 баллов;
 2. За верно записанную электронную конфигурацию каждого иона – по 2 балла – 4 балла;
 3. За верно записанное уравнение реакции 1 – 3 балла;
 4. За верно записанное уравнение реакции 2 – 4 балла;
 5. За верно составленные уравнения электронного баланса – по 0,5 баллов - 1 балл;
 6. За верное определение окислителей и восстановителей в реакции 1 и 2 – по 0,5 баллов – 1 балл;
 7. За верно указанное название соли – 3 балла;
 8. За верный расчет массы раствора азотной кислоты – 0,5 баллов;
 9. За верный расчет количества вещества азотной кислоты – 1 балл;
 10. За верный расчет количества вещества фосфора – 0,5 баллов;
 11. За верный расчет количества вещества оксида азота (II) – 1 балл;
 12. За верный расчет объема выделившегося оксида азота (II) – 1 балл.
- Итого: 29 баллов.

Задание 2.

1. За верно записанное уравнение реакции – 2 балла;
 2. За верно рассчитанное количество вещества, прореагировавшего к моменту наступления равновесия – по 1,5 балла – 3 балла;
 3. За верное определение количества газов до и после реакции – по 1,5 балла – 3 балла;
 4. За верный расчет оставшегося количества газа в смеси – 2 балла;
 5. За количественное определение изменения давления в сосуде к моменту наступления равновесия реакции – 2 балла;
 6. За верный расчет количества теплоты, выделившейся к моменту наступления равновесия – 3 балла.
- Итого: 15 баллов

Задание 3.

- За каждое верно записанное уравнение реакции – по 2 балла – 10 баллов;
За каждый верно указанный тип реакции – по 1 баллу – 5 баллов.
Итого: 15 баллов.

Задание 4.

1. За верный расчет массы раствора хлорида бария – 1 балл;
2. За верный расчет количества вещества хлорида бария – 1 балл;
3. За верное определение вещества **A** – 2 балла;
4. За верное определение вещества **B** – 1 балл;
5. За верно записанные уравнения реакций 1 - 4 – по 1,5 балла – 6 баллов;
6. За верный расчет молярной массы осадка в реакции 3 – 1 балл;

7. За верное определение вещества **В** – 1 балл;
 8. За верное определение вещества **Г** – 2 балла;
 9. За верно составленные уравнения реакций описывающие процессы при добавлении NaOH к раствору, полученному в ходе реакции 2 – по 1 баллу - 2 балла;
 10. За верный расчет количества вещества сульфата меди, оставшегося в растворе – 1,5 балла;
 11. За верный расчет массы выпавшей в осадок меди – 0,5 баллов;
 12. За верно составленное уравнение по соотношению масс в реакции 4 – 3 балла;
 13. За верное определение вещества **Д** – 1 балл.
- Итого: 23 балла

Задание 5.

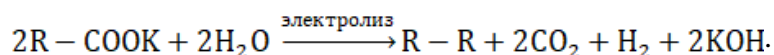
1. За верно записанное уравнение реакции 1 – 3 балла;
 2. За верный расчет массы примесей – 1 балл;
 3. За верный расчет массы карбоната кальция – 1 балл;
 4. За верный расчет массы раствора соляной кислоты – 0,5 баллов;
 5. За верный расчет количества вещества соляной кислоты – 1 балл;
 6. За верный расчет количества вещества карбоната кальция – 0,5 баллов;
 7. За верный расчет количества вещества хлорида кальция – 0,5 баллов;
 8. За верный расчет массы хлорида кальция – 0,5 баллов;
 9. За верный расчет объема выделившегося газа – 1 балл;
 10. За верный ответ на вопрос о применении хлорида кальция в лаборатории – 2 балла;
 11. За верную запись уравнения химической реакции, описывающего промышленный способ получения углекислого газа – 3 балла;
 12. За указания газов, которые можно получить с помощью аппарата Киппа – по 1 баллу (без записи уравнений химических реакций) – по 3 балла (с верно записанными уравнениями химических реакций) – 4 балла
- Итого: 18 баллов

Химия. 10 класс
Ответы и решения

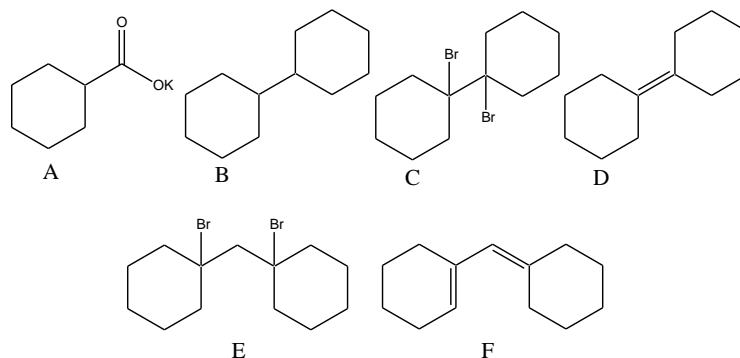
1 вариант

Задача 1.

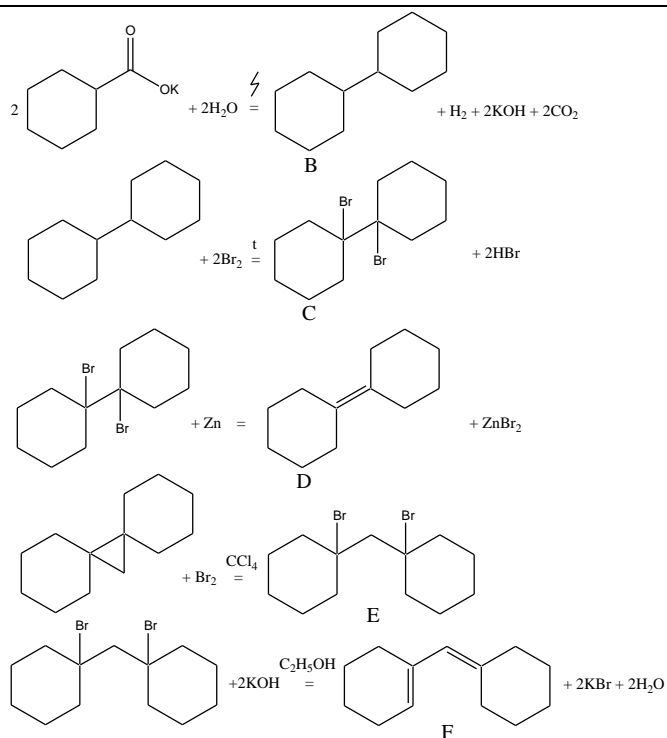
1. Электролиз водных растворов солей карбоновых кислот (реакция Кольбе) – реакция, в результате которой происходит удвоение углеводородного радикала по схеме:



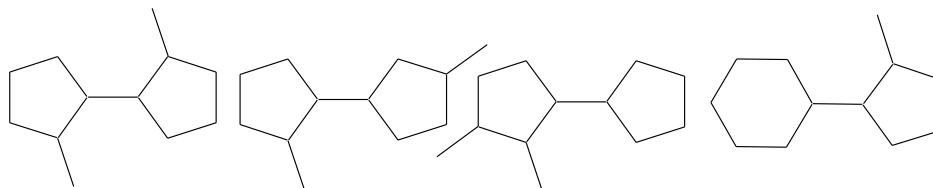
Так как в результате электролиза образовалось бициклическое соединение **B** состава $C_{12}H_{22}$, то $R - = C_6H_{11} -$, а **B** – дициклогексан (дициклогексил). Данный вывод можно сделать также на основании того, что в известной структуре (после стадии взаимодействия с CH_2I_2) система содержит 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:

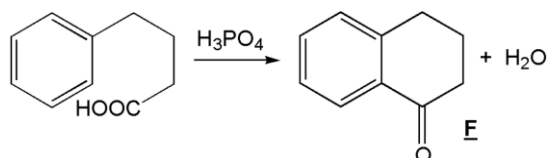
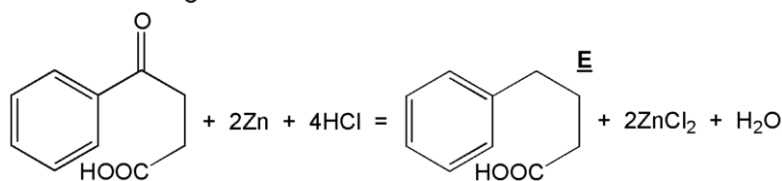
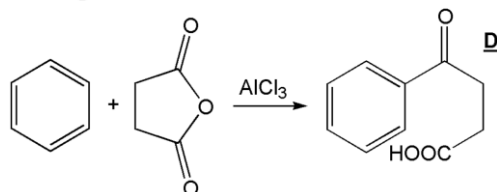
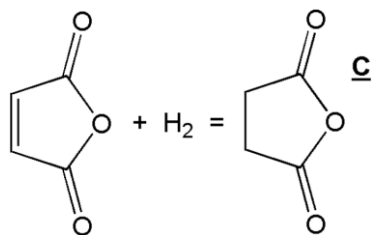
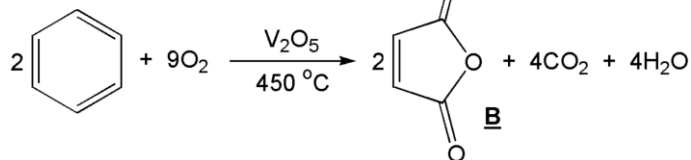
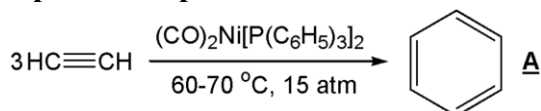


Задача 2

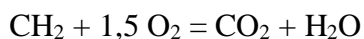
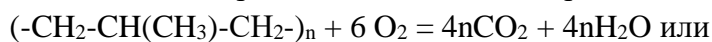
Комплексы нульвалентного никеля с CO и трифенилфосфином катализируют циклотримеризацию ацетилена с образованием бензола – соединения **А**. На это намекает тот факт, что **А** является ароматическим соединением, при этом последующая реакция – окисление **А** кислородом на V_2O_5 при нагревании – это 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:

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

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

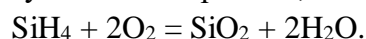
Исходя из общего давления и объема сосуда (65 л), поскольку баллон с неизвестным газом полностью прореагировал, рассчитаем общее число моль газов в сосуде по окончании реакции:

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

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

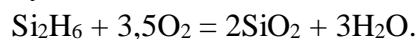
Из расчетов следует, что при сгорании неизвестного газа не образовалось никаких газообразных продуктов (после охлаждения), но израсходовалось $1,3 - 0,6 = 0,7$ моль кислорода.

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 .

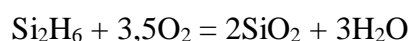
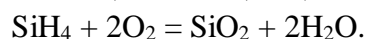
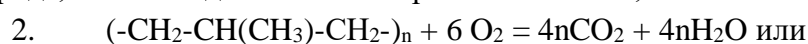


$$n(\text{SiH}_4) = 101,3 \times 10^3 \text{ Па} \times 0,0048 \text{ м}^3 \div (8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \times 293 \text{ К}) = 0,2 \text{ моль.}$$

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 С - 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 $M(C) = (1,96 \text{ г} / 0,06 \text{ моль}) * k = 32,667k$:

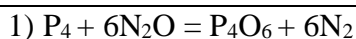
k	M(C)
1	32,667
2	65,334
3	98

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.

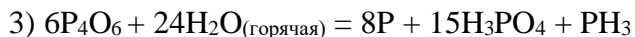
Тогда простое вещество, образованное элементом фосфор – это P (красный) или P_4 (белый), реакции можно писать с любым, хотя конечно более реакционноспособен белый фосфор.



A – P_4O_6



B – P_4O_{10}



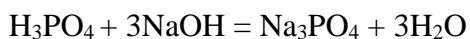
C – H_3PO_4 , подсказкой для нас служит то, что на нейтрализацию 1,96 г кислоты **C** требуется 21,6 мл 10% раствора гидроксида натрия (плотность 1,109 г/мл). Проверим:

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

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

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

Если **C** – H_3PO_4



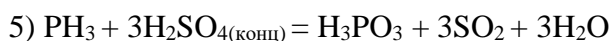
$$n(C) = n(NaOH) / 3 = 0,02 \text{ моль}$$

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

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



D – PH_3 , бесцветный газ, фосфин



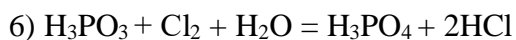
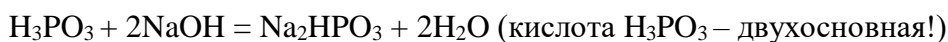
E – H_3PO_3 , подсказкой для нас служит то, что на нейтрализацию 1,64 г кислоты **E** требуется 14,4 мл 10% гидроксида натрия.

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

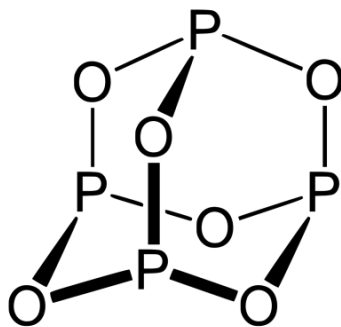
$$m(NaOH) = 16 \text{ г} * 0,1 = 1,6 \text{ г}$$

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

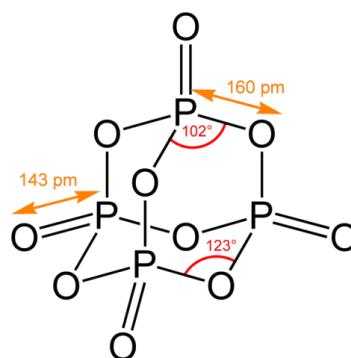
Если **E** – H_3PO_3



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:

$$\Delta T = 1 \text{ К}$$

$$L(\text{р-ля}) = 0,1 \text{ кг}$$

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

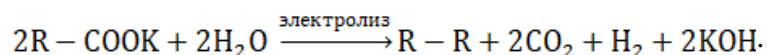
$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}) = 112,5 \text{ г/моль} * 0,0195 \text{ моль} \approx 2,2 \text{ г}$$

Химия. 10 класс
Ответы и решения

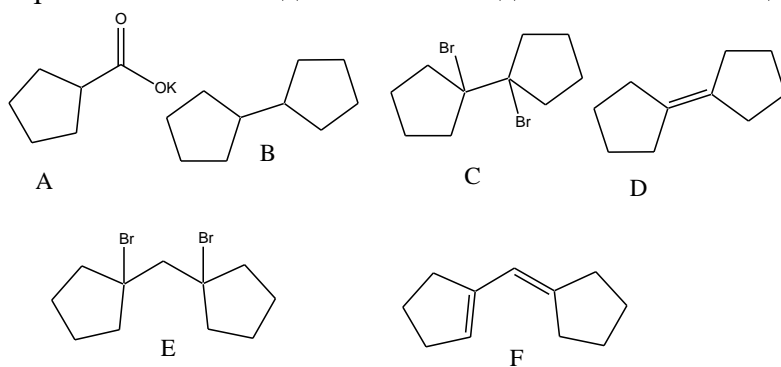
2 вариант

Задача 1.

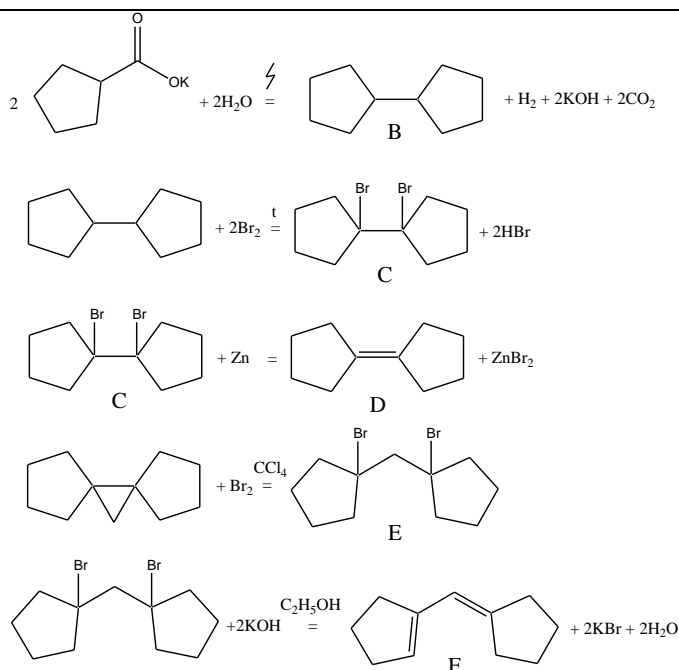
1. Электролиз водных растворов солей карбоновых кислот (реакция Кольбе) – реакция, в результате которой происходит удвоение углеводородного радикала по схеме:



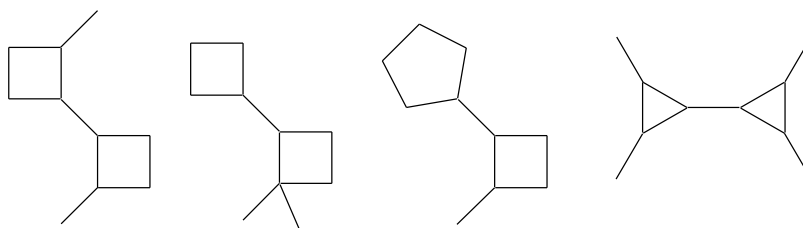
Так как в результате электролиза образовалось бициклическое соединение **В** состава $C_{10}H_{18}$, то $R = C_5H_9$, а **В** – дициклопентил. Данный вывод можно сделать также на основании того, что в известной структуре (после стадии взаимодействия с CH_2I_2) система содержит два пятичленных цикла. 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 .

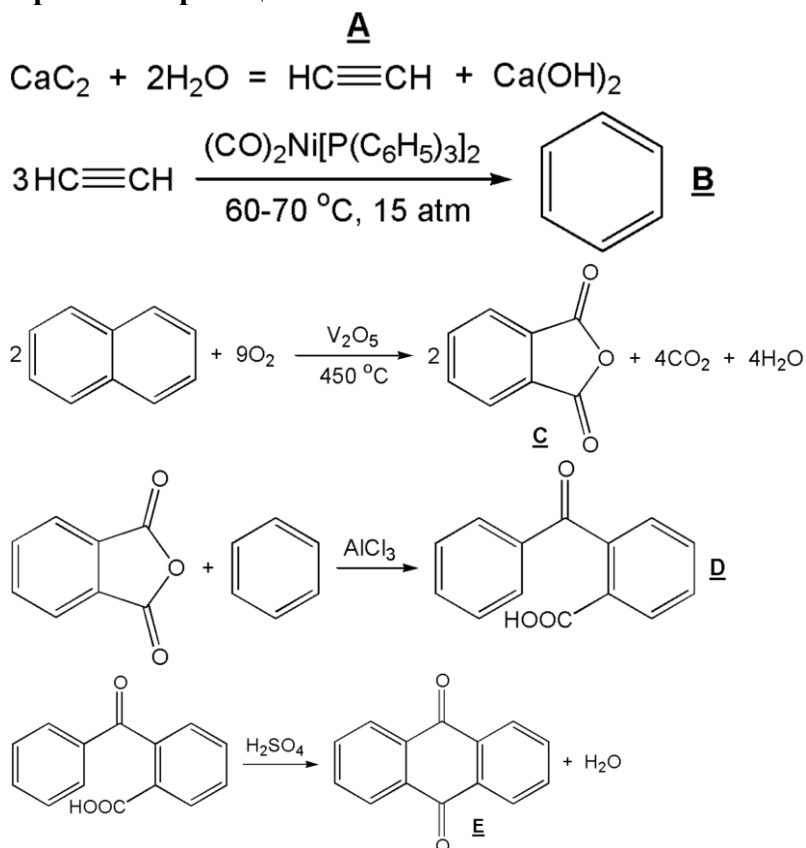
Гидролиз карбида кальция – это классический метод получения ацетилена **А**. Комплексы нульвалентного никеля с CO и трифенилфосфином катализируют циклотримеризацию **А** с образованием бензола – соединения **В**. Кроме того, установить строение **В** можно по реакции Дюма:



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**.

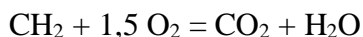
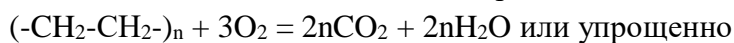
Уравнения реакций:



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:

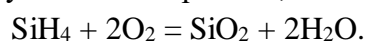
$$n(\text{O}_2)_{\text{кон.}} = 0,265 \times 101,3 \times 10^3 \text{ Па} \times 0,065 \text{ м}^3 \div (8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \times 273 \text{ К}) = 0,65 \text{ моль.}$$

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

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

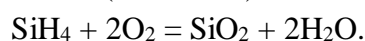
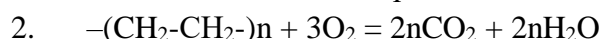
$$n(\text{O}_2)_{\text{израсх.}} = 1,05 - 0,65 = 0,4 \text{ моль.}$$

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:

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

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

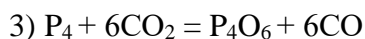
Их отношение $0,564 / 0,437 = 1,291$, что совпадает с условием, значит, **A** - **P₄O₆**, **B** - **P₄O₁₀**.



C - **PCl₃**



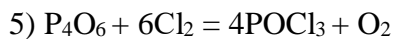
D – **PCl₅**



A – **P₄O₆**



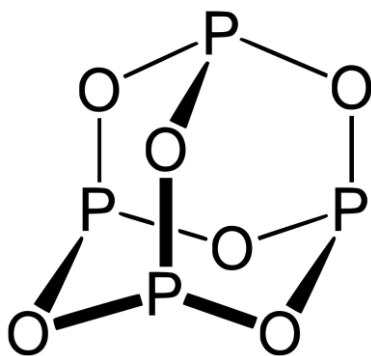
B – **P₄O₁₀**



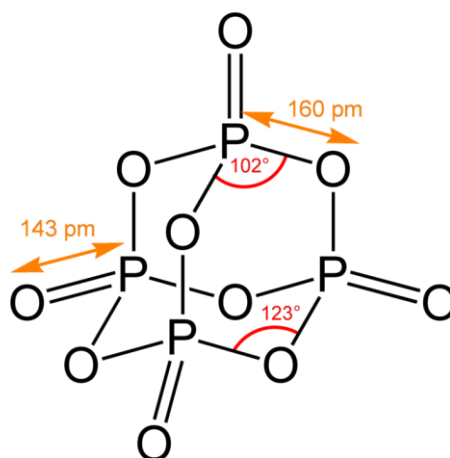
E - **POCl₃**, в чем можно убедиться, посчитав массовую долю хлора в этом соединении и сравнив с известной:

$w(\text{Cl}) \text{ в } \text{POCl}_3 = (106,5 / 153,5) * 100\% = \mathbf{69,4\%}$ 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 моляльность частиц в растворе в два раза больше, чем моляльность **A**. Изменение температуры для **A** - 0,380 К, зная криоскопическую постоянную, найдем моляльность 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:

$$\Delta T = 1 \text{ К}$$

$$L(\text{р-ля}) = 0,1 \text{ кг}$$

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

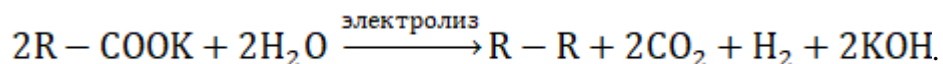
$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}) = 157 \text{ г/моль} * 0,0195 \text{ моль} \approx 3,1 \text{ г}$$

Химия. 10 класс
Ответы и решения

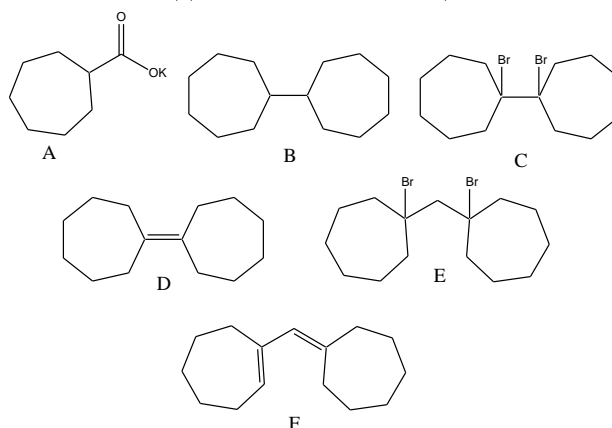
3 вариант

Задача 1.

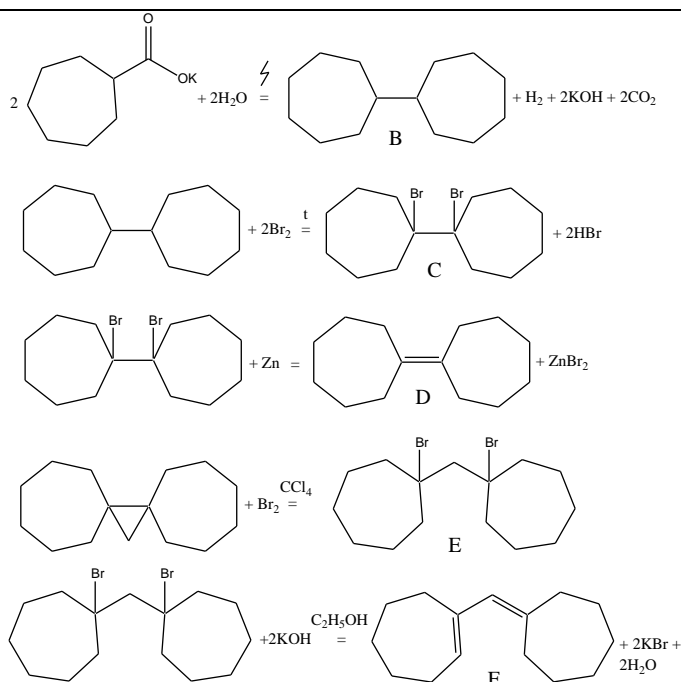
1. Электролиз водных растворов солей карбоновых кислот (реакция Кольбе) – реакция, в результате которой происходит удвоение углеводородного радикала по схеме:



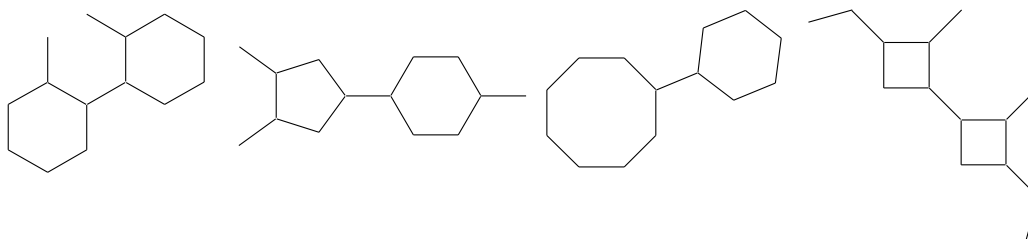
Так как в результате электролиза образовалось бициклическое соединение **В** состава $C_{14}H_{26}$, то $R = C_7H_{13}$, а **В** – дициклогептил. Данный вывод можно сделать также на основании того, что в известной структуре (после стадии взаимодействия с CH_2I_2) система содержит два семичленных цикла. Бромирование дициклогептила двумя молями брома при нагревании приводит к образованию преимущественно 1,1'-дибромдициклогептила (ввиду наличия в молекуле двух третичных атомов углерода) (соединение **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-оксооктандиовой кислоты и циклогептанона.



2. Уравнения реакций:

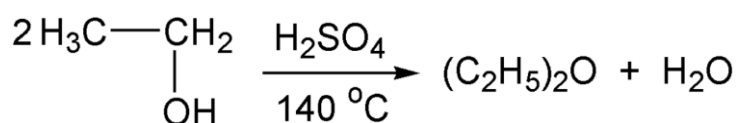


3. Примерами изомеров вещества **B** ($\text{C}_{14}\text{H}_{26}$) могут быть следующие соединения:



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:



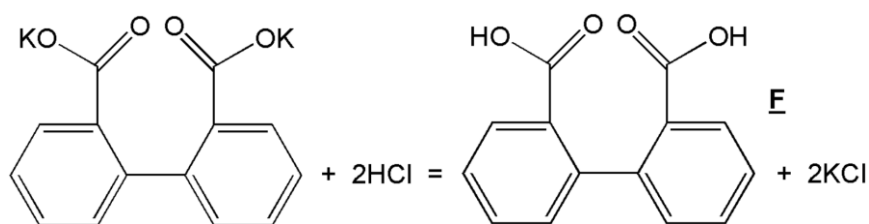
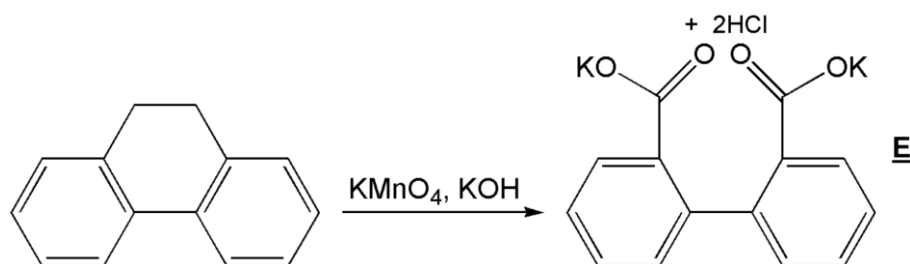
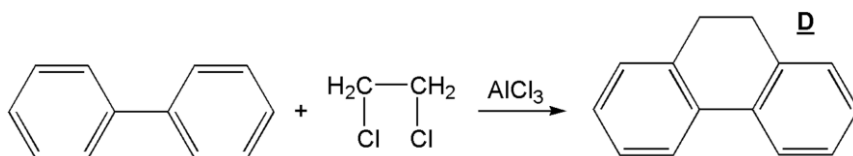
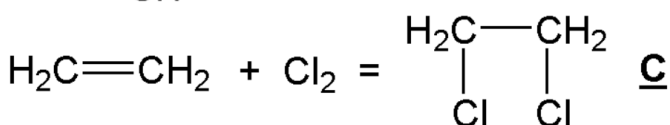
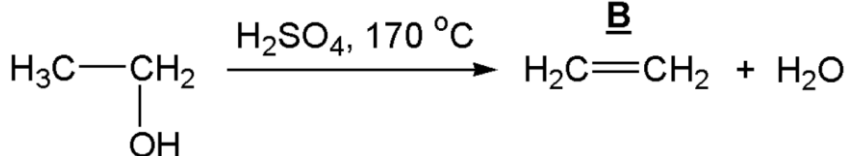
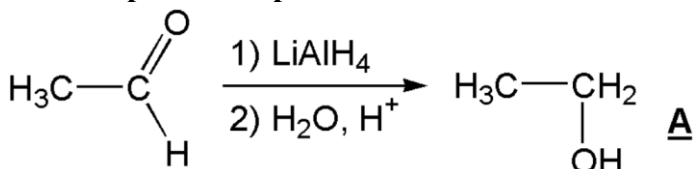
Хлорирование этилена – это реакция электрофильного присоединения, приводящая к образованию 1,2-дихлорэтана **C**. Последний взаимодействует с бифенилом в мольном соотношении 1:1, образуя трициклическое соединение **D**, не содержащее хлора. В таком случае единственным возможным способом замыкания третьего 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:

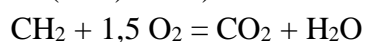
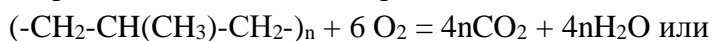
$$\omega(\text{O}) = \frac{A_r(\text{O}) \cdot 4}{M(\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{O}_4)} \cdot 100\% = \frac{16 \cdot 4}{12 \cdot 14 + 1 \cdot 10 + 16 \cdot 4} \cdot 100\% = 26,4\%$$

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:



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

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

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.

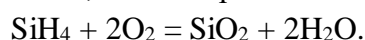
Исходя из давления и объема сосуда (60 л, поскольку баллон с неизвестным газом полностью прореагировал) рассчитаем число моль остаточного кислорода:

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

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

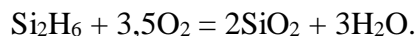
$$n(\text{O}_2)_{\text{израсх.}} = 1,7 - 0,35 = 0,35 \text{ моль.}$$

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 .



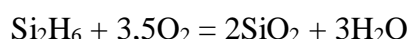
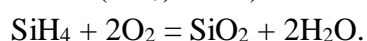
$$n(\text{SiH}_4) = 101,3 \times 10^3 \text{ Па} \times 0,0025 \text{ м}^3 \div (8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \times 296 \text{ К}) = 0,1 \text{ моль.}$$

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 °C):



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

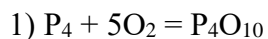
3	82,05 ≈ 82	34,05 ≈ 34	73,5	25,5
4	109,4	45,4	98	34
5	136,75	56,75	122,5	42,5

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:

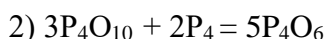
$$w(O) \text{ в } P_4O_6 = 0,436$$

$$w(O) \text{ в } P_4O_{10} = 0,563$$

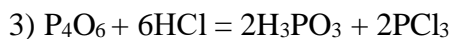
Их отношение $0,436 / 0,563 = 0,774$, что совпадает с условием, значит, **А** – P_4O_6 , **В** – P_4O_{10} .



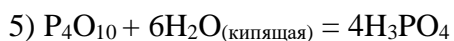
В – P_4O_{10}



А – P_4O_6



С – H_3PO_3 , **Д** – PCl_3

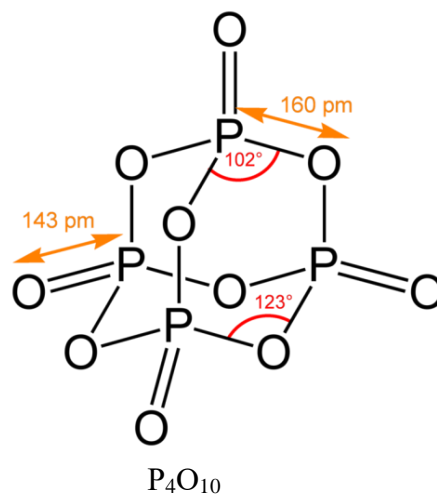
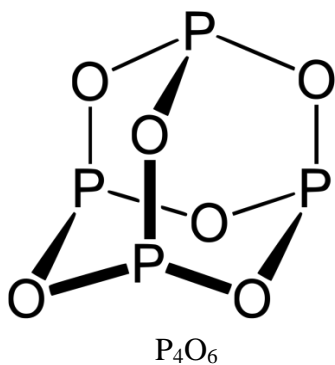


Е – H_3PO_4



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

Химия. 11 класс
Ответы и решения

1 вариант

Задача 1

Под действием амальгамированного магния в тетрагидрофуране в присутствии TiCl_4 ацетон претерпевает восстановительную димеризацию (пинаконовое восстановление) с образованием соответствующего вицинального диола – 2,3-диметилбутандиола-2,3 (соединения **A**). Это соединение не содержит хиральных центров и не образует оптических изомеров. Кроме того, 2,3-диметилбутандиол-2,3, как и другие спирты, проявляет свойства слабой OH -кислоты: он взаимодействует с натрием (и другими щелочными металлами) с образованием соответствующего алкоголята (соединения **B**). Для получения 2,3-диметилбутандиола-2,3 можно использовать гидролиз соответствующего алкилгалогенида – к примеру, 2,3-дибром-2,3-диметилбутана. В водной муравьиной кислоте данное соединение вступает с H_2O в реакцию мономолекулярного нуклеофильного замещения с образованием искомого 2,3-диметилбутандиола-2,3.

Под действием концентрированной H_2SO_4 2,3-диметилбутандиол-2,3 претерпевает пинаколиновую перегруппировку, в ходе которой происходит сдвиг CH_3 -группы и образование 3,3-диметилбутанона-2 (соединения **C**). Последний, будучи метилкетонем, даёт положительную галоформную пробу: реагирует с I_2 в среде KOH с образованием жёлтого осадка иодоформа (трийодметана – соединения **D**) и калиевой соли пивалевой (триметилуксусной) кислоты (соединения **E**).

Под действием сильного основания – трет-бутилата калия – иодоформ претерпевает реакцию альфа-элиминирования с образованием высокорекреационноспособного диодкарбена – бинарного соединения **F**, содержащего 4,5 масс.% углерода:

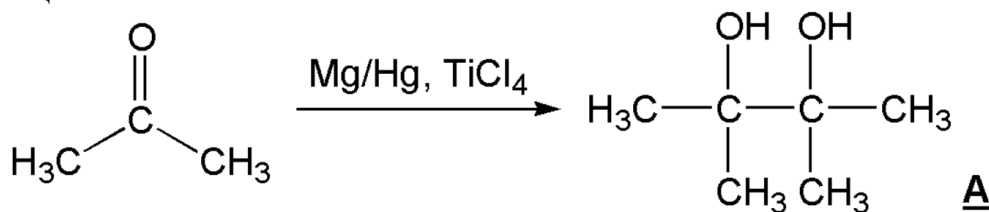
$$\omega(\text{C}) = \frac{A_r(\text{C})}{M(\text{Cl}_2)} \cdot 100\% = \frac{12}{12 \cdot 1 + 127 \cdot 2} \cdot 100\% = 4,5\%.$$

Последний легко присоединяется к этилену с образованием 1,1-диодциклопропана – соединения **G**, что подтверждается расчётом массовой доли иода в полученном соединении:

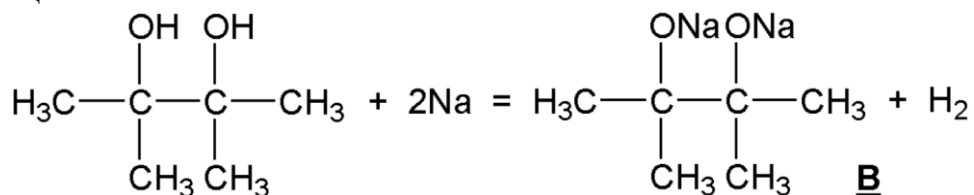
$$\omega(\text{I}) = \frac{A_r(\text{I}) \cdot 2}{M(\text{C}_3\text{H}_4\text{I}_2)} \cdot 100\% = \frac{127 \cdot 2}{12 \cdot 3 + 1 \cdot 4 + 127 \cdot 2} \cdot 100\% = 86,4\%.$$

Уравнения реакций:

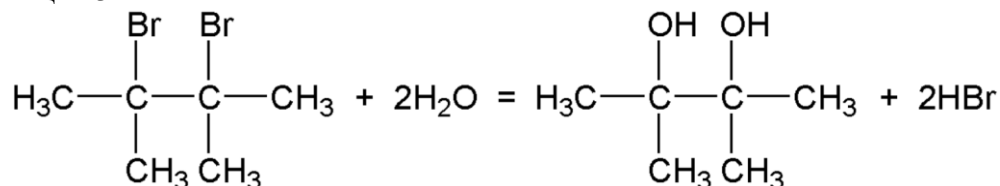
Реакция 1:



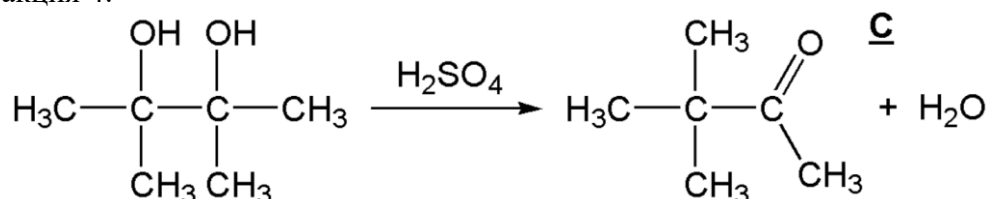
Реакция 2:



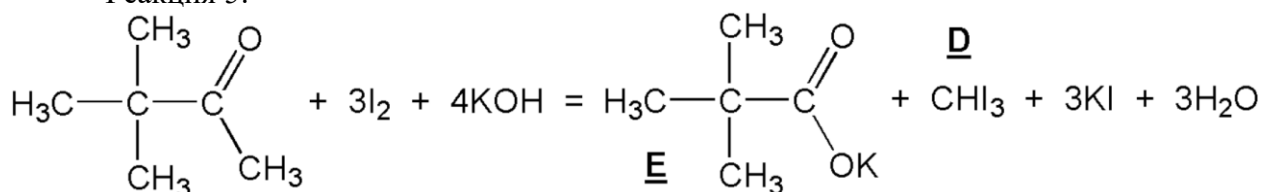
Реакция 3:



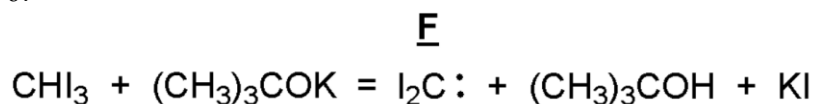
Реакция 4:



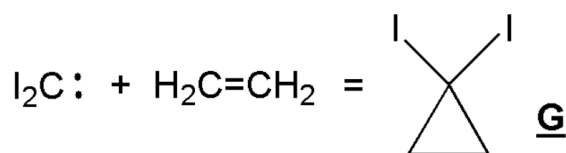
Реакция 5:



Реакция 6:



Реакция 7:



Задача 2

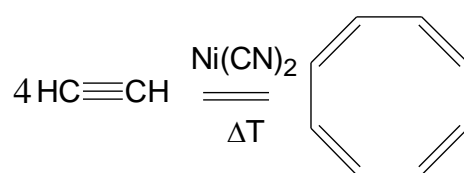
1. При обработке исходного амина избытком иодметана (карточка 6) образуется четвертичная аммонийная соль. Так как среди представленных карточек нет соли моноамина, то, очевидно, речь идет о карточке с зашифрованным соединением. Вещество **F** содержит бром, вещество **L** не содержит иода вовсе, а вещество **G** является конечным в синтезе. Отсюда искомая четвертичная аммонийная соль – это соединение **A** (карточка 5). Действуя на полученную соль $\text{Ag}_2\text{O}/\text{H}_2\text{O}$ при нагревании (карточка 1) образуется гидроксид четвертичной аммонийной соли, быстро элиминирующий триметиламин с образованием циклооктатриена-1,3,5 (карточка 3). Аналогичное элиминирование (элиминирование по Гофману) должно произойти и с солью (карточка 11) при действии на нее $\text{Ag}_2\text{O}/\text{H}_2\text{O}$ с образованием вещества **G** (карточка 9). Получить соль с карточки 11 можно, очевидно, действуя на циклический диамин (карточка 10) избытком иодметана (карточка 2). Сам циклический диамин получается из диметиламина (карточка 7), так как других источников азота не имеется. Диметиламин является типичным нуклеофильным агентом, так что для получения циклического диамина субстрат должен содержать 2 уходящие группы. Хорошим претендентом на эту роль

может служить соединение **F** с карточки 8, содержащее 2 атома брома. Несложно догадаться, что само соединение **F** является продуктом присоединения брома (карточка 4) к некоторому ненасыщенному соединению $C_8H_{10}Br_2$. Этой структуре отвечает установленный ранее триен (карточка 3). Остается определиться с положением в синтезе карточек 5 и 10. Так как при действии на исходный амин (карточка 6) избытка иодметана образуется иодсодержащее соединение, то первый полупродукт – это вещество **A** (карточка 5), а циклический диамин, получающийся в результате замещения атомов брома в **F**, – это вещество **L** (карточка 10) (так как не содержит в своем составе иода).

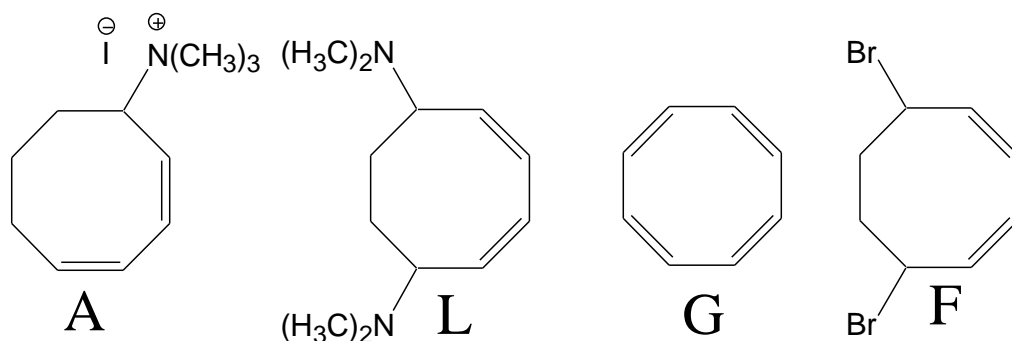
Отсюда порядок карточек следующий:

6 5 1 3 4 8 7 10 2 11 9

2. В соответствии с синтезом, а также зная, что в результате тетрамеризации ацетилену получается циклическое соединение **G**, уравнение реакции получения **G** имеет следующий вид:



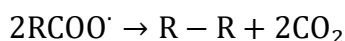
3. Структурные формулы веществ **A**, **L**, **G**, **F**



Задача 3

1. При взаимодействии хлористого метила с цианидом натрия в диметилсульфоксиде образуется ацетонитрил (**A**) и хлорид натрия. Гидролиз ацетонитрила в присутствии соляной кислоты приводит к образованию уксусной кислоты (**B**) и хлорида аммония. При нейтрализации уксусной кислоты гидроксидом кальция образуется ацетат кальция (**C**) и вода, а в результате пиролиза ацетата кальция – ацетон (**D**) и карбонат кальция (**E**).

При нейтрализации уксусной кислоты гидроксидом натрия образуется ацетат натрия и вода. В результате перекрестной анодной конденсации ацетата натрия и натриевой соли монометилового эфира бутандиовой кислоты образуются этан (**F**), метиловый эфир бутановой кислоты (**G**) и диметиловый эфир гександиовой кислоты (**H**). Механизм протекающей реакции аналогичен механизму реакции Кольбе,

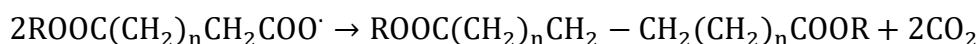


о чем свидетельствует образование этана (насыщенный углеводород, содержащий 2 атома углерода). Вещество **G**, $C_5H_{10}O_2$, – продукт непосредственно перекрестной конденсации, где в качестве одного радикала выступает CH_3^\cdot , а второго – $\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_2^\cdot$. Так как в реакцию

вступила соль монометилового эфира бутандиовой кислоты, то $C_4H_7O_2\cdot$ - это радикал, полученный после отщепления от $CH_3O(O)CCH_2CH_2COO\cdot$ молекулы CO_2 . Для установления формулы вещества **Н** найдем соотношение атомов углерода, водорода и кислорода в нем:

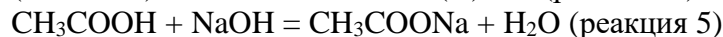
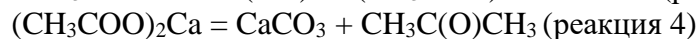
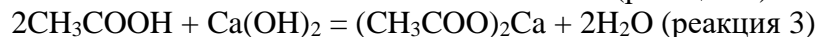
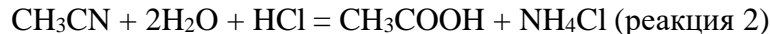
$$\begin{aligned} &C: H: O \\ &55.17/12: 8.05/1: 36.78/16 \\ &4.5975: 8.05: 2.2988 \\ &2: 3.5: 1 \end{aligned}$$

Логичным является рассмотрение продукта конденсации $CH_3O(O)CCH_2CH_2COONa$, приводящее к образованию $CH_3O(O)C(CH_2)_4C(O)OCH_3$, отвечающее установленному выше соотношению (8: 14: 4). Эта анодная конденсация носит название реакции Брауна-Уокера и протекает по следующей схеме:

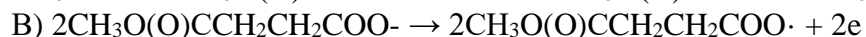
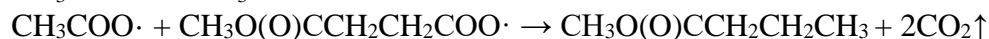
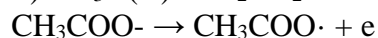
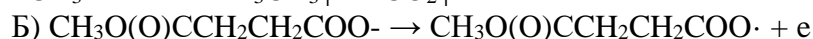
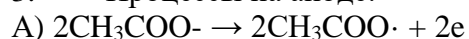


A	CH_3CN
B	CH_3COOH
C	$(CH_3COO)_2Ca$
D	$CH_3C(O)CH_3$
E	$CaCO_3$
F	CH_3CH_3
G	$CH_3CH_2CH_2C(O)OCH_3$
H	$CH_3O(O)C(CH_2)_4C(O)OCH_3$

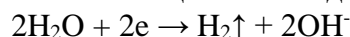
2. Уравнения реакций:



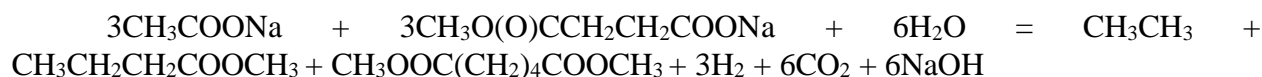
3. Процессы на аноде:



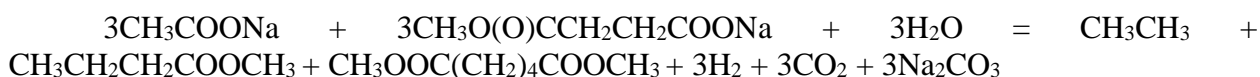
Реакции на катоде:



4. Диафрагма в устройстве электролизера разделяет катодное и анодное пространства. Так, если в электролизере диафрагма присутствует, то между гидроксидом натрия (на катоде) и углекислым газом (на аноде) взаимодействия не происходит и реакцию б можно записать следующим образом:



Если же диафрагмы нет, то углекислый газ, растворенный в воде, будет с легкостью взаимодействовать со щелочью:



Задача 4

Исходя из описания элемента, можно предположить, что это **сера** (окуривание; компонент взрывчатых веществ; элемент известен с древности). Разобраться нам в этом помогут расчеты. В условии сказано:

«соединения **G** и **H** имеют одинаковый количественный, но разный качественный состав, причем массовая доля элемента **X** в соединении **H** в 1,324 раза больше, чем в соединении **G**»

Исходя из схемы реакций очевидно, что **G** – бинарное вещество, хлорид элемента **X**. Затем он взаимодействует с фторидом калия и образуется соединение **H** (вероятно, идет просто обмен, и хлорид элемента **X** превратился во фторид). Раз одинаковых количественный состав, то можем предположить, что формулы соединений – X_nCl_m и X_nF_m . Выразим массовую долю элемента **X** в обоих соединениях:

$$w(\text{X}) = \frac{n \cdot M(\text{X})}{n \cdot M(\text{X}) + m \cdot 35,5} \text{ в } \text{X}_n\text{Cl}_m$$

$$w(\text{X}) = \frac{n \cdot M(\text{X})}{n \cdot M(\text{X}) + m \cdot 19} \text{ в } \text{X}_n\text{F}_m$$

Знаем отношение мольных долей **X**, тогда:

$$\frac{n \cdot M(\text{X})}{n \cdot M(\text{X}) + m \cdot 19} : \frac{n \cdot M(\text{X})}{n \cdot M(\text{X}) + m \cdot 35,5} = \frac{n \cdot M(\text{X}) + m \cdot 35,5}{n \cdot M(\text{X}) + m \cdot 19} = 1,324$$

Приведем к следующему виду:

$$0,324 \cdot n \cdot M(\text{X}) = 10,344 m$$

$$n \cdot M(\text{X}) = 32m$$

M(X)	n	m
32 S	1	1
16 O, не подходит	2	1
32 S	2	2
64 Cu	1	2

Можно перебрать еще несколько разных вариантов, но сера подходит лучше всех (кислород сразу исключаем, так как это не твердый элемент, медь тоже, так как ее соединения не газы). Тогда формулы соединений – S_nCl_n и S_nF_n . Известно, что она образует соединения, когда $n = 2$. Тогда **G** – S_2Cl_2 , **H** – S_2F_2 . Также выйти на серу можно было через соединение **D** ($\omega_{\text{F}} = 74,8 \%$):

$$m \cdot M(\text{X}) = \frac{19n \cdot (1 - 0,748)}{0,748} = 6,4n$$

$m \cdot M(\text{X})$	n
6,4	1
12,8	2
19,2	3

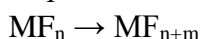
25,6	4
32 S, m = 1	5
38,4	6

Получается, что формула SF_5 , но так как мы знаем, что валентность серы – 6, то верная формула S_2F_{10} . Тогда **D** - S_2F_{10} .

Элемент **X** – сера. У нее две аллотропные модификации – ромбическая и моноклинная, а в природе она встречается в самородном виде или присутствует в минералах (пирит, халькопирит и т.д.)

Сразу установим формулу фторида. Известно, что прирост массы составил 19,6%. Фторид металла под действием фтора превратился в фторид в более высокой степени окисления.

Справедливо:



$$\frac{M(MF_{n+m})}{M(MF_n)} - 1 = 0,196$$

$$\frac{M(MF_n) + 19m}{M(MF_n)} - 1 = 0,196$$

$$\frac{19m}{M(MF_n)} = 0,196$$

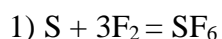
$$97m = M(MF_n)$$

Разумно предположить, что $m = 1$ или 2 , так как остальные варианты приводят к очень большой массе. Посчитаем:

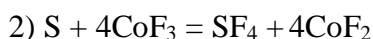
m	M(MF _n)	n	M(M)
1	97	1	78
1	97	2	59 Co или Ni
1	97	3	40
1	97	4	21
2	194	1	175
2	194	2	156
2	194	3	137
2	194	4	118

Степень окисления для Ni 3+ менее характерна, чем для кобальта, поэтому выберем кобальт. Тогда фторид в задании – CoF_3 .

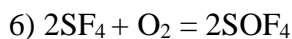
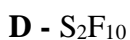
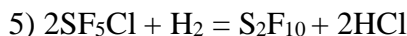
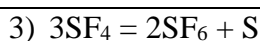
Реакция его получения:



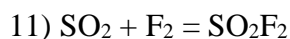
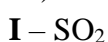
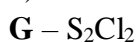
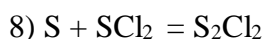
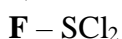
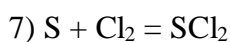
A – SF_6 , химически инертное соединение.



B – SF_4



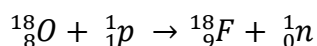
Подсказкой для нас будет массовая доля кислорода, данная в условии (посчитав, мы можем убедиться в этом)



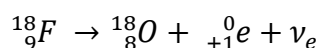
Подсказкой для нас будет массовая доля кислорода, данная в условии (посчитав, мы можем убедиться в этом)

Задача 5

1. Вещество, образующееся при бомбардировке $[\text{}^{18}\text{O}]\text{H}_2\text{O}$ ускоренными протонами – это $[\text{}^{18}\text{F}]\text{HF}$:



Уравнение позитронного распада ${}^{18}\text{F}$ имеет следующий вид:



2. Закон радиоактивного распада:

$$N_t = N_0 \exp(-\lambda t),$$

где λ – постоянная распада:

$$\lambda = \ln 2 / T_{1/2}$$

Так как исходная активность равна 115 ГБк ($1,15 \cdot 10^{11} \text{ c}^{-1}$), то число атомов в начальный момент времени:

$$N_0 = \frac{A_0 T_{1/2}}{\ln 2} = \frac{1,15 \cdot 10^{11} \cdot 110 \cdot 60}{\ln 2} = 1,095 \cdot 10^{15}$$

через 28 минут:

$$N_t = N_0 \exp(-\lambda t) = 1,095 * 10^{15} \exp\left(\frac{-\ln 2 * 28}{110}\right) = 9,179 * 10^{14}$$

отсюда активность всего фтора-18 к этому времени:

$$A_t = \frac{N_t \ln 2}{T_{1/2}} = \frac{9,179 * 10^{14} * \ln 2}{110 * 60} = 96,4 \text{ ГБк}$$

Определим радиохимический выход $[^{18}\text{F}]\text{FDG}$.

Учитывая, что на всех этапах взаимодействия протекают эквимольно, то практический химический выход $[^{18}\text{F}]\text{FDG}$ будет равен произведению всех выходов:

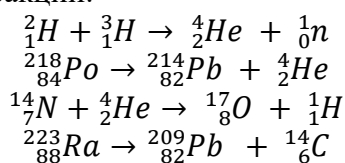
$$\eta_{\text{общ}} = \eta_1 \eta_2 \eta_3 = 0,7 * 0,85 * 0,9 * 100\% = 53,55\%$$

Отсюда активность целевого продукта составляет 51,62 ГБк.

А величина радиохимического выхода равна:

$$\text{РХВ}(\%) = \frac{51,62}{115} * 100\% = 44,89\%$$

3. Уравнения ядерных реакций:



Химия. 11 класс
Ответы и решения

2 вариант

Задача 1

Под действием амальгамированного магния в тетрагидрофуране в присутствии TiCl_4 ацетофенон претерпевает восстановительную димеризацию (пинаконовое восстановление) с образованием соответствующего вицинального диола – 2,3-дифенилбутандиол-2,3 (соединения **A**). 2,3-дифенилбутандиол-2,3, как и другие спирты, проявляет свойства слабой OH -кислоты: он взаимодействует с натрием (и другими щелочными металлами) с образованием соответствующего алкоголята (соединения **B**). Для получения 2,3-дифенилбутандиол-2,3 можно использовать гидролиз соответствующего алкилгалогенида – к примеру, 2,3-дибром-2,3-дифенилбутана. В водной муравьиной кислоте данное соединение вступает с H_2O в реакцию мономолекулярного нуклеофильного замещения с образованием искомого 2,3-дифенилбутандиол-2,3.

Под действием концентрированной H_2SO_4 2,3-дифенилбутандиол-2,3 претерпевает пинаколиновую перегруппировку, в ходе которой происходит сдвиг C_6H_5 -группы и образование 3,3-дифенилбутанона-2 (соединения **C**). Последний, будучи метилкетонем, даёт положительную галоформную пробу: реагирует с I_2 в среде KOH с образованием жёлтого осадка иодоформа (трийодметана – соединения **D**) и калиевой соли 2,2-дифенилпропионовой кислоты (соединения **E**).

Под действием сильного основания – трет-бутилата калия – иодоформ претерпевает реакцию альфа-элиминирования с образованием высокорекреационноспособного дииодкарбена – бинарного соединения **F**, содержащего 4,5 масс.% углерода:

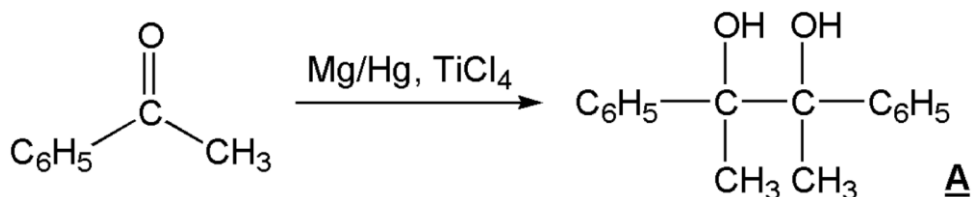
$$\omega(\text{C}) = \frac{A_r(\text{C})}{M(\text{C}_2\text{I}_2)} \cdot 100\% = \frac{12}{12 \cdot 1 + 127 \cdot 2} \cdot 100\% = 4,5\%$$

Последний легко присоединяется к этилену с образованием 1,1-дииоддихлорпропана – соединения **G**, что подтверждается расчётом массовой доли иода в полученном соединении:

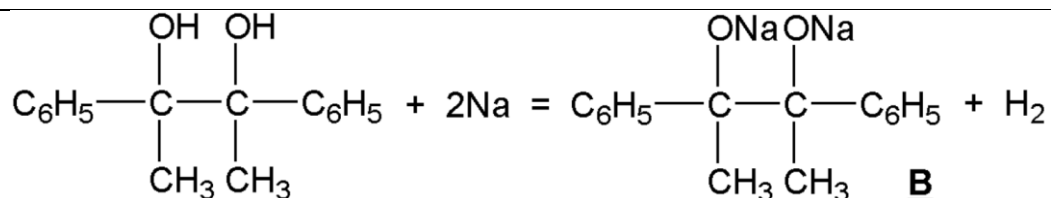
$$\omega(\text{I}) = \frac{A_r(\text{I}) \cdot 2}{M(\text{C}_3\text{H}_4\text{I}_2)} \cdot 100\% = \frac{127 \cdot 2}{12 \cdot 3 + 1 \cdot 4 + 127 \cdot 2} \cdot 100\% = 86,4\%$$

Уравнения реакций:

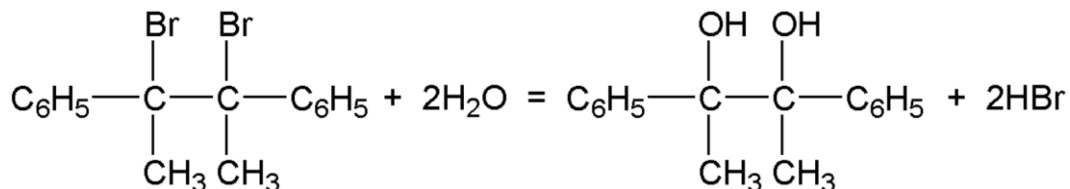
Реакция 1:



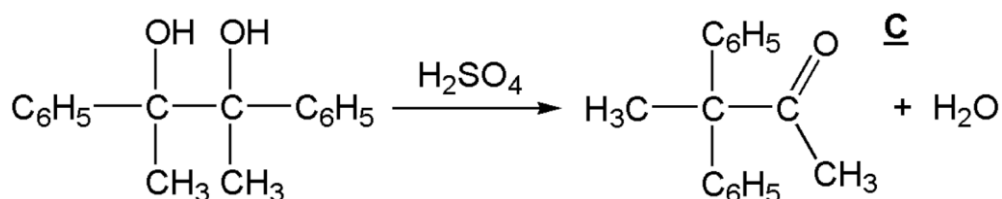
Реакция 2:



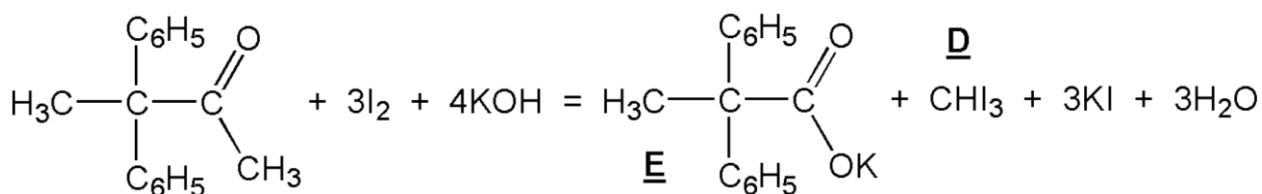
Реакция 3:



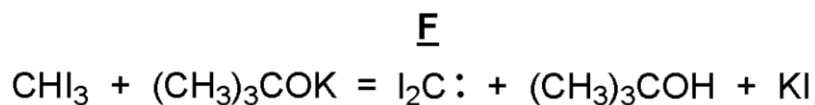
Реакция 4:



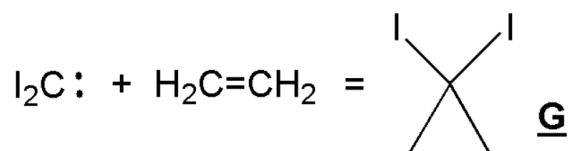
Реакция 5:



Реакция 6:



Реакция 7:



Задача 2

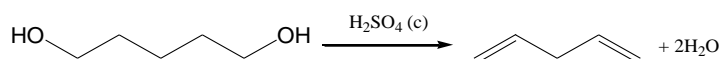
1. При обработке исходного амина избытком иодметана (карточка 6) образуется четвертичная аммонийная соль (карточка 1). Действуя на полученную соль $\text{Ag}_2\text{O}/\text{H}_2\text{O}$ при нагревании (элиминирование по Гофману) (карточка 2 или 4) образуется гидроксид четвертичной аммонийной соли, быстро превращающийся в третичный амин **L** (карточка 5). Структуру амина легко воссоздать, найдя среди представленных карточек четвертичную аммонийную соль, не содержащую циклических заместителей (карточка 11). Эту соль можно получить избыточным метилированием вещества **L** иодметаном (карточка 9). Соединение с карточки 11 является типичным субстратом в реакции Гофмана. Несложно отметить, что в результате такого элиминирования тем или иным образом получают кратные связи. Так, действуя на четвертичную аммонийную соль $\text{Ag}_2\text{O}/\text{H}_2\text{O}$ (карточка 4 или 2) при нагревании должно образоваться соединение, содержащее 2 кратные связи. Единственным вариантом, отвечающим условию превращения, оказывается соединение **F** (карточка 3), так как оно не содержит иных атомов, кроме углерода и водорода, а его структурная формула соответствует в конкретном случае формуле диена. Структуру **F** можно установить по реакции

дегидратации пентандиола-1,5. Закономерным является факт того, что следующей стадией является окислительная деструкция по Лемье-Джонсону с образованием **A** (карточка 7), так как соединение с карточки 8 получается в результате таутомерного превращения, а стадия с карточки 10 является последней. Вывод о том, что структура **A** содержит две карбонильные группы можно сделать на основании таутомерного превращения (карточка 8).

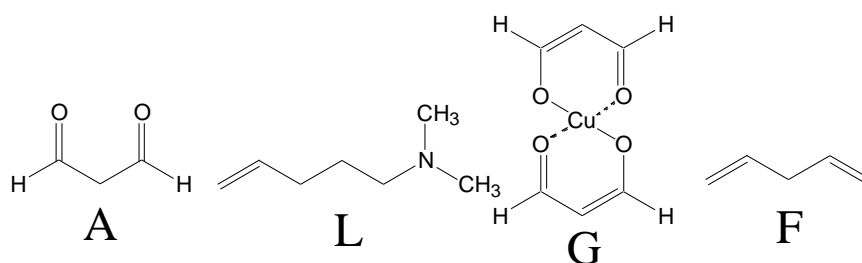
Отсюда порядок карточек следующий:

6 1 2(4) 5 9 11 4(2) 3 7 8 10

2. В соответствии с синтезом, а также зная, что в результате дегидратации пентандиола-1,5 образуется соединение **F**, уравнение реакции получения **F** имеет следующий вид:



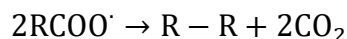
3. Структурные формулы веществ **A**, **L**, **G**, **F**



Задача 3

1. При взаимодействии хлористого метила с цианидом натрия в диметилсульфоксиде образуется ацетонитрил (**A**) и хлорид натрия. Гидролиз ацетонитрила в присутствии соляной кислоты приводит к образованию уксусной кислоты (**B**) и хлорида аммония. При нейтрализации уксусной кислоты гидроксидом кальция образуется ацетат кальция (**C**) и вода, а в результате пиролиза ацетата кальция – ацетон (**D**) и карбонат кальция (**E**).

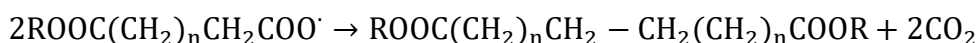
При нейтрализации уксусной кислоты гидроксидом натрия образуется ацетат натрия и вода. В результате перекрестной анодной конденсации ацетата натрия и натриевой соли монометилового эфира пропандиовой кислоты образуются этан (**F**), метиловый эфир пропановой кислоты (**G**) и диметиловый эфир бутандиовой кислоты (**H**). Механизм протекающей реакции аналогичен механизму реакции Кольбе,



о чем свидетельствует образование этана (насыщенный углеводород, содержащий 2 атома углерода). Вещество **G**, $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$, – продукт непосредственно перекрестной конденсации, где в качестве одного радикала выступает CH_3^\cdot , а второго – $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2^\cdot$. Так как в реакцию вступила соль монометилового эфира пропандиовой кислоты, то $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2^\cdot$ - это радикал, полученный после отщепления от $\text{CH}_3\text{O(O)CCH}_2\text{COO}^\cdot$ молекулы CO_2 . Для установления формулы вещества **H** найдем соотношение атомов углерода, водорода и кислорода в нем:

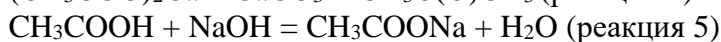
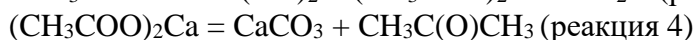
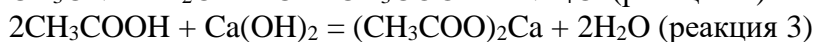
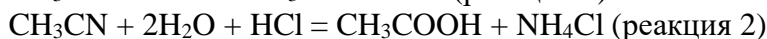
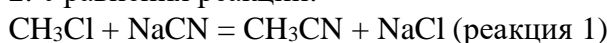
$$\begin{aligned} \text{C: H: O} \\ 49.32/12: 6.84/1: 43.84/16 \\ 4.11: 6.84: 2.74 \\ 1.5: 2.5: 1 \end{aligned}$$

Логичным является рассмотрение продукта конденсации $\text{CH}_3\text{O}(\text{O})\text{CCH}_2\text{COONa}$, приводящее к образованию $\text{CH}_3\text{O}(\text{O})\text{C}(\text{CH}_2)_2\text{C}(\text{O})\text{OCH}_3$, отвечающее установленному выше соотношению (6: 10: 4). Эта анодная конденсация носит название реакции Брауна-Уокера и протекает по следующей схеме:

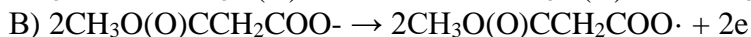
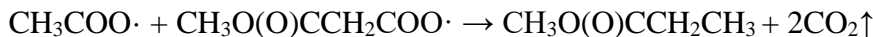
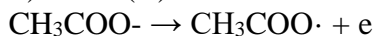
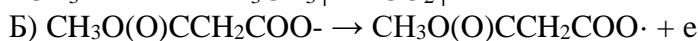
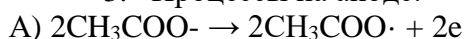


A	CH_3CN
B	CH_3COOH
C	$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$
D	$\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_3$
E	CaCO_3
F	CH_3CH_3
G	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{O})\text{OCH}_3$
H	$\text{CH}_3\text{O}(\text{O})\text{C}(\text{CH}_2)_2\text{C}(\text{O})\text{OCH}_3$

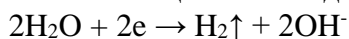
2. Уравнения реакций:



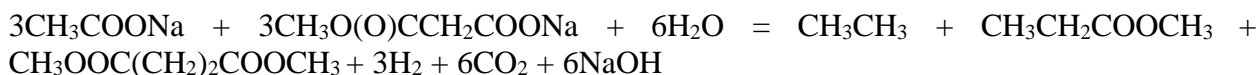
3. Процессы на аноде:



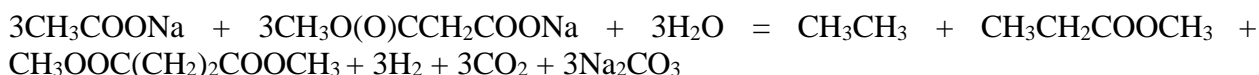
Реакции на катоде:



4. Диафрагма в устройстве электролизера разделяет катодное и анодное пространства. Так, если в электролизере диафрагма присутствует, то между гидроксидом натрия (на катоде) и углекислым газом (на аноде) взаимодействия не происходит и реакцию б можно записать следующим образом:



Если же диафрагмы нет, то углекислый газ, растворенный в воде, будет с легкостью взаимодействовать со щелочью:



Задача 4

Исходя из описания элемента, можно предположить, что это **сера** (окуривание; компонент взрывчатых веществ; элемент известен с древности).

Разобраться нам в этом помогут расчеты. В условии сказано:

«Также известно, что соединения **A**, **B** и **F** имеют одинаковый количественный, но разный качественный состав, причем массовая доля элемента **X** в соединении **B** в 2,196 раза больше, чем в соединении **A**»

Так как **A** – точно бинарное соединение, то и остальные тоже бинарные (все это видно из уравнений реакций). **A** – бромид **X**, **B** – фторид, **F** – хлорид.

Раз одинаковый количественный состав, то можем предположить, что формулы соединений – X_nF_m и X_nBr_m . Выразим массовую долю элемента **X** в обоих соединениях:

$$w(X) = \frac{n \cdot M(X)}{n \cdot M(X) + m \cdot 19} \quad \text{в } X_nF_m$$

$$w(X) = \frac{n \cdot M(X)}{n \cdot M(X) + m \cdot 80} \quad \text{в } X_nBr_m$$

Знаем отношение мольных долей **X**, тогда:

$$\frac{n \cdot M(X)}{n \cdot M(X) + m \cdot 19} : \frac{n \cdot M(X)}{n \cdot M(X) + m \cdot 80} = \frac{n \cdot M(X) + m \cdot 80}{n \cdot M(X) + m \cdot 19} = 2,196$$

Приведем к следующему виду:

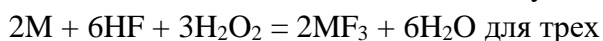
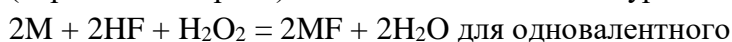
$$1,196 \cdot n \cdot M(X) = 38,276 m$$

$$n \cdot M(X) = 32 m$$

M(X)	n	m
32 S	1	1
16 O, не подходит	2	1
32 S	2	2
64 Cu	1	2

Можно перебрать еще несколько разных вариантов, но сера подходит лучше всех (кислород сразу исключаем, так как это не твердый элемент, медь тоже, так как ее соединения не газы). Тогда формулы соединений – S_nF_n и S_nBr_n . Известно, что она образует соединения, когда $n = 2$. Тогда **A** – S_2Br_2 , **B** – S_2F_2 , **F** – S_2Cl_2 . Элемент **X** – сера. У нее две аллотропные модификации – ромбическая и моноклинная, а в природе она встречается в самородном виде или присутствует в минералах (пирит, халькопирит и т.д.)

Сразу установим формулу фторида. Металл находится правее водорода в ряду напряжения металлов, так как для его растворения в кислоте требуется окислитель (перекись водорода). Запишем в общем виде уравнение реакции:

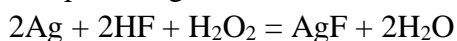


Найдем количество вещества пероксида водорода:

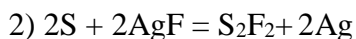
$$n(H_2O_2) = ((0,2 \text{ мл} \cdot 1,14 \text{ г/мл}) \cdot 0,37) / 34 \text{ г/моль} = 0,0025 \text{ моль}$$

Валентность металла	M(M)
1	108 Ag
2	216
3	324

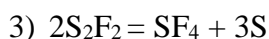
Фторид – AgF



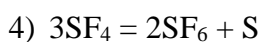
A – S_2Br_2



B – S_2F_2



C – SF_4

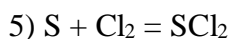


D – SF_6

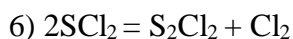
В этом нам поможет удостовериться подсказка в условии, что получающийся газ почти в 5 раз тяжелее воздуха.

$$M(\text{SF}_6) = 146 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{SF}_6) / M(\text{воздуха}) = 146 \text{ г/моль} / 29 \text{ г/моль} \approx 5 \text{ раз}$$



E – SCl_2



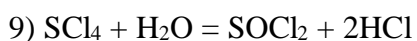
F – S_2Cl_2



B – S_2F_2

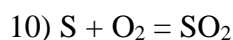


G – SCl_4

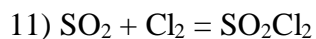


H – SOCl_2

Подсказкой для нас будет массовая доля кислорода, данная в условии (посчитав, мы можем убедиться в этом)



I – SO_2

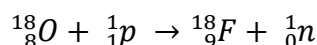


J – SO_2Cl_2

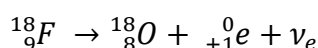
Подсказкой для нас будет массовая доля кислорода, данная в условии (посчитав, мы можем убедиться в этом)

Задача 5

1. Вещество, образующееся при бомбардировке $[^{18}\text{O}]\text{H}_2\text{O}$ ускоренными протонами – это $[^{18}\text{F}]\text{HF}$:



Уравнение позитронного распада ^{18}F имеет следующий вид:



2. Закон радиоактивного распада:

$$N_t = N_0 \exp(-\lambda t),$$

где λ – постоянная распада:

$$\lambda = \ln 2 / T_{1/2}$$

Так как исходная активность равна 110 ГБк ($1,1 \cdot 10^{11} \text{ c}^{-1}$), то число атомов в начальный момент времени:

$$N_0 = \frac{A_0 T_{1/2}}{\ln 2} = \frac{1,1 \cdot 10^{11} \cdot 110 \cdot 60}{\ln 2} = 1,0474 \cdot 10^{15}$$

через 29 минут:

$$N_t = N_0 \exp(-\lambda t) = 1,095 \cdot 10^{15} \exp\left(\frac{-\ln 2 \cdot 29}{110}\right) = 8,725 \cdot 10^{14}$$

отсюда активность всего фтора-18 к этому времени:

$$A_t = \frac{N_t \ln 2}{T_{1/2}} = \frac{8,725 \cdot 10^{14} \cdot \ln 2}{110 \cdot 60} = 91,63 \text{ ГБк}$$

Определим радиохимический выход $[^{18}\text{F}]\text{FDG}$.

Учитывая, что на всех этапах взаимодействия протекают эквимольно, то практический химический выход $[^{18}\text{F}]\text{FDG}$ будет равен произведению всех выходов:

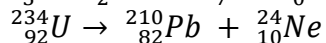
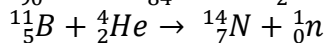
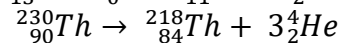
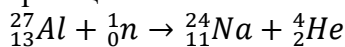
$$\eta_{\text{общ}} = \eta_1 \eta_2 \eta_3 = 0,65 \cdot 0,84 \cdot 0,89 \cdot 100\% = 48,59\%$$

Отсюда активность целевого продукта составляет 44,52 ГБк.

А величина радиохимического выхода равна:

$$\text{РХВ}(\%) = \frac{44,52}{110} \cdot 100\% = 40,48\%$$

3. Уравнения ядерных реакций:



Химия. 11 класс
Ответы и решения

3 вариант

Задача 1

Под действием амальгамированного магния в тетрагидрофуране в присутствии $TiCl_4$ метил(п-метилфенил)кетон претерпевает восстановительную димеризацию (пинаконовое восстановление) с образованием соответствующего вицинального диола – 2,3-ди(п-метилфенил)бутандиола-2,3 (соединения **A**). 2,3-ди(п-метилфенил)бутандиол-2,3, как и другие спирты, проявляет свойства слабой ОН-кислоты: он взаимодействует с натрием (и другими щелочными металлами) с образованием соответствующего алкоголята (соединения **B**). Для получения 2,3-ди(п-метилфенил)бутандиола-2,3 можно использовать гидролиз соответствующего алкилгалогенида – к примеру, 2,3-дибром-2,3-ди(п-метилфенил)бутана. В водной муравьиной кислоте данное соединение вступает с H_2O в реакцию мономолекулярного нуклеофильного замещения с образованием искомого 2,3-ди(п-метилфенил)бутандиола-2,3.

Под действием концентрированной H_2SO_4 2,3-ди(п-метилфенил)бутандиол-2,3 претерпевает пинаколиновую перегруппировку, в ходе которой происходит сдвиг п-метилфенильной группы и образование 3,3-ди(п-метилфенил)бутанона-2 (соединения **C**). Последний, будучи метилкетонем, даёт положительную галоформную пробу: реагирует с I_2 в среде КОН с образованием жёлтого осадка иодоформа (трийодметана – соединения **D**) и калиевой соли 2,2-ди(п-метилфенил)пропионовой кислоты (соединения **E**).

Под действием сильного основания – трет-бутилата калия – иодоформ претерпевает реакцию альфа-элиминирования с образованием высокореакционноспособного диiodкарбена – бинарного соединения **F**, содержащего 4,5 масс.% углерода:

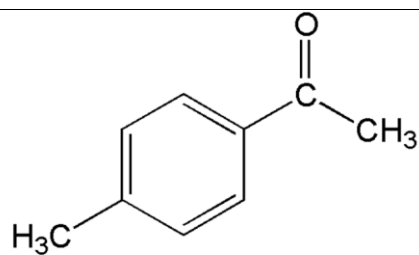
$$\omega(C) = \frac{A_r(C)}{M(Cl_2)} \cdot 100\% = \frac{12}{12 \cdot 1 + 127 \cdot 2} \cdot 100\% = 4,5\%$$

Последний легко присоединяется к этилену с образованием 1,1-диiodциклопропана – соединения **G**, что подтверждается расчётом массовой доли иода в полученном соединении:

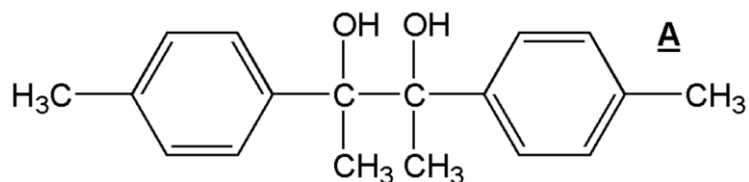
$$\omega(I) = \frac{A_r(I) \cdot 2}{M(C_3H_4I_2)} \cdot 100\% = \frac{127 \cdot 2}{12 \cdot 3 + 1 \cdot 4 + 127 \cdot 2} \cdot 100\% = 86,4\%$$

Уравнения реакций:

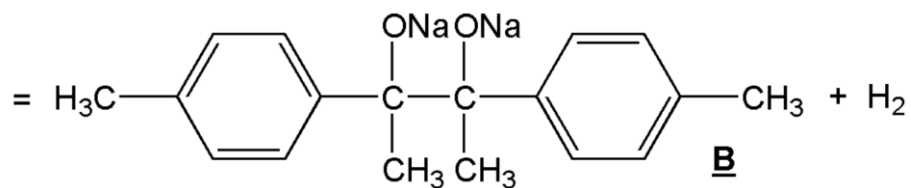
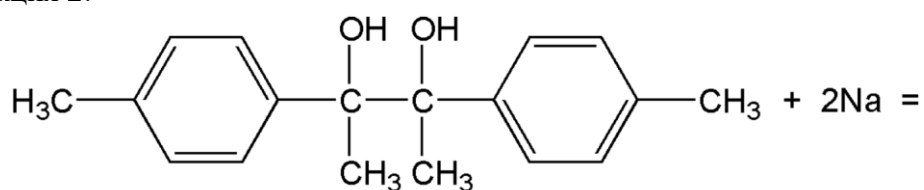
Реакция 1:



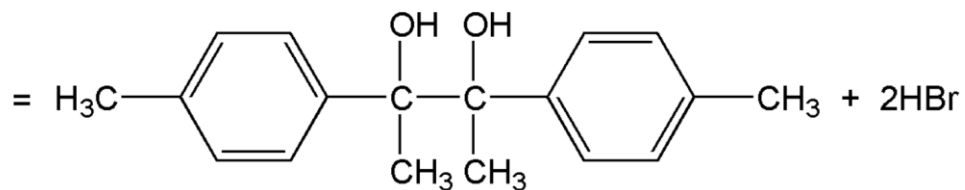
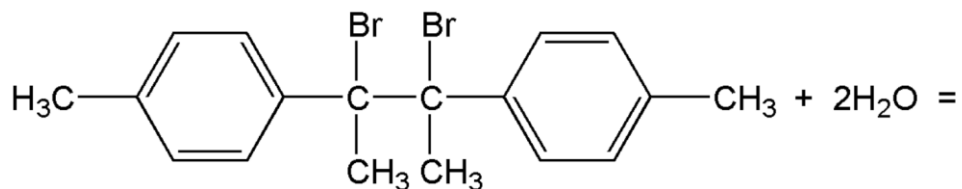
Mg/Hg, TiCl₄



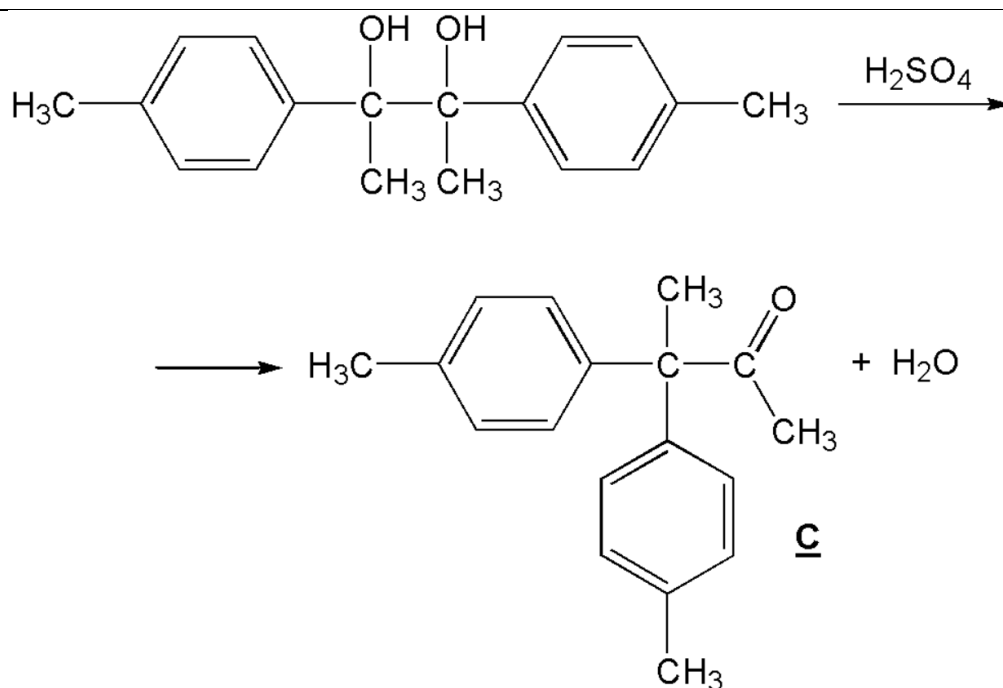
Реакция 2:



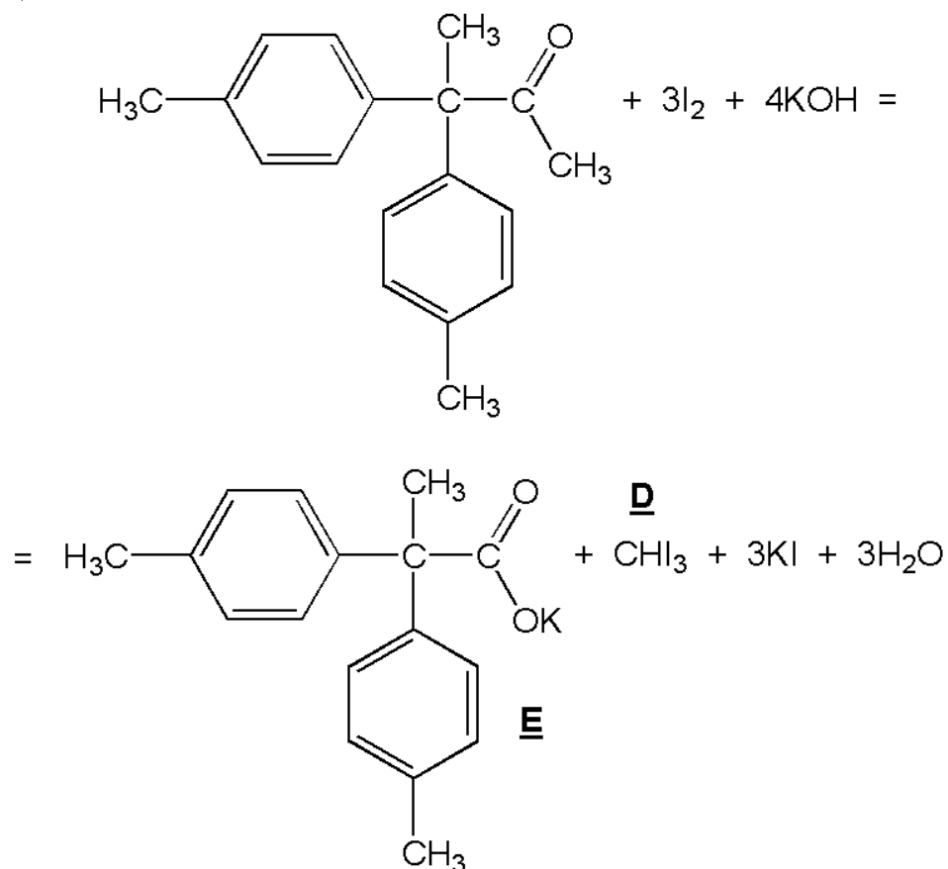
Реакция 3:



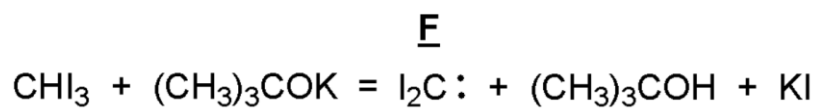
Реакция 4:



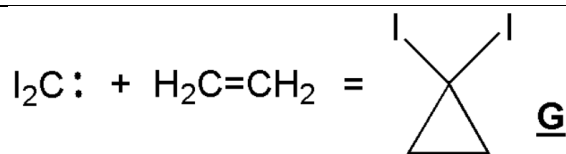
Реакция 5:



Реакция 6:



Реакция 7:



Задача 2

4. Лучшим вариантом нахождения правильного порядка в синтезе тетраола **G** будет применение ретросинтетического анализа (пошагового упрощения структуры искомой молекулы до исходных соединений). Так как вещество **G** является четырехатомным спиртом, получающимся по реакции Вагнера, то субстратом в данном случае должен выступить диен. По условиям известно, что вещество **F** (карточка 10) можно получить дегидратацией гександиола-1,6. Отсюда **F** – искомый гексадиен-1,5. Наличие среди веществ, написанных на карточках, Ag_2O/H_2O и четвертичных аммонийных оснований намекает на использование в синтезе элиминирования по Гофману, исходным субстратом в котором являются амины. Получить гексадиен-1,5 по Гофману можно либо из избыточно метилированного диамина, либо из избыточно метилированного амина, уже содержащего концевую кратную связь (как раз такой амин есть на карточке 2). При действии на этот амин избытка метилиодида (карточка 3) образуется четвертичная аммонийная соль **L** (карточка 7) (так как других аммонийных солей, не содержащих циклический заместитель нет, а массовая доля иода в **A** равна нулю), которая затем под действием Ag_2O/H_2O при нагревании (карточка 9 или 8) элиминирует третичный амин с образованием диена **F**. Получить амин с карточки 2 можно аналогичным образом, действуя на аммонийную соль (карточка 5) Ag_2O/H_2O при нагревании (карточка 8 или 9). Соль с карточки 5 получается из циклического амина, который зашифрован как соединение **A** (не содержит иода). Сам же циклический амин (карточка 4) получается при восстановлении алюмогидридом лития лактама (карточка 1), который образуется, очевидно, из оксима в результате перегруппировки Бекмана (карточка 6).

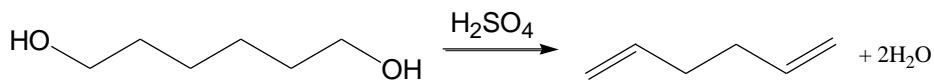
Порядок карточек в ретросинтетическом анализе:

11 10 8(9) 7 3 2 9(8) 5 4 1 6

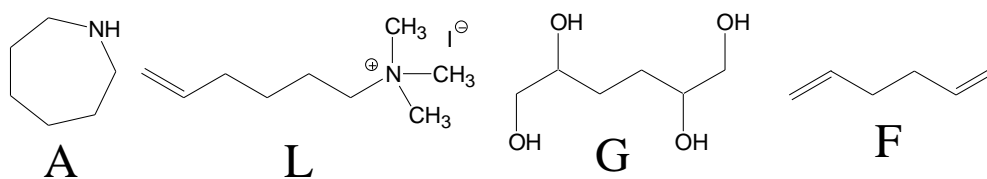
Прямой порядок карточек следующий:

6 1 4 5 9(8) 2 3 7 8(9) 10 11

5. В соответствии с синтезом, а также зная, что в результате дегидратации гександиола-1,6 образуется соединение **F**, уравнение реакции получения **F** имеет следующий вид:



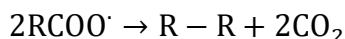
6. Структурные формулы веществ **A**, **L**, **G**, **F**



Задача 3

5. При взаимодействии хлористого метила с цианидом натрия в диметилсульфоксиде образуется ацетонитрил (А) и хлорид натрия. Гидролиз ацетонитрила в присутствии соляной кислоты приводит к образованию уксусной кислоты (В) и хлорида аммония. При нейтрализации уксусной кислоты гидроксидом кальция образуется ацетат кальция (С) и вода, а в результате пиролиза ацетата кальция – ацетон (D) и карбонат кальция (Е).

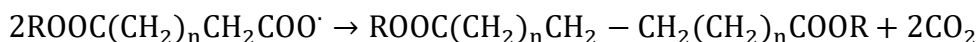
При нейтрализации уксусной кислоты гидроксидом натрия образуется ацетат натрия и вода. В результате перекрестной анодной конденсации ацетата натрия и натриевой соли моноэтилового эфира пентандиовой кислоты образуются этан (F), этиловый эфир пентановой кислоты (G) и диэтиловый эфир октандиовой кислоты (H). Механизм протекающей реакции аналогичен механизму реакции Кольбе,



о чем свидетельствует образование этана (насыщенный углеводород, содержащий 2 атома углерода). Вещество G, C₇H₁₄O₂, – продукт непосредственно перекрестной конденсации, где в качестве одного радикала выступает CH₃·, а второго – C₆H₁₁O₂·. Так как в реакцию вступила соль моноэтилового эфира пентандиовой кислоты, то C₆H₁₁O₂· - это радикал, полученный после отщепления от C₂H₅O(O)C(CH₂)₃COO· молекулы CO₂. Для установления формулы вещества H найдем соотношение атомов углерода, водорода и кислорода в нем:

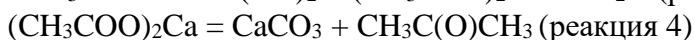
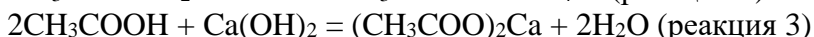
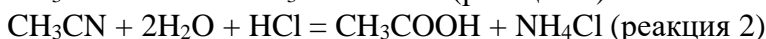
$$\begin{aligned} \text{C: H: O} \\ 62.61/12: 9.56/1: 27.83/16 \\ 5.22: 9.56: 1.74 \\ 3: 5.5: 1 \end{aligned}$$

Логичным является рассмотрение продукта конденсации C₂H₅O(O)C(CH₂)₃COONa, приводящее к образованию C₂H₅O(O)C(CH₂)₆C(O)OC₂H₅, отвечающее установленному выше соотношению (12: 22: 4). Эта анодная конденсация носит название реакции Брауна-Уокера и протекает по следующей схеме:

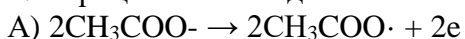


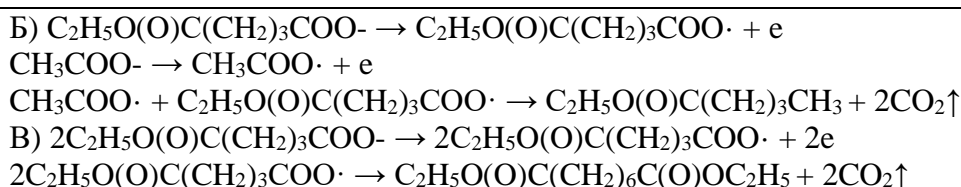
A	CH ₃ CN
B	CH ₃ COOH
C	(CH ₃ COO) ₂ Ca
D	CH ₃ C(O)CH ₃
E	CaCO ₃
F	CH ₃ CH ₃
G	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ C(O)OC ₂ H ₅
H	C ₂ H ₅ O(O)C(CH ₂) ₆ C(O)OC ₂ H ₅

6. Уравнения реакций:

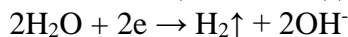


4. Процессы на аноде:





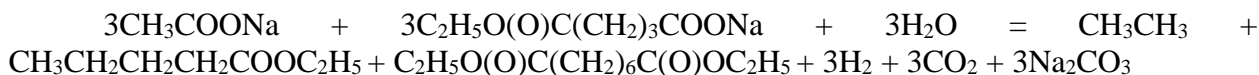
Реакции на катоде:



5. Диафрагма в устройстве электролизера разделяет катодное и анодное пространства. Так, если в электролизере диафрагма присутствует, то между гидроксидом натрия (на катоде) и углекислым газом (на аноде) взаимодействия не происходит и реакцию б можно записать следующим образом:



Если же диафрагмы нет, то углекислый газ, растворенный в воде, будет с легкостью взаимодействовать со щелочью:



Задача 4

Исходя из описания элемента, можно предположить, что это **сера** (окуривание; компонент взрывчатых веществ; элемент известен с древности).

Разобраться нам в этом помогут расчеты. В условии сказано:

«Также известно, что соединения **С**, **Д** и **Н** имеют одинаковый количественный, но разный качественный состав, причем массовая доля элемента **Х** в соединении **Н** в 2,419 раз больше, чем в соединении **Д**»

По уравнениям реакций видно, что эти соединения представляют из себя соединения по типу $\text{X}_k\text{O}_l\Gamma_m$, где Γ – галоген, и отличаются скорее всего только галогенами (например, **С** содержит хлор (что можно предположить по уравнению реакции), **Д** – бром (С реагирует с HBr , вероятно, обмен Cl на Br), **Н** – фтор.

Выразим массовую долю элемента **Х** в обоих соединениях:

$$w(\text{X}) = \frac{n \cdot M(\text{X})}{n \cdot M(\text{X}) + l \cdot 16 + m \cdot 19} \quad \text{в } \text{X}_k\text{O}_l\text{F}_m$$

$$w(\text{X}) = \frac{n \cdot M(\text{X})}{n \cdot M(\text{X}) + l \cdot 16 + m \cdot 80} \quad \text{в } \text{X}_k\text{O}_l\text{Br}_m$$

Знаем отношение мольных долей **Х**, тогда:

$$\frac{n \cdot M(\text{X})}{n \cdot M(\text{X}) + l \cdot 16 + m \cdot 19} : \frac{n \cdot M(\text{X})}{n \cdot M(\text{X}) + l \cdot 16 + m \cdot 80} = \frac{n \cdot M(\text{X}) + l \cdot 16 + m \cdot 80}{n \cdot M(\text{X}) + l \cdot 16 + m \cdot 19} = 2,419$$

Приведем к следующему виду:

$$1,419 \cdot n \cdot M(\text{X}) = 34,039 m - 22,704 l$$

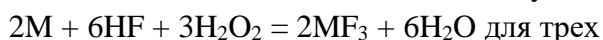
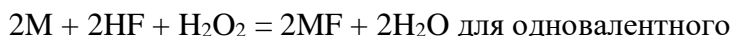
$$n \cdot M(\text{X}) = 24 m - 16 l$$

M(X)	m	l	n
------	---	---	---

8	1	1	1
32 S (SOГ₂ – тионил-галогениды)	2	1	1
16 O	2	2	1
56 Fe (FeOГ ₃ ??)	3	1	1
28 Si (Si ₂ OГ ₃ ??)	3	1	2
40 Ca (CaO ₂ Г ₃ ??)	3	2	1
24 Mg (MgO ₃ Г ₃ ??)	3	3	1
12 C (C ₂ O ₃ Г ₃ ??)	3	3	2

И так далее. Получается много вариантов, почти все из которых можно отбросить (металлы не образуют газы; элементы в странных степенях окисления и т.д.). А вот вариант с серой подходит хорошо, и некоторые ее соединения, действительно, являются газами. Тогда **С** – SOCl₂, **Д** – SOBr₂, **Н** – SOF₂. Элемент **Х** – сера. У нее две аллотропные модификации – ромбическая и моноклинная, а в природе она встречается в самородном виде или присутствует в минералах (пирит, халькопирит и т.д.)

Сразу установим формулу фторида. Металл находится правее водорода в ряду напряжения металлов, так как для его растворения в кислоте требуется окислитель (перекись водорода). Запишем в общем виде уравнение реакции:

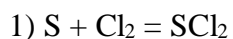


Найдем количество вещества плавиковой кислоты:

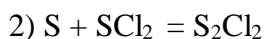
$$n(HF) = ((0,223 \text{ мл} * 1,123 \text{ г/мл}) * 0,40) / 20 \text{ г/моль} = 0,005 \text{ моль}$$

Валентность металла	M(M)
1	108 Ag
2	216
3	324
4	432

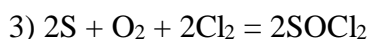
Фторид – AgF



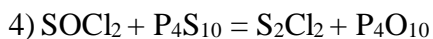
A - SCl₂



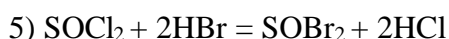
B – S₂Cl₂



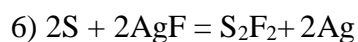
C – SOCl₂



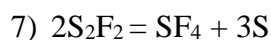
B – S₂Cl₂



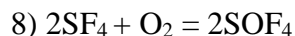
D – SOBr_2



E – S_2F_2

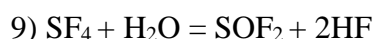


F – SF_4

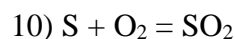


G – SOF_4

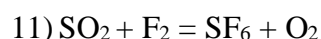
Подсказкой для нас будет массовая доля кислорода, данная в условии (посчитав, мы можем убедиться в этом)



H – SOF_2



I – SO_2



J – SF_6

В этом нам поможет удостовериться подсказка в условии (нам дана плотность газа при н.у.):

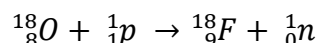
$$\rho(\text{J}) = 0,00652 \text{ г/мл} = 6,52 \text{ г/л}$$

$$M(\text{J}) = \rho(\text{J}) * V_m = 6,52 \text{ г/л} * 22,4 \text{ л/моль} = 146 \text{ г/моль}$$

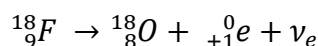
$$M(\text{SF}_6) = M(\text{J}) = 146 \text{ г/моль}$$

Задача 5

1. Вещество, образующееся при бомбардировке $[^{18}\text{O}]\text{H}_2\text{O}$ ускоренными протонами – это $[^{18}\text{F}]\text{HF}$:



Уравнение позитронного распада ^{18}F имеет следующий вид:



2. Закон радиоактивного распада:

$$N_t = N_0 \exp(-\lambda t),$$

где λ – постоянная распада:

$$\lambda = \ln 2 / T_{1/2}$$

Так как исходная активность равна 120 ГБк ($1,2 * 10^{11} \text{ с}^{-1}$), то число атомов в начальный момент времени:

$$N_0 = \frac{A_0 T_{1/2}}{\ln 2} = \frac{1,2 * 10^{11} * 110 * 60}{\ln 2} = 1,1426 * 10^{15}$$

через 30 минут:

$$N_t = N_0 \exp(-\lambda t) = 1,1426 * 10^{15} \exp\left(\frac{-\ln 2 * 30}{110}\right) = 9,458 * 10^{14}$$

отсюда активность всего фтора-18 к этому времени:

$$A_t = \frac{N_t \ln 2}{T_{1/2}} = \frac{8,725 * 10^{14} * \ln 2}{110 * 60} = 99,33 \text{ ГБк}$$

Определим радиохимический выход [^{18}F]FDG.

Учитывая, что на всех этапах взаимодействия протекают эквимольно, то практический химический выход [^{18}F]FDG будет равен произведению всех выходов:

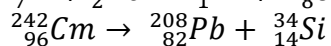
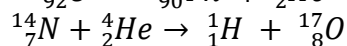
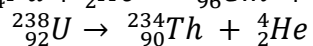
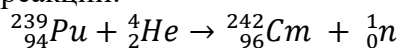
$$\eta_{\text{общ}} = \eta_1 \eta_2 \eta_3 = 0,71 * 0,86 * 0,91 * 100\% = 55,56\%$$

Отсюда активность целевого продукта составляет 55,19 ГБк.

А величина радиохимического выхода равна:

$$\text{РХВ}(\%) = \frac{55,19}{110} * 100\% = 45,99\%$$

3. Уравнения ядерных реакций:



Химия. 11 класс
Критерии оценивания

1 вариант

Задача 1.

1. За правильно установленные структурные формулы соединений **A-G** по 1,5 балла – всего **10,5 баллов**.
2. За уравнения реакций 2-7 по 1 баллу – 6 баллов. За схему реакции 1 – 1,5 балла. Всего по п.2 – **7,5 баллов**.
3. За названия реакций 4 и 5 по 3 балла – всего **6 баллов**.

Итого: 24 балла

Задача 2.

1. За правильно составленную схему синтеза 11 баллов, за каждую неверную стадию -1 балл – **всего 11 баллов**.
2. За уравнения реакции получения **G** из ацетилена – **1 балл**.
3. За правильно установленные структурные формулы веществ **A, F, L, G** по 1 баллу – всего **4 балла**.

Итого: 16 баллов

Задача 3.

1. За правильно установленные структурные формулы веществ **A-H** по 1 баллу – всего **8 баллов**.
2. За уравнения реакций 1 – 5 по 1 баллу (за уравнения без коэффициентов по 0.5 балла) – всего **5 баллов**.
3. За правильно написанные катодные и анодные процессы по 1 баллу – всего **4 балла**. За уравнение реакции 6 при наличии в электролизере диафрагмы и при ее отсутствии по 1 баллу – всего **2 балла**.
4. Вывод о роли диафрагмы в устройстве электролизёра – **1 балл**.

Итого: 20 баллов

Задача 4

1. За правильно установленный элемент **X** – **2 балла**.
2. За каждую правильную аллотропную модификацию (их всего две) по **1 баллу**, суммарно – **2 балла**; за правильную информацию о нахождении элемента в природе – **1 балл**. Итого по пункту – **3 балла**.
3. За правильно установленную формулу фторида металла – **0,5 балла**, за подтверждающие расчеты – **0,5 балла**, суммарно – **1 балл**; за правильно написанное уравнение реакции получения фторида – **0,5 балла** (если в уравнении неправильно расставлены коэффициенты по **0,25 баллов** за уравнение вместо **0,5**). Итого по пункту – **1,5 балла**.
4. За правильно установленную формулу соединений **A-H** по **1 баллу**, суммарно – **8 баллов**; за правильно написанные уравнения реакций по **0,5 балла**, суммарно – **5,5 баллов** (если в уравнении неправильно расставлены

коэффициенты по 0,25 баллов за уравнение вместо 0,5). Итого по пункту – **13,5 баллов.**

Итого: 20 баллов

Задача 5

1. За правильно установленную формулу вещества **1** и правильно написанные ядерные реакции по 2 балла – всего **6 баллов.**
2. За установления активности фтора-18 к концу синтеза – 2 балла. За установление активности целевого продукта к концу синтеза с учетом химического выхода – 2 балла. За вычисление радиохимического выхода ^{18}F FDG – 6 баллов. Всего по п.2 – **10 баллов.**
3. За правильно написанные ядерные реакции по 1 баллу – всего **4 балла.**

Итого: 20 баллов

Химия. 11 класс
Критерии оценивания

2 вариант

Задача 1.

1. За правильно установленные структурные формулы соединений А-Г по 1 баллу – **7 баллов**
2. За уравнения реакций 2-7 по 1 баллу – 6 баллов. За схему реакции 1 – 1 балл. Всего по п.2 – **7 баллов**
3. За названия реакций 4 и 5 по 3 балла – **6 баллов**

Итого: 24 балла

Задача 2.

1. За правильно составленную схему синтеза 11 баллов, за каждую неверную стадию -1 балл – **всего 11 баллов.**
2. За уравнения реакции получения **F** из диола – **1 балл.**
3. За правильно установленные структурные формулы веществ **A, F, L, G** по 1 баллу – всего **4 балла.**

Итого: 16 баллов

Задача 3.

1. За правильно установленные структурные формулы веществ **A-H** по 1 баллу – всего **8 баллов.**
2. За уравнения реакций 1 – 5 по 1 баллу (за уравнения без коэффициентов по 0.5 балла) – всего **5 баллов.**
3. За правильно написанные катодные и анодные процессы по 1 баллу – всего **4 балла.** За уравнение реакции 6 при наличии в электролизере диафрагмы и при ее отсутствии по 1 баллу – всего **2 балла.**
4. Вывод о роли диафрагмы в устройстве электролизёра – **1 балл.**

Итого: 20 баллов

Задача 4

1. За правильно установленный элемент **X** – **2 балла.**
2. За каждую правильную аллотропную модификацию (их всего две) по **1 баллу**, суммарно – **2 балла**; за правильную информацию о нахождении элемента в природе – **1 балл.** Итого по пункту – **3 балла.**
3. За правильно установленную формулу фторида металла – **0,5 балла**, за подтверждающие расчеты – **0,5 балла**, суммарно – **1 балл**; за правильно написанное уравнение реакции получения фторида – **0,5 балла** (если в уравнении неправильно расставлены коэффициенты по **0,25 баллов** за уравнение вместо **0,5**). Итого по пункту – **1,5 балла.**
4. За правильно установленную формулу соединений **A-H** по **1 баллу**, суммарно – **8 баллов**; за правильно написанные уравнения реакций по **0,5 балла**, суммарно – **5,5 баллов** (если в уравнении неправильно расставлены

коэффициенты по 0,25 баллов за уравнение вместо 0,5). Итого по пункту – **13,5 баллов.**

Итого: 20 баллов

Задача 5

1. За правильно установленную формулу вещества **1** и правильно написанные ядерные реакции по 2 балла – всего **6 баллов.**
2. За установления активности фтора-18 к концу синтеза – 2 балла. За установление активности целевого продукта к концу синтеза с учетом химического выхода – 2 балла. За вычисление радиохимического выхода ^{18}F FDG – 6 баллов. Всего по п.2 – **10 баллов.**
3. За правильно написанные ядерные реакции по 1 баллу – всего **4 балла.**

Итого: 20 баллов

Химия. 11 класс
Критерии оценивания

3 вариант

Задача 1.

1. За правильно установленные структурные формулы соединений А-Г по 1 баллу – **7 баллов**
2. За уравнения реакций 2-7 по 1 баллу – 6 баллов. За схему реакции 1 – 1 балл. Всего по п.2 – **7 баллов**
3. За названия реакций 4 и 5 по 3 балла – **6 баллов**

Итого: 24 балла

Задача 2.

1. За правильно составленную схему синтеза 11 баллов, за каждую неверную стадию -1 балл – **всего 11 баллов.**
2. За уравнения реакции получения **F** из диола – **1 балл.**
3. За правильно установленные структурные формулы веществ **A, F, L, G** по 1 баллу – всего **4 балла.**

Итого: 16 баллов

Задача 3.

1. За правильно установленные структурные формулы веществ **A-H** по 1 баллу – всего **8 баллов.**
2. За уравнения реакций 1 – 5 по 1 баллу (за уравнения без коэффициентов по 0.5 балла) – всего **5 баллов**
3. За правильно написанные катодные и анодные процессы по 1 баллу – всего **4 балла.** За уравнение реакции 6 при наличии в электролизере диафрагмы и при ее отсутствии по 1 баллу – всего **2 балла.**
4. Вывод о роли диафрагмы в устройстве электролизёра – **1 балл.**

Итого: 20 баллов

Задача 4

1. За правильно установленный элемент **X** – **2 балла.**
2. За каждую правильную аллотропную модификацию (их всего две) по **1 баллу**, суммарно – **2 балла**; за правильную информацию о нахождении элемента в природе – **1 балл.** Итого по пункту – **3 балла.**
3. За правильно установленную формулу фторида металла – **0,5 балла**, за подтверждающие расчеты – **0,5 балла**, суммарно – **1 балл**; за правильно написанное уравнение реакции получения фторида – **0,5 балла** (если в уравнении неправильно расставлены коэффициенты по **0,25 баллов** за уравнение вместо **0,5**). Итого по пункту – **1,5 балла.**
4. За правильно установленную формулу соединений **A-H** по **1 баллу**, суммарно – **8 баллов**; за правильно написанные уравнения реакций по **0,5 балла**, суммарно – **5,5 баллов** (если в уравнении неправильно расставлены

коэффициенты по 0,25 баллов за уравнение вместо 0,5). Итого по пункту – **13,5 баллов.**

Итого: 20 баллов

Задача 5

1. За правильно установленную формулу вещества **1** и правильно написанные ядерные реакции по 2 балла – всего **6 баллов.**
2. За установления активности фтора-18 к концу синтеза – 2 балла. За установление активности целевого продукта к концу синтеза с учетом химического выхода – 2 балла. За вычисление радиохимического выхода ^{18}F FDG – 6 баллов. Всего по п.2 – **10 баллов.**
3. За правильно написанные ядерные реакции по 1 баллу – всего **4 балла.**

Итого: 20 баллов