

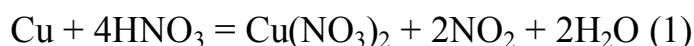
КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ

Задания 9 класса

Ниже приведено одно из возможных решений задач

Задача №9-1

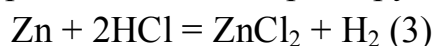
Медь и цинк реагируют с концентрированной азотной кислотой с выделением оксида азота (IV):



Тот факт, что выделяется оксид азота (IV) можно подтвердить расчетом молярной массы газа:

$$M(\text{NO}_2) = D_{\text{возд}} \cdot 29 = 1,586 \cdot 29 = 46 \text{ г/моль}$$

С разбавленной хлороводородной кислотой реагирует только цинк:



Исходя из уравнения (3) можем вычислить количество вещества цинка и его массу в образце латуни:

$$n(\text{Zn}) = n(\text{H}_2) = 2,24/22,4 = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{Zn}) = 0,1 \cdot 65 = 6,5 \text{ г}$$

Общее количество вещества оксида азота, выделяющегося в реакциях (1) и (2) равно:

$$n(\text{NO}_2) = 13,8/46 = 0,3 \text{ моль}$$

$$n(\text{NO}_2) = 2n(\text{Zn}) + 2n(\text{Cu}) = 0,3$$

$$n(\text{Cu}) = (0,3 - 2n(\text{Zn}))/2 = (0,3 - 2 \cdot 0,1)/2 = 0,05 \text{ моль}$$

$$m(\text{Cu}) = 0,05 \cdot 64 = 3,2 \text{ г}$$

Тогда, масса образца латуни равна $3,2 + 6,5 = 9,7 \text{ г}$

Найдем массовую долю цинка и меди в сплаве:

$$w(\text{Zn}) = 6,5/9,7 = 0,67 \text{ (67,0\%)}$$

$$w(\text{Cu}) = 1 - 0,67 = 0,33 \text{ (33,0\%)}$$

Разбалловка

Уравнения реакций (1), (2)	2x1,5 б. = 3 б.
Уравнение реакции (3)	1 б.
Расчет массы цинка в смеси	2 б.
Расчет массы меди в смеси	3 б.
Расчет содержания цинка и меди в смеси	1 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №9-2

Найдем молярную массу газа **W**:

$$M(W) = M(\text{возд}) \cdot 2,45 = 29 \cdot 2,45 = 71,$$

что может соответствовать только хлору (желто-зеленый газ), то есть **W** – это хлор (Cl_2)

Реакция хлора с раствором КОН приводит к получению веществ **X** и **Y**, поэтому можно предположить, что они содержат хлор. При этом вещество **Y** является хлоридом, это подтверждается качественной реакцией **Y** с нитратом серебра. То есть **Y** - хлорид калия KCl ,

Действием концентрированной серной кислоты на хлорид калия можно получить хлороводород – HCl (**Z**)

Из схемы термического разложения **X**:



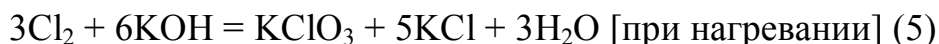
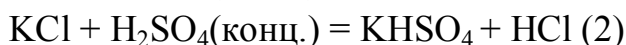
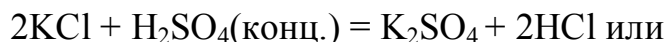
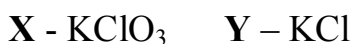
можно предположить, что вещество **X** содержит калий, хлор и кислород. Также количества веществ **X** и **Y** должны относиться между собой как целые числа, поэтому предполагая, что $n(\text{X}) = n(\text{Y})$ получим:

$$n(\text{Y}) = m/M = 2,98/74,5 = 0,04 \text{ моль}$$

$$M(\text{X}) = m/n = 4,90/0,04 = 122,5 \text{ г/моль},$$

что соответствует формуле KClO_3 – хлорат калия (**X**)

Тривиальное название – бертолетова соль, используется в пиротехнике и при изготовлении спичек.



Разбалловка

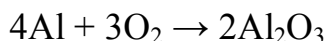
Определение вещества X *	2 б.
Определение веществ W , Y , Z *	3x1 б. = 3 б.
Написание уравнений реакций (1) – (5)	5x1 б. = 5 б.
ИТОГО	10 б.

* за определение веществ без проведения расчетов (где это возможно) баллы снижают на половину (1 б. за **X** и по 0,5 б. за **W**, **Y**, **Z**). Если участник высказы-

вает предположение о формуле соединения, а затем подтверждает его расчетом, то баллы не снижаются.

Задача №9-3

Сгорание алюминия протекает по уравнению:



Стандартная теплота образования оксида алюминия ($Q_{\text{обр}}$) – это теплота, выделяющаяся при образовании 1 моль оксида алюминия из простых веществ.

По уравнению реакции:

$$n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 0,5n(\text{Al}) = 0,5 \cdot 1,5 = 0,75 \text{ моль}$$

При образовании 0,75 моль Al_2O_3 выделяется 1256,25 кДж

При образовании 1 моль Al_2O_3 выделяется X кДж

$$X = 1256,25 \cdot 1/0,75 = 1675 \text{ кДж}$$

Получаем, что $Q_{\text{обр}}(\text{Al}_2\text{O}_3) = 1675 \text{ кДж/моль}$

Соответственно стандартная энтальпия образования будет иметь обратный знак: $\Delta H_f^0 = -1675 \text{ кДж/моль}$.

По уравнению реакции:

$$n(\text{Al}_2\text{O}_3) = m(\text{Al}_2\text{O}_3)/M(\text{Al}_2\text{O}_3) = 306/102 = 3 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}_2) = 1,5n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 1,5 \cdot 3 = 4,5 \text{ моль}$$

$$V(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot V_M(\text{O}_2) = 4,5 \cdot 32 = 100,8 \text{ л}$$

Рассчитаем объем воздуха, зная, что объемная доля кислорода в воздухе 21%:

$$V(\text{воздуха}) = V(\text{O}_2)/\phi(\text{O}_2) = 100,8/0,21 = 480 \text{ л}$$

Рассчитаем теплоту, которая выделится при образовании 3 моль Al_2O_3 :

При образовании 1 моль Al_2O_3 выделяется 1675 кДж

При образовании 3 моль Al_2O_3 выделяется X кДж

$$X = 3 \cdot 1675/1 = 5025 \text{ моль}$$

Оксид алюминия в виде сапфира и рубина используется при изготовлении ювелирных изделий. Другие модификации применяются в качестве катализаторов, адсорбентов, инертных наполнителей в химической промышленности. Керамика на основе оксида алюминия обладает высокой твердостью, огнеупорностью и антифрикционными свойствами, а также является хорошим изолятором. Также оксид алюминия является сырьем для получения алюминия.

Разбалловка

Уравнение реакции сгорания алюминия	16.
Вычисление стандартной теплоты образования Al_2O_3	26.

Расчет стандартной энтальпии образования Al_2O_3	16.
Расчет объема кислорода	16.
Расчет объема воздуха	16.
Расчет выделившейся теплоты	26.
За указание областей применения оксида алюминия	2 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №9-4

Очевидно, что **Б** является оксидом. Общую формулу **Б** можно записать как $\text{Э}_2\text{O}_x$. Тогда массовая доля кислорода в **Б** будет равна:

$$\omega(\text{O}) = A_r(\text{O}) \cdot n / M_r(\text{Э}_2\text{O}_x) = 16x / (2y + 16x) = 0,2133,$$

где y – атомная масса элемента Э

$$16x = 0,4266y + 3,4128x$$

$$y = 29,5x$$

При $x = 1$ получим $y = 29,5$ – не подходит

При $x = 2$ получим $y = 59$ – кобальт, то есть оксид **Б** = **CoO**

То, что это именно оксид кобальта подтверждается цветом соли и оксида, а также реакциями 3-4 – получением сульфида и гидроксида кобальта.

Газ бурого цвета – это NO_2 , он может выделяться при разложении нитратов, значит, вещество **А** – кристаллогидрат нитрата кобальта $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Схема разложения вещества **А**:



$$n(\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = n(\text{Co}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{CoO})$$

По условию задачи, $n(\text{CoO}) = m/M = 0,75/75 = 0,01$ моль

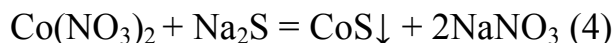
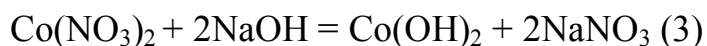
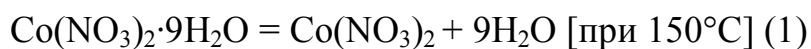
$$n(\text{Co}(\text{NO}_3)_2) = m/M = 1,83/183 = 0,01 \text{ моль},$$

что подтверждает наши предположения

Тогда можем найти молярную массу кристаллогидрата:

$$M(\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = m/n = 3,45/0,01 = 345 \text{ г/моль}$$

На воду приходится $345 - 183 = 162$ единицы массы, что соответствует 9 молекулам ($162/18=9$). Тогда, формула кристаллогидрата **А** - $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$



В 200 г раствора с массовой долей $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ равной 9,45% содержится:

$$m(\text{Co}(\text{NO}_3)_2) = 200 \cdot 0,0945 = 18,9 \text{ г}$$

Найденная масса нитрата кобальта содержится в:

$$m(\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}) = 345 \times 18,9 / 183 = 35,6 \text{ г}$$

$$\text{Тогда масса необходимой воды } m(\text{H}_2\text{O}) = 200 - 35,6 = 164,4 \text{ г}$$

Разбалловка

Определение вещества А, Б*	2x2 б. = 4 б.
Написание уравнений реакций (1) – (4)	4x1 б. = 4 б.
Расчет масс воды и вещества А для приготовления раствора	2 б.
ИТОГО	10 б.

** за определение веществ без проведения расчетов баллы снижают на половину (по 1 б. за А и Б). Если участник высказывает предположение о формуле соединения, а затем подтверждает его расчетом, то баллы не снижаются.*

Задача №9-5

«Адский камень» – нитрат серебра AgNO_3 (вещество А)

«Поташ» – карбонат калия K_2CO_3 (вещество Б)

«Осадок» – карбонат серебра Ag_2CO_3 (вещество В)

«Благородный металл» – серебро Ag (вещество Г)

«Лисий хвост» – оксид азота (IV) NO_2 (вещество Д)

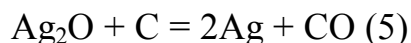
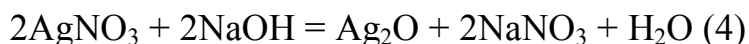
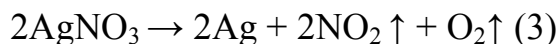
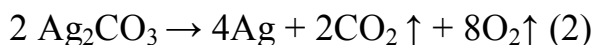
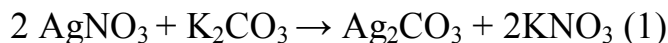
«Каустик» – гидроксид натрия NaOH (вещество Е)

Можно по реакции $2\text{AgNO}_3 \rightarrow 2\text{Ag} + 2\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$, подтвердить правильность определения веществ А, Г и Д:

$$n(\text{AgNO}_3) = 17 / 170 = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(\text{Ag}) = 10,8 / 108 = 0,1 \text{ моль}$$

Возможен вариант определения веществ А, Г и Д с помощью расчетов.



Масса нитрата серебра, рассчитанная по уравнениям (1), (2) и (3) – одинакова:

Рассчитаем массу нитрата серебра, необходимого для получения 200 г серебра:

$$n(\text{Ag}) = 200 / 108 = 1,85 \text{ моль}$$

По способу 1 (уравнения 1-2):

$$n(\text{AgNO}_3) = 0,5n(\text{Ag}_2\text{CO}_3) = n(\text{Ag}) = 1,85 \text{ моль}$$

По способу 2 (уравнение 3):

$$n(\text{AgNO}_3) = n(\text{Ag}) = 1,85 \text{ моль}$$

Тогда масса нитрата серебра будет равна:

$$m(\text{AgNO}_3) = 1,85 \cdot 170 = 314,5 \text{ г.}$$

Разбалловка

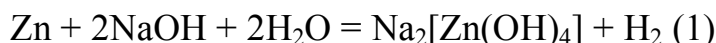
Определение веществ А – Е	6x0,5 б. = 3 б.
Написание уравнений реакций (1) – (5)	5x1 б. = 5 б.
Расчет массы «адского камня»	2 б.
ИТОГО	10 б.

Задания 10 класса

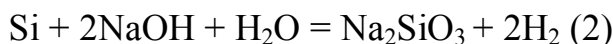
Уважаемые участники! Каждая из задач оценивается в 10 баллов.

Задача №10-1

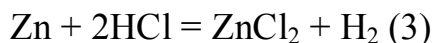
Цинк, являясь металлом, проявляющим амфотерные свойства, реагирует с водным раствором щелочи с образованием тетрагидроцинката натрия:



Кремний растворяется в щелочи с образованием силиката натрия:



С хлороводородной кислотой реагирует только цинк:



Исходя из уравнения (3) вычислим количество вещества цинка и его массу:

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

$$m(\text{Zn}) = 0,1 \cdot 65 = 6,5 \text{ г}$$

Найдем количество водорода, которое выделяется в результате протекания реакций (1) и (2):

$$n'(\text{H}_2) = 8,96/22,4 = 0,4 \text{ моль}$$

Согласно уравнениям реакций (1) и (2):

$$n'(\text{H}_2) = n(\text{Zn}) + 2n(\text{Si}) = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{Si}) = (0,4 - n(\text{Zn}))/2 = (0,4 - 0,1)/2 = 0,15 \text{ моль}$$

$$m(\text{Si}) = 0,15 \cdot 28 = 4,2 \text{ г}$$

Тогда масса навески будет равна:

$$m_{\Sigma} = 4,2 + 6,5 = 10,7 \text{ г}$$

И соответственно массовые доли компонентов смеси:

$$w(\text{Zn}) = 6,5/10,7 = 0,6075 \text{ (60,75\%)}$$

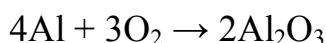
$$w(\text{Si}) = 1 - 0,6075 = 0,3925 \text{ (39,25\%)}$$

Разбалловка

Уравнения реакций (1), (2)	2x1,5 б. = 3 б.
Уравнение реакции (3)	1 б.
Расчет массы цинка в смеси	2 б.
Расчет массы кремния в смеси	3 б.
Расчет содержания цинка и кремния в смеси	1 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №10-2

Сгорание алюминия протекает по уравнению:



Стандартная теплота образования оксида алюминия ($Q_{\text{обр}}$) – это теплота, выделяющаяся при образовании 1 моль оксида алюминия из простых веществ.

По уравнению реакции:

$$n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 0,5n(\text{Al}) = 0,5 \cdot 1,5 = 0,75 \text{ моль}$$

При образовании 0,75 моль Al_2O_3 выделяется 1256,25 кДж

При образовании 1 моль Al_2O_3 выделяется X кДж

$$X = 1256,25 \cdot 1/0,75 = 1675 \text{ кДж}$$

Получаем, что $Q_{\text{обр}}(\text{Al}_2\text{O}_3) = 1675 \text{ кДж/моль}$

Соответственно стандартная энтальпия образования будет иметь обратный знак: $\Delta H_f^0 = -1675 \text{ кДж/моль}$.

По уравнению реакции:

$$n(\text{Al}_2\text{O}_3) = m(\text{Al}_2\text{O}_3)/M(\text{Al}_2\text{O}_3) = 306/102 = 3 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}_2) = 1,5n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 1,5 \cdot 3 = 4,5 \text{ моль}$$

$$V(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot V_M(\text{O}_2) = 4,5 \cdot 32 = 100,8 \text{ л}$$

Рассчитаем объем воздуха, зная, что объемная доля кислорода в воздухе 21%:

$$V(\text{воздуха}) = V(\text{O}_2)/\varphi(\text{O}_2) = 100,8/0,21 = 480 \text{ л}$$

Рассчитаем теплоту, которая выделится при образовании 3 моль Al_2O_3 :

При образовании 1 моль Al_2O_3 выделяется 1675 кДж

При образовании 3 моль Al_2O_3 выделяется X кДж

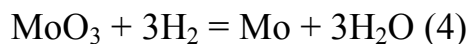
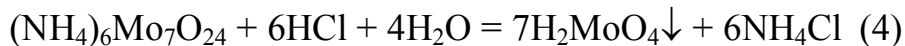
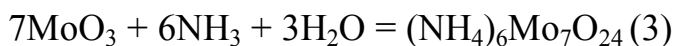
$$X = 3 \cdot 1675/1 = 5025 \text{ моль}$$

Оксид алюминия в виде сапфира и рубина используется при изготовлении ювелирных изделий. Другие модификации применяются в качестве катализаторов, адсорбентов, инертных наполнителей в химической промышленности. Керамика на основе оксида алюминия обладает высокой твёрдостью, огнеупорностью и антифрикционными свойствами, а также является хорошим изолятором. Также оксид алюминия является сырьем для получения алюминия.

Разбалловка

Уравнение реакции сгорания алюминия	16.
Вычисление стандартной теплоты образования Al_2O_3	26.
Расчет стандартной энтальпии образования Al_2O_3	16.
Расчет объема кислорода	16.
Расчет объема воздуха	16.
Расчет выделившейся теплоты	26.
За указание областей применения оксида алюминия	2 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №10-3



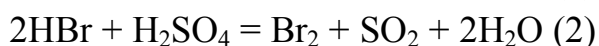
2. Оксид MoO_3 , полученный на стадии 1, сильно загрязнен примесями.
3. В отсутствии кислорода на стадии 4 могут образовываться оксиды молибдена в более низких степенях окисления.
4. Использование других восстановителей приводит к загрязнению молибдена примесями карбидов, силицидов, сплавов или интерметаллических соединений.
5. Молибденит в природных условиях может образовывать интеркалаты
6. Молибден применяется как компонент жаропрочных и коррозионностойких сплавов. Чистый молибден используется для изготовления высокотемпературных печей, вводов электрического тока в лампочках. Молибденосодержащие катализаторы широко применяются в процессах переработки нефти. MoS_2 – высокотемпературный смазочный материал. Указание любой области применения

Разбалловка

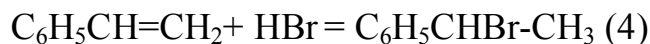
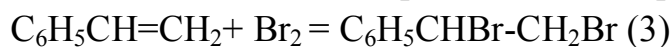
Уравнения реакций (1) – (5)	5x1 б. = 5 б.
Ответы на вопросы 2-6	5x1 б. = 5 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №10-4

Взаимодействие бромида натрия и концентрированной серной кислоты приводит к двум продуктам – бромоводороду и брому:



Стирол способен взаимодействовать как с бромом, так и с бромоводородом:



То есть реакционная смесь содержит 2 вещества:

1,2-дибром-1-фенилэтан, обозначим его массу в смеси за X

1-бром-1-фенилэтан, обозначим его массу в смеси за Y

Тогда масса реакционной смеси будет равна:

$$X+Y=18,73$$

Согласно уравнениям реакций (3), (4) количество молей стирола равно сумме количеств веществ продуктов реакций:

$$M(C_6H_5CHBr-CH_2Br) = 264 \text{ г/моль}$$

$$M(C_6H_5CHBr-CH_3) = 185 \text{ г/моль}$$

$$M(C_6H_5CH=CH_2) = 104 \text{ г/моль}$$

$$X/264 + Y/185 = 10,21/104$$

Решая систему уравнений:

$$\begin{cases} X+Y=18,73 \\ X/264 + Y/185=10,21/104 \end{cases}$$

Получим, что $X = 1,9 \text{ г}$ – масса $C_6H_5CHBr-CH_2Br$

$Y = 16,83 \text{ г}$ – масса $C_6H_5CHBr-CH_3$

Тогда массовые доли компонентов реакционной смеси будут равны:

$$w(C_6H_5CHBr-CH_2Br) = 1,9/18,73 = 0,101 \text{ (10,1\%)}$$

$$w(C_6H_5CHBr-CH_3) = 100 - 10,1 = 89,9\%$$

Разбалловка

Написание уравнений (1) – (4)	4x1 б. = 4 б.
Составление системы уравнений	2 б.
Расчет масс компонентов и их массовых долей	4 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №10-5

По содержанию железа в его галогениде находим молярную массу соли:

$$M(FeX_n) = \frac{M(Fe)}{w(Fe)} = \frac{56}{0,20702} = 270,52 \text{ / моль}$$

Так как число дробное, то скорее всего это хлорид железа(+3):

$$M(FeX_n) - M(Fe) - 3M(Cl) = 270,5 - 56 - 3 \cdot 35,5 = 108,5 \text{ / моль.}$$

Обычно хлорид железа(+3) является кристаллогидратом $FeCl_3 \cdot 6H_2O$, что и подтверждается оставшейся массой 6 молекул воды.

Таким образом, количество соли хлорида железа составляет:

$$n(FeCl_3 \cdot 6H_2O) = \frac{m(соли)}{M(соли)} = \frac{2,705}{270,5} = 0,01 \text{ моль,}$$

а количество оксалата калия:

$$n(K_2C_2O_4) = \frac{m(соли)}{M(соли)} = \frac{4,98}{166} = 0,03 \text{ моль.}$$

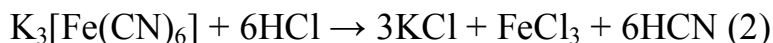
Реакция образования вещества **А** представляет собой взаимодействие хлорида железа(+3) и оксалата калия в соотношении 1:3 по молям – триоксالاتоферрат (III) калия:



Вещество **Б** – очевидно соль железа, которая содержит цианогруппу. Такими солями являются красная и желтая кровяные соли. Подтвердим расчетами:

$$M(\text{B}) = \frac{M(\text{Fe})}{w(\text{Fe})} = \frac{56}{0.1702} = 329.2 / \text{моль} = M(\text{Fe}) + 6M(\text{CN}) + 3M(\text{K})$$

Таким образом вещество **Б** – красная кровяная соль, гексацианоферрат(+3) калия:



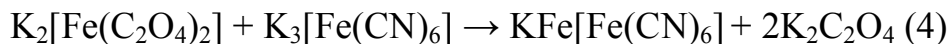
При освещении УФ лучами $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$ разлагается с образованием соединения **В** – диоксالاتоферрата (II) калия:



Правильность установления соединения **В** подтверждаем расчетом массовой доли железа:

$$w(\text{Fe}) = \frac{M(\text{Fe}) \cdot 100}{M(\text{K}_2[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_2])} = \frac{56 \cdot 100}{310} = 18.07\%$$

Вещество **А** затем реагирует с веществом **В** с образованием соединения **Г**:



Разбалловка

Определение веществ А – Г	4x1,5б. = 6 б.
Написание уравнений (1) – (4)	4x1б. = 4 б.
ИТОГО	10 б.

Задания 11 класса

Задача №11-1

Очевидно, что **Б** является оксидом. Общую формулу **Б** можно записать как $\text{Э}_2\text{O}_x$. Тогда массовая доля кислорода в **Б** будет равна:

$$\omega(\text{O}) = A_r(\text{O}) \cdot n / M_r(\text{Э}_2\text{O}_x) = 16x / (2y + 16x) = 0,2133,$$

где y – атомная масса элемента Э

$$16x = 0,4266y + 3,4128x$$

$$y = 29,5x$$

При $x = 1$ получим $y = 29,5$ – не подходит

При $x = 2$ получим $y = 59$ – кобальт, то есть оксид **Б** = **CoO**

То, что это именно оксид кобальта подтверждается цветом соли и оксида, а также реакциями 3-4 – получением сульфида и гидроксида кобальта.

Газ бурого цвета – это NO_2 , он может выделяться при разложении нитратов, значит, вещество **А** – кристаллогидрат нитрата кобальта $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Схема разложения вещества **А**:



$$n(\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = n(\text{Co}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{CoO})$$

По условию задачи, $n(\text{CoO}) = m/M = 0,75/75 = 0,01$ моль

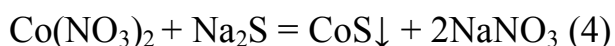
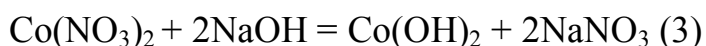
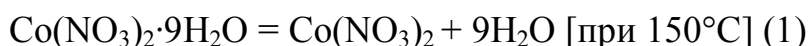
$$n(\text{Co}(\text{NO}_3)_2) = m/M = 1,83/183 = 0,01 \text{ моль},$$

что подтверждает наши предположения

Тогда можем найти молярную массу кристаллогидрата:

$$M(\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = m/n = 3,45/0,01 = 345 \text{ г/моль}$$

На воду приходится $345 - 183 = 162$ единицы массы, что соответствует 9 молекулам ($162/18=9$). Тогда, формула кристаллогидрата **А** - $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$



В 200 г раствора с массовой долей $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ равной 9,45% содержится:

$$m(\text{Co}(\text{NO}_3)_2) = 200 \cdot 0,0945 = 18,9 \text{ г}$$

Найденная масса нитрата кобальта содержится в:

$$m(\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}) = 345 \times 18,9/183 = 35,6 \text{ г}$$

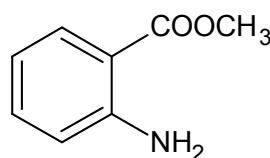
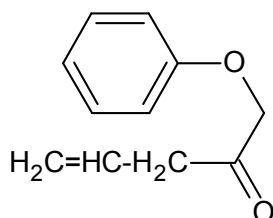
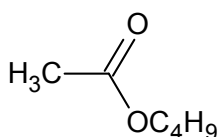
$$\text{Тогда масса необходимой воды } m(\text{H}_2\text{O}) = 200 - 35,6 = 164,4 \text{ г}$$

Разбалловка

Определение вещества A , B *	2x2 б. = 4 б.
Написание уравнений реакций (1) – (4)	4x1 б. = 4 б.
Расчет масс воды и вещества A для приготовления раствора	2 б.
ИТОГО	10 б.

* за определение веществ без проведения расчетов баллы снижают на половину (по 1 б. за **A** и **B**). Если участник высказывает предположение о формуле соединения, а затем подтверждает его расчетом, то баллы не снижаются.

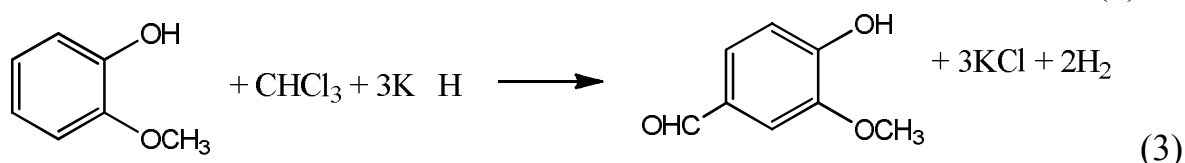
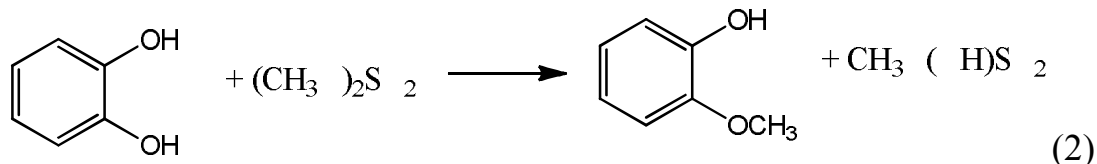
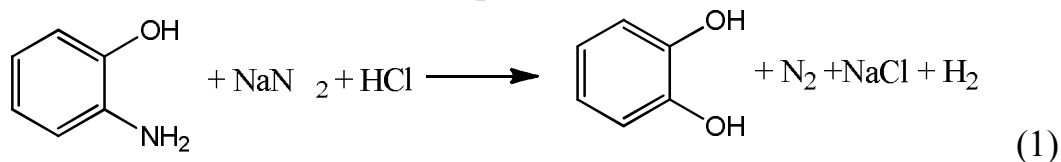
Задача №11-2



Бутилацетат аллилфеноксиацетат метилантранилат

Так как вещество **D** реагирует с хлоридом железа (III), то оно содержит фенольную группу и еще одну в положении 2. Если мы предположим, что фенольная группа неизменна до соединения **A**, то $C_8H_8O_3 - C_6H_6O = C_2H_2O_2$. Из данной формулы можно получить функциональные группы только заимствованием водорода из бензольного кольца, т.е. все группы находятся в разных положениях бензольного кольца, т.е. $C_8H_8O_3 - C_6H_4O = C_2H_4O_2$. Данную формулу можно разбить на альдегидную и метокси-группы.

Вещество **D** должно вступать в реакцию диазотирования, таким образом предположим, что вещество **D** – 2-аминофенол.



A – 4-гидрокси-3-метоксибензальдегид (Ванилин)

B – 2-метоксифенол

C – 2-гидроксифенол (пирокатехин)

D – 2-аминофенол

Разбалловка

Написание структурных формул ароматизаторов	3x1б. = 3 б.
Определение веществ A – D и их названия	4x1 б. = 4 б.
Уравнения реакций (1) – (3)	3x1 б. = 3 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-3

Выведем формулу комплексного соединения сурьмы и элемента X:

Вскрытие соляной кислотой и осаждение хлоридом сурьмы указывает, что в комплекс входит хлор:

$$\frac{100 - 41,45 - 25,35}{35,5} : \frac{41,45}{A} : \frac{25,35}{122},$$

где A – атомная масса неизвестного элемента X

Тогда молярное отношение Cl: Sb = 0,94:0,207 = 9:2

Рассмотрим возможные соотношения Cl:Sb:X

При 9:2:1 x = 400,5 (невозможно)

При 9:2:2 x = 200,3 (Hg)

При 9:2:3 x = 133,5 (Cs)

При 9:2:4 x = 100,1 (Ru?)

При 9:2:5 x = 80,1 нет

При 9:2:6 x = 66,7 нет

При 9:2:7 x = 57,2 нет

При 9:2:8 x = 50,0 (V?)

При 9:2:9 x = 44,5 (Sc?)

При 9:2:10 x = 40,0 (Ca?)

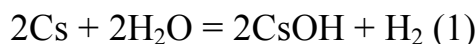
Однако заряд комплексного иона можно просчитать: $[\text{Sb}_2\text{Cl}_9]^{3+}$. Следовательно, слишком большие значения x невозможны из соображений электронейтральности (например, 10 ионов кальция не компенсируются анионом)

Единственное разумное сочетание атомной массы и заряда - Cs

Таким образом, комплексное соединение имеет формулу – $\text{Cs}_3[\text{Sb}_2\text{Cl}_9]$.

Название цезий происходит от латинского слова «голубой», что связано с наличием синих линий в атомном спектре элемента.

Для получения металлического цезия необходим электролиз расплава соли в инертной атмосфере. Полученное простое вещество очень трудно хранится, при контакте с воздухом мгновенно со взрывом реагирует с кислородом, способно реагировать даже со льдом:



Формула квасцов – $\text{CsAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$. или $\text{CsAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Массовая доля цезия в квасцах равна – 23,4%.

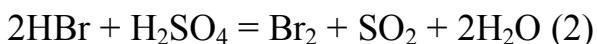
Цезий широко используется для производства фотоэлементов. Они эффективны из-за крайне низкой работы выхода электрона у цезия, что связано с ярко выраженными металлическими свойствами цезия.

Разбалловка

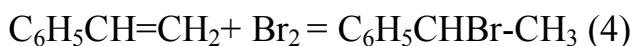
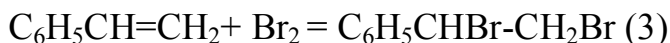
За установление элемента X и комплексного соединения: без проведения расчета	3 б. 1 б.
За ответы на вопросы 3 – 7	5x1 б. = 5 б.
За ответ на вопрос 8 баллов	2 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-4

Взаимодействие бромида натрия и концентрированной серной кислоты приводит к двум продуктам – бромоводороду и бром:



Стирол способен взаимодействовать как с бромом, так и с бромоводородом:



То есть реакционная смесь содержит 2 вещества:

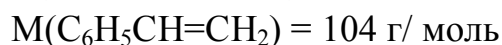
1,2-дибром-1-фенилэтан, обозначим его массу в смеси за X

1-бром-1-фенилэтан, обозначим его массу в смеси за Y

Тогда масса реакционной смеси будет равна:

$$X+Y=18,73$$

Согласно уравнениям реакций (3), (4) количество молей стирола равно сумме количеств веществ продуктов реакций:



$$X/264 + Y/185 = 10,21/104$$

Решая систему уравнений:

$$\begin{cases} X+Y=18,73 \\ X/264 + Y/185=10,21/104 \end{cases}$$

Получим, что $X = 1,9$ г – масса $C_6H_5CHBr-CH_2Br$

$Y = 16,83$ г – масса $C_6H_5CHBr-CH_3$

Тогда массовые доли компонентов реакционной смеси будут равны:

$$w(C_6H_5CHBr-CH_2Br) = 1,9/18,73 = 0,101 \text{ (10,1\%)}$$

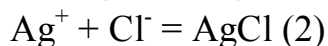
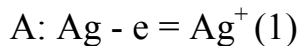
$$w(C_6H_5CHBr-CH_3) = 100 - 10,1 = 89,9\%$$

Разбалловка

Написание уравнений (1) – (4)	4x1 б. = 4 б.
Составление системы уравнений	2 б.
Расчет масс компонентов и их массовых долей	4 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-5

На аноде протекает реакция его растворения с образованием ионов серебра, которые вступают в реакцию с хлоридами, осаждая их:



Конец реакции можно определить используя хромат калия. Хромат серебра будет образовываться только лишь после того, как все хлориды прореагируют.

По реакции (2) видно, что $n(Cl^-) = n(Ag^+)$, а количество полученного серебра определяется по закону электролиза Фарадея.

$$n(Ag^+) = \frac{I \cdot t}{z \cdot F} = \frac{0,5 \cdot 19,93 \cdot 60}{1 \cdot 96485} = 6,197 \text{ ммоль}$$

$$m(Cl^-) = n(Cl^-) \cdot M(Cl^-) = n(Ag^+) \cdot M(Cl^-) = 6,197 \cdot 10^{-3} \cdot 35,5 = 220 \text{ мг}$$

Разбалловка

Написание уравнений реакций (1), (2)	2x2 б = 4 б.
Расчет количества образовавшихся ионов Ag^+	4 б.
Расчет массы хлоридов в воде	2 б.
ИТОГО	10 б.