

Задача 9-4

Серебристо-белые простые вещества, ^{соединение} которые используются для очищения воздуха, а также вступающие в реакцию с атмосферным кислородом с образованием оксидной пленки при н.у. — щелочные металлы.

После растворения продукта взаимодействия простого вещества X с

воздухом образуется газ с резким запахом, этот газ — аммиак. Действительно,

при взаимодействии щелочного металла лития (Li) с воздухом образуется

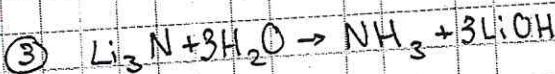
оксид лития ① и нитрид лития ②,



$w_{Li}(Li_2O) = 46,6\% \Rightarrow Li_2O-x$

$w_{Li}(Li_3N) = 60\% \Rightarrow Li_3N-x$

а при взаимодействии с водой ③ образуется аммиак, основание



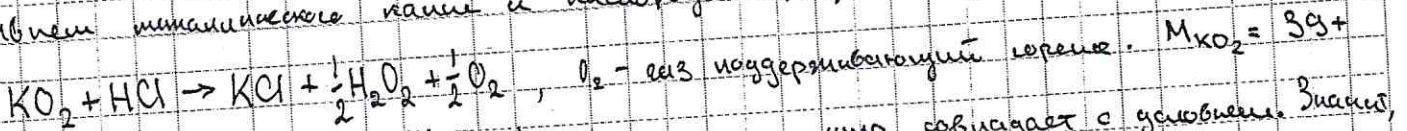
Рассмотрим реакцию нейтрализации. В 25 мл HCl с $c = 1M$ содержится

масса $\rho \cdot V = 0,025$ моль HCl. На нейтрализацию потребовалось 11 мл

NaOH, $c = 0,994 \Rightarrow \rho \cdot V = 0,011$ моль \Rightarrow в реакцию вступило 0,014 моль

HCl. При взаимодействии щелочных металлов с кислородом образуются оксиды, пероксиды и надпероксиды (супероксиды). При образовании KO_2 При н.у. взаимодей-

ствием металлического калия и кислорода образуется надпероксид ④ $K + O_2 \rightarrow KO_2$

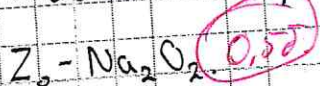


$+ 16 \cdot 2 = 71$ г/моль, $\rho_{KO_2} = \frac{m}{M} = \frac{1}{71} = 0,014$ моль, что совпадает с условием. Значит,

$Y_0 - KO_2$, $Y - K$. В случае Na при взаимодействии с кислородом

образуется пероксид ⑤ $2Na + O_2 \rightarrow Na_2O_2$, который в избытке солей

кислоты не выделяет газ $Na_2O_2 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O_2$. Получается $Z - Na$,



При добавлении кристаллов KI к полученным растворам происходит выделение Z_2 , продукт реакции!



Смесь KO_2 и Na_2O_2 действительно используется в космонавтике, потому что



Для того чтобы выделиться равной объем кислорода, необходимо смешать:

$$\begin{cases} \frac{3}{2}V_{KO_2} + \frac{1}{2}V_{Na_2O_2} = 1 \\ V_{KO_2} + V_{Na_2O_2} = 1 \end{cases} ; \begin{cases} V_{KO_2} = 1/2 \\ V_{Na_2O_2} = 1/2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} KO_2 + 1/2 CO_2 \rightarrow 1/2 K_2CO_3 + 3/4 O_2 \\ 1/2 Na_2O_2 + 1/2 CO_2 \rightarrow 1/2 Na_2CO_3 + 1/4 O_2 \end{cases} \Rightarrow KO_2 : Na_2O_2 = 2 : 1$$

Тогда массовые доли Na_2O_2 и KO_2 равны $w_{KO_2} = \frac{M_{KO_2}}{M_{KO_2} + M_{Na_2O_2}} = \frac{M_{KO_2} \cdot 2}{M_{KO_2} \cdot 2 + M_{Na_2O_2}}$

$= 64,5\% \Rightarrow w_{Na_2O_2} = 35,5\%$ (10)

Температура $25^\circ C$ и давление 1 атм - н.у., значит $\rho = \frac{V}{V_m} \cdot 500g$ смеси

массовые конвертировать: $\frac{M_{KO_2}}{M_{Na_2O_2}} = \frac{500g = 233g}{500g = 167g} ; \rho_{KO_2} = 4,65 \text{ моль} \Rightarrow \rho_{CO_2} = 2,35 \text{ моль}$
 $\rho_{Na_2O_2} = 2,14 \text{ моль} \Rightarrow \rho_{CO_2} = 2,14 \text{ моль}$
 $\rho_{CO_2} = 4,485 \text{ моль} \Rightarrow$

$V_{CO_2} = V_{mD} = 100,464 \text{ литра}$. В выдыхаемом воздухе содержится $21\% \cdot 16\% = 5\% CO_2$ (0,50)

это $0,35 \text{ л } CO_2$ в минуту. Тогда респиратор хватит на $287,04$ минут.

В ячейке A видны ионы азота, это означает Li_2O и Li_3N учитывая соотношение ионов, A - Li_2O , C - Li_3N . В D все ионы O-O координируются, это Na_2O_2 , а B - KO_2 . (0,50) (0,50)

X - Li, Y - K, Z - Na, X₀ - Li_2O , Y₀ - Li_3N , Y₀ - KO_2 , Z₀ - Na_2O_2

* Также между образуются сульфиды Pb и Cs в осадок усульек (10,50)

Задача 9-1

При восстановлении минерала манган окрашивается в фиолетовый - качественное реакции на ион K^+ . При добавлении раствора минерала серы образуется

белый непрозрачный осадок - вероятно, $AgCl$. Тогда минерал A - $KClO_3$, ? (1) KCl отсюда?



~~$M_{KClO_3} = 39 + 35,5 + 48 = 122,5 \text{ г/моль} \Rightarrow m = 2,1578 \text{ г}, \rho = 0,7005 \text{ г/мл}$~~

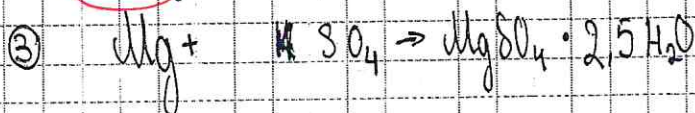
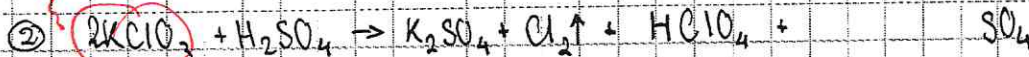
~~$\rho_{KClO_3} = \frac{39}{39 + 35,5 + 48} = 0,23$~~

$$M_{\text{AgCl}} = 108 + 35,5 = 143,5 \text{ г/моль} \Rightarrow \nu_{\text{AgCl}} = \frac{0,222}{143,5} \approx 0,00155 \text{ моль}$$

$$M_{\text{Ag}} = \frac{m_{\text{Ag}}}{\nu_{\text{AgCl}}} = \frac{0,578}{0,00155} = 372,26 \text{ г/моль}$$

$$M_{\text{KCl}} (M = 39 + 35,5 = 74,5)$$

При действии на кусочек минерала происходит ②



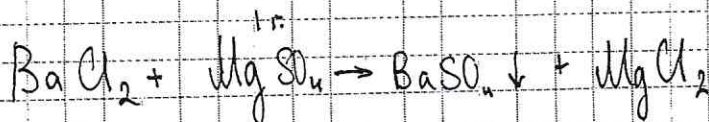
ошибка?

В качестве стандарта в кристаллографии используют K_2MgCl_4 .

$$M_{\text{MgSO}_4} = 24 + 3 \cdot 2 + 16 \cdot 4 = 120 \text{ г/моль}, \quad \nu_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{18}{120} = 0,15 \text{ моль}$$

$$D_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{M_{\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{MgSO}_4} + 120} = 26,84\% \Rightarrow$$

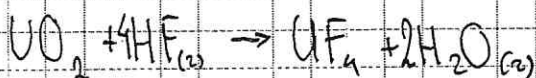
$$M_{\text{H}_2\text{O}} = 18$$



$$\nu = \frac{18}{120 \text{ г/моль}} = 0,15 \text{ моль}, \quad M_{\text{BaSO}_4} = M_{\text{MgSO}_4} \cdot D = 1,9422$$

Задача 9-5

Среднее массовое содержание урана $0,205\%$ $\Rightarrow m_{\text{урана}} = 9 \cdot 10^6 \cdot 0,6 : (2,05 \cdot 10^{-3}) = 9 \cdot 6 : 2,05 \cdot 10^6 \cdot 10^{-1} : 10^{-3} = 26,341 \cdot 10^8 \text{ кг}$. Тогда $V = \frac{m}{\rho} = \frac{26,341 \cdot 10^9}{2900} = 9,083 \cdot 10^6 \text{ м}^3$. Площадь основания прямоугольного параллелепипеда $S = 70 \cdot 450 = 31500 \text{ м}^2$ Тогда высота (глубина) $h = \frac{V}{S} = \frac{9,083 \cdot 10^6}{3,15 \cdot 10^5} = 28,836 \text{ м}$. 40



$$\Delta_f H_{\text{UF}_4}^\circ = -1864,2 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}, \quad \Delta_f H_{\text{HF}_{(г)}}^\circ = -273,3 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}, \quad \Delta_f H_{\text{H}_2\text{O}_{(г)}}^\circ = -241,8 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

Учитыва, что в приведённых реакциях все вещества находятся в их стандартном состоянии.

Напишем систему уравнений согласно закону Гесса.

$$\Delta_r H_{198}^\circ = 8H_{\text{Al}_2\text{O}_3}^\circ - 3H_{\text{Si}_2\text{O}_7}^\circ = -2681,2 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$\Delta_r H_{298}^\circ = H_{\text{Al}_2\text{O}_3}^\circ - H_{\text{SiO}_2}^\circ = -451,9 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$\Delta_r H_{398}^\circ = 2H_{\text{Si}_2\text{O}_7}^\circ - 6H_{\text{SiO}_2}^\circ = 193,2 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$H_{\text{Al}_2\text{O}_3}^\circ = -1675,7 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} ;$$

$$H_{\text{Al}_2\text{O}_3}^\circ = -1675,7 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$\Delta_r H_{3298}^\circ = 2H_{\text{Al}_2\text{O}_3}^\circ - 3H_{\text{SiO}_2}^\circ = -96,4 \Rightarrow H_{\text{SiO}_2}^\circ = 1085 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

Тогда $\Delta_r H_{298}^\circ = H_{\text{SiO}_2}^\circ + 2H_{\text{H}_2\text{O}}^\circ - H_{\text{SiO}_2}^\circ - 4H_{\text{HF}}^\circ = -2355,8 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$

8 =

28

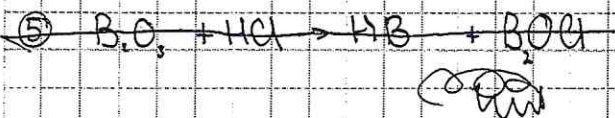
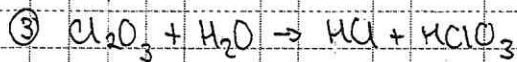
100

Задача 9-2

Рассмотрим процесс анализа вещества F. В 10 мл растворе NaOH с $C = 0,0097 \text{ ммоль/л}$
 $I_{\text{NaOH}} = 9,7 \cdot 10^{-5} \text{ ампер}$. Средний общий ток, ушедший на титрование, 14,23 мА,
 электродная, $I_{\text{NaOH}} = \frac{14,23}{10} \cdot 9,7 \cdot 10^{-5} = 13,8 \cdot 10^{-5} \text{ ампер}$. Получается, что в 10 мл раствора
 F содержится 0,012 и $13,8 \cdot 10^{-5} \text{ ммоль}$ вещества. Тогда $M_F = 72,5 \text{ г/моль}$

По условию A и B - оксиды. ~~Азидоводород~~ $A + H_2O \rightarrow C + D$, $B + H_2O \rightarrow E$,
 $B + D \rightarrow E + F$

Вещество B вступило в обменную реакцию с образованием кислоты и некоего
 соединения, которое, скорее всего, оно дегидратируется. Возможно, что оксид A - Cl_2O_3 ,



Задача 9-3

В веществе Z $\omega(Na) = 32,56\%$. Такая же массовая доля натрия в $Na[SiF]$.

0,0

Экспериментальный тур

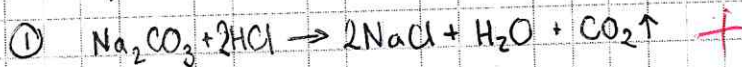
Вариант №4

Теоретическая таблица признаков реакций

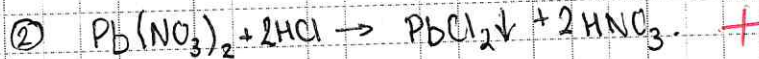
	Na_2CO_3	KCl	BaCl_2	AlCl_3	ZnSO_4	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
HCl	$\text{CO}_2 \uparrow$	—	—	—	—	$\text{PbCl}_2 \downarrow$ белый
H_2SO_4	$\text{CO}_2 \uparrow$	—	$\text{BaSO}_4 \downarrow$ белый	—	—	$\text{PbSO}_4 \downarrow$ белый
$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	—	—	—	$\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ белый	$\text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow$ ↓ к.б. $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	$\text{Pb}(\text{OH})_2 \downarrow$ белый

↑ растворение

Для определения веществ в пробирках (растворов индивидуальных солей) драматично использование обозначенных реактивов (HCl , H_2SO_4 , $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Сначала проведём реакцию растворов с соляной кислотой. В случае раствора Na_2CO_3 будет выделяться газ без цвета и запаха $\text{CO}_2 \uparrow$ ①, а при взаимодействии



$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ с HCl будет образовываться белый осадок $\text{PbCl}_2 \downarrow$. Данная реакция с Pb^{2+} или Hg^+ является качественной на определение ионов галогенов. ②



Проведём опыт. Последовательно смешаем раствор соляной кислоты с неизвестными растворами до выделения газа или образования осадка.

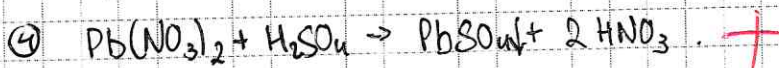
При смешении раствора 2 и HCl выделяется бесцветный газ, при смешении раствора 3 и HCl — белый осадок, следовательно, в растворе 2 — Na_2CO_3 , в растворе 3 — $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$.

Далее смешаем серную кислоту с оставшимися растворами индивидуальных солей. Только в случае BaCl_2 выпадает белый осадок $\text{BaSO}_4 \downarrow$.

качественная реакция на SO_4^{2-} ③. Проведем опыт.



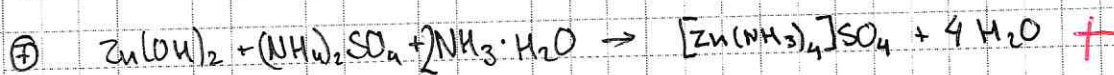
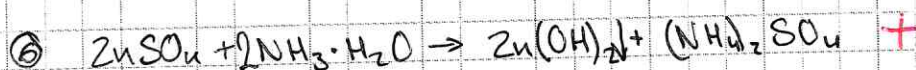
При реакции H_2SO_4 с 4 пробиркой образуется белый осадок, значит в растворе №4 - BaCl_2 . Можно также проверить, что в третьей пробирке - $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. Смешаем раствор №3 с раствором серной кислоты. Наблюдается выпадение белого осадка, что соответствует реакции ④.



Оставшиеся три соли можно определить по их реакции с раствором аммиака. Взаимодействие KCl с $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ видимых признаков не имеет. Al^{3+} имеет сродство к кислороду и аммиачные комплексы не образует. Будет наблюдаться выпадение нерастворимого осадка. $\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ белого цвета. ⑤ Zn^{2+} имеет сродство к азоту и образует аммиачные комплексы.



При реакции ZnSO_4 с недостатком аммиака ⑥ образуется белый мелкокристаллический осадок $\text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow$, который при дальнейшем добавлении $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ растворяется ⑦, образуя комплексное соединение.



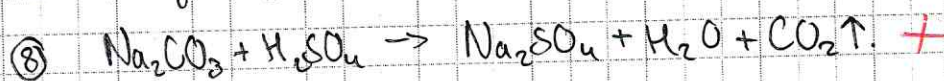
Проведем эксперимент.

Взаимодействие раствора №1 с $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ даёт белый осадок.

Взаимодействие раствора №5 с $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ эффекта не имеет. Взаимодействие раствора №6 с $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ даёт более заметный осадок, чем раствор №1. При дальнейшем добавлении аммиака осадок после реакции раствора №1 с $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ растворяется, раствора №6

с аммиаком - нет. Значит раствор №1 - раствор $ZnSO_4$, раствор №5 - KCl , раствор №6 - $AlCl_3$.

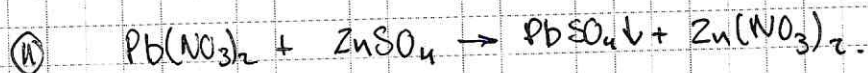
Проведём дополнительные реакции для подтверждения результатов анализа растворов. Взаимодействие раствора №2 и H_2SO_4 должно выделиться газ по реакции (8). Взаимодействие раствора аммиака с $Pb(NO_3)_2$



выделит белый осадок гидроксида свинца (9). Взаимодействие $BaCl_2$



с $Pb(NO_3)_2$ выделит осадок хлорида свинца (10), а взаимодействие $ZnSO_4$ с $Pb(NO_3)_2$ или $BaCl_2$ (11) - сульфат, нерастворимый в растворе. Реакции



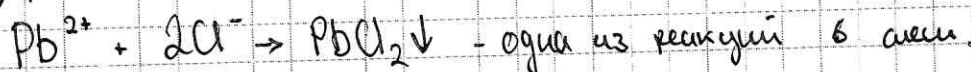
при опыте прошли так в теории. Проверим раствор хлорида калия реакцией

с нитратом свинца (12) и раствор $AlCl_3$ тоже с $Pb(NO_3)_2$ (13). Реакции



прошли как в теории.

Для определения состава смеси проверим наличие ионов Cl^- в растворе реакцией с $Pb(NO_3)_2$. Обе смеси образуют осадок хлорида свинца, что значит, что в смеси содержится ион Cl^- и не содержится $Pb(NO_3)_2$.



Далее, добавим раствор соляной кислоты для обнаружения наличия ионов CO_3^{2-} (HCl , где тоже ионы Cl^- в реакцию не вступают SO_4^{2-}).

95

При реакции смеси №1 с HCl образовались пузырьки газа, значит, одно из веществ в смеси №1 - Na_2CO_3 ①. Добавим к первой смеси H_2SO_4 для проверки наличия иона Ba^{2+} . Наблюдается газ ②, но осадка не обнаруживается, следовательно, в смеси №1 либо KCl либо $AlCl_3$. Проверим наличие Al^{3+} реакцией с раствором аммиака. Осадок $Al(OH)_3 \downarrow$ не образуется. Получаем, что смесь I - смесь растворов KCl и Na_2CO_3 .

Добавим серную кислоту к смеси II для проверки наличия Ba^{2+} . Выпадает белый осадок, следовательно, одно из веществ смеси - $BaCl_2$, а $ZnSO_4$ в ней не содержится. Не содержится во второй смеси и Na_2CO_3 , потому что при реакции с кислотами HCl и H_2SO_4 не образуется газ. Тогда в смеси либо KCl либо $AlCl_3$. снова добавим $NH_3 \cdot H_2O$. Выпадает характерный осадок $Al(OH)_3 \downarrow$. Значит, смесь II состоит из хлоридов бария и алюминия.

Ответ:

Р-р	Состав
1	$ZnSO_4$ +
2	Na_2CO_3 +
3	$Pb(NO_3)_2$ +
4	$BaCl_2$ +
5	KCl +
6	$AlCl_3$ +
Смесь I	KCl, Na_2CO_3 +
Смесь II	$BaCl_2, AlCl_3$ +

405.

15

7