$=> N = \nu \cdot N_A = 55555{,}556 \cdot 6{,}022 \cdot 10^{23} = 3{,}34556 \cdot 10^{28}$ (молекул)

Составим пропорцию:

1 наночастица – $1{,}673 \cdot 10^{21}$ молекул.

X наночастиц – $3{,}34556 \cdot 10^{28}$ молекул.

$X \approx 2 \cdot 10^{7}$ (наночастиц)

№ 3

$Na_2CO_3 + CaCO_3 + 6SiO_2 \xrightarrow{t^\circ} Na_2O \cdot CaO \cdot 6SiO_2 + 2CO_2\uparrow$ (1) ⊛

$xK_2CO_3 + yCaCO_3 + nSiO_2 \xrightarrow{t^\circ} xK_2O \cdot yCaO \cdot nSiO_2 + (x+y)CO_2\uparrow$ (2)

~~$K_2CO_3 + PbO + 6SiO_2 \rightarrow K_2O \cdot PbO \cdot 6SiO_2 + CO_2\uparrow$~~

$K_2CO_3 +$

$xK_2CO_3 + yPbO + nSiO_2 \longrightarrow xK_2O \cdot yPbO \cdot nSiO_2 + xCO_2\uparrow$ (3)

~~$xK_2CO_3 +$~~

$xNa_2CO_3 +$ ~~$yPbO$~~ $+ yCaCO_3 + nB_2O_3 \longrightarrow xNa_2O \cdot yCaO \cdot nB_2O_3 + (x+y)CO_2\uparrow$ (4)

~~№ 4~~

~~Пусть Al_2O_3 – „x молей", ZrO_2 – „1 моль" =>~~

~~=> состав $xAl_2O_3 \cdot 1ZrO_2$ <=>~~

~~$\omega(Al) = \frac{27 \cdot 2}{27 \cdot 2 + 16 \cdot 3 + 91x + 32x} = 0{,}39$~~

~~$x \approx 0{,}276 => 1Al_2O_3 \cdot 3ZrO_2$~~

⊛ Чаще всего такая форма в данном случае.

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ»

Для билета

Вариант задания 2

Лист работы 1 из 5

№2

$Pb + 2CH_3COOH \xrightarrow{t^0} Pb(CH_3(OO)_2 + H_2\uparrow$

$Pb(CH_3(OO)_2 + H_2O \rightleftarrows Pb(OH)(CH_3(OO) + CH_3COOH$

$6Pb(OH)(CH_3(OO) + 4CO_2 + 2H_2O \longrightarrow 2(Pb(OH)_2 \cdot 2PbCO_3)\downarrow + 6CH_3COOH$

~~$Pb(OH)_2 \cdot 2PbCO_3 \longrightarrow$~~

$Pb(OH)_2 \cdot 2PbCO_3 + 3H_2S \longrightarrow 3PbS\downarrow + 4H_2O + 2CO_2$

№1

1) $\nu(H_2O) = \frac{m}{M} = \frac{0,05}{18} \approx \frac{1}{360}$ (моль).

$N = \nu \cdot N_A = \frac{1}{360} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \approx 1,673 \cdot 10^{21}$ (молекул).

2) $\left.\begin{array}{l} m_{gon.min} = 6,7 \cdot 10^9 \cdot 0,05 = 3,35 \cdot 10^8 (м^3) \\ m_{gon\ max} = 6,7 \cdot 10^9 \cdot 0,25 = 1,675 \cdot 10^9 (м^3) \end{array}\right\} \Rightarrow$

$\Rightarrow \quad 3,38 \cdot 10^8 м^3 \leqslant m_{gon} \leqslant 1,675 \cdot 10^9 м^3$

3) Из п.1 знаем, что 1 ~~частица~~ наночастица NaCl связывает $1,673 \cdot 10^{21}$ (молекул).

$\nu(H_2O) = \frac{m}{M} = \frac{1 \cdot 10^6}{18} = 55555,556$ (моль) $\Rightarrow$

Можно использовать оборот листа для записи решений

№4

Пусть в сплаве x моль Al_2O_3 и 1 моль ZrO_2 =>

$$=> \omega(Al) = \frac{27 \cdot 2 \cdot X}{(27 \cdot 2 + 16 \cdot 3)X + 91 + 32} = 0,397$$

$X \approx 3,6 => 5\ ZrO_2 \cdot 18\ Al_2O_3$, проверим погрешность:

$$\frac{18 \cdot 2 \cdot 27}{91 \cdot 5 + 32 \cdot 5 + 18 \cdot 2 \cdot 27 + 18 \cdot 48} \approx 0,3966 \approx 0,397 \text{ или } 39,7\%$$

погрешность небольшая => верно ⊛

$$\omega(Zr) = \frac{91 \cdot 5}{91 \cdot 5 + 32 \cdot 5 + 18 \cdot 2 \cdot 27 + 18 \cdot 48} \approx 0,18564 \text{ или } 18,564\%$$

$$\frac{\omega(Al)}{\omega(Zr)} = \frac{39,7}{18,564} \approx 2,14 \text{ (раз)} => \omega(Al) \text{ в } 2,14 \text{ раз больше } \omega(Zr)$$

№6

Пусть масса сплава 100г => $m(ZrO_2) = 99г$, $m(Al_2O_3) = 1г$.

⊛ Подходит такие вариант $3\ ZrO_2 \cdot 11\ Al_2O_3$, но

погрешность больше:

$$\omega(Al) = \frac{27 \cdot 2 \cdot 11}{27 \cdot 2 \cdot 11 + 48 \cdot 11 + 91 \cdot 3 + 48 \cdot 3} \approx 0,3984 \text{ или } 39,84\% =>$$

=> вариант $5\ ZrO_2 \cdot 18\ Al_2O_3$ - верный

№5

1) $V = S \cdot h = 16 \cdot 3 = 48 (м^3)$

$m_{Hg} = 1 г = 1000 мг \Rightarrow C = \frac{1000}{48} \approx \frac{125}{6} \left(\frac{мг}{м^3}\right) \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{C}{C_0} = \frac{125}{6} : 0,0003 = 69444,44$ (раза)

2) $2KMnO_4 + 16HCl \rightarrow 2KCl + 2MnCl_2 + 5Cl_2\uparrow + 8H_2O$

$Cl_2 + Hg \rightarrow HgCl_2$ (может образовываться Hg_2Cl_2, но считаю для $HgCl_2$, т.к. вероятнее всего)

$2Hg + Cl_2 \rightarrow Hg_2Cl_2$

~~$\nu(KMnO_4) = 1 \cdot 0,005 \cdot 1,0017$~~

$\nu(KMnO_4) = \frac{1000 \cdot 0,005 \cdot 1,0017}{39 + 55 + 64} \approx 0,0317 (моль)$

$\nu(HCl) = \frac{5 \cdot 0,36 \cdot 1,179}{1 + 36,5} \approx 0,058 (моль)$

$\frac{0,0317}{2} > \frac{0,058}{16} \Rightarrow KMnO_4$ в избытке. $\Rightarrow$

$\Rightarrow \nu(Cl_2) = \frac{5}{16} \nu(HCl) \approx 0,018125 (моль) \Rightarrow \nu(Hg) = 0,018125 (моль) \Rightarrow$

$\Rightarrow m(Hg) = \nu M = 0,018125 \cdot 201 \approx 3,64 (г) \Rightarrow$ хватит, для Hg_2Cl_2: $\nu(Hg) = 2\nu(HCl) = 0,03625 (моль) \Rightarrow m(Hg) = \nu M = 7,28625 (г) \Rightarrow$ хватит, т.е. какой бы хлорид не образовался,* ртуть всё равно свяжется.

* т.е. $HgCl_2$ или Hg_2Cl_2

$$\frac{m_{нитратов}}{m_{карбонатов}} = \frac{180 + 2,558}{177 + 1,5116} \approx 1,02267, т.е$$

нитратов потребуется больше в 1,02267 раз.
Я задал вопрос по поводу CO церия и тория в нитратах и карбонатах и мне ответили, что я могу выбрать ~~во~~ CO и при проверке (если я верно посчитаю массы), зачтут любой вариант. Для удобства расчётов я везде выбрал CO +4.

№7

В состав удобрения входят: $NH_4H_2PO_4$, NH_4NO_3, K_2SO_4

$NH_3 + H_3PO_4 \rightarrow NH_4H_2PO_4$ (1)
$NH_3 + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3$ (2)

Пусть $NH_4H_2PO_4 : NH_4NO_3 : K_2SO_4 = x : y : n$

$M(NH_4H_2PO_4) = 115$ г/моль
$M(NH_4NO_3) = 80$ г/моль
$M(K_2SO_4) = 174$ г/моль

K_2O: $\omega(K) = \frac{39 \cdot 2}{39 \cdot 2 + 16} \approx 0,8298 \Rightarrow \omega(K)_{удобр} = 0,8298 \cdot 0,173 =$
$= 0,14356$ или $14,356\%$

P_2O_5: $\omega(P) = \frac{31 \cdot 2}{31 \cdot 2 + 16 \cdot 5} \approx 0,43662 \Rightarrow \omega(P)_{удобр} = 0,43662 \cdot 0,173 =$
$= 0,075535$ или $7,5535\%$

N: $\omega(N)_{удобр} = 0,173$ ~~%~~ или $17,3\%$

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ»

Вариант задания 2

№6

Пусть масса сетки 100г => $m(ThO_2) = 99г$, $m(CeO_2) = 1г$

$$\nu(ThO_2) = \frac{m}{M} = \frac{99}{232+32} \approx 0,375 \text{ (моль)}$$

$$\nu(CeO_2) = \frac{m}{M} = \frac{1}{140+32} \approx \frac{1}{172} \approx 5,814 \cdot 10^{-3} \text{ (моль)}$$

Раз образуется ThO_2, то скорее всего нитрат - $Th(NO_3)_4$ и карбонат $Th(CO_3)_2$. А вот с церием вопрос: у него стабильные CO и +3 и +4, а у тория +3 - очень сильный восстановитель

$$Th(NO_3)_4 \xrightarrow{t^0} ThO_2 + 4NO_2 + O_2$$

$$Th(CO_3)_2 \xrightarrow{t^0} ThO_2 + 2CO_2$$

$$\nu(Th(NO_3)_4) = \nu(ThO_2) = 0,375 \text{ (моль)}$$

$$\nu(Th(CO_3)_2) = \nu(ThO_2) = 0,375 \text{ (моль)}$$

$$m(Th(NO_3)_4) = \nu M = 180(г)$$

$$m(Th(CO_3)_2) = \nu M = 177(г)$$

Вероятнее всего нитрат Ce(IV), а с карбонатом сложнее. Карбонат будет $Ce(CO_3)_2$

$$Ce(NO_3)_4 \xrightarrow{t^0} CeO_2 + 4NO_2 + O_2$$

$$\nu(Ce(NO_3)_4) = \nu(CeO_2) = \frac{1}{172} \text{ (моль)} \Rightarrow m(Ce(NO_3)_4) = \nu M \approx 2,558(г)$$

$$Ce(CO_3)_2 \xrightarrow{t^0} CeO_2 + 2CO_2$$

$$\nu(Ce(CO_3)_2) = \nu(CeO_2) = \frac{1}{172} \text{ (моль)} \Rightarrow m(Ce(CO_3)_2) = \nu M \approx 1,5116(г)$$

$$\begin{cases} 28,60563n - 21,2905x = 0 \quad (1) \\ 19,797875x - 25,98909n = 0 \quad (2) \end{cases}$$

$$n = 0,74427656x$$

$$19,797875x - 19,3430705x = 0$$

$$\nu(NH_3)_1 = 1 \cdot 10^6 \cdot \frac{115x}{115x + 80y + 174n} : 115$$

$$\nu(NH_3)_2 = 1 \cdot 10^6 \cdot \frac{80y}{115x + 80y + 174n} : 80$$

$$\nu(NH_3)_0 = 1 \cdot 10^6 \left(\frac{115x}{115|115x + 80y + 174n} + \frac{80y}{80 \cdot (115x + 80y + 174n)} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m(NH_3)_0 = \frac{2,24}{} \cdot 10^7 \cdot \left(\frac{115x}{115|115x + 80y + 174n} + \frac{80y}{80(115x + 80y + 174n)} \right)$$

$$m_{ф}(NH_4H_2PO_4) = \frac{115x}{115x + 80y + 174n} \cdot 1 \cdot 10^6$$

$$m_{аа}(NH_4NO_3) = \frac{80y}{115x + 80y + 174n} \cdot 10^6$$

$$m_{ко}(K_2SO_4) = \frac{174n}{115x + 80y + 174n} \cdot 10^6.$$

Составим систему уравнений:

$$\begin{cases} \dfrac{39 \cdot 2 \cdot n}{115x + 80y + 174n} = 0{,}14356 \\ \dfrac{31x}{115x + 80y + 174n} = 0{,}075535 \\ \dfrac{14x + 28y}{115x + 80y + 174n} = 0{,}173 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 78n = 16{,}5094x + 11{,}4848y + 24{,}97944n \\ 31x = 8{,}886525x + 6{,}0428y + 13{,}14309n \\ 14x + 28y = 19{,}895x + 13{,}84y + 30{,}102n \end{cases}$$

$$\begin{cases} 53{,}02056n - 16{,}5094x - 11{,}4848y = 0 \quad (1) \\ 22{,}3134775x - 6{,}0428y + 13{,}14309n = 0 \quad (2) \\ 14{,}16y - 5{,}895x - 30{,}102n = 0 \quad (3) \end{cases}$$

Подставим в casio fx-991ex:

$y = 0{,}4163x + 2{,}123847n$ –

$$\begin{cases} 53{,}02056n - 16{,}5094x - 4{,}781122x - 24{,}41493n = 0 \\ 22{,}3134775x - 2{,}5156x - 12{,}846n - 13{,}14309n = 0 \end{cases}$$

1 случай не подходит, т.к.

$$\frac{39 \cdot 2}{115 \cdot 2 + 80 \cdot 3 + 174} \approx \overset{0,12112}{\cancel{0,1}} \Rightarrow$$ не сходится, а во 2 случае:

$$\frac{39 \cdot 6}{115 \cdot 4 + 80 \cdot 8 + 174 \cdot 3} \approx 0,144266$$ и погрешность 0,1%,

если поставим для фосфора, то.

$$\frac{31 \cdot 4}{115 \cdot 4 + 80 \cdot 8 + 174 \cdot 3} \approx 0,0764488$$ и погрешность 0,1% =>

=> $4NH_4H_2PO_4 \cdot 8NH_4NO_3 \cdot 3K_2SO_4$

$$\left.\begin{array}{l} \omega(K_2SO_4) = \dfrac{174 \cdot 3}{115 \cdot 4 + 80 \cdot 8 + 174 \cdot 3} \approx 0,321825 \\ \omega(NH_4NO_3) = \dfrac{80 \cdot 8}{115 \cdot 4 + 80 \cdot 8 + 174 \cdot 3} \approx 0,3945746 \end{array}\right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega(NH_4H_2PO_4) \approx 0,2836004 \Rightarrow$$

$\Rightarrow m(K_2SO_4) = 321,825$ (кг)

$m(NH_4NO_3) = 394,5746$ (кг)

$m(NH_4H_2PO_4) \approx 283,6$ (кг)

$$\left.\begin{array}{l} \cancel{\nu(NH_3)} \quad \nu(\cancel{K_2SO_4}) = \dfrac{m}{M} = \dfrac{394574,6}{80} \approx 4932,1825 \text{ (моль)} \\ \nu(NH_4H_2PO_4) = \dfrac{283600,4}{115} \approx 2466,09 \text{ (моль)} \end{array}\right\} \Rightarrow$$

$\Rightarrow \nu(NH_3) = 7398,2725$ (моль) $\Rightarrow V = 165721,304$ (л).

Сделаем 2-ный перебор (смотрим и красивые числа).

x \ y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	X	X	X	X													
2	X	X	≈1	≈1,5													
3	X	X	X	X													
4	X	X	X	X													
5	X	X	X	X													
6	X	X	X	X													
7	X	X	X	X													
8	X	X	X	X													
9	X	X	X	X													
10	X	X	X	X													
11	X	X	X	X													
12	X	X	X														

Будем подставлять в выражение.

$$\frac{14x + 28y}{115x + 80y + 174n} = 0,173$$

Получилось 2 варианта:

1) $2NH_4H_2PO_4 + 3NH_4NO_3 + K_2SO_4$

2) $4NH_4H_2PO_4 + 8NH_4NO_3 + 3K_2SO_4$