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

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ»

Схема заполнения

Для билета

Для билета

Вариант задания 2

Задание 3.

Кварцевый песок - SiO_2, сода - Na_2CO_3, поташ - K_2CO_3, известняк $CaCO_3$, оксид свинца (II) - PbO, борный ангидрид - B_2O_3

Получение:

Обычное стекло: $Na_2CO_3 + 2SiO_2 + CaCO_3 \xrightarrow{t^\circ} Na_2SiO_3 + CaSiO_3 + 2CO_2$

Тугоплавкое стекло: $K_2CO_3 + 2SiO_2 + CaCO_3 \xrightarrow{t^\circ} K_2SiO_3 + CaSiO_3 + 2CO_2$

Тяжелое стекло (хрусталь): $2SiO_2 + K_2CO_3 + PbO \rightarrow K_2SiO_3 + PbSiO_3 + CO_2$

Стойкое стекло: $3Na_2CO_3 + 3CaCO_3 + 2B_2O_3 \rightarrow 2Na_3BO_3 + Ca_3(BO_3)_2 + 6CO_2$

Задание 4

Известно $\omega(Al) = 39,7\%$ в общ. смеси. ($39,7\% = 0,397$)

$\omega(Al)$ в $Al_2O_3 = \frac{M(Al)\cdot 2}{M(Al_2O_3)} = \frac{(27\cdot 2)\ г/моль}{102\ г/моль} = 0,529$

$\omega(Al) = \omega(Al_2O_3)\cdot \omega(Al)$ в Al_2O_3, тогда $\omega(Al_2O_3) = \frac{\omega(Al)}{\omega(Al)\text{ в }Al_2O_3} = \frac{0,397}{0,529} = 0,75$

В смеси только Al_2O_3 и ZrO_2, значит $\omega(ZrO_2) = 1 - \omega(Al_2O_3) =$

$= 1 - 0,75 = 0,25$. Al_2O_3 и ZrO_2 содержатся в смеси в соотношении $0,75 : 0,25 = 3 : 1$

Можно использовать оборот листа для записи решений

$\omega(Zr)$ в ZrO_2 $= \frac{M(Zr)}{M(ZrO_2)} = \frac{91 г/моль}{123 г/моль} = 0,74$

$\omega(Zr) = \omega(ZrO_2) \cdot \omega(Zr)$ в $ZrO_2 = 0,25 \cdot 0,74 = 0,185$
(в смеси)

Тогда массовая доля содержание Al ($\omega(Al)$) будет в $\frac{\omega(Al)}{\omega(Zr)} = \frac{0,397}{0,185} = 2,146$ раз

больше, чем содержание Zr ($\omega(Zr)$)
массовая доля

Задача 5.

Нам дана площадь s и высота комнаты h, из них мы можем найти

$V_{комнаты}$ $V = S \cdot h = 16 м^2 \cdot 3 м = 48 м^3$.
объем

Известно, что ртути было $2 г = 1000 мг$, тогда содержание в воздухе (по условию весь 1 г испарился) будет равно $1000 мг / 48 м^3 =$

$= 20,833 мг/м^3$. Это будет в $\frac{20,833 мг/м^3}{0,0003 мг/м^3} = 69,444$ тыс. раз пре-

вышать предельно допустимую концентрацию.

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

$2Cl_2 + 3Hg \rightarrow HgCl_2 + Hg_2Cl_2$

$m(KMnO_4) = m_{р-ра}(KMnO_4) \cdot \omega = V \cdot \rho \cdot \omega = 1000 мл \cdot 0,5 \cdot 0,01 \cdot 1,0017 г/мл = 5,0085 г$

$\nu(KMnO_4) = \frac{m}{M} = \frac{5,0085 г}{158 г/моль} = 0,0317 моль$

$m(HCl) = m_{р-ра}(HCl) \cdot \omega = V \cdot \rho \cdot \omega = 5 мл \cdot 0,36 \cdot 1,179 г/мл = 2,122 г$

$\nu(HCl) = \frac{m}{M} = \frac{2,122 г}{36,5 г/моль} = 0,0581 моль$

$KMnO_4$ в избытке

$\nu(Cl_2) = \nu(HCl) : 16 \cdot 5 = 0,0581 моль : 16 \cdot 5 = 0,0182 моль$. Тогда по

ур-нию реакции $\nu(Hg) = \nu(Cl_2) : 2 \cdot 3 = 0,0182 моль : 2 \cdot 3 = 0,0273 моль$

$m(Hg) = M \cdot \nu = 0,0273 моль \cdot 201 г/моль = 5,4873 г$. На столько грамм

ртути хватит нашего р-ра. У нас 1 г, значит хватит.

olymp.bmstu.ru

Задача 6.

Пусть x г – m колпака. Тогда $0,99 \cdot x$ г – m ThO_2, т.к. по условию там есть 1% примеси CeO_2, а значит чистого ThO_2 $0,99x$ г. Следовательно $0,01x$ г – m CeO_2

$Th(CO_3)_2 \xrightarrow{t} ThO_2 + 2CO_2$ $\quad$ $Th(NO_3)_4 \xrightarrow{t} ThO_2 + 4NO_2 + O_2$

$Ce(CO_3)_2 \xrightarrow{t} CeO_2 + 2CO_2$ $\quad$ $Ce(NO_3)_4 \xrightarrow{t} CeO_2 + 4NO_2 + O_2$

$\nu(ThO_2) = \frac{m}{M} = \frac{0,99x\ г}{264\ г/моль} = 0,00375x$ моль

$\nu(Th(CO_3)_2) = \nu(ThO_2) = 0,00375x$ моль

$m(Th(CO_3)_2) = \nu \cdot M = 0,00375x$ моль $\cdot 352$ г/моль $= 1,32x$ г.

$\nu(Th(NO_3)_4) = \nu(ThO_2) = 0,00375x$ моль

$m(Th(NO_3)_4) = \nu \cdot M = 0,00375x$ моль $\cdot 480$ г/моль $= 1,8x$ г

$\frac{1,8x\ г}{1,32x\ г} = 1,36$ раз нужно больше нитрата Th, чем карбоната Th.

$\nu(CeO_2) = \frac{m}{M} = \frac{0,01x\ г}{172\ г/моль} = 5,814 \cdot 10^{-5}x$ моль

$\nu(Ce(CO_3)_2) = \nu(CeO_2) = 5,814 \cdot 10^{-5}x$ моль

$m(Ce(CO_3)_2) = \nu \cdot M = 5,814 \cdot 10^{-5}x$ моль $\cdot 260$ г/моль $= 0,0151x$ г

$\nu(Ce(NO_3)_4) = \nu(CeO_2) = 5,814 \cdot 10^{-5}x$ моль

$m(Ce(CO_3)_2) = \nu \cdot M = 5,814 \cdot 10^{-5}x$ моль $\cdot 388$ г/моль $= 0,0226x$ г

$\frac{0,0226x\ г}{0,0151x\ г} = 1,497$ раз нужно больше нитрата Ce, чем карбоната Ce

Задача 7.

$H_3PO_4 + NH_3 \to NH_4H_2PO_4$ — экзотерм. в 3 ст.

$HNO_3 + NH_3 \to NH_4NO_3$ — нейтр. кислоты аммиаком

Состав удобрения:

$NH_4H_2PO_4$, NH_4NO_3, K_2SO_4

По условию нам дана 1 т удобрения $= 1000 \cdot 10^3$ кг

Известно, что K содержится 17,3 % в пересчете на K_2O, то есть

$\omega(K_2O) = 17{,}3\%$ (0,173 в долях). Тогда $m(K_2O) = 1000 \cdot 10^3 \text{ г} \cdot 0{,}173 = 173 \cdot 10^3$ г.

$\omega(K)$ в $K_2O = \frac{M(K) \cdot 2}{m(K_2O)} = \frac{78 \text{ г/моль}}{94 \text{ г/моль}} = 0{,}83$

$m(K) = \omega(K) \cdot m(K_2O) = 0{,}83 \cdot 173 \cdot 10^3 \text{ г} = 143{,}59 \cdot 10^3$ г

$\omega(K)$ в $K_2SO_4 = \frac{M(K) \cdot n}{m(K_2SO_4)} = \frac{78}{174} = 0{,}448$

$m(K_2SO_4) = \frac{m(K)}{\omega(K \text{ в } K_2SO_4)} = \frac{143{,}59 \cdot 10^3 \text{ г}}{0{,}448} = 320{,}513 \cdot 10^3 \text{ г} = 320{,}513$ кг.

Также по условию в смеси 17,3 % (0,173 в долях) P в пересчете на P_2O_5, то есть $\omega(P_2O_5) = 17{,}3\%$. Тогда $m(P_2O_5) = \omega \cdot m_{смеси} = 1000 \cdot 10^3 \text{ г} \cdot 0{,}173 = 173 \cdot 10^3$ г.

$\omega(P)$ в $P_2O_5 = \frac{M(P) \cdot n}{m(P_2O_5)} = \frac{31 \cdot 2 \text{ г/моль}}{142 \text{ г/моль}} = 0{,}437$

$m(P) = \omega(P)$ в $P_2O_5 \cdot m(P_2O_5) = 173 \cdot 10^3 \text{ г} \cdot 0{,}437 = 75{,}601 \cdot 10^3$ г

$\omega(P)$ в $NH_4H_2PO_4 = \frac{M(P) \cdot n}{M(NH_4H_2PO_4)} = \frac{31 \text{ г/моль}}{115 \text{ г/моль}} = 0{,}27$

$m(NH_4H_2PO_4) = \frac{m(P)}{\omega(P)} = \frac{75{,}601 \cdot 10^3 \text{ кг}}{0{,}27} = 280 \cdot 10^3 \text{ г} = 280$ кг

Т.к. в смеси 3 в-ва, то зная m 2 из них мы можем найти m третьего. $m(NH_4NO_3) = 1000 \text{ кг} - 280 \text{ кг} - 320{,}513 \text{ кг} = 399{,}487$ кг

$\nu(NH_4NO_3) = \frac{m}{M} = \frac{399{,}487 \cdot 10^3 \text{ г}}{80 \text{ г/моль}} = 4{,}994 \cdot 10^3 \text{ моль} = \nu_1(NH_3)$ из реакции.

$\nu(NH_4H_2PO_4) = \frac{m}{M} = \frac{280 \cdot 10^3 \text{ г}}{115 \text{ г/моль}} = 2{,}435 \cdot 10^3 \text{ моль} = \nu_2(NH_3)$ из реакции.

$\nu_{общ.}(NH_3) = \nu_1(NH_3) + \nu_2(NH_3) = 4{,}994 \cdot 10^3 \text{ моль} + 2{,}435 \cdot 10^3 \text{ моль} = 7{,}429 \cdot 10^3$ моль

$V(NH_3) = \nu_{общ.}(NH_3) \cdot V_M = 7{,}429 \cdot 10^3 \text{ моль} \cdot 22{,}4 \text{ л/моль} = 166{,}4 \cdot 10^3 \text{ л} = 166{,}4 \text{ м}^3$

Задача 1.

Известно, что $m(H_2O) = 0{,}05$ г.

$\nu(H_2O) = \frac{m}{M} = \frac{0{,}05\text{ г}}{18\text{ г/моль}} = 0{,}00277$ моль.

Кол-во молекул $N = \frac{\nu}{N_A} = \frac{0{,}00277\text{ моль}}{6{,}02 \cdot 10^{23}\text{ моль}^{-1}} = 4{,}614 \cdot 10^{19}$

Столько молекул воды может содержать 1 наночастица NaCl.

По условию увеличение идет на 5-25 %, значит осадков сконцентрируется в пределах 105-125 %.

(Известно, что 100% (ежегодно выпадает) = 6,7 млрд $м^3$). Тогда

100% - 6,7 млрд. $м^3$

105% - x

$x = \frac{105\% \cdot 6{,}7\text{ млрд.}м^3}{100\%} = 7{,}035$ млрд. $м^3$. Увеличение на $7{,}035 - 6{,}7 = 0{,}335$ млрд. $м^3$.

100% - 6,7 млрд. $м^3$

125% - x

$x = \frac{125\% \cdot 6{,}7\text{ млрд.}м^3}{100\%} = 8{,}375$ млрд. $м^3$.

Увеличение на $8{,}375 - 6{,}7 = 1{,}675$ млрд. $м^3$

Дополнительно полученный объем с этого будет в пределах

0,335 - 1,675 млрд. $м^3$; в общем кол-во воды будет в пределах

7,035 - 8,375 млрд. $м^3$. По усл. 1 наночастица - 0,05 г воды, тогда на 1 т воды

нужно: $\frac{1 \cdot 10^6\text{ г}}{0{,}05\text{ г}} = 20 \cdot 10^6$ наночастиц NaCl (20 млн. наночастиц)

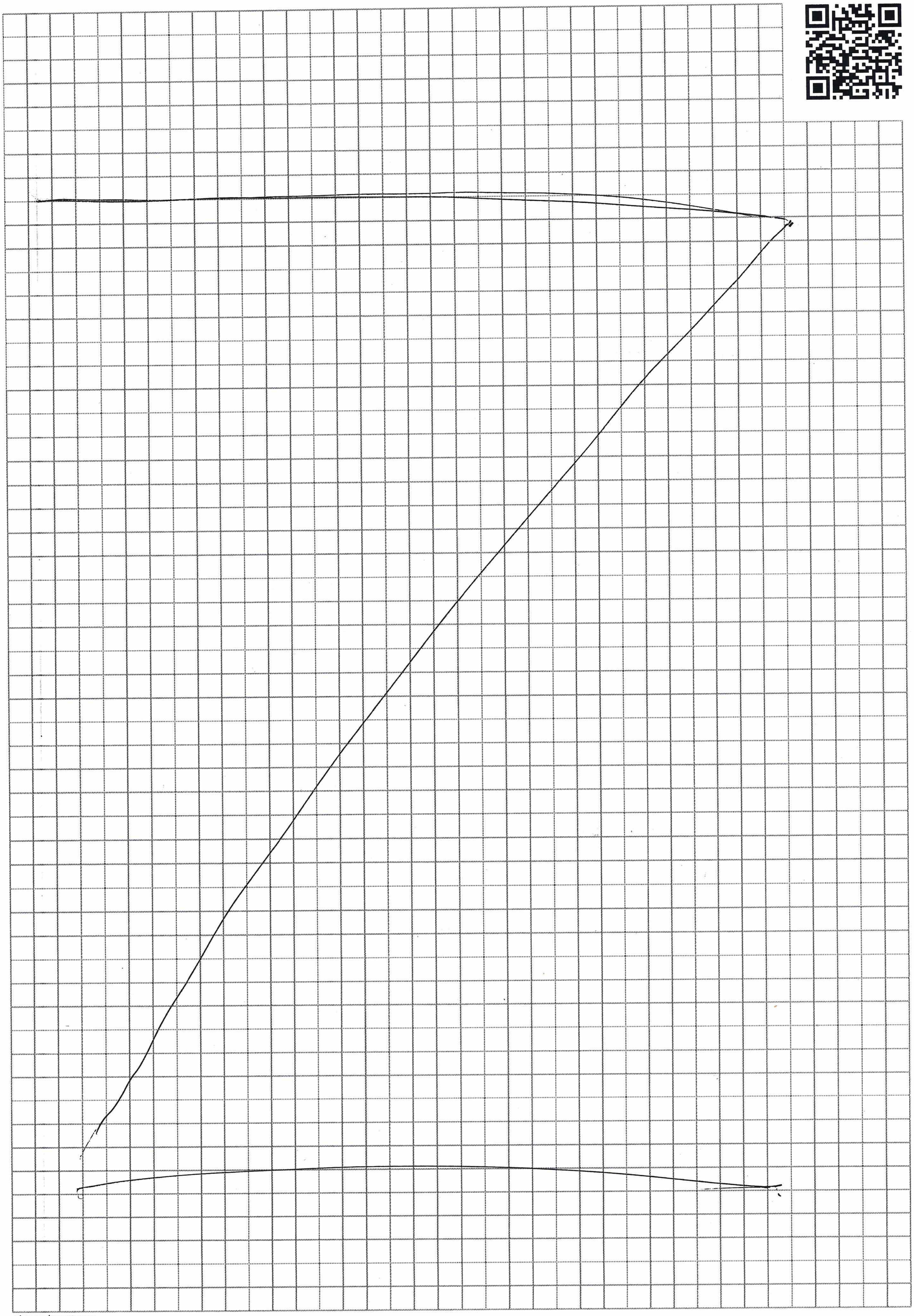
Задача 2.

$2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2 + 6CH_3COOH \rightarrow 3(CH_3COO)_2Pb + 2CO_2 + 4H_2O$

$4(CH_3COO)_2Pb + 5H_2O \rightarrow (PbOH)_2CO_3 + 7CH_3COOH + H_2$

$(PbOH)_2CO_3 + CO_2 \rightarrow 2PbCO_3 + H_2O$

$2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2 + 3H_2S \rightarrow 3PbS + 4H_2O + 2CO_2$ - при недостатке белил ручн.



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

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ»

Вариант задания _____

Лист работы ____ из ____

Можно использовать оборот листа для записи решений

