МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Джолос Ксения Евгеньевна**

Класс: **9**

Технический балл: **73**

Дата проведения: **01 марта 2021 года**

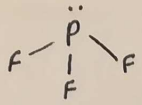
Результаты проверки (технический балл):

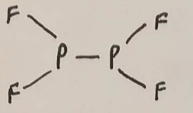
Задача 1	6
Задача 2	12
Задача 3	13
Задача 4	18
Задача 5	20
Задача 6	4

Тестовые

Задача 2

PF_3 P_2F_4





$M = 88$ г/моль $M = 138$ г/моль $\Rightarrow$ P_2F_4 более тяжёлый

Если $V(P_2F_4) = 1$ л: $m = \rho \cdot V = 5 \cdot 1 = 5$ г

$pV = nRT$

$$T = \frac{pV}{nR} = \frac{pV \cdot M}{m \cdot R} = \frac{101325 \cdot 0{,}001 \cdot 138}{5 \cdot 8{,}314} = 336{,}37 \text{ K}$$

$t = 336{,}37 - 273{,}15 = 63{,}22$ °C

Ответ: 63,22 °C

Задача 3

На 45 км:

1 кВт·ч = 3600 кДж

0,51 кВт·ч = x кДж

$x = 1836$ кДж

На 1 км: $1836 : 45 = 40{,}8$ кДж

$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$

$r_xH^\circ = 2 \cdot {}_fH^\circ(H_2O) + {}_fH^\circ(CO_2) - {}_fH^\circ(CH_4) = 2 \cdot 286 + 394 - 75 = 891$ кДж/моль

С учётом КПД: $891 \cdot 0{,}3 = 267{,}3$ кДж/моль

$n(CO_2) = \frac{40{,}8}{267{,}3}$ моль

$m(CO_2) = n \cdot M = \frac{40{,}8}{267{,}3} \cdot 44 = 6{,}716$ г

Ответ: 6,716 г

Чистовик

Задача 5

Количество целых атомов в 1 ячейке:

Зеленые: $8 \cdot \frac{1}{8} + 4 \cdot \frac{1}{2} = 3$

Красные: $1 + 8 \cdot \frac{1}{4} = 3$

$\Rightarrow Z = 3$ (Z - число формульных единиц в 1 ячейке)

Формула оксида - MeO

Чтобы найти молярную массу возьмём 1 моль оксида (a - длина ребра)

$$m = \rho \cdot V = \rho \cdot V_{ячейки} \cdot N_{ячеек} = \rho \cdot a^3 \cdot \frac{N_{формульных\ единиц}}{Z} = \frac{\rho \cdot a^3 \cdot N_A}{Z} =$$

$$= \frac{7{,}29 \cdot (0{,}421 \cdot 10^{-7}\,см)^3 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23}}{3} = \frac{7{,}29 \cdot 0{,}421^3 \cdot 6{,}02 \cdot 10^2}{3} = 109{,}156\,г$$

$\Rightarrow$ $M = 109$ г/моль

$M(Me) = 109 - M(O) = 109 - 16 = 93$ г/моль - это Ниобий (Nb)

Формула оксида: NbO

Способ получения из высшего оксида:

$$Nb_2O_5 + 3Nb = 5NbO$$

Чистовик

Задача 4

а) $12\,Fe(NO_3)_2 \overset{t^\circ}{=} 6\,Fe_2O_3 + 24\,NO_2\uparrow + 3O_2\uparrow$

$Fe^{+2} \xrightarrow{-1\bar{e}} Fe^{+3}$

$O^{-2} \xrightarrow{-2\bar{e}} O^0$ } $-3\bar{e}$ | $\cdot 1$

$N^{+5} \xrightarrow{+2\bar{e}} N^{+4}$ | $\cdot 3$

б) $2\,KBrO_2 = KBrO + KBrO_3$

$Br^{+3} \xrightarrow{+2\bar{e}} Br^{+1}$ | $\cdot 1$

$Br^{+3} \xrightarrow{-2\bar{e}} Br^{+5}$ | $\cdot 1$

в) $2\,PBr_3 + 5\,Cl_2 = 2\,PCl_5 + 3\,Br_2$

$P^{+3} \xrightarrow{-2\bar{e}} P^{+5}$

$2\,Br^- \xrightarrow{-2\bar{e}} Br_2^0$ } $-4\bar{e}$ | $\cdot 1$

$Cl_2^0 \xrightarrow{+2\bar{e}} 2Cl^-$ | $\cdot 2$

Задача 6

Давление не изменилось, значит в ходе реакции выделился газ

Возможно, вещество Х – пероксид/надпероксид (выделится O_2)

Причем $n(SO_2) = n(\text{газа})$

Задача 1

Х – NO_2BO_2

NO_2^+ – 22 электрона

BO_2^- – 22 электрона

(всего 44 электрона)

$NO_2BO_2 + 2NaOH = NaNO_2 + NaBO_2 + H_2O$

Черновик

H_2S + HBr

$2K_2HPO_3 + 2KBr + Cl_2 \longrightarrow Br_2 + KCl + 2K_3PO_4 + 2H_2O$

$Fe^{2+} \xrightarrow{-1e} Fe^{3+}$

$2O^{2-} \xrightarrow{-4e} O_2^0$ } $-5e$ | ·1

$N^{+5} \xrightarrow{+1e} N^{+4}$ | ·5

$P^{+3} \xrightarrow{-2e} P^{+5}$

$Br^{-1} \xrightarrow{-1e} Br^0$ } 3e | ·1

$Cl^0 \xrightarrow{+1e} Cl^{-1}$ | ·3

$pV = nRT$

$p = \frac{nRT}{V}$

$2HPO_3^{2-} + 2Br^- + Cl_2 \longrightarrow Br_2 + 2Cl^- + 2PO_4^{3-} + 2H_2O$
$+2OH^-$

$P^{+3} \xrightarrow{-2e} P^{+5}$ | ·1

$2Br^- \xrightarrow{-2e} Br_2^0$

$Cl_2^0 \xrightarrow{+2e} 2Cl^-$ | ·2

$2HPO_3^{2-} \rightarrow PO_4^{3-}$

$2H_2O_2 + 2SO_2 = 2H_2SO_3 + O_2\uparrow$
110 158

$2K_2HPO_3 + 2KBr + Cl_2 = Br_2 + 2KCl + 2K_3PO_4$
$+2KOH$ $+2H_2O$

HBO_2

HNF_2 HOF_2

~~$Cl_2 + NaOH$~~

~~Br^-~~ HPO_3^{2-} ~~Cl_2~~ $= Br^2 + H_2O + PO_4^{3-} + Cl^-$

$N_2O_5 +$

$0{,}775 = \frac{M + 32}{2M + 80}$

$PBr^3 + Cl_2 + NaOH = .$

H_2O

$2M + 32 = 1{,}55M + 62$

$0{,}45M = 30$

$M = 66{,}66$

$H_2O + HF$ OF_2

$PBr^3 + Cl_2 + OH^- = Cl^- + Br_2 + P^{+5}$

HOF_2

$2PBr_3 + 5Cl_2 = 2PCl_5 + Br_2$

HOF_2

$M + 32 = 1{,}55M + 62$

$M + 32 = 0{,}775M + 62$

$0{,}225M = 30$
$M = 133$

4

Черновик

$CO + N_2$

NHF_2

$a = 0,421$ нм

$\rho = 7,29$ г/см³

$NOCl$

$SO_2 + MnO_2 = MnSO_4$

$CO + NH_3$

Жёлтые: $8 \cdot \frac{1}{8} + 4 \cdot \frac{1}{2} = 1 + 2 = 3$

Красные: $1 + 8 \cdot \frac{1}{4} = 3$ $Z = 3$

$2KNO_3 + 2SO_2 = 2K_2SO_3 + O_2\uparrow$ (97; 158)

$Nb_2O_5 + 3Nb = 5NbO$

MO

$3SO_2 + HI = I_2 + 3H_2SO_4 + 2H_2O$ (128; 254)

$SOCl_2$

Возьмем 1 моль

$M = \frac{m_{яч}}{n_{яч}} = \ldots \cdot N_a$

$F_2 + SO_3 = SOCl_2$

$m = \rho \cdot V = \rho \cdot a^3 \cdot M = \frac{\rho \cdot a^3 \cdot N_a}{Z} = \frac{7,29 \cdot (0,421 \cdot 10^{-7})^3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{3} =$

$= \frac{7,29 \cdot 0,421^3 \cdot 6,02 \cdot 10^{-21} \cdot 10^{23}}{3} = 109$ г/моль

$2Na_2HPO_3 + 2HBr + 2Cl_2 = 4NaCl + 2H_3PO_4 + Br_2$

$SO_2 + NH_3 = S$

Na_2O_2

$SO_2 + PCl_5 = SOCl_2 + POCl_3\downarrow$ (137,5; 153,5)

~~$SO_2 + F_2 = H_2SO_4 + HF$~~

$NH^+F_2^-$ (19; 19)

~~$SO_2 + SCl_2 = SOCl_2$~~

$2Na_2O_2 + 2SO_2 = 2Na_2SO_3 + O_2\uparrow$ (78; 126)

Na^+OH^-

HNO_3

KOF

$Cl_2 + 2PBr_3 + 8H_2O = 2HCl + 3Br_2 + 2H_3PO_4$ KOF

$P^{+3} \rightarrow P^{+5}$

$Br^{-1} \rightarrow Br^{0}$

$CsIO_3$

$NO_2^+BO_2^-$

$NO_2 + BO_2$

$N_2O_5 + 2HBO_2 = 2NO_2BO_2 + H_2O$

$Cl_2 + P_2O_3 + 2HBr = Br_2 + 2H_3PO_4 + 2HCl$

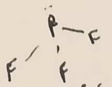
BHF_4

$H_3PO_3 + 2HBr + Cl_2 = H_3PO_4 + Br_2 + 2HCl$ $+ H_2O$

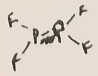
Черновик

№ 10

PF_3



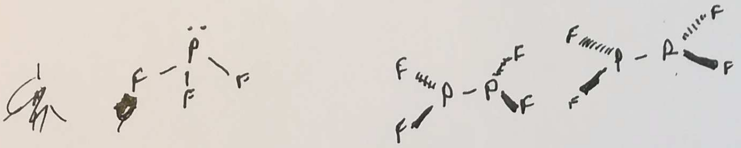
88 г/моль



138 г/м

$pV = nRT$

$T = \frac{pV}{nR} = \frac{101325 \cdot 1 \cdot 0{,}001 \cdot 138}{5 \cdot 8{,}314} = 336{,}368$ → 63 °C



0,51 кВт·ч

S = 45 км

η = 36 %

$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$

$\Delta H = 2 \cdot 286 + 394 - 75 = 891$ кДж/моль

→ 623,7

$2Cl_2 + 2PBr_3 + 5H_2O = 2H_3PO_4 + 4HCl + 3Br_2$

$AB + CD \rightarrow AD + CB$

$A + B + C + D$

к кВт·ч = 3600 кДж

0,51 кВт·ч – 1836

267,3

3 2

40,8 на 1 км кДж

$\frac{\text{выше}}{\text{было}} = 0{,}3$

~~$FeO + HNO_3 \longrightarrow Fe(NO_3)_3 + NO_2\uparrow + O_2$~~

$\overset{+3}{NaClO_2}$

$6Fe(NO_3)_2 \overset{t°}{=} 3Fe_2O_3 + 12NO_2\uparrow + O_2\uparrow$

$12Fe(NO_3)_2 = 6Fe_2O_3 + 24NO_2\uparrow + 3O_2\uparrow$

$Fe^{+2} \xrightarrow{-1\bar{e}} Fe^{+3}$ } $3\bar{e}$ | ·1

$O^{-2} \xrightarrow{-2\bar{e}} O^{0}$

$N^{+5} \xrightarrow{+1\bar{e}} N^{+4}$ } $1\bar{e}$ | ·3

7 g

72 O

$2K\overset{+3}{Br}O_2 \xrightarrow{+KOH} K\overset{+1}{Br}O + K\overset{+5}{Br}O_3 + H_2O$

$Br^{+3} \xrightarrow{+2\bar{e}} Br^{+1}$

$Br^{+3} \xrightarrow{-2\bar{e}} Br^{+5}$

$2KBrO_2 + KOH \rightarrow 2KBrO + KBrO_3 + H_2O$