

РАЗДЕЛ II. НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ЗАДАЧА I (автор Маринчук А.)

1. A1 может содержать: X, Y, Na, Z. Так как YZ не хранят в стеклянной посуде, скорее всего это HF. Другие сведения подтверждают это предположение.

Учитывая образование XF₃, на роль X могут пойти несколько элементов, но лучше всех подходит бор.

Молекулярные формулы веществ:

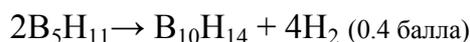
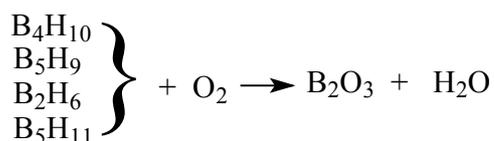
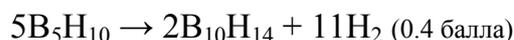
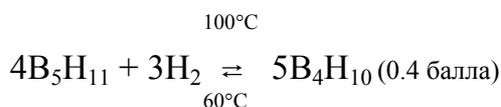
A1	A2	A3	A4	A5
B ₂ H ₆	B ₄ H ₁₀	B ₅ H ₁₁	B ₅ H ₉	B ₁₀ H ₁₄
X		Y		Z
B		F		H

Данные по веществам из таблицы:

Вещество	n_B/n_H	Простейшая формула	Молекулярная формула	Количество атомов X в молекуле
A1	0.334	BH ₃	B ₂ H ₆	2
A2	0.400	B ₂ H ₅	B ₄ H ₁₀	4
A3	0.455	B ₅ H ₁₁	B ₅ H ₁₁	5
A4	0.555	B ₅ H ₉	B ₅ H ₉	5
A5	0.712	B ₅ H ₇	B ₁₀ H ₁₄	10

(по 0.5 балла за каждое правильно указанное вещество, всего 4 балла)

2. Уравнения реакций:



(всего 5 баллов)

3. Потому что плавиковая кислота реагирует со стеклом:



(0.5 балла за объяснение и 0.5 балла за уравнение, всего 1 балл.

0.1 балла снимается, если стекло – SiO₂, или если образуется SiF₄).

4. Структура B_2H_6 показана на рис. 1. (всего 2 балла, 1,5 балла за структуру с равноценными связями В-Н-В, 0,5 балла за пространственное строение).

5. Структура BH_4^- показана на рис. 1. BH_4^- представляет собой тетраэдр с атомом В в центре и атомами Н в вершинах. Аналогичное строение имеют CH_4 и NH_4^+ . Их принципиальное различие – в зарядах.

(1 балл за структуру и по 1 баллу за каждый пример, всего 3 балла, по 0,5 балла за одинаковое пространственное и электронное строение).

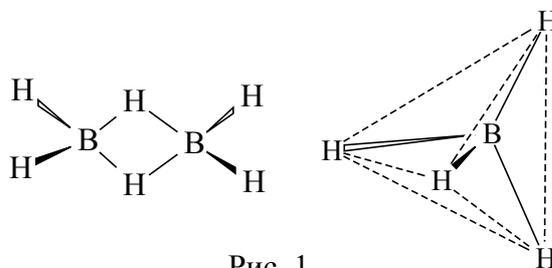


Рис. 1

ЗАДАЧА 2 (автор Розанцев Г.М.)

1. Так как элементный состав **Б**, **В** и **Д** одинаков; а $\nu_{XCl_n} = \nu_{YCl}$

$XCl_n + YCl \rightarrow A + mHCl$, где **А** – простейшая формула **Б**, **В** и **Д**.

$$\nu_{XCl_n} = \frac{12,41 - 0,21}{A_x + 35,5n} = \frac{12,20}{A_x + 35,5n}$$

$$\nu_{YCl} = \frac{12,52}{4(A_y + 35,5)} = \frac{3,13}{A_y + 35,5}$$

$$\nu_{HCl} = \frac{5,24}{22,4} = 0,234 (\text{моль})$$

Тогда: $m\nu_{YCl} = \nu_{HCl}$ $\frac{3,13}{A_y + 35,5} = \frac{0,284}{m}$; (2,5 балла)

$$A_y = 13,38m - 35,5 \quad (0,5 \text{ балла}) \quad (m \geq 4);$$

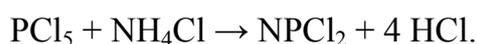
при $m = 4$ $A_y = 18$ г/моль. В составе **Х** или **У** должен быть водород (выделяется HCl). Если водород в **У**, то **У** – NH_4^+ (0,5 балла), хлорид – NH_4Cl , а **У'** – N.

Так как $4\nu_{XCl_n} = \nu_{HCl}$

$$\frac{12,20 \cdot 4}{A_x + 35,5n} = 0,234;$$

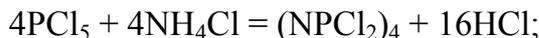
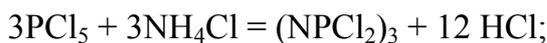
$$A_x = 208,5 - 35,5n. \quad (0,25 \text{ балла})$$

Подходят Ba^{2+} ($n = 2$) и P^{+5} ($n = 5$) (0,25 балла), но $BaCl_2$ не реагирует с NH_4Cl . Значит XCl_5 – PCl_5 (0,5 балла), а **А** – $NPCl_2$.

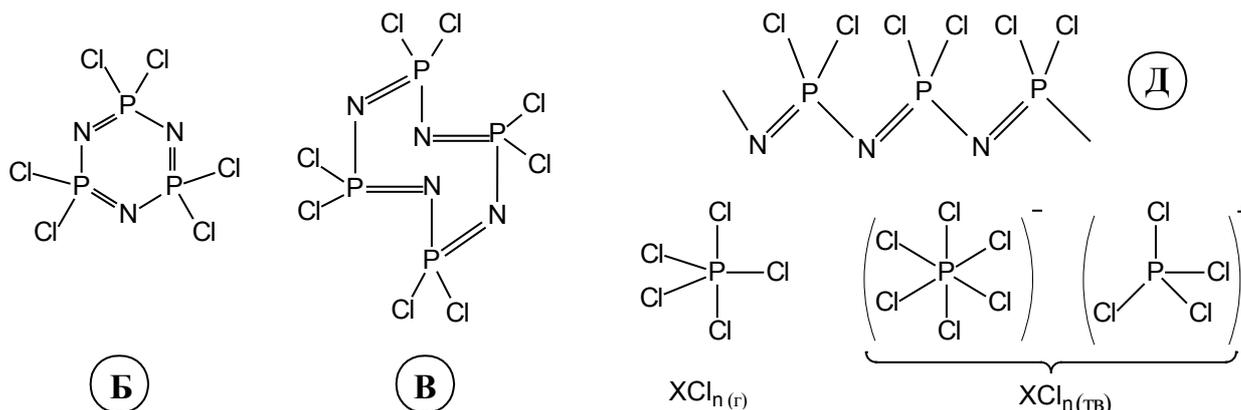


При $W_B = W_A$ и $\Delta t = \frac{K \cdot W \cdot 1000}{(100 - W)M}$; $\frac{\Delta t_B}{\Delta t_A} = \frac{M_B}{M_A} = \frac{1}{0,75} = \frac{4}{3}$. (1 балл)

Б – $(\text{N}(\text{PCl}_2)_3)_3$; **В** – $(\text{N}(\text{PCl}_2)_4)_4$; **Д** – $(\text{N}(\text{PCl}_2)_a)_a$; в **Г** – связь P–Cl как в **Б** и в PCl_5 (твердый). Скорее всего, полимерную цепь обрывают PCl_4^+ и PCl_6^- (ранее считали Cl^- и PCl_4^+). Поэтому **Г** – $\text{PCl}_6^- (\text{N}(\text{PCl}_2)_b \text{PCl}_4^+$. (по 0,25 балла)



2.



(по 0,5 балла)

3. $(\text{N}(\text{PCl}_2)_b)_b \cdot 2\text{PCl}_5$ $M = 116 \cdot b + 417$ (0,25 балла) $10 \leq b \leq 17$ (0,25 балла)

4. **Б**: 120° , шестиугольник (0,5 балла)

В: $1,57\text{\AA}$; $1,98\text{\AA}$; не ароматичен (0,75 балла)

Д: $1,56\text{\AA}$; $1,98\text{\AA}$; линейный полимер (0,75 балла)

5. Прекращение выделения HCl в склянке с H_2SO_4 . (0,5 балла)

6. $\ln \frac{P_2}{P_1} = \frac{\Delta H_{\text{кин}}^0}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$ (0,5 балла)

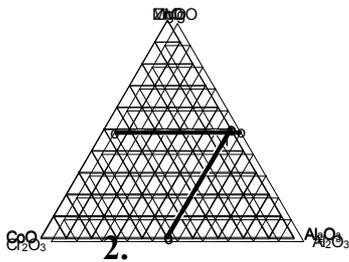
$$\Delta H_{\text{кин}}^0 = \frac{RT_1 T_2 \ln \frac{P_2}{P_1}}{T_2 - T_1} = \frac{8,314 \cdot 400 \cdot 529 \ln 10^5 / 1,7 \cdot 10^3}{529 - 400} = 55567 \text{ (Дж/моль)} \text{ (0,5 балла)}$$

$$\ln \frac{P_2}{1,7 \cdot 10^3} = \frac{55567}{8,314} \left(\frac{1}{400} - \frac{1}{413} \right);$$

$$P = 2,9 \cdot 10^3 \text{ (Па)} \text{ (0,5 балла)}$$

ЗАДАЧА 3 (автор Жиров А.И.)

1. Плотнейшая (трехслойная) упаковка для атомов кислорода соответствует гранцентрированной кубической решетке. Четыре атома X располагаются на вершинах и центрах граней куба, а еще четыре – внутри куба (на осях третьего порядка). Таким образом, $Z = 4 + 4 = 8$. (2 балла)



$ZnAl_2O_4$	$MgAl_2O_4$	$MgAl_2O_4$
$CoAl_2O_4$	$CoAl_2O_4$	$MgCr_2O_4$
$(Zn_{1-x}Co_x)Al_2O_4$	$(Mg_{1-x}Co_x)Al_2O_4$	$Mg(Al_{1-x}Cr_x)_2O_4$

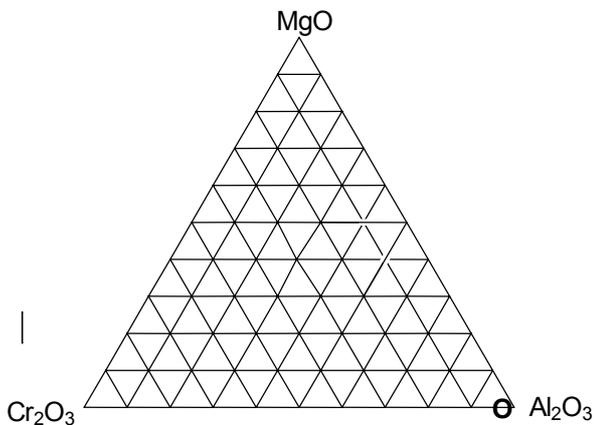
(2 балла)

3.

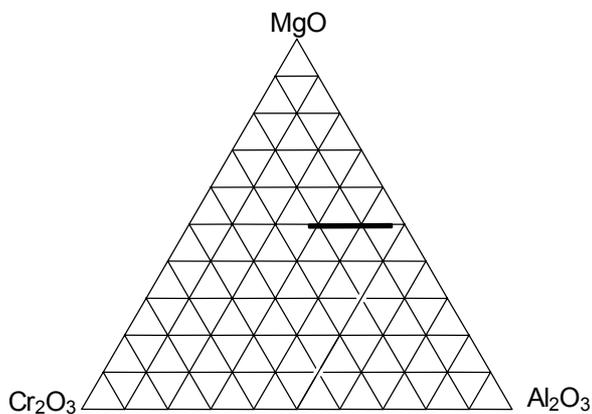
состав	вид шпинели	состав	вид шпинели
$ZnAl_2O_4$	нормальная	$MgAl_2O_4$	нормальная
$CoAl_2O_4$	нормальная	$(Mg_{1-x}Co_x)Al_2O_4$	нормальная
$(Zn_{1-x}Co_x)Al_2O_4$	нормальная	$MgCr_2O_4$	нормальная
$Mg(Al_{1-x}Cr_x)_2O_4$	нормальная		

(2 балла)

4. Электронная конфигурация Cr(III) – $1s^22s^22p^63s^23p^63d^3$, три неспаренных электрона. (1 балл)



5.



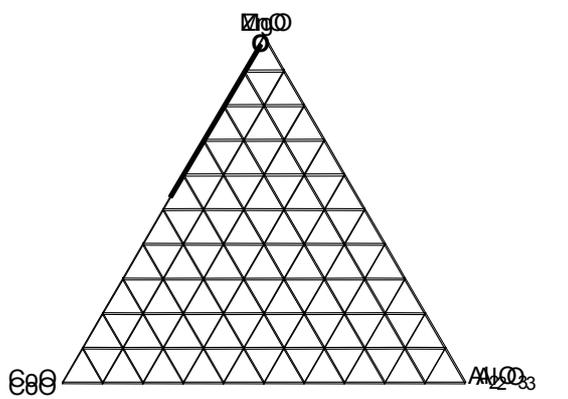
(1 балл)

6. Окружение Co(II) – тетраэдрическое (нормальная шпинель).

Электронная конфигурация Co(II) – $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7$, число неспаренных электронов $10 - 7 = 3$

(2 балла)

7.



В кубической решетке типа NaCl координационный полиэдр кобальта – октаэдр. Окраска – красная (интенсивность окраски зависит от x).

(2 балла)

8.

а)

окраска	составы
белая	$ZnAl_2O_4$, $MgAl_2O_4$
синяя	$(Zn_{1-x}Co_x)Al_2O_4$
красная	$Mg(Al_{1-x}Cr_x)_2O_4$

(1.5 балла)

б)

белая	MgO , Al_2O_3
синяя	$(Zn_{1-x}Co_x)Al_2O_4$
красная	$(Al_{1-x}Cr_x)_2O_3$, $(Mg_{1-x}Co_x)O$

(1.5 балла)