

Задание 1. Неизвестный Минерал (*Коршыбек Диас*)

- (1) По второму пункту задачи можно понять, что элемент с валентностью I это металл, валентность I могут иметь все щелочные металлы, а также золото, медь и серебро. По описанию $C - SO_2$, и получается **A** и **B** сульфиды, **D** это оксид.

Получается минерал содержит два металла и серу. С помощью данных по параметрам решетки для минерала **X** можем найти ее молярную массу:

$$M_r = \frac{\rho \cdot N_A \cdot V}{z} = \frac{4.193 \cdot N_A \cdot (5.289 \cdot 10^{-8})^2 \cdot (10.423 \cdot 10^{-8})}{4} = 184 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

С учетом молярной массы можно понять, что золото из вариантов отпадает, так как ее атомная масса больше чем молярная масса самого минерала. Вещество **B** имеет черный цвет, поэтому щелочные металлы отпадают, так как их сульфиды белого цвета. Остаются лишь серебро и медь.

Если серебро, минерал $MeAgS_n$:

n	$M_r(Me)$
1	44
2	12

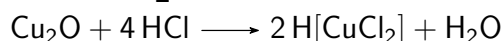
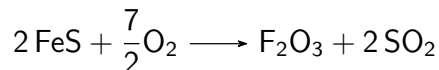
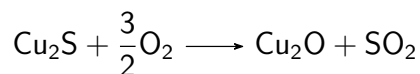
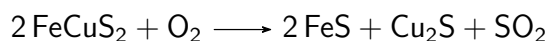
Если медь, минерал $MeCuS_n$:

n	$M_r(Me)$
1	88
2	56

Из всех вариантов подходит лишь последний, получается минерал $FeCuS_2$.

A	B	C	D	E	X
FeS	CuS	SO_2	Cu_2O	$H[CuCl_2]$	$FeCuS_2$

Реакции:



За нахождение каждого элемента по 1 баллу, за реакции по 1 баллу, за нахождение молярной массы 2 балла.

- (2) Эффект Яна-Теллера. (1 балл)

Задание 2. Равновесие (*Мугалим Алиби*)

- (1)

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

(1 балл)
(2)

$$K_b = \frac{[\text{HA}][\text{OH}^-]}{[\text{A}^-]}$$

(1 балл)
(3)

$$\begin{aligned} K_a &= \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \implies [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_a[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} \\ K_b &= \frac{[\text{HA}][\text{OH}^-]}{[\text{A}^-]} \implies [\text{OH}^-] = \frac{K_b[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \\ K_w &= [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = \frac{K_a[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} \cdot \frac{K_b[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = K_a K_b \end{aligned}$$

(10 балл)

Задание 3. Теллур (*Илюусизов Ринат*)

- (1) $3 \text{Te} + 6 \text{NaOH} = 2 \text{Na}_2\text{Te} + \text{Na}_2\text{TeO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$
 $5 \text{TeO}_2 + 2 \text{KMnO}_4 + 6 \text{HNO}_3 + 12 \text{H}_2\text{O} = 5 \text{H}_6\text{TeO}_6 + 2 \text{KNO}_3 + 2 \text{Mn}(\text{NO}_3)_2$
 $\text{TeO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} = \text{H}_6\text{TeO}_6$
 $\text{H}_6\text{TeO}_6 + 6 \text{HI} = \text{TeI}_4 + \text{I}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$
 $\text{TeI}_4 \rightleftharpoons \text{TeI}_2 + \text{I}_2$
За каждую реакцию по 2.4 балла.

Задание 4. Душевное равновесие (*Илюусизов Ринат*)

- (1) По принципу Ле-Шетелье равновесие сместится в сторону, где меньше молекул газа.
Принимается обоснование через константу равновесия (2 балл)
- (2) $Q = \frac{[\text{C}]^2}{[\text{A}][\text{B}]^2} = \frac{[0.1 \text{ M}]^2}{[0.2 \text{ M}][0.3 \text{ M}]^2} = 0.56$ $Q < K$, реакция пойдет вправо
(6 балл)
- (3) Никак. Активность твердых веществ постоянна. (4 балл)

Задание 1. Изумруд (*Инсар Имаш*)

- (1) Из реакции 2, можно догадаться, что Д скорее всего это $\text{Na}_n[(\text{OH})_4]$.

$\text{Na}[A(\text{OH})_4]$, $\approx 7.19/$ это примерно равно молярной массе **Лития**, но он не проявляет степень окисления +3.

При молекулярной формуле $\text{Na}_2[A(\text{OH})_4]$ молярная масса $A \approx 9g/mol$, что соответствует **Берилию**, он и проявляет степень окисления +2.

Зная, что А это Ве (1 балл), мы можем написать уравнения реакций:

Реакция 1: $\text{Ве} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ве}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$ (0.5 балл)

Реакция 2: $\text{Ве}(\text{OH})_2 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Ве}(\text{OH})_4]$ (0.5 балл)

Реакция 3: $\text{Ве} + \text{ВеO} \rightarrow \text{Ве}_2\text{O}$ (0.5 балл)

Г: $\text{Ве}(\text{OH})_2$ (0.5 балл)

Д: $\text{Na}_2[\text{Ве}(\text{OH})_4]$ (0.5 балл)

Е: $\text{Ве}_2\text{O}$ (0.5 балл)

- (2) Химия Б и А сходна, значит при добавлении избытка NaOH, у нас образуется $\text{Na}_n[\text{Б}(\text{OH})_4]$.

При $n = 1$ выходит, что Д2 имеет формулу $\text{Na}_n[\text{Б}(\text{OH})_4]$ с массовой долей металла = 22.9%.

Из этого можно посчитать молярную массу Б $\approx 27.0g/mol$, что соответствует **Алюминию**.

Зная, что Б это Al (0.5 балл), мы можем написать уравнения реакций:

Реакция 4: $\text{Al} + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + 3/2 \text{H}_2$ (0.25 балл)

Реакция 5: $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ (0.25 балл)

Г2: $\text{Al}(\text{OH})_3$ (1 балл)

Д2: $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ (1 балл)

- (3) Понять, что за элемент В можно понять по гидриду Л $\text{ВH}_n \cdot (M_r() = x) : x = \frac{87.45}{x + n \cdot 1.008} = \frac{87.45}{100}$ или $6.968n = x$, тогда
 $n = 1 \rightarrow x = 7.024 \Rightarrow \text{Li}$ но это металл $\Rightarrow$ не подходит,
 $n = 2 \rightarrow x = 14.048 \Rightarrow \text{N}$, но стабильной структуры NH_2 не существует $\Rightarrow$ не подходит,
 $n = 3 \rightarrow x = 21.072 \Rightarrow$ не подходит,
 $n = 4 \rightarrow x = 28.095 \Rightarrow \text{Si} \Rightarrow \text{SiH}_4$, что является стабильным веществом.

Зная, что В это Si (0.5 балл), мы можем написать уравнения реакций:

Реакция 6: $\text{Si} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{SiCl}_4$ (0.25 балл)

Реакция 5: $\text{SiCl}_4 + \text{Li}[\text{AlH}_4] \rightarrow \text{SiH}_4 + \text{LiCl} + \text{AlCl}_3$ (0.25 балл)

И: SiCl_4 (1 балл)

Л: SiH_4 (1 балл)

- (4) Найдите формулу изумруда и напиши реакцию изумруда с серной кислотой.

В майнкрафте стекло делают из песка, то есть оксида кремния SiO_2 .

Количество вещества BeSO_4 (сульфат А):

$$n = \frac{1.17}{9.01 + 32.06 + 16 \cdot 4} \approx 0.0111 \text{ mol} \Rightarrow n(\text{Be}) \approx 0.0111 \text{ mol}$$

Количество вещества $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (сульфат Б):

$$n = \frac{1.27}{26.98 \cdot 2 + (32.06 + 16 \cdot 4) \cdot 3} \approx 3.71 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \Rightarrow n(\text{Al}) \approx 7.42 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Количество вещества SiO_2 :

$$n = \frac{1.34}{28.09 + 16 \cdot 2} \approx 0.0223 \Rightarrow n(\text{Si}) \approx 0.0223 \text{ mol}$$

В 2 граммах изумруда присутствует кислород, его масса равна

$$m(\text{O}) = 2 - (0.0111 \cdot 9.01 + 7.42 \cdot 10^{-3} \cdot 26.98 + 0.0223 \cdot 28.09)$$

$$m(\text{O}) = 1.0734 \text{ грамма} \Rightarrow n(\text{O}) = \frac{1.0734}{16} \approx 0.0671 \text{ mol}$$

$$n(\text{Be}) : n(\text{Al}) : n(\text{Si}) : n(\text{O}) = 0.0111 : 7.42 \cdot 10^{-3} : 0.0223 : 0.0671$$

$$n(\text{Be}) : n(\text{Al}) : n(\text{Si}) : n(\text{O}) \approx 1.5 : 1 : 3 : 9$$

Из этого выходит, что формула изумруда это **$\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$** или **$\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$**
(2 балл)

Задание 2. Считая звезды (Инсар Имаш)

- (1) Напряжённость гравитационного поля можно найти по формуле

$$E = G \frac{M_s}{R_s^2}$$

Соответственно,

$$E = 6.67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{1.989 \cdot 10^{30}}{(6.963 \cdot 10^8)^2} \approx 274 \text{ ms}^{-2}$$

(1 балл)

- (2) Энергию фотона можно рассчитать по формуле

$$E = h \frac{c}{\lambda}$$

Соответственно,

$$E = 6.626 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{588 \cdot 10^{-9}} \approx 3.38 \cdot 10^{-19}$$

(1 балл)

- (3) $4 \text{ } ^1_1\text{p} \rightarrow \text{}^4_2\text{He} + 2 \text{}^0_{+1}\text{e}$

- (4) Считаем потерю массы

$$\Delta m = 2 \cdot 9.109 \cdot 10^{-31} + 6.646 \cdot 10^{-27} - 4 \cdot 1.673 \cdot 10^{-27} \approx -4.42 \cdot 10^{-29} \text{ kg}$$

Энергия считается по уравнению Эйнштейна

$$E = mc^2 = 4.42 \cdot 10^{-29} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 \approx 4 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$

(4 балл)

- (5) Давайте сначала посчитаем энергию которую надо приложить, чтобы разделить атом гелия и электрон

Это считается по формуле расчёта энергии электрического поля

$$E = k \frac{q_{He} q_e}{r} = 8.992 * 10^9 * \frac{4 * 1.602 * 10^{-19} * 1.602 * 10^{-19}}{140 * 10^{-12}} \approx 6.59 * 10^{-18} J$$

Чтобы рассчитать энтальпию реакции, нужно посчитать энергию ионизации для моля вещества

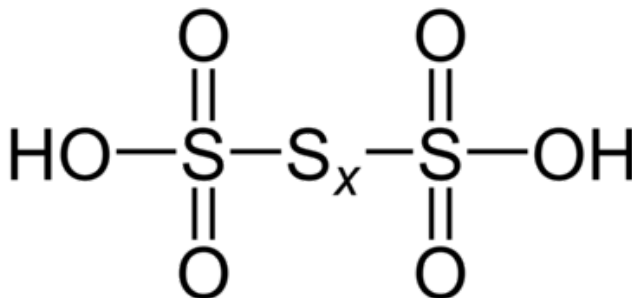
Соответственно

$$\Delta H = E * N_a = 6.59 * 10^{-18} * 6.022 * 10^{23} \approx 3968 kJ/mol$$

(5 балл)

Задание 3. Сера, кислород и еще раз сера (Махмудов Мансур, Полетаев Данил)

1. (4 балл)



2. а. Независимо от того, как Вы будете считать pH (приблизительной или точной формулой) - у Вас должны выйти примерно одинаковые ответы из-за того, что концентрация довольно большая: (2 балл)

$$pH = -\lg [H^+] = -\lg \left(\sqrt{K_a K_{a,2}} \right) = 3.3$$

б. Т.к. с ростом n растет длина кислоты, то влияние одной OH группы на другую уменьшается, т.е. становится легче разорвать связь $O-H$, поэтому $pK_{a,1}$ не должно меняться в широких пределах, а $pK_{a,2}$ должно уменьшаться. (2 балл)

3. (1) $MnO_2 + 2SO_2 = MnS_2O_6$ (1 балл)
(2) $2S_2O_3^{2-} + 4H_2O_2 = S_3O_6^{2-} + SO_4^{2-} + H_2O$ (2 балл)
(3) $2S_2O_3^{2-} + I_2 = S_4O_6^{2-} + 2I^-$ (1 балл)

Задание 4. Игла Бюффона (Махмудов Мансур)

Найдем молярную массу металла:

$$M = \frac{\rho V N_a}{Z} = \frac{2.7 \cdot (4.05 \cdot 10^{-8})^3 \cdot 6.02 \cdot 10^{23}}{4} = 27 g \cdot mol^{-1}$$

Это соответствуем молярной массе алюминия, теперь мы можем найти массу, для этого найдем моль водорода:

$$\nu(H_2) = \frac{PV}{RT} = \frac{100 \cdot 74.33}{8.314 \cdot 298} = 3 \text{ mol}$$
$$2Al + 3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2$$

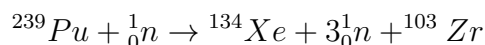
Теперь можем найти массу:

$$\nu(Al) = \frac{2}{3}\nu(H_2) = 2 \text{ mol}$$
$$\nu(Al) = 2 \cdot 27 = 54 \text{ g}$$

За нахождение молярной массы металла 4 балла, за нахождение объема водорода 1 балла, за реакцию 1 балла, за массу 6 баллов.

Задание 1. Заряд-демон (*Махмұтов Мансур*)

- (1) Перебором получаем, что вещество X – CW (карбид вольфрама). (2 балл)
 (2) По закону сохранения массы и заряда:



(3 балл)

(3)

$$\ln \frac{n}{n_0} = \frac{k-1}{\tau} \cdot t$$

$$\frac{n}{n_0} = \exp \left\{ \frac{k-1}{\tau} \cdot t \right\} = \exp \left\{ \frac{1.1-1}{10^{-8}} \cdot 10^{-6} \right\} \approx 22000$$

(7 балл)

Задание 2. Кинетика (*Жаксылык Шакир*)

- (1) $r = k[A][B] = k_{\text{эксп}}[A]$; $k_{\text{эксп}} = k[B]$
 (2)

$$k_1[RL_1]_{eq} = k_{-1}[R][L_1]$$

$$k_2[R][L_2] = k_{-2}[RL_2]_{eq}$$

Исключая из этих уравнений концентрацию интермедиата $[R]$, находим:

$$[RL_2]_{eq} = [RL_1]_{eq} \frac{k_1 k_2 [L_2]}{k_{-1} k_{-2} [L_1]}$$

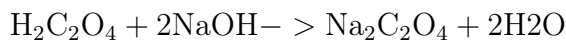
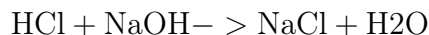
- (3) Когда $[L_2] \gg [L_1]$, слагаемые $k_{-1} k_{-2} [L_2]$ и $k_{-1} [L_2]$ относительно ничтожно малы

$$k_{\text{эксп}} = \frac{k_1 k_2 [L_2] + k_{-1} k_{-2} [L_1]}{k_2 [L_2] + k_{-1} [L_1]} = \frac{k_1 k_2 [L_2]}{k_2 [L_2]} = k_1$$

За каждый пункт по 4 балла.

Задание 3. Титрование (*Кабдуллахадыр Абылай*)

1.



За каждую реакцию по два балла.

2. По уравнению количество вещества $\text{NaOH} = 2 n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 2 * 0.01 * 0.1 = 2 \times 10^{-3}$, $(\text{NaOH}) = \frac{2 \times 10^{-3}}{7.9 \times 10^{-3}} = 0.25316 \text{ М}$ Похожим расчетом вычисляем, что $n(\text{HCl}) = n(\text{NaOH}) = 2.81 \times 10^{-3} \Rightarrow 10 \text{HCl}(10100)$, $n(\text{HCl}) = 2.81 \times 10^{-2} \Rightarrow m(\text{HCl}) = 1.0242$
(8 балл)

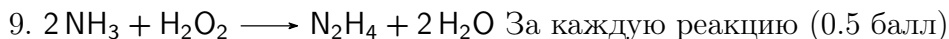
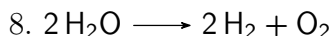
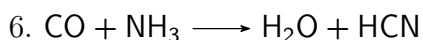
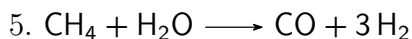
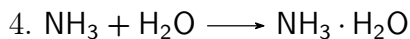
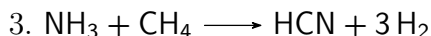
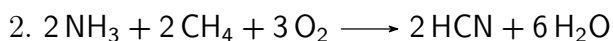
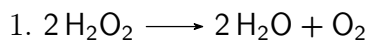
Задание 4. Неорганика без цифр (*Адилъжан Молдагул*)

[1]. Тот факт, что все соединения могут быть получены прямым синтезом из простых веществ, практически однозначно указывает на то, что вещества А, В, С это бинарные соединения. Из реакции разложения вещества Q также следует, что С содержит кислород. Кроме того, между соединениями есть что-то общее. Первое очевидное предположение, что данные вещества – оксиды одного и того же элемента, - оказывается несостоятельным, поскольку условия их получения и возможность взаимодействовать между собой указывает на обратное. Оксиды разных элементов также маловероятны. Следовательно, необходимо искать иной признак общности.

Обратим внимание на основные свойства вещества В. Поскольку оксиды практически исключены из рассмотрения, единственным подходящим бинарным веществом, является аммиак. Его фосфорный аналог фосфин куда менее основен. Аммиак действительно может быть получен при взаимодействии простых веществ в присутствии катализатора губчатого $\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$. Значит общий признак соединений А, В, С в том что они содержат водород в своём составе.

Из информации про Q можно сделать единственный вывод что это — пероксид водорода, тогда С это — вода. Из информации про то что А сгорает образуя 4 продукта можно сделать единственный разумный вывод что это — метан.

A- CH_4 ; B- NH_3 ; C- H_2O ; Q- H_2O_2 ; D- HCN ; E- H_2 ; T- $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; F- CO ; G- NH_4CN ; I- N_2H_4 За каждое вещество (0.5 балл)



[2]. Процесс Габера-Боша (0.2 балл), $> 500^\circ\text{C}$ (0.2 балл); $> 350 \text{ атм}$ (0.2 балл); катализатор губчатое железо (0.2 балл). Комарик/Гремучая смесь (0.2 балл)

[3]. Синтез-газ или водяной газ (0.5 балл). Нейтрализует его сахар, а именно глюкоза. Структура глюкозы (1 балл), структура продукта (0.5 балл).

Задание 1. Аналитическая кинетика (*Жаксылык Шакир*)

- (1) В схеме присутствуют две достаточно медленные стадии (с константами скорости k_1 и k_2 соответственно), и схему можно заменить эквивалентной с двумя последовательными реакциями (что и сделано в следующем пункте). Это означает, что лимитирующая стадия является самой медленной. При понижении pH амин в значительной степени протонирован, и первая реакция соответственно замедляется. Одновременно равновесие K_2 смещено в сторону интермедиата $TН^+$, что обеспечивает высокую скорость протекания второй стадии. Аналогичные рассуждения можно провести в случае высокого pH . При низком pH лимитирует присоединение амина. При высоком pH лимитирует отщепление воды (по 2 балла за верное указание лимитирующей стадии).
- (2) Выведем зависимость k_3 и k_4 от кислотности среды:

$$k_3 = k_1[RNH_2] = k_1 \frac{K_a}{K_a + [H^+]} C(RNH_2) \text{ (2 балла)}$$

$$k_4 = k_2 \frac{[TН^+]}{[T] + [TН^+]} = k_2 \frac{K_2[H^+]}{1 + K_2[H^+]} \text{ (2 балла)}$$

Условие $k_2 = k_4$ приводит к квадратному уравнению:

$$K_2[H^+]^2 + K_a K_2 \left(1 - \frac{k_1}{k_2} C(RNH_2)\right) [H^+] - \frac{k_1}{k_2} K_a C(RNH_2) = 0$$

откуда получаем $[H_{\max}^+] = 8.7 \cdot 10^{-5} M, pH_{\max} = 4.1$ (4 балла)

Задание 2. Органическая химия (*Коршыбек Дуас*)

1. Учтите, что: соединение А2 (которое содержит 5 типов элементов, содержание X составляет 7,61%) находится в равновесии с соединением А4 (содержание X составляет 15,9%) и диэтиловым эфиром (Et_2O).

Заметьте, что Et_2O содержит 3 элемента (C, H, O). Следовательно, А4, вероятно, бинарное соединение. Следовательно, пусть А2 будет $X_a M_b \cdot (Et_2O)_c$. Пусть $a = 1$, $c = 1$ и $x = A_r(X)$, $m = A_r(M)$:

$$\frac{x}{x + mb} = 0.159 \implies x = 0.18906mb$$

$$\frac{x}{x + mb + 4 \cdot 12 + 10 + 16} = 0.0761 \implies x = 0.08237mb + 6.095$$

соответствует бору $m = 57.128b$, $x = 10.8$.

b	m	M
1	57.128	—
2	28.564	—
3	19.043	F
4	14.282	$\approx N$
5	11.426	—
6	9.521	—

По эмпирической формуле подходит фтор. По массовой доле можно понять, что A1 - NaBH_4 . По массовой доле атома бора в A3 можно предугадать, что он содержит лишь Na, B, H: A3 - $\text{Na}[\text{B}_x\text{H}_y]$:

$$\frac{10.8x}{10.8x + y + 23} = 0.511 \implies x = 0.09675831y + 2.22544118$$

y	x
1	2.322
2	2.419
3	2.516
4	2.612
5	2.709
6	2.806
7	2.903
8	3

$x = 8, y = 3$, A3 - $\text{Na}[\text{B}_3\text{H}_8]$

A5 содержит те же элементы, что и A3: A3 - $\text{Na}[\text{B}_x\text{H}_y]$.

y	x
1	4.984
2	5.191
3	5.398
4	5.605
5	5.812
6	6.018
7	6.233

Наиболее подходящий вариант для эмпирической формулы это $\text{Na}[\text{B}_6\text{H}_6]$, но молекулярная формула будет $\text{Na}_2[\text{B}_{12}\text{H}_{12}]$ из-за того, что существует очень известный анион $[\text{B}_{12}\text{H}_{12}]^{2-}$.

Добавление CsOH приводит лишь к реакции двойного замещения.

X - B

A1 - NaBH_4

A2 - $\text{BF}_3 \cdot \text{Et}_2\text{O}$

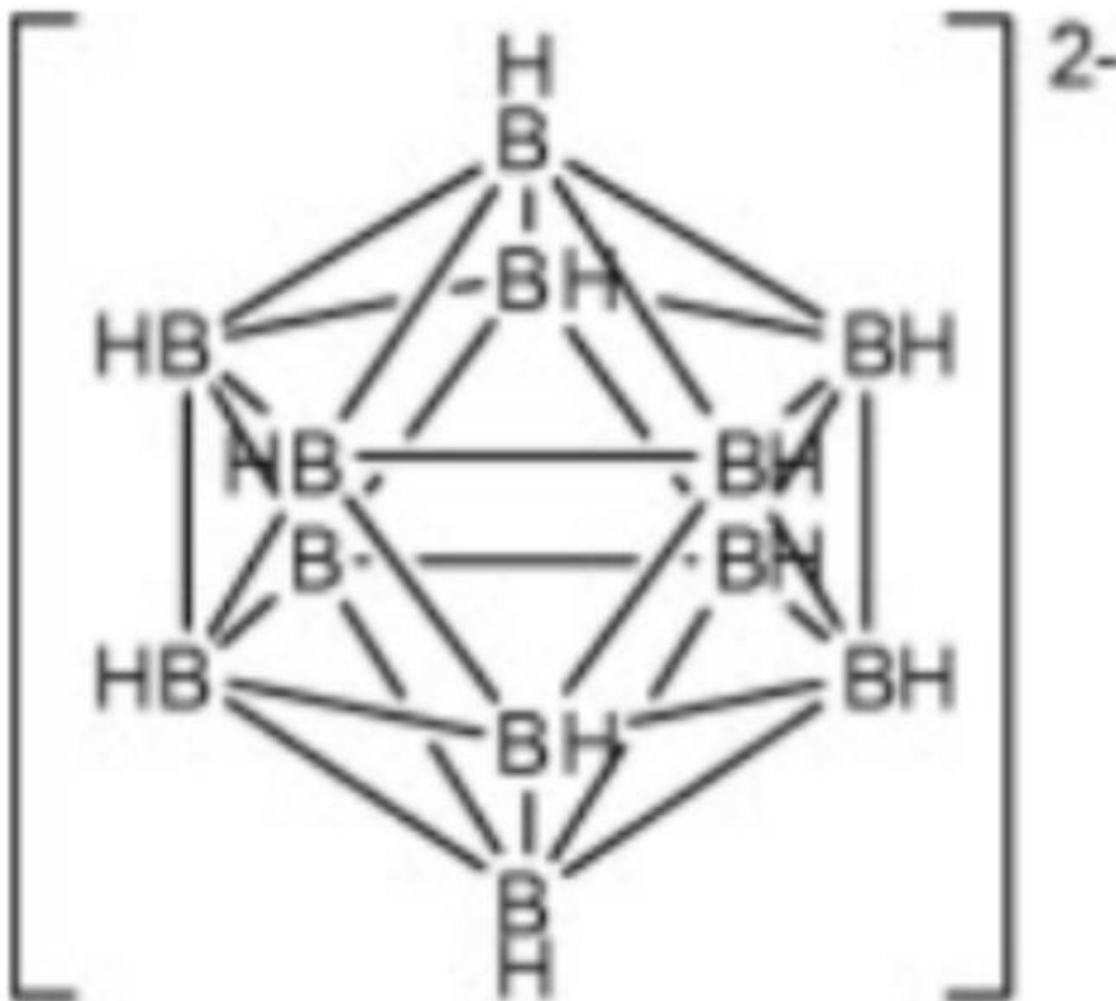
A3 - $\text{Na}_3[\text{B}_3\text{H}_8]$

A4 - BF_3

A5 - $\text{Na}_2[\text{B}_{12}\text{H}_{12}]$

A6 - $\text{Cs}_2[\text{B}_{12}\text{H}_{12}]$

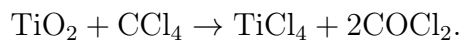
За нахождение X и A1 по 0.5 баллов, за нахождение A2-A6 по 2 балла.



(1 балл)

Задание 3. Антагонист меди (Сабыр Маду)

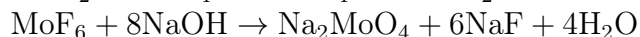
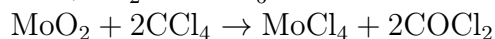
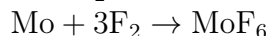
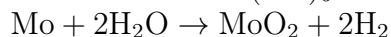
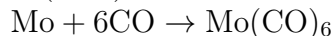
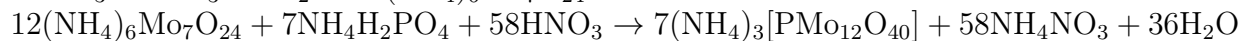
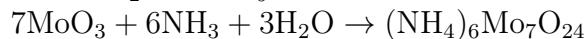
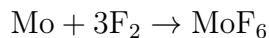
1. Если принять, что F это хлорид какого-то металла, то можно перебрать несколько веществ. Перебирая вещества, мы можем предположить, что это могли быть TiCl_2 , MoCl_4 , CdCl_2 . Смотри на реакции, мы можем сказать, что кадмий не может создавать комплексы с CO и диспропорционировать в другой реакции. TiCl_2 не сможет получиться в этой реакции, так как реакция должна быть такой:



X - это молибден, что подходит под характеристику этой реакции. (1 балл за нахождение X)

2. Подставляя данные мы находим, что F - MoCl_4 , IV - Na_2MoO_4 , J - COCl_2 , II - $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$, III - $(\text{NH}_4)_3[\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}]$.

Реакции:



По реакциям видно, что С - MoF_6 , I - $\text{Mo}(\text{CO})_6$, В - MoO_2 . Высший оксид D это MoO_3 . (0.5 баллов за каждое вещество) (1.5 балл за реакцию перехода с II на III, 1 балл за реакцию перехода с D на II) (0.5 баллов за остальные реакции).

Задание 4. Алкадиены шашкуют (Полетаев Данил)

1. (6 баллов)

$$k(T2)/k(T1) = 310^4 \text{ (2 балла за отношение констант)}$$

$$k(T2) = \exp[78000/(8.314305)]$$

$$k(T1) = \exp[E_{\text{акт}}/8.314305]$$

$$E_{\text{акт}} = 51858 \text{ Дж}$$

(2 балла за логарифмирование выражения и 2 балла за правильный ответ)

2. (6 баллов)

$$r(T2) = r(T1) + 65$$

$$r(T2) = r(T1)2^{(323 - 303)/10}$$

$$r(T2) = 86.6 \text{ моль/с (3 балла)}$$

$$r(T1) = 21.6 \text{ моль/с (3 балла)}$$

Задача №1

МРТ головного мозга

(Полетаев Данил)

1. Объясните, как строение атома водорода стало основой работы МРТ? (1 балл)

Ядро атома водорода имеет лишь один протон и спиновый момент $\frac{1}{2}$, что обуславливает его отзывчивость на сильное магнитное поле (1 балл за упоминание наличия лишь одного протона в составе ядра).

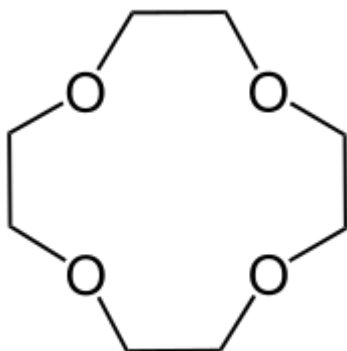
2.

По закону ампера найдем силу МП:

$$F = 275 \cdot 0.5 \cdot 1.82 \cdot \sin 45 = 212 \text{ Н} \text{ (2 балла)}$$

3. Циклические полиамины способны удерживать более тяжелые ионы переходных металлов. Свинец – тяжелый и очень ядовитый металл, циклический полиамин намного эффективнее справится с его удалением из организма (1 балл за ответ, какое вещество эффективнее, 1 балл за объяснение, почему для свинца эффективен циклический полиамин).

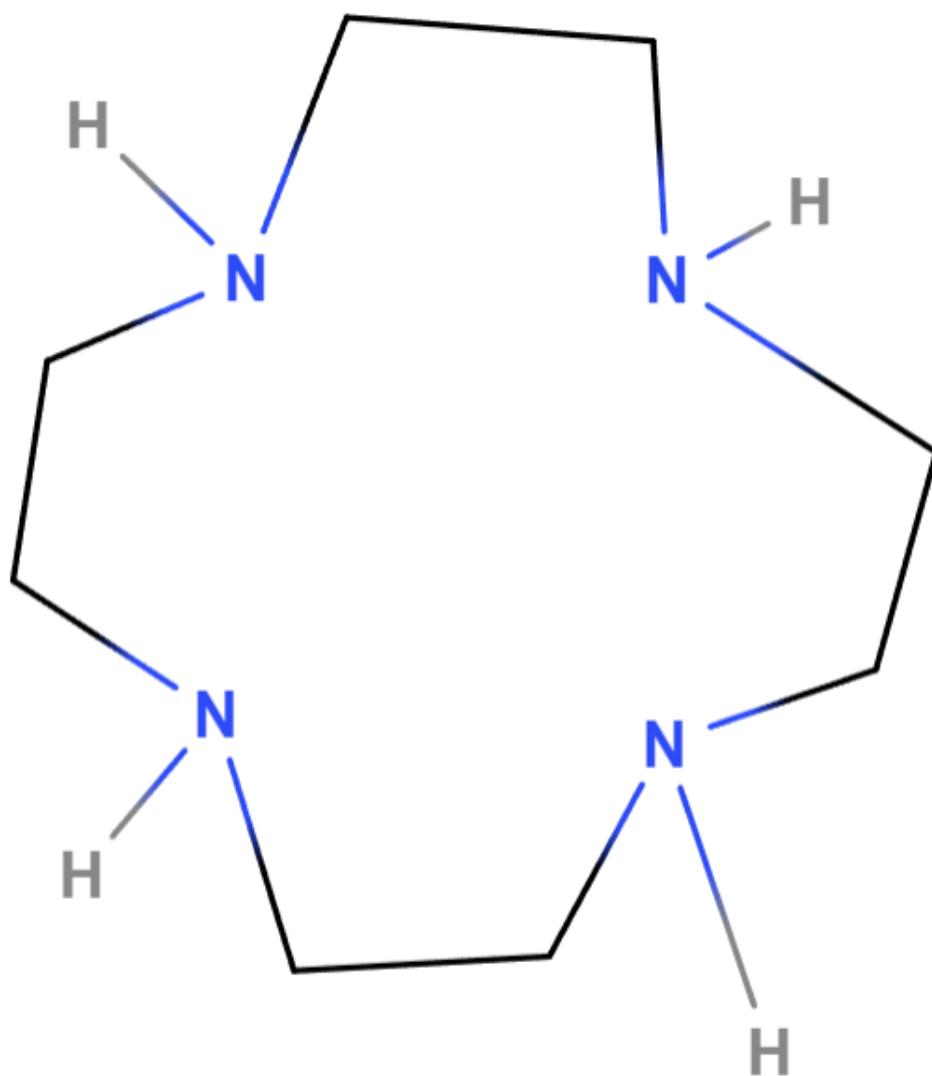
4. Изобразите структурное строение 12-краун-4 и тетразакраун эфира



циклена. (3 балла)
-O-

стоит

у тетраза краун место всех
-NH-



1,5 балла за каждую структуру.

5. Аппарат Илизарова представляет металлическую конструкцию, сделанную из сплава металлов, которые под воздействием сильного магнитного поля могут привести к травмам, несовместимым с жизнью (2 балла за объяснение).

Железо и никель имеют на внешнем слое неспаренные электроны, а у золота все электроны имеют пару, что объясняет различие магнитных свойств (2 балла за объяснение).

№2 Его что, вправду открыл Колумб?

(Полетаев Данил)

Массовая доля **X** в соединении **Y** составляет 98,93%. Известно, что вещество **Y** представляет собой серые кристаллы, нерастворимые в воде, которые окисляются при нагревании на воздухе, образуя вещество **A**, которое применяют для выделения чистого **X** при помощи алюмотермии.

1. Определите **X**, **Y** и **A**, напишите описанные уравнения реакций. (4 балла)

Исходя из массовой доли **X** в **Y**, очевидно, что это гидрид некоего металла. $X/(X+M(H))=0,9893$, **X** – Nb. Тогда **Y** – NbH. (2 балла)

Реакция окисления: $2NbH + 3O_2 \longrightarrow Nb_2O_5 + H_2O$, **A** – Nb₂O₅ (1 балл)

Реакция алюмотермии: $3Nb_2O_5 + 10Al \longrightarrow 6Nb + 5Al_2O_3$ (1 балл)

Элемент **X** также содержится в особом классе соединений, используемых в оптоволокне. Класс соединений представляет смешанный оксид двух металлов. В данном случае рассматривается вещество **B**.

2. Предложите формулу вещества **B**, если известно, что массовая доля **X** в веществе **B** составляет 62,85%, а вторым металлом **C** является элемент щелочной группы, который при горении образует оксид с типичной кислороду степенью окисления. (4 балла)

Элемент щелочной группы, образующий типичный оксид Me₂O – Li (1 балл). Суммарная степень окисления металлов – +6, значит смешанный оксид содержит 3 атома кислорода. Формула **B** – LiNbO₃, **C** – Li (За идею о степенях окисления – 2 балла, определение **B** – 1 балл).

Также элемент **X** используется в составе различных интерметаллидов. Один из самых дорогих интерметаллидов, содержащий в составе **X** – вещество **D**. Оно представляет собой сложное соединение из 4 металлов: **X**, **E**, **F** и **G**. Их массовые доли равны 47,47%, 14,30%, 13,74% и 24,49% соответственно.

3. Предложите формулу **D**, используя следующие данные: (3 балла)

- Элемент **E** содержится в слабой, двухосновной и нерастворимой в воде кислоте
- Элемент **F** ранее уже упоминался в задаче как способ получения чистого **X**
- **D** имеет брутто – формулу состава **XEFG**

Учитывая, что массовая доля **E** достаточно маленькая, что свидетельствует небольшой массе атома, и то что он содержится в двухосновной нерастворимой кислоте, это кремний. Элемент **F** – Al. Учитывая, что нам известны все массовые доли элементов, можно найти последний. **G** – Ti. Формула **D** – NbSiAlTi (за определение **E**, **F** и **G** – по 1 баллу).

Известно, что элемент **X** получил свое первоначальное название – Колумбий (Cb) благодаря месту открытия. Однако, когда был открыт элемент тантал, его часто путали с **X**. После этого **X** переименовали, но связь между элементами осталась посредством древнегреческого мифа.

Предложите причины, по которым элемент **X** путали с танталом. (1 балл)

Оба элемента находятся в V группе элементов и относятся к d – элементам, что доказывает сходство их свойств (1 балл, принимаются и другие варианты, если докладчик может их обосновать).

Химическая радуга (Инсар Имаш)

Химик Алихан захотел сделать радугу из переходных металлов, поэтому он решил проводить эксперимент с разными металлами чтобы в итоге собрать все цвета радуги химическим способом.

Алихан взял 52.9 грамм хлорида переходного металла А, который растворил в 1 литре воды до полного насыщения. Вода сразу же окрасилась в красный цвет. Чтобы получить красные кристаллы кристаллогидрата соли, Алихан высушил раствор. Масса кристаллогидрата на 44.01 грамм больше изначальной массы соли. Молекулы воды заняли все не занятые хлором места в октаэдрической структуре комплекса во внутренней сфере, ещё 2 молекулы воды находятся во внешней сфере.

1. Найдите переходный металл А, формулу кристаллогидрата его хлорида и растворимость хлорида А в моль/литр. Нарисуйте 2 изомера кристаллогидрата. (4 балла)

Из последнего предложения в условии, можно понять, что комплексный кристаллогидрат имеет 6 лигандов.

Обычно переходные металлы имеют степень окисления +2, соответственно 2 иона хлора в хлориде.

Если “Молекулы воды заняли все не занятые хлором места в октаэдрической структуре комплекса во внутренней сфере, ещё 2 молекулы воды находятся во внешней сфере.”, то из этого следует, что кристаллогидрат имеет 4 эквивалента воды.

Соответственно формула кристаллогидрата это $[\text{CoCl}_2(\text{H}_2\text{O})_4](\text{H}_2\text{O})_2$ (1 балл за формулу с доказательством)

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 44.01/18 \approx 2.445 \text{ моль}$$

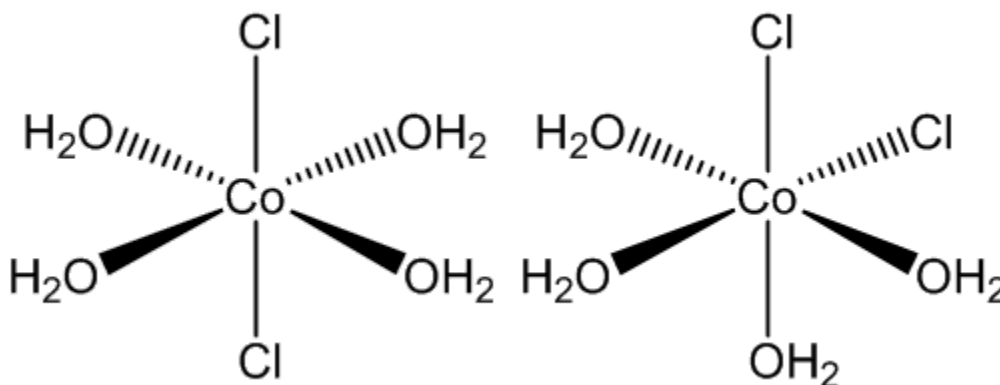
$$\text{Соответственно } n(\text{CoCl}_2) = n(\text{H}_2\text{O})/6 = 0.4075 \text{ моль}$$

$$M_r(\text{CoCl}_2) = 52.9/0.4075 \approx 58.92 \text{ грамм/моль, что соответствует кобальту (I)}$$

Кристаллогидрат - $[\text{CoCl}_2(\text{H}_2\text{O})_4](\text{H}_2\text{O})_2$ (1 за ответ)

Хлорид - CoCl_2 (1 за ответ)

Растворимость $\text{CoCl}_2 \approx 0.41 \text{ моль/литр}$ (1 за ответ)



Алихан решил не останавливаться на этом и залил концентрированный раствор аммиака в раствор с хлоридом А. В растворе выделился голубой нерастворимый гидроксид Б. Выделив немного Б из раствора, Алихан решил нейтрализовать аммиак а начал заливать концентрированный раствор HCl/NaCl . Немного перестаравшись и залив HCl/NaCl в большом избытке, Алихан с удивлением получил новое синие соединение С, с тетраэдрической структурой аниона.

2. Найдите и нарисуйте структуры Б и С. (2 балла)

Голубой гидроксид Б это $\text{Co}(\text{OH})_2$ (1 балл), принимать любую структуру этого соединения.

Анион С имеет тетраэдрическую структуру и $\text{Cl}^{\{-}$ в большом избытке, значит это комплекс с анионом $[\text{CoCl}_4]^{-2}$.

С - $\text{Na}_2[\text{CoCl}_4]$ (1 балл)

Покончив с А, Алихан взял другой переходный металл Х. Гидроксид Х (массовая доля Х равна 50.49%) сам по себе зелёный. Окислив зелёный гидроксид Х пероксидом водорода (H_2O_2) в щелочной среде, Алихан получил жёлтое соединение Y (реакция 1). Добавив к Y HCl раствор становится оранжевым образуя соединение Z (реакция 2). Чтобы получить последний, фиолетовый цвет, Алихан добавил избыток аммиака к хлориду Х чтобы получить комплексное соединение L с интересной природой. L имеет 1 хлор во внешней комплексной сфере, и 2 во внутренней. Транс изомер L имеет зелёный цвет, а Цис изомер имеет нужный нам фиолетовый цвет.

3. Найдите X, Y, Z и L, напишите реакции 1 и 2, нарисуйте транс и цис изомеры комплекса L с обозначением цвета каждого. (4 балла)

По качественным реакция можно догадаться, что X это хром, но давайте попробуем расчётами прийти к этому ответу.

Массовая доля X в гидроксиде 50.49%,

Если формула гидроксида $\text{X}(\text{OH})_2$, значит $M_r(\text{X}) \approx 34.673$ грамм/моль, нет такого переходного металла

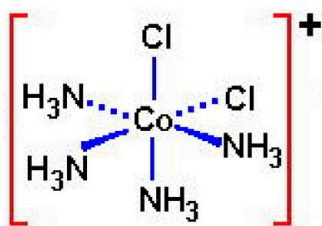
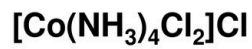
Если формула гидроксида $\text{X}(\text{OH})_3$, значит $M_r(\text{X}) \approx 17.34$ грамм/моль, нет такого переходного металла

Если формула гидроксида $\text{X}(\text{OH})_3$, значит $M_r(\text{X}) \approx 52.01$ грамм/моль, что соответствует хрому (за X - 0.5 балла, за доказательство 0.5 баллов, просить доказательство качественно или количественно)

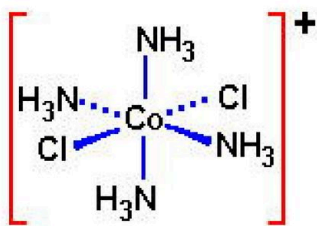
Жёлтое соединение хрома это $\text{Na}_2(\text{CrO}_4)$ (0.5 балла), принимать любой катион, если он образует растворимый гидроксид и растворимый хромат.

Жёлтое соединение хрома это $\text{Na}_2(\text{Cr}_2\text{O}_7)$ (0.5 балла), принимать любой катион, если он образует растворимый гидроксид и растворимый дихромат.

L (1 балл за формулу комплекса, 0.5 балла за каждую конфигурацию даже если формула комплекса неверная):



green



purple

Вот и Алихан получил свою химическую радугу.

4. Соберите химическую радугу Алихана или составьте свою, приняв, что синий и голубой это один цвет. (Подсказка: Каждый охотник желает знать где сидит фазан) (2 балла)

Принимать любые стабильные при комнатных условиях соединения, и все соединения, которые были упомянуты в задаче.

Давать дробный бал за каждый цвет радуги (красный, оранжевый, жёлтый, зелёный, голубой/синий, фиолетовый) 6 цветов.