**Задание 1. (Автор Карнаухов Т.М.)**

1. Процесс плавления льда описывается уравнением фазового перехода: $\text{H}_2\text{O}_{(\text{тв.})} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж.})}$, и тепловой эффект плавления льда может быть рассчитан как $Q^{\circ}_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O})_{(\text{ж.})} - Q^{\circ}_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O})_{(\text{тв.})} = 285,83 \text{ кДж/моль} - 291,85 \text{ кДж/моль} = -6,02 \text{ кДж/моль} = -6020 \text{ Дж/моль}$.

2. Т.к. NaCl диссоциирует на два иона, $i = 2$. $T_{\text{пл}}(\text{H}_2\text{O}) = 0^\circ\text{C} = 273,15 \text{ К}$. Масса 1л 1М раствора NaCl = $1000\text{мл} \cdot 1,038\text{г/мл} = 1038 \text{ г}$. В нем содержится $1\text{л} \cdot 1\text{М} = 1 \text{ моль}$ хлорида натрия, т.е. $1 \cdot 58,5 \text{ г/моль} = 58,5 \text{ г}$. Масса воды в растворе составляет $1038 - 58,5 = 979,5 \text{ г}$. Тогда, решая пропорцию, получаем, что на 1000 г воды приходится $58,5 \cdot 1000 / 979,5 = 59,7 \text{ г}$ хлорида натрия, что составляет $59,7 / 58,5 = 1,02 \text{ моль}$. Итого, $m(\text{NaCl}) = 1,02 \text{ моль} / 1000 \text{ г воды}$.

Подставляя все найденные величины в формулу для ΔT , получаем

$$\Delta T = 8,314 \cdot (273,15)^2 / (1000 \cdot (-6020)) \cdot 18 \cdot 2 \cdot 1,02 = -3,78^\circ\text{C}. T_{\text{замерз.}} = 0 - 3,78 = -3,78^\circ\text{C}.$$

3. Для понижения температуры таяния льда на 2°C необходимо, чтобы моляльность хлорида натрия составила $m = 1000 Q_{\text{пл}} \cdot \Delta T / RT^2 M_i = 1000 \cdot (-6020) \cdot (-2) / (8,314 \cdot (273,15)^2 \cdot 18 \cdot 2) = 0,54 \text{ моль} / 1000 \text{ г воды}$. Объем одного квадратного метра ледяного слоя $V = 0,01\text{м} \cdot 1\text{м}^2 = 0,01\text{м}^3 = 10^4 \text{ см}^3$.

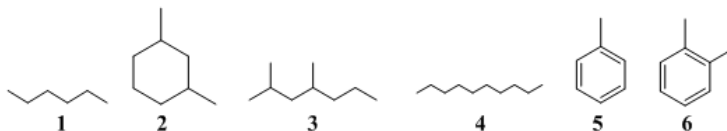
Его масса равна $\rho V = 0,917 \cdot 10^4 = 9170 \text{ г}$. Решая пропорцию, получаем, что на такое количество льда необходимо высыпать $9170 \cdot 0,54 / 1000 = 4,95 \text{ моль NaCl}$, что составляет $4,95 \cdot 58,5 \approx 290 \text{ г}$ хлорида натрия.

4. Количество теплоты, необходимого для плавления 9170 г льда составляет $Q = (9170 / 18) \cdot 6,02 = 3066,9 \text{ кДж}$. Сгорание углерода описывается термохимическим уравнением $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 393,5 \text{ кДж/моль}$.

Таким образом, необходимо сжечь $3066,9 / 393,5 = 7,8 \text{ моль}$ углерода, т.е. $7,8 \cdot 12 = 93,6 \text{ г}$, и масса угля составит $93,6 / 0,60 = 156 \text{ г}$.

5. Структуры:

Оптические изомеры имеют второе и третье вещества, т.к. в их составе есть асимметрические атомы углерода.



6. Часть формулы для ΔT , а именно, $(RT^2 / 1000 Q_{\text{пл}}) \cdot M = k$ не зависит от концентрации введенной примеси и определяется лишь свойствами растворителя (обычно ее называют *криоскопической константой* данного растворителя). Для приведенных веществ при их растворении в бензине $i = 1$. Таким образом, $\Delta T = k \cdot m = k \cdot (n / 1000 \text{ г H}_2\text{O}) = k \cdot (m_{\text{в-ва}} / M_{\text{в-ва}} \cdot 1000 \text{ г H}_2\text{O})$. Фиксируя для корректного сравнения массу введенной примеси, понимаем, что с наибольшей эффективностью температуру замерзания бензина будет понижать вещество с наименьшей молярной массой, т.е. **n-гексан**.

В 10%-ном растворе гексана в бензине на 900 г бензина приходится 100 г гексана, т.е. на 1000 г бензина приходится $100 \cdot 1000 / 900 = 111 \text{ г}$ гексана или $111 / 86 = 1,29 \text{ моль}$.

$$\Delta T = 8,314 \cdot (253,15)^2 / (1000 \cdot (-12700)) \cdot 110 \cdot 1 \cdot 1,29 = -5,9^\circ\text{C}. T_{\text{замерз.}} = -20 - 5,9 = -25,9^\circ\text{C}.$$

7. Другие примеры коллигативных свойств растворов (по сравнению с чистым растворителем): эбулиоскопия (повышение температуры кипения раствора); первый закон Рауля (понижение давления пара растворителя над раствором), осмос (повышенное давление раствора на полупроницаемую мембрану).

Система оценивания

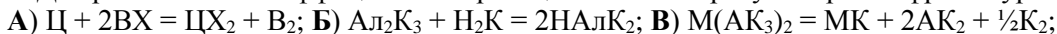
- | | |
|--|---------------------|
| 1. Тепловой эффект..... | 1 балл |
| 2. $i = 2$ 1 б, $T_{\text{пл}}(\text{H}_2\text{O})$ в К 0,5 б, моляльность NaCl 2 б, ΔT 1 б, $T_{\text{замерз.}}$ 0,5 б (с неверным знаком 0 баллов) | 1+0,5+2+1+0,5 = 5 б |
| 3. Моляльность NaCl 1 б, масса кв. м льда 1 б, масса NaCl на кв. м льда 1 б | 1+1+1 = 3 б |
| 4. Кол-во теплоты 1 б, термохимическое ур-е 1 б, масса угля 1 б | 1+1+1 = 3 б |
| 5. Структурные формулы по 0,5 б, наличие оптических изомеров по 0,5 б | 6*0,5+2*0,5 = 4 б |
| 6. Выбор гексана 1 б, $T_{\text{замерз.}}$ 2 б | 1+2 = 3 б |
| 7. Два примера по 2 б (названия явлений по 1 б, краткое описание по 1 б) | 2*2 = 4 б |

Итого 23 б.

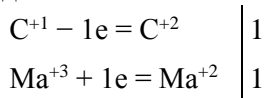
Задание 2. (Автор Коваленко К.А.).

1. Примеров «несоответствия» английских названий элементов и их символов в ПСХЭ довольно много: sodium — Na, copper — Cu, silver — Ag, tin — Sn, antimonium — Sb, gold — Au, mercury — Hg, lead — Pb, tungsten — W.

2. Для расстановки коэффициентов в реакциях А–Г не требуется расшифровка уравнений:

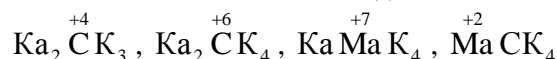


Это реакции, которые можно отнести к следующим типам: А — *замещение*, Б — *соединение*, В — *разложение*, Г — *обмена*. При этом реакции А и В относятся также к окислительно-восстановительным, поскольку в А из простого и сложного веществ получается новое сложное и новое простое вещества, а в реакции В из сложного вещества получается простое. Реакция Д выглядит сложнее предыдущих и в ней можно распознать *окислительно-восстановительное превращение*, например, по превращению соли Ka_2CK_3 в Ka_2CK_4 . В зависимости от степени окисления К элемент С изменил свою степень окисления на 1 или 2. Превращение $KaMaK_4$ в $MaCK_4$ также должно сопровождаться изменением степени окисления элемента Ма — по записи формул можно предположить, что в $KaMaK_4$ элемент Ма входит в состав аниона, а значит имеет высокую положительную степень окисления, тогда как в $MaCK_4$ элемент Ма является катионом. Можно предположить (хотя это и не верно), что элемент К имеет степень окисления (С.О.) -1 , тогда Ка не может иметь С.О. больше $+1$, а элемент С имеет степени окисления $+1$ и $+2$ в Ka_2CK_3 в Ka_2CK_4 соответственно. Тогда для элемента Ма С.О. $+3$ и $+2$ в $KaMaK_4$ и $MaCK_4$ соответственно. Составим электронный баланс:

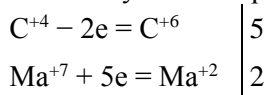


Однако при попытке расставить коэффициенты не получается сохранить материальный баланс в реакции.

Значит нужно предположить, что элемент К имеет С.О. -2 . Тогда С.О. элементов С и Ма в их соединениях:



В этом случае электронный баланс получается другой:



Коэффициенты: Д) $2KaMaK_4 + 5Ka_2CK_3 + 3B_2CK_4 = 6Ka_2CK_4 + 2MaCK_4 + 3B_2K$.

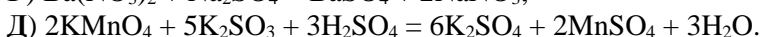
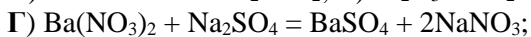
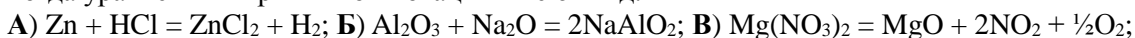
3. Для расшифровки элементов можно выписать из таблицы Д.И. Менделеева все элементы, названия которых начинаются на соответствующие буквы:

А (Ал)	азот, алюминий, аргон, астат, актиний, америций
Б	бериллий, бор, бром, барий
В	водород, ванадий, вольфрам, висмут
К (Ка)	кислород, кремний, калий, кальций, кобальт, криптон, кадмий
М (Ма)	магний, марганец, мышьяк, молибден
Н	неон, натрий, никель, ниобий, неодим, нептуний, нобелий
С	сера, скандий, селен, стронций, сурьма, самарий, свинец
Х	хлор, хром
Ц	цинк, цирконий, церий

Учитывая, что однобуквенные обозначения используются для элементов, в основном, в начале периодической системы, а также принимая в расчёт формулы соединений, которые образуют эти элементы, можно предположить следующие обозначения:

А — азот, Ал — алюминий, Б — барий, В — водород, К — кислород, Ка — калий, М — магний, Ма — марганец, Н — натрий, С — сера, Х — хлор, Ц — цинк.

Тогда уравнения в привычной нотации имеют вид:



4. По условию один из символов совпадает с привычным обозначением. Это может быть: F — фтор, V — ванадий, К — калий или Cl — хлор. Первые три элемента возможно проверить по известным массовым долям:

Если F — это фтор, то $\omega(F)$ в F_4K_{10} равна 43,6%, тогда $A_r(K) = (1/\omega - 1) \cdot A_r(F) \cdot 4/10 = 9,83$. Такого элемента нет, значит F — это не фтор.

Если К — это калий, то $\omega(K)$ в F_4K_{10} равна 56,4%, тогда $A_r(F) = (1/\omega - 1) \cdot A_r(K) \cdot 10/4 = 75,37$. Таким элементом мог бы быть мышьяк, но он не подходит по валентности, соединения As_2K_5 не существует. Значит К — это не калий.

Если V — это ванадий, то $\omega(V)$ в V_2K равна 11,2%, тогда $A_r(K) = (1/\omega - 1) \cdot A_r(V) \cdot 1/2 = 202,18$. Такого элемента не существует. Значит V — это не ванадий.

Остаётся единственная возможность, что Cl — это хлор!

Попробуем определить другие элементы.

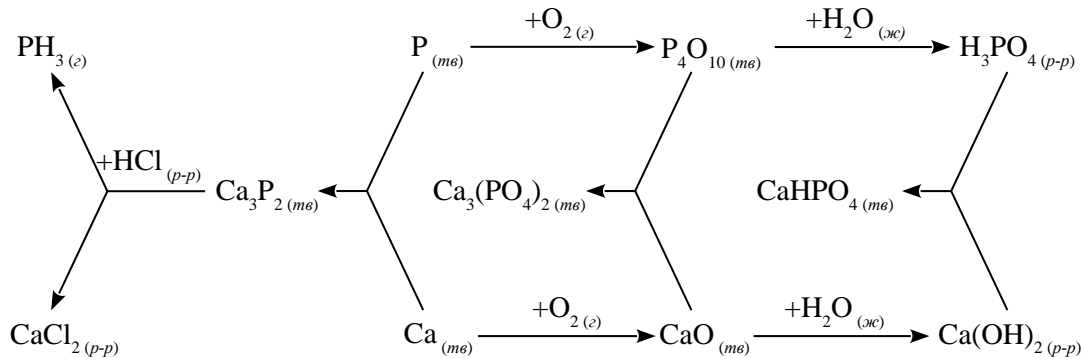
Для V_2K : $\omega(V) : \omega(K) = 11,2 : 88,8 = 1 : 7,9 = 2 \cdot A_r(V) : A_r(K) \Rightarrow A_r(K) : A_r(V) \approx 16$. Это очень похоже на водород и кислород. Значит V_2K — это вода H_2O .

Тогда F_4K_{10} — это оксид фосфора(V) P_4O_{10} , т. к. $A_r(F) = (1/\omega(O) - 1) \cdot A_r(O) \cdot 10/4 \approx 31$.

А VaK — это оксид кальция CaO , т. к. $A_r(Va) = (1/\omega(O) - 1) \cdot A_r(O) \approx 40$.

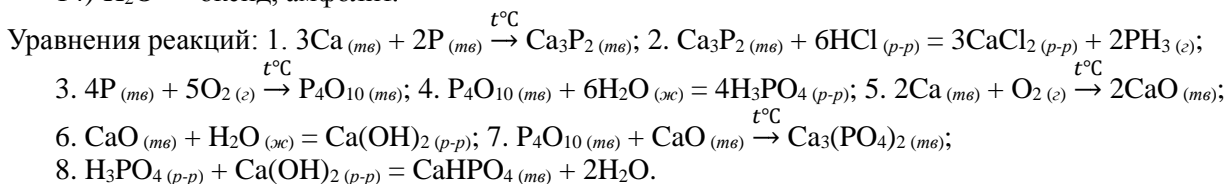
Действительно, названия элементов на чешском: H — Vodík, O — Kyslík, P — Fosfor, Ca — Vápník, Cl — Chlor.

Получается, что NH зашифровал своей загадкой схему генетической взаимосвязи между основными классами неорганических соединений:



Классы соединений (засчитывается любой из приведенных ответов):

- 1) PH_3 — бинарное соединение, гидрид, основание, восстановитель, летучее водородное соединение);
- 2) $CaCl_2$ — бинарное соединение, соль;
- 3) Ca_3P_2 — бинарное соединение, соль;
- 4) HCl — бинарное соединение, кислота;
- 5) P — простое вещество, неметалл;
- 6) Ca — простое вещество, металл;
- 7) O_2 — простое вещество, неметалл;
- 8) P_4O_{10} — бинарное соединение, кислотный оксид (верным считается и просто оксид);
- 9) CaO — бинарное соединение, основной оксид (верным считается и просто оксид);
- 10) H_3PO_4 — кислотный гидроксид, кислота;
- 11) $Ca(OH)_2$ — основной гидроксид, основание;
- 12) $Ca_3(PO_4)_2$ — средняя соль;
- 13) $CaHPO_4$ — кислая соль (ответ "соль" считать неверным);
- 14) H_2O — оксид, амфолит.



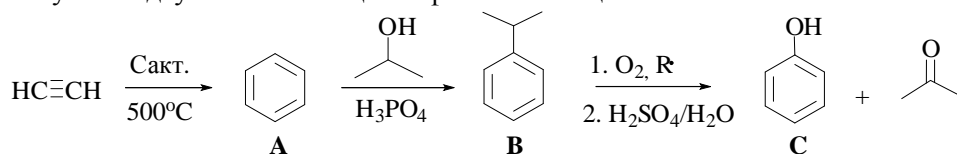
Система оценивания:

1. Примеры «несоответствия» английского названия и символа элемента..... $2 \times 0,5$ б.
2. Коэффициенты в реакциях А–Г..... $4 \times 0,5$ б.
- Коэффициенты в реакции Д..... 1 б.
- Верное указание типов реакций..... $5 \times 0,5$ б.
- (за указание ОВР для реакций А и В без указания соединения и разложения по 0,25 б.)
3. Верная расшифровка всех элементов..... $12 \times 0,5$ б.
4. Определение зашифрованных элементов в схеме NH..... $5 \times 0,5$ б.
- Верное указание классов соединений..... $14 \times 0,5$ б.
- Уравнения реакций..... $8 \times 0,5$ б.

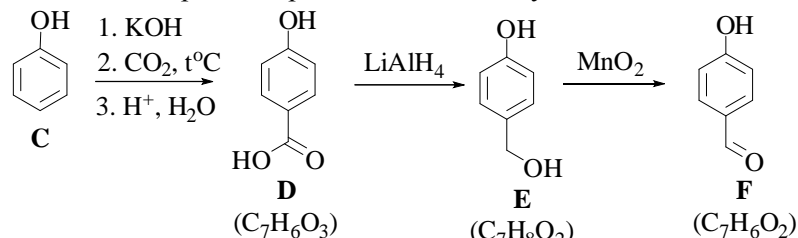
ИТОГО: 26 баллов

Задание 3. (Автор Заякин И.А.).

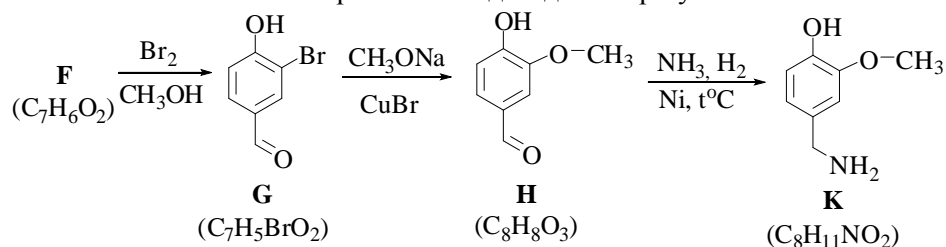
На первой стадии ацетилен тримеризуется в бензол **A** при пропускании через трубку с активированным углем при нагревании. Бензол **A** алкилируется изопропиловым спиртом в кислой среде с образованием кумола **B**. Окисление кумола с последующим гидролизом кумилгидропероксида является промышленным способом получения двух важных веществ фенола **C** и ацетона.



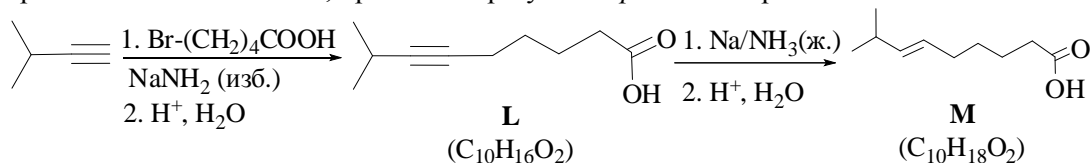
При нагревании фенолята калия (образуется при взаимодействии фенола **C** с гидроксидом калия) в среде углекислого газа, с последующим гидролизом, образуется 4-гидроксибензойная кислота **D** (на это нам указывает то, что она не образует внутримолекулярных водородных связей). Восстановление кислоты **D** алюмогидридом лития приводит к образованию 4-гидроксибензилового спирта **E**, окисление которого диоксидом марганца приводит к альдегиду **F**.



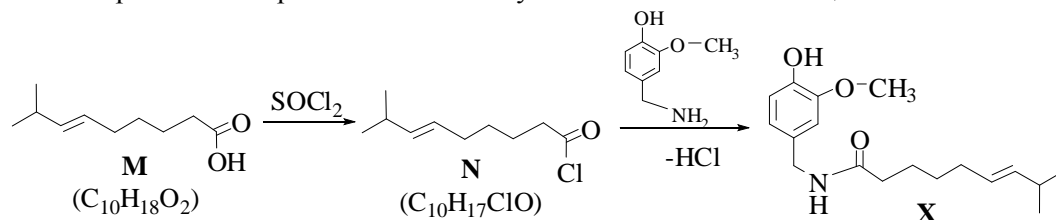
При бромировании фенола **F**, учитывая ориентацию заместителей, получаем бромид **G**. Стадия образования соединения **H** представляет собой реакцию нуклеофильного замещения, катализируемую Cu(I) . При восстановительном аминировании альдегида **H** образуется амин **K**.



Изопропилацетиленид натрия реагирует с натриевой солью 5-бромпентановой кислоты с образованием (после гидролиза соли карбоновой кислоты) соединения **L**. Натрий в жидком аммиаке является восстановителем для тройной связи кислоты **L**, при этом образуется *транс*-изомер кислоты **M**.



Взаимодействие кислоты **M** с хлористым тионилем приводит к образованию ее хлорангида - вещества **N**, после обработки которого амином **K** получается искомым капсаицин **X**.



Система оценивания:

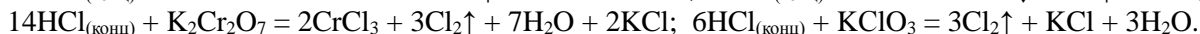
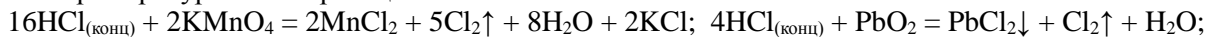
1. Структурные формулы соединений A-N и капсаицина X по 2 б

2б*13 = 26 б;

Итого 26 б.

Задание 4. (Автор Гулевич Д.Г.).

1. Шееле получил хлор по реакции $4\text{HCl} + \text{MnO}_2 = \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$. В качестве лабораторного способа получения хлора можно рассматривать реакции взаимодействия концентрированной соляной кислоты с перманганатом калия, дихроматом, хлоратом калия, оксидом свинца(IV), хлорной известью, висмутатом калия и т.п. Примеры уравнений реакций:



Основной процесс электролиза: $\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 + \text{Cl}_2$; побочный: $2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 + \text{O}_2$.

2. HClO – хлорноватистая кислота, KClO - гипохлорит калия; HClO_2 – хлористая кислота, KClO_2 - хлорит калия; HClO_3 – хлорноватая кислота, KClO_3 - хлорат калия; HClO_4 – хлорная кислота, KClO_4 - перхлорат калия.

3. Уравнение реакции хлора с водой при $t_{\text{комн}}$: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HClO}$.

Большая энергия - у водородной связи, а в клатрате - вандерваальсова.

4. Количество хлора в 1,5 г клатрата $170 \cdot 10^{-3} / (0,082 \cdot 283) = 7,33 \cdot 10^{-3}$ моль, его масса $7,33 \cdot 10^{-3} \cdot 71 = 0,52$ г. Тогда на воду остается $1,5 - 0,52 = 0,98$ г, что соответствует $0,98 / 18 = 0,0544$ моля. Соотношение воды и хлора в клатрате $0,0544 / 7,33 \cdot 10^{-3} = 7,4$. Значит, искомый клатрат имеет формулу $\text{Cl}_2 \cdot 7,4\text{H}_2\text{O}$.

Вода - "хозяин", хлор - "гость".

5. В результате электролиза водного раствора хлорида калия при нагревании образуется бертолетова соль KClO_3 (А, $\omega(\text{Cl}) = 28,97\%$).

6. Уравнения реакций: $\text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{электролиз}, 60^\circ\text{C}} 3\text{H}_2 \uparrow (\text{катод}) + \text{KClO}_3 (\text{анод})$. $4\text{KClO}_3 \xrightarrow{t^\circ\text{C}} 3\text{KClO}_4 + \text{KCl}$,

$2\text{KClO}_3 \xrightarrow{t^\circ\text{C}, \text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$, $4\text{KClO}_3 (\text{тв.}) + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{тв.}) \xrightarrow{t^\circ\text{C}} 4\text{KCl} + 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$.

7. Уравнения реакций: $\text{Cl}_2 (\text{недостаток}) + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaClO} + \text{NaCl} + 2\text{NaHCO}_3$;

$\text{Cl}_2 (\text{изб.}) + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{HClO} + \text{NaCl} + \text{NaHCO}_3$ (засчитывается любое из двух, а также с углекислым газом в качестве продукта: $\text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow$);

$\text{Cl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$.

Реакция тиосульфата с избытком хлора:

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 5\text{H}_2\text{O} + 4\text{Cl}_2 (\text{изб.}) = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{HCl}$. В случае избытка тиосульфата (а так обычно и бывает, поскольку хлор поступает через маску, содержащую весь тиосульфат), кислоты, образующиеся в результате предыдущей реакции, реагируют с тиосульфатом.:

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{S} \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$; $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{S} \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$.

Если просуммировать реакции, получится: $6\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 (\text{изб.}) + 4\text{Cl}_2 = 8\text{NaCl} + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + 5\text{S} \downarrow + 5\text{SO}_2 \uparrow$.

При большом избытке тиосульфата возможна и такая реакция:

$2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 (\text{изб.}) + \text{Cl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow$.

8. $\text{H}_2 (\text{г.}) + \text{Cl}_2 (\text{г.}) = 2\text{HCl}$. Количество прореагировавших молекул хлора: $0,134 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} / 2 = 4,03 \cdot 10^{22}$. Тогда количество квантов $n = 4,03 \cdot 10^{22} / 10^6 = 4,03 \cdot 10^{16}$. Число моль квантов равно $4,03 \cdot 10^{16} / (6,02 \cdot 10^{23}) = 6,69 \cdot 10^{-8}$. Тогда энергия одного моля квантов: $E = 0,2 / (6,69 \cdot 10^{-8}) = 2,99 \cdot 10^6$ Дж/моль = $h \cdot c \cdot N_A / \lambda$.

$\lambda = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} / 2,99 \cdot 10^6 = 40 \cdot 10^{-9}$ м = 40 нм.

Система оценивания:

1. Уравнения реакций по 1 б

4*1 = 4 б;

2. Формулы кислот по 0,5 балла, названия кислот по 0,5 б, солей по 0,5 б 4*(0,5+0,5+0,5) = 6 б;

3. Уравнение реакции 1 б, связь с большей энергией 1 б, тип связи в клатрате 1 б 1+1+1 = 3 б;

4. Определение формулы клатрата 3 б, хозяин-гость 1 б

3+1 = 4 б;

5. Формула соли KClO_3 0,5 б, название бертолетова соль 0,5 б

0,5+0,5 = 1 б;

6-7. Уравнения реакций по 1 б

8*1 = 8 б;

8. Расчет количества фотонов 2 б, расчет длины волны 4 б

2+4 = 6 б

Итого 32 б.

Задание 5. (Авторы Чубаров А.С., Коваленко К.А.).

1. Выделенные жирным шрифтом буквы образуют слово **CHEMISTRY**. Довольно легко разглядеть, что три буквы, расположенные вертикально в ряд образуют приставку "БИО", что должно натолкнуть на мысль о том, что вторым словом может быть **BIOLOGY**. И химия, и биология являются естественными науками и составляют два направления подготовки на Факультете естественных наук. Оставшиеся не использованными буквы (N, A, L, U, A) и возможность повторного использования букв из слова CHEMISTRY позволяют составить третье слово: **NATURAL** — естественный.

2. Вещество **Е** скорее всего является оксидом (получается при взаимодействии металла **Н** с кислородом), тогда как **М** хлорид этого металла (оксид + соляная кислота). Оксид металла чёрного цвета и растворы солей голубого цвета свидетельствуют о том, что металл **Н**—медь.

Сейчас известно более 100 минералов, содержащих медь, но из них только около 10 имеют промышленное значение. Основные минералы: халькопирит (медный колчедан), CuFeS_2 ; малахит $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$; халькозин, Cu_2S ; борнит, Cu_5FeS_4 ; ковеллин, CuS ; куприт, Cu_2O ; азурит, $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ и т. д.

3. Вещества в схеме: **С** — $\text{Na}[\text{Cu}(\text{CN})_2]$; **Н** — Cu ; **Е** — CuO ; **М** — CuCl_2 ; **Н** — $\text{H}_2[\text{CuCl}_4]$; **А** — $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$; **И** — $\text{Cu}(\text{OH})_2$; **С** — Cu_2O ; **Т** — $\text{H}[\text{CuCl}_2]$; **Р** — $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$; **У** — $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{CrO}_4$; **В** — CuSO_4 ; **Л** — CuBr_2 ; **О** — $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2](\text{OH})$; **У** — Cu_2SO_4 ; **Г** — Cu_2C_2 . Их названия:

С	$\text{Na}[\text{Cu}(\text{CN})_2]$ дицианокупрат(І) натрия	С	Cu_2O оксид меди (І)
Е	CuO оксид меди (ІІ)	Т	$\text{H}[\text{CuCl}_2]$ дихлорокупрат(І) водорода
М	CuCl_2 хлорид меди (ІІ)	Р	$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ гидроксид тетраамминмеди (ІІ)
И	$\text{Cu}(\text{OH})_2$ гидроксид меди (ІІ)	У	$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{CrO}_4$ хромат тетраамминмеди (ІІ)

4. Уравнения реакций: **1)** $4\text{Cu} + 8\text{NaCN}_{\text{p-p}} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Na}[\text{Cu}(\text{CN})_2] + 4\text{NaOH}$; **2)** $2\text{Cu} + \text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ\text{C}} 2\text{CuO}$;
3) $\text{CuO} + 2\text{HCl}_{\text{p-p}} = \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$; **4)** $\text{CuO} + 4\text{HCl}_{\text{конц. изб.}} = \text{H}_2[\text{CuCl}_4] + \text{H}_2\text{O}$;
5) $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2_{\text{тв.}} \xrightarrow{t^\circ\text{C}} 2\text{CuO} + 4\text{NO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$; **6)** $2\text{Cu} + 8\text{HCl}_{\text{конц. изб.}} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2[\text{CuCl}_4] + 2\text{H}_2\text{O}$;
7) $\text{H}_2[\text{CuCl}_4]_{\text{p-p}} + 2\text{NaOH}_{\text{непл., p-p}} = \text{CuCl}_2 + 2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$; **8)** $\text{CuCl}_2_{\text{p-p}} + 2\text{AgNO}_3_{\text{p-p}} = 2\text{AgCl}\downarrow + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$;
9) $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3_{\text{конц.}} \xrightarrow{t^\circ\text{C}} \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$; **10)** $\text{CuCl}_2_{\text{p-p}} + 2\text{NaOH}_{\text{p-p}} = \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaCl}$;
11) $4\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{N}_2\text{H}_4 \xrightarrow{t^\circ\text{C}} \text{N}_2\uparrow + 2\text{Cu}_2\text{O} + 6\text{H}_2\text{O}$; **12)** $\text{Cu}_2\text{O} + 4\text{HCl}_{\text{конц. изб.}} = 2\text{H}[\text{CuCl}_2] + \text{H}_2\text{O}$;
13) $\text{Cu}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{SO}_4_{\text{конц.}} = 2\text{CuSO}_4 + \text{SO}_2\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$;
14) $2\text{CuBr}_{2\text{p-p}} + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6_{\text{p-p}} + 5\text{NaOH}_{\text{p-p}} \xrightarrow{t^\circ\text{C}} \text{Cu}_2\text{O}\downarrow + \text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_7\text{Na} + 3\text{H}_2\text{O} + 4\text{NaBr}$;

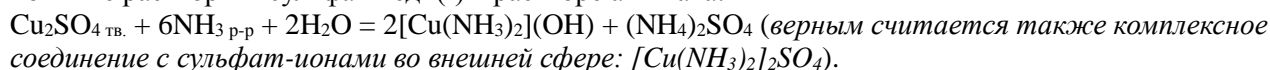
- 15)** $\text{Cu}_2\text{O} + 4\text{NH}_3_{\text{конц. p-p, изб.}} + \text{H}_2\text{O} = 2[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2](\text{OH})$; **16)** $\text{Cu}_2\text{O} + (\text{CH}_3)_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{невод. p-p}} \text{Cu}_2\text{SO}_4 + \text{CH}_3\text{OCH}_3$;
17) $4\text{H}[\text{CuCl}_2]_{\text{p-p}} + 24\text{NH}_3_{\text{p-p}} + \text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 4[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 + 8\text{NH}_4\text{Cl}$;
18) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2_{\text{p-p}} + \text{K}_2\text{CrO}_4_{\text{p-p}} = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{CrO}_4 + 2\text{KOH}$;
19) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2_{\text{p-p}} + 6\text{HNO}_3_{\text{p-p}} = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{NH}_4\text{NO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$;
20) $\text{CuBr}_{2\text{p-p}} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2_{\text{p-p}} = \text{PbBr}_2\downarrow + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$;
21) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2_{\text{p-p}} + \text{Cu}_{\text{тв.}} \longrightarrow 2[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2](\text{OH})$; **22)** $2[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2](\text{OH})_{\text{p-p}} + \text{C}_2\text{H}_2_{\text{г.}} = \text{Cu}_2\text{C}_2\downarrow + 4\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$.

5. Вещество Y зелёного цвета представляет собой хромат тетраамминмеди(II) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{CrO}_4$. В растворе соединение полностью диссоциирует по уравнению: $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{CrO}_4 = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{CrO}_4^{2-}$

При наложении постоянного электрического тока желтый ион CrO_4^{2-} будет двигаться к положительно заряженному электроду (аноду), а к катоду (отрицательно заряженный электрод) будет двигаться положительно заряженный синий ион $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$.

6. Рассчитаем молярную массу дигидрата: $M = 63,55 / 0,3898 = 163$ г/моль. Соединение содержит две молекулы воды и медь. Также предположительно в состав входит хлор, т. к. получается из $\text{H}[\text{CuCl}_2]$. Тогда «оставшаяся» масса составляет $163 - 2 \cdot 18 - 63,55 - 35,5 \approx 28$ г/моль, что хорошо соответствует молекуле CO. Тогда формула дигидрата $[\text{Cu}(\text{CO})\text{Cl}]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Уравнение реакции: $\text{H}[\text{CuCl}_2]_{\text{p-p}} + \text{CO}_{\text{г.}} = [\text{Cu}(\text{CO})\text{Cl}] + \text{HCl}$

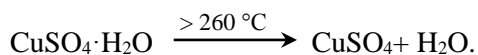
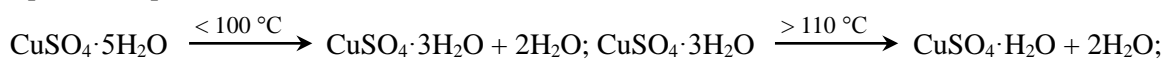
7. Соединения одновалентной меди в водном растворе полностью и быстро диспропорционируют: $\text{Cu}_2\text{SO}_4 = \text{Cu} + \text{CuSO}_4$ (в присутствии воды CuSO_4 растворяется с образование раствора синего цвета). Устойчивыми к диспропорционированию являются лишь нерастворимые галогениды меди(I): CuCl , CuBr и CuI , сульфид меди(I) Cu_2S и комплексные соединения, например, гидроксид диамминмеди(I), который образуется при попытке растворить сульфат меди(I) в растворе аммиака:



8. Соединение B — медный купорос $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. При нагреве будет происходить постепенная дегидратация вещества с образованием безводной соли.

Подсчёт показывает, что при нагревании до 100°C теряется 2 молекулы воды: $250 \cdot 0,144 = 36 = 2 \cdot 18$. Далее при нагреве свыше 110°C теряется ещё 2 молекулы воды. Нагревание выше 260°C приводит к полной дегидратации: $159,55 / 249,55 \cdot 100\% = 63,9\%$.

Уравнения реакций:



Система оценивания:

1. Каждое слово по 0,5 б. 1,5 б.
2. Металл, названия минералов + формулы 0,5+3·(0,5+0,5) = 3,5 б.
3. Вещества по 0,25 б. 16·0,25=4 б.
- Названия веществ в цепочке CHEMISTRY 0,25 б. 9·0,25=2,25 б.
4. Уравнения реакций 1 б. 22·1 б.=22 б.
5. Объяснение по составу вещества (ионы разных цветов) 1 б. 1 б.
- Направление движения ионов к соответствующим электродам 2·0,25 б.=0,5 б.
6. Формула дигидрата 1 б, уравнение реакции 1 б. 1+1 = 2 б.
7. Уравнения реакций 2·1 б.=2 б.
8. Название 0,25 б. 0,25 б.
- Расчёт формул 3-х гидратов сульфата меди(II) 3·1 б.=3 б.
- Уравнения термолитиза 3·1 б.=3 б.

ВСЕГО: 45 баллов