

7-8 КЛАСС

(продолжительность – 3.5 часа; общее количество баллов 100)

(во всех расчётах атомные массы элементов округлены до целых чисел (кроме $A(\text{Cl})=35.5$ г/моль))

Задача 1

Вопрос о том, кому принадлежит приоритет открытия вольфрама видимо так и останется без ответа. Знаменитый шведский химик К. Шееле в 1791 г. действуя азотной кислотой на минерал, впоследствии названный *шеелитом* (CaWO_4 с примесями оксидов W, Mn, Cu, Sr и др.), получил жёлтый «тяжёлый камень» (WO_3 – оксид вольфрама (VI)). Практически одновременно с ним (1793 г.), испанские химики братья Ф. Элюар и Х.-Х. Элюар выделили из минерала *вольфрамита* ($(\text{FeMn})\text{WO}_4$), привезённого из Саксонии, жёлтый оксид металла и сам металл. К. Шееле не оспаривал приоритет братьев по той причине, что им удалось первыми получить непосредственно сам вольфрам. Однако название новому элементу дали по названию руды, в которой он содержался. Название было связано с тем, что вольфрам, сопровождая оловянные руды, мешал выплавке олова, переводя его в пену шлаков («*пожирал олово, как волк овцу*») (*wolf* – волк (нем.)).

Природный вольфрам состоит из пяти стабильных изотопов. На самом деле эти изотопы радиоактивны и подвергаются распаду. Однако периоды их полураспада чрезвычайно велики (четыре квинтиллиона лет) и поэтому мы с уверенностью можем считать стабильными для всех практических целей. Кроме того, искусственно получено также около 30 нестабильных изотопов W. Относительные атомные массы четырёх стабильных изотопов ^{180}W , ^{182}W , ^{183}W и ^{186}W равны, соответственно, 179.946701 а.е.м. (молярная доля 0.12%), 181.948202 а.е.м. (молярная доля 26.3%), 182.950220 а.е.м. (молярная доля 14.28%) и 185.954357 а.е.м. (молярная доля 28.6%). Определите массовое число пятого стабильного изотопа вольфрама и рассчитайте его относительную атомную массу.

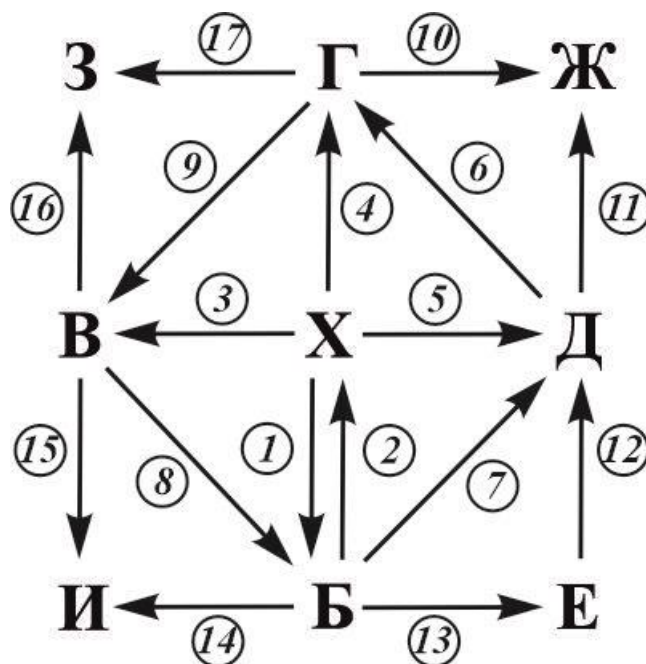
(10 баллов)

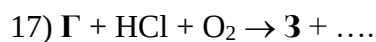
Задача 2

Химический элемент **X** сыграл исключительную роль в истории человеческой цивилизации: в исторической науке целую эпоху называют в честь этого элемента, а большинство металлических памятников выполнено из этого элемента или из его сплавов. Элемент **X** встречается в природе не только в виде руд, но и в самородном виде, легко обрабатывается и имеет относительно невысокую температуру плавления. Алхимики обозначали этот элемент символом планеты Венеры (♀). Это связано с тем, что богиня красоты Венера, являлась богиней острова *Кипр*, и из этого элемента делались первые зеркала. Кстати, именно от названия острова Кипр и пошло современное латинское название элемента **X**.

На представленной ниже схеме показана цепочка химических превращений веществ, в состав каждого из которых входит этот элемент **X**. Известно, что вещества **Г**, **Д**, **Ж** и **З** – бинарные соединения. Реакции, зашифрованные на схеме, приведены ниже:

- $\text{X} + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Б}$;
- $\text{Б} + \text{CO} \xrightarrow{t^\circ\text{C}} \text{X} + \dots + \dots$;
- $\text{X} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} \xrightarrow{200^\circ\text{C}} \text{В} + \dots + \dots$;
- $\text{X} + \text{O}_{2(\text{недостаток})} \xrightarrow{>200^\circ\text{C}} \text{Г}$;
- $\text{X} + \text{O}_{2(\text{избыток})} \xrightarrow{450^\circ\text{C}} \text{Д}$;
- $\text{Д} \xrightarrow{1050^\circ\text{C}} \text{Г} + \dots$;
- $\text{Б} \xrightarrow{200^\circ\text{C}} \text{Д} + \dots + \dots$;
- $\text{В} + \text{NaHCO}_3 \xrightarrow{t^\circ\text{C}} \text{Б} + \dots + \dots + \dots$;
- $\text{Г} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{p-p.})} \rightarrow \text{В} + \dots + \dots + \dots$;
- $\text{Г} + \text{NH}_{3(\text{газ})} \xrightarrow{250^\circ\text{C}} \text{Ж} + \dots$;
- $\text{Д} + \text{NH}_{3(\text{газ})} \xrightarrow{280^\circ\text{C}} \text{Ж} + \dots + \dots$;
- $\text{Е} \xrightarrow{290^\circ\text{C}} \text{Д} + \dots$;
- $\text{Б} + \text{CO}_2 \xrightarrow{180^\circ\text{C}, p} \text{Е} + \dots$;
- $\text{Б} + \text{HNO}_{3(\text{p-p})} \rightarrow \text{И} + \dots + \dots$;
- $\text{В} + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{И} + \dots$;
- $\text{В} + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{З} + \dots$;





В таблице перечислены данные по составу приведённых на схеме соединений:

Соединение	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И
$\omega_{\text{X}}, \%$	57.66	40.00	88.89	80.00	51.61	93.20	47.41	34.04
цвет	зелён.	бесцвет.	красн.	чёрн.	белый*	зелён.	жёлт.	белый*

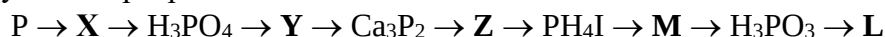
*указанные вещества имеют зеленоватый оттенок вследствие их гидролиза на воздухе

Определите элемент **X**, а также все зашифрованные соединения **Б-И**. Напишите уравнения реакций 1-17.

(20 баллов)

Задача 3

Укажите химические вещества и напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



О веществах **X, Y, Z, M** и **L** дополнительно известно:

Соединение	X	Y	Z	M	L
$\omega_{\text{P}}, \%$	43.662	20.000	91.176	22.545	24.603
тип соединения	бинарное	3-х элементное	бинарное	бинарное	4-х элементное
агрегатное состояние (н.у.)	твёрдое	твёрдое	газ	жидкость	твёрдое

(17 баллов)

Задача 4

Сплав из двух металлов (**X** и **Y**) полностью окислили в избытке хлора. Получили смесь двух хлоридов (XCl_2 и YCl_3). Числа молей металлов в сплаве равны, а отношение атомных масс металлов равно 1.3. Масса полученной смеси хлоридов в 2.929 раза больше массы исходного сплава. Определите металлы **X** и **Y**. Какая ещё пара металлов удовлетворяет условию задачи, если отношение атомных масс металлов не равно 1.3.

(10 баллов)

Задача 5

У этого минерала **M** два названия. Одно дано в честь немецкого химика *К.А. Блёде* (1773-1820 гг.), а другое в честь города, расположенного на юге нашей страны. Минерал встречается в соленых озёрах юга России и каспийского залива *Кара-Богаз-Гол*. Известно, что он состоит из Na^+ (13.772% по масс.), Mg^{2+} (7.186% по масс.), широко распространённого кислотного остатка и воды. Хорошо растворим в воде и растёт очень медленно из высококонцентрированных солевых растворов при понижении температуры в водоёмах. При обработке раствора минерала, полученного при растворении 33.4 г **M** в воде, избытком раствора нитрата бария, выпадает белый кристаллический осадок, массой 46.6 г. Прокаливание 33.4 г минерала **M** приводит к полной потере воды и образованию твёрдого остатка, массой 26.2 г.

Какой кислотный остаток входит в состав указанного минерала? Определите химическую формулу этого минерала.

(15 баллов)

Задача 6

К 100 г раствора соляной кислоты с массовой долей 15% добавили 23 г сухого безводного силиката калия. Рассчитайте массовую долю кислоты в полученном растворе, а также массу образовавшегося осадка **Y** после того, как его подвергли длительному прокаливанию. Как можно вновь перевести **Y** в растворимое состояние (напишите уравнения 2-х реакций)?

(17 баллов)

Задача 7

Юный химик Петя зашифровал названия 11-ти химических элементов, перепутав все их буквы, как указано в головоломке. Буквы из разных названий не пересекаются, т.е. одна и та же буква не используется дважды в названии элементов. О зашифрованных элементах известно:

- назван этот элемент в честь скандинавской богини любви и красоты *Фрейи* потому, что образует массу окрашенных химических соединений, а его самый устойчивый изотоп содержит 28 нейтронов в ядре;

- 2) элемент, название которого буквально означает «*зеленеющая ветвь*», был открыт случайно при исследовании калийных руд; является тяжёлым и очень токсичным элементом, по химическим свойствам напоминает калий и серебро, несмотря на то что находится в третьей группе периодической системы элементов Д.И. Менделеева;
- 3) это мягкий металл, из-за релятивистских эффектов электронов цвет металла жёлтый; красноватый оттенок некоторым изделиям из этого элемента, например, монетам, придают примеси других металлов, в частности, меди;
- 4) самый лёгкий металл;
- 5) самый лёгкий d-металл; имеет «скандинавские корни» и был предсказан *Д.И. Менделеевым* как «*экабор*»;
- 6) жидкий при обычных условиях неметалл;
- 7) «слово - ..., молчание - золото» - одна из старейших пословиц, возникшая, вероятно, в арабской культуре ещё в IX веке;
- 8) элемент, родоначальник органической химии;
- 9) *П.П. Бажов* горе на Урале, названной в честь этого химического элемента, посвятил одну из своих сказок;
- 10) французский химик *А.Л. Лавуазье* назвал этот элемент «*oxugène*», что буквально означает «порождающий кислоту»; своим русским названием элемент обязан *М.В. Ломоносову* и обозначает то же самое, что и на французском;
- 11) название этого элемента состоит всего из трёх букв.

В	С	И	Л	М	У	Й	З
Т	А	Р	О	Н	Т	О	И
О	Б	Т	А	О	Р	И	Г
Н	И	К	О	Е	Й	А	О
А	Р	И	Д	Р	И	Д	Л
С	Е	О	М	Л	Е	О	Л
И	Е	Б	С	Д	Л	Д	Ь
О	Д	Р	Й	Л	Д	К	Й

Составьте из предложенных букв названия всех перечисленных выше элементов и напишите их.

(11 баллов)