

7-8 КЛАСС

(продолжительность – 3 часа; общее количество баллов 90)

Задача 1

Один химический элемент **A** образует серию кислот с молекулярными массами: 97, 81, 129, 145, 113. Отношение атомных масс самого тяжелого и самого лёгкого элементов в этих кислотах равно 80. Что это за элементы и о каких кислотах идёт речь? Определите валентность самого тяжелого элемента в этих кислотах.

(15 баллов)

Задача 2

Мольные доли электронов, принадлежащих разным элементам в солях $Y(XZ_3)_2$ и $Y(XZ_2)_2$ приведены в таблице

Соль	$N(\bar{e} Y), \%$	$N(\bar{e} X), \%$	$N(\bar{e} Z), \%$
$Y(XZ_3)_2$	24.39	17.07	58.54
$Y(XZ_2)_2$	30.30	21.22	48.48

Известно, что разница молекулярных масс солей равна 32 г/моль. Установите формулы этих веществ и напишите по одному уравнению реакций, с помощью которых можно получить эти соли.

(15 баллов)

Задача 3

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



(18 баллов)

Задача 4

Смешали 250 мл 20%-ного раствора серной кислоты ($\rho=1.14$ г/мл) и 250 мл 10%-ного раствора ($\rho=1.091$ г/мл) сульфата натрия. Рассчитайте массовую долю кислорода и SO_4^{2-} - групп в полученном растворе.

(15 баллов)

Задача 5

Этот драгоценный минерал иногда называют *уральский изумруд* из-за красивого зелёного оттенка его кристаллов. Он называется *демантоид* и относится к многочисленной группе гранатов. Однако встречается очень редко. В России этот минерал был впервые обнаружен в 1874 на Среднем Урале недалеко от Екатеринбурга В.Г. Калугиным. Позже месторождения демантоида на территории России были открыты на Камчатке, Чукотке и в Мурманской области. *Демантоид* относится к группе силикатных минералов. Массовые доли кальция, железа и кислорода равны 23.62%, 22.05% и 37.80%, соответственно. Массовая доля какого элемента не приведена в условии задачи и чему она равна? Определите химическую формулу *демантоида*.

(10 баллов)

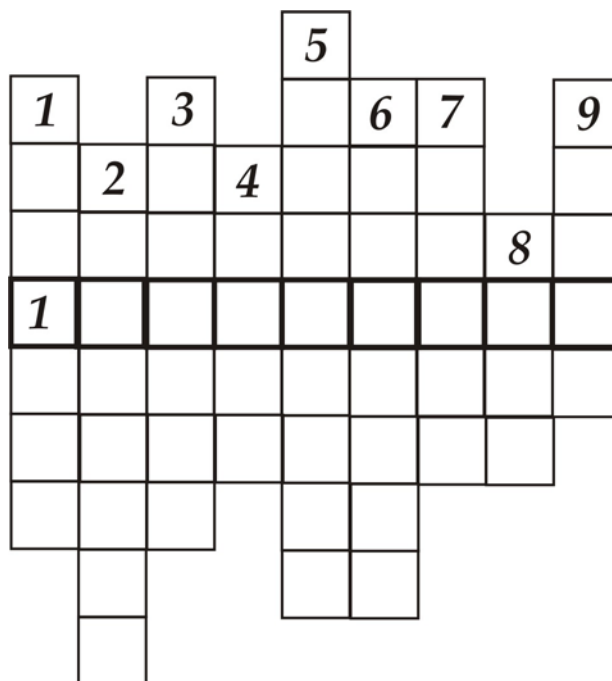
Задача 6

Одним из тривиальных названий вещества **Z** является *минеральный хрусталь*. Другим названием этого вещества также является *нитер*. Найти его залежи можно в различных точках мира. Наиболее известные месторождения располагаются в Индии, Боливии, Австралии, России и других странах. Самым распространённым названием этого вещества является ... *селитра*. Основное применение оно находит в пиротехнике (до XX века особенно широко, как компонент основного в то время взрывчатого вещества - дымного (чёрного) пороха). Также одной из основных сфер применения этого вещества является сельское хозяйство. **Z** представляет собой двойной тип удобрения, который позволяет одновременно насытить почву элементами **X** и **Y** – важнейшими химическими элементами, пользу которых для растений установил ещё немецкий химик Ю. Либих в XIX веке. О каком веществе **Z** идёт речь? Дайте ему химическое название. Назовите элементы **X** и **Y**.

(7 баллов)

Задача 7

Разгадайте кроссворд:



По вертикали: **1.** Один из самых распространённых химических элементов в земной коре; очень важен для современной электроники; этот элемент был предсказан учёным, фамилия которого указана в п.5. **2.** Частица, непосредственно участвующая в образовании химической связи; своей клетки в таблице Менделеева не имеет; является античастицей позитрона. **3.** Этот элемент предсказал Д.И. Менделеев; открыл шведский учёный и назвал в честь своей родины; является первым среди элементов, которые в периодической таблице обычно выделяют другим цветом. **4.** Она бывает «царской», «крепкой», «Московской особой» и др.; один из главных предметов многочисленных мифов о Д.И. Менделееве. **5.** Один из самых авторитетных химиков первой половины XIX века; предложил современные символы химических элементов; открыл несколько химических элементов; впервые ввёл в химию такие важные понятия, как *катализ*, *изомерия*, *аллотропия* и др. **6.** На Земле он первый; больше всего молекул простого вещества этого элемента вырабатывается фитопланктоном Мирового океана. **7.** Является основным компонентом ядра Земли. **8.** Этот элемент известен с древнейших времен; считался произведением сверхчеловеческих существ из мира духов или подземных богов; входит в состав «чёрного пороха». **9.** Это вещество болеет чумой.

По горизонтали: **1.** Самый известный химик в истории.

(10 баллов)

(продолжительность – 4 часа; общее количество баллов 120)

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

Задача 1

Смесь бромоводорода, сернистого газа и угарного газа массой 0.527 г, в которой число атомов водорода в 3 раза меньше числа атомов кислорода, пропустили через 500 г 0.15%-ного раствора гидроксида кальция. Объем непоглощённого газа оказался равен 22.4 мл (при н.у.). Вычислите массовую долю гидроксида кальция в полученном после пропускания газовой смеси растворе. (Ответ приведите в % с точностью до сотых)

(18 баллов)

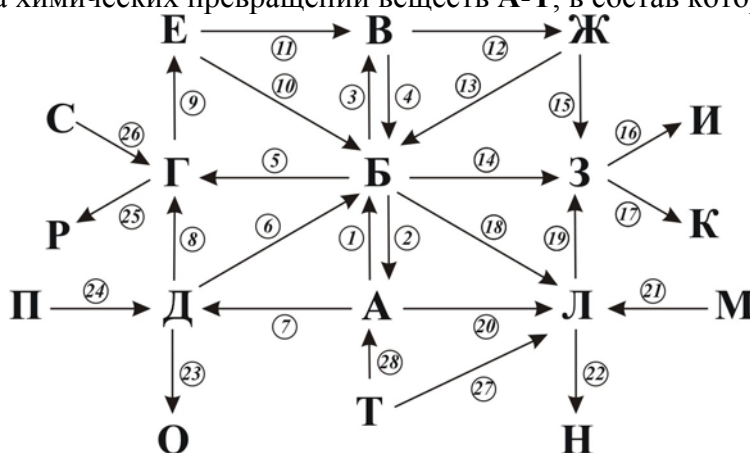
Задача 2

Расшифруйте неизвестные вещества и напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Задача 3

Приведена схема химических превращений веществ А-Т, в состав которых входит элемент Х:



1) $\mathbf{A} + \mathbf{O}_2 \xrightarrow{300^\circ \text{C}} \mathbf{B};$	15) $\mathbf{Ж} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} \xrightarrow{0^\circ \text{C}} \mathbf{3} + \mathbf{Л} + \dots;$
2) $\mathbf{Б} + \text{NH}_3 \xrightarrow{550^\circ \text{C}} \mathbf{A} + \dots;$	16) $\mathbf{3} + \text{KF} + \text{H}_2\text{O}_{2(\text{конц.})} \rightarrow \mathbf{И} + \dots;$
3) $\mathbf{Б} + \text{C}_{(\text{кокс})} \xrightarrow{650^\circ \text{C}} \mathbf{В} + \dots;$	17) $\mathbf{3} + \text{HNO}_{3(\text{конц.})} + \text{PbO}_2 \rightarrow \mathbf{К} + \dots;$
4) $\mathbf{В} + \text{O}_2 \xrightarrow{450^\circ \text{C}} \mathbf{Б} + \dots;$	18) $\mathbf{Б} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} \xrightarrow{<110^\circ \text{C}} \mathbf{Л} + \dots;$
5) $\mathbf{Б} + \text{HCl}_{(\text{конц.})} \xrightarrow{25^\circ \text{C}} \mathbf{Г} + \dots;$	19) $\mathbf{Л} \xrightarrow{>300^\circ \text{C}} \mathbf{3} + \dots;$
6) $\mathbf{Д} + \text{O}_2 \xrightarrow{400^\circ \text{C}} \mathbf{Б};$	20) $\mathbf{A} + \text{H}_2\text{SO}_{4(50\%-\text{я})} \xrightarrow{0^\circ \text{C}} \mathbf{Л} + \dots;$
7) $\mathbf{A} + \text{CO} \xrightarrow{700^\circ \text{C}} \mathbf{Д} + \dots;$	21) $\mathbf{М} + \text{H}_2\text{SO}_{4(98\%-\text{я})} \xrightarrow{75^\circ \text{C}} \mathbf{Л} + \dots;$
8) $\mathbf{Д} + \text{HCl}_{(\text{p-p})} \xrightarrow{400^\circ \text{C}} \mathbf{Г} + \dots;$	22) $\mathbf{Л} + \text{NaOH}_{(\text{конц.})} \xrightarrow{<110^\circ \text{C}} \mathbf{H} + \dots;$
9) $\mathbf{Г} + \text{CO} \xrightarrow{\text{p, Kat: Al(C}_4\text{H}_9)_3} \mathbf{Е} + \dots;$	23) $\mathbf{Д} + \text{NaOH} + \text{O}_2 \xrightarrow{800^\circ \text{C}} \mathbf{O} + \dots;$
10) $\mathbf{Е} + \text{O}_2 \xrightarrow{<500^\circ \text{C}} \mathbf{Б} + \dots;$	24) $\mathbf{П} \xrightarrow{\text{t}^\circ \text{C}} \mathbf{Д} + \dots;$
11) $\mathbf{Е} \xrightarrow{>110^\circ \text{C}} \mathbf{В} + \dots;$	25) $\mathbf{Г} + \text{KCl} + \text{Cl}_2 \rightarrow \mathbf{P} + \dots;$
12) $\mathbf{В} + \text{O}_2 \xrightarrow{>800^\circ \text{C}} \mathbf{Ж} + \mathbf{Д};$	26) $\mathbf{C} + \text{HCl}_{(\text{конц.})} \rightarrow \mathbf{Г} + \dots;$
13) $\mathbf{Ж} + \text{HNO}_{3(\text{p-p})} \xrightarrow{\text{кипячение}} \mathbf{Б} + \dots;$	27) $\mathbf{T} + \text{H}_2\text{SO}_{4(98\%-\text{я})} \xrightarrow{75^\circ \text{C}} \mathbf{Л} + \dots;$
14) $\mathbf{Б} + \text{FeSO}_4 \xrightarrow{550^\circ \text{C}} \mathbf{3} + \dots;$	28) $\mathbf{T} \xrightarrow{55^\circ \text{C}} \mathbf{A} + \dots;$

В таблице перечислены некоторые характеристики веществ **Е, И, Н, О, Р, П и Т**:

Соединения	ω_X , %	ω_O , %	Агрегатное состояние	Цвет	Растворимость в воде
Е	28.21	41.03	твёрд.	желтый	нерастворим
И	19.23	0.00	твёрд.	сине-зелёный	малорастворим
Н	62.50	36.36	твёрд.	бурый	нерастворим
О	29.26	34.04	твёрд.	тёмно-зеленый	малорастворим

Р	17.71	0.00	тverd.	коричневый	малорастворим
П	68.24	?	тverd.	черный	нерастворим
Т	49.55	?	жидкость	зеленый	гидролизуется

Известно, что:

- 1) среди перечисленных выше веществ **А-Т** бинарными соединениями являются: **А, Б, Г, Д, Ж, П, С и Т**;
- 2) **Е, И и Р** – комплексные соединения;
- 3) разница молекулярных масс для пары **А и Б** составляет 71 г/моль, для **Ж и Д** – 158 г/моль, для **С и В** – 48 г/моль, а **Л и З** – 247 г/моль;
- 3) молекулярная масса вещества **Д** равна 71 г/моль.

Определите элемент **Х**, качественный и количественный состав соединений **А-Т**. Напишите уравнения реакций **1-28**.

(30 баллов)

Задача 4

Одной из отличительных особенностей химии серы является склонность к образованию связей **-S-S-**. Известно, что теплоты образования жидких SCl_2 и S_2Cl_2 равны 49.8 и 58.2 кДж/моль, соответственно, а теплоты испарения жидких SCl_2 и S_2Cl_2 соответственно равны 32.2 и 41.5 кДж/моль. Рассчитайте энергию связи **-S-S-** в молекуле S_2Cl_2 , если энергия связи в молекуле Cl_2 равна 243.0 кДж/моль, а теплота атомизации кристаллической серы составляет 278.8 кДж/моль. Сделайте вывод о прочности связи **-S-S-**, считая связи с величиной $E_{\text{связи}} < 150$ кДж/моль не прочными.

(20 баллов)

Задача 5

Навеску светло-жёлтого кристаллического вещества **Х** массой 8.16 г разделили на три равные части. Первую часть растворили в горячей воде и наблюдали выделение 0.448 л (н.у.) газа **У** с характерным запахом тухлых яиц (**реакция 1**). Вторую часть навески растворили в холодной воде и оставили в открытом стакане на воздухе. Через некоторое время на дне стакана образовался осадок светло-жёлтого цвета **З** массой 0.64 г (**реакция 2**). Химический анализ раствора над осадком показал, что растворы в первом и втором стаканах полностью идентичны как по качественному, так и количественному составу (содержат вещество **Н**). Третью навеску исходного вещества **Х** нагрели с 1.344 л (н.у.) кислорода при 500°C (**реакция 3**). При этом образовался термически устойчивый и хорошо растворимый осадок твёрдого вещества **К** белого цвета и газ **Л** с резким запахом, который полностью поглощается 200 г 2.44%-ного раствора гидроксида стронция с образованием белого трудно растворимого в воде осадка **М** (**реакция 4**). Вещество **К** было полностью растворено в воде и к полученному раствору добавили раствор, содержащий 5.1 г нитрата серебра. Наблюдали выпадение коричневого осадка **В** массой 4.63 г (**реакция 5**). Определите все зашифрованные вещества (ответ подтвердите расчётом) и напишите уравнения всех упомянутых в условии задачи химических реакций.

(21 балл)

Задача 6

Имеется смесь, содержащая семь твердых химических веществ: Cr_2O_3 , Al_2O_3 , MgO , Fe_2O_3 , SiO_2 , MnO_2 , ZnO . Предложите способ разделения этой смеси. В результате необходимо получить каждый из оксидов в отдельности. Ответ обоснуйте и подтвердите уравнениями химических реакций.

(14 баллов)

10 КЛАСС

(продолжительность – 4 часа; общее количество баллов 120)

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

Задача 1

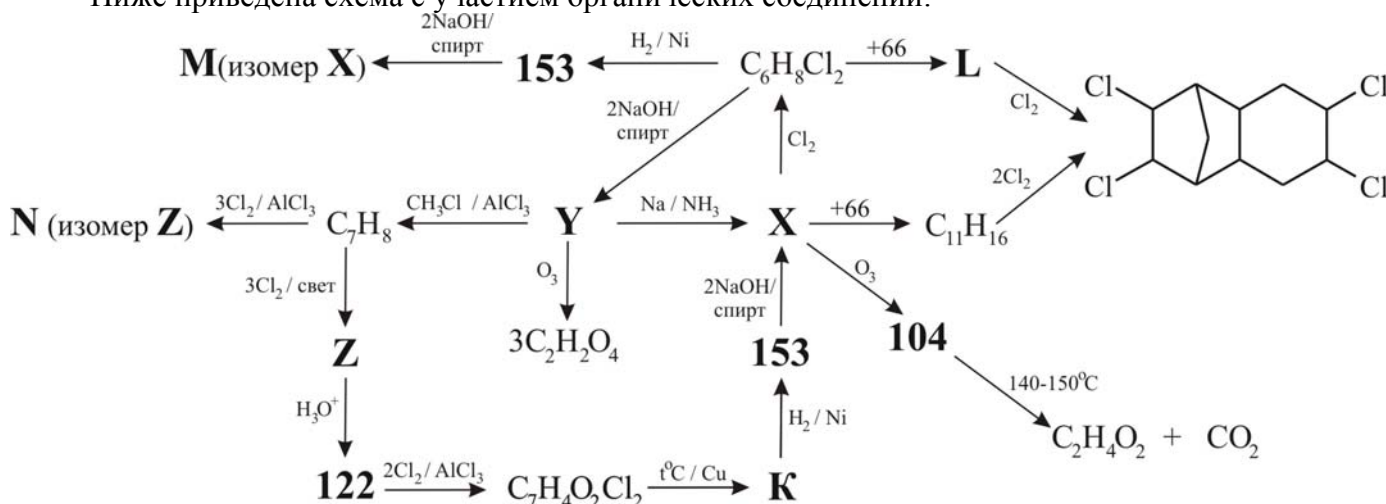
Продуктами сгорания 11.9 г органического соединения **A** (горение проводили при 500°C), содержащего атомы 4-х химических элементов, оказались газообразные вещества (**B**, **V** и **Г**) и твёрдый остаток (**Д**). Масса твёрдого остатка составила 4 г. Газообразные продукты реакции были последовательно пропущены через хлоркальциевую трубку (её масса увеличилась на 1.8 г) и баритовую воду, которой они были полностью поглощены. В последнем случае наблюдали выпадение осадка **E** массой 19.7 г. Осадок отфильтровали, а к фильтрату добавили избыток раствора сульфата натрия. Масса вновь выпавшего осадка **Ж** составила 11.65 г. Известно, что баритовая вода была взята без избытка, но в количестве, необходимом для полного поглощения выделившихся при сгорании **A** газов.

Определите все зашифрованные в условии задачи вещества (ответ подтвердите расчётом). Назовите вещество **A** и укажите к какому классу органических соединений оно принадлежит. Приведите два примера использования вещества **A** в органическом синтезе.

(18 баллов)

Задача 2

Ниже приведена схема с участием органических соединений:

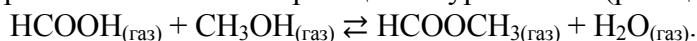


Расшифруйте все закодированные соединения (приведите структурные формулы), напишите уравнения соответствующих реакций и объясните, чему соответствуют использованные цифровые коды. Назовите соединения **X** и **M** и как можно их различить?

(20 баллов)

Задание 3

При смешении паров муравьиной кислоты и паров метилового спирта в газовом реакторе при некоторой температуре протекает химическая реакция по уравнению (реакция этерификации):



При достижении равновесия в реакционной смеси находятся:

1/3 моль НСООН , 1/3 моль $\text{СН}_3\text{ОН}$, 2/3 моль НСООСН_3 и 2/3 моль $\text{Н}_2\text{О}$.

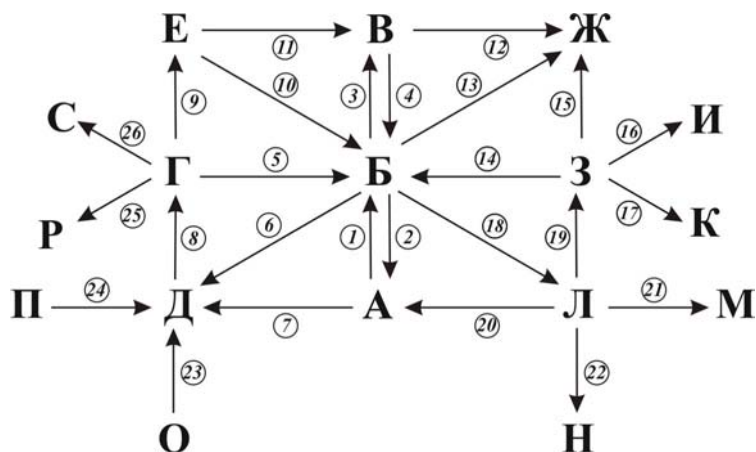
Вычислите количество молей эфира (НСООСН_3), которое будет в реакционной смеси при достижении равновесия при той же температуре, если начальные количества веществ будут равны: 1 моль НСООН , 2 моль $\text{СН}_3\text{ОН}$ и 0.5 моль $\text{Н}_2\text{О}$. Как изменится количество молей эфира, если в начальный момент вода будет отсутствовать в системе?

(14 баллов)

Задача 4

О элементе **X** известно, что первооткрыватель этого элемента считал его четырехвалентным и потому записал формулу его оксида как XO_2 . Атомная масса точно им не измерялась и приводились лишь пределы её возможных значений (160-180). Наконец, первооткрыватель элемента **X** предлагал поместить его в периодической таблице между оловом и торием. Д.И. Менделеев, напротив, в отношении свойств и положения в периодической таблице этого элемента давал совершенно другой прогноз. Весомый вклад в изучение элемента **X** сразу после его открытия внёс первооткрыватель гольмия, кото-

рый и сообщил Менделееву, что «...Ваш элемент ... выделен. Это, открытый весной этого года...». Ниже приведена схема химических превращений веществ А-С, в состав которых входит элемент Х.



- 1) $A + O_2 \xrightarrow{\text{на воздухе}} B + \dots$;
- 2) $B + Mg \xrightarrow{t^\circ C} A + \dots$;
- 3) $B + H_2SO_{4(p-p)} \xrightarrow{t^\circ C} V + \dots$;
- 4) $V \xrightarrow{>600^\circ C} B + \dots$;
- 5) $G \xrightarrow{>300^\circ C} B + \dots$;
- 6) $B + C + N_2 \xrightarrow{2000^\circ C} D + \dots$;
- 7) $A + N_2 \xrightarrow{>500^\circ C} D + \dots$;
- 8) $D + HNO_{3(p-p)} \rightarrow G + \dots$;
- 9) $G + K_2CO_{3(p-p)} + H_2O \rightarrow E + \dots$;
- 10) $E \xrightarrow{t^\circ C} B + \dots$;
- 11) $E + H_2SO_{4(p-p)} \rightarrow V + \dots$;
- 12) $V + H_2SO_{4(конц.)} \rightarrow Zh + \dots$;
- 13) $B + H_2SO_{4(конц.)} \rightarrow Zh + \dots$;
- 14) $Z \xrightarrow{>450^\circ C} B + \dots$;
- 15) $Z + H_2SO_{4(конц.)} \rightarrow Zh + \dots$;
- 16) $Z + NaOH_{(тв.)} \xrightarrow{>300^\circ C} I + \dots$;
- 17) $Z + NaOH_{(p-p)} \rightarrow K + \dots$;
- 18) $B + C + Cl_2 \xrightarrow{>800^\circ C} L + \dots$;
- 19) $L + NaOH_{(p-p)} \rightarrow Z + \dots$;
- 20) $L + Mg \xrightarrow{t^\circ C} A + \dots$;
- 21) $L + H_2O \xrightarrow{100^\circ C} M + \dots$;
- 22) $L + KCl_{(тв.)} \xrightarrow{>700^\circ C} H + \dots$;
- 23) $O + N_2 \xrightarrow{1200^\circ C} D + \dots$;
- 24) $P + N_2 \xrightarrow{>800^\circ C} D + \dots$;
- 25) $G + NaOH_{(p-p)} \xrightarrow{\text{кипение}} R + \dots$;
- 26) $G + Na_2H_2P_2O_7_{(p-p)} \rightarrow C + \dots$;

В таблице перечислены некоторые характеристики веществ Б-С:

Соединение	$\omega_X, \%$	Агрегатное состояние	Соединение	$\omega_X, \%$	Агрегатное состояние
Б	65.22	тverd.	К	20.83	тverd.
В	23.81	тverd.	Л	29.70	тverd.
Г	19.48	тverd.	М	33.83	тverd.
Д	76.27	тverd.	Н	12.00	тverd.
Е	36.89	тverd.	О	83.33	тverd.
Ж	18.91	тverd.	П	93.75	тverd.
З	46.88	тverd.	Р	57.69	тverd.
И	45.00	тverd.	С	20.45	тverd.

Известно, что вещества Б, Д, Л, О и П – бинарные соединения; разница молекулярных масс М и А равна 88 г/моль.

Определите элемент Х, качественный и количественный состав соединений А-С (ответ подтвердите расчетом). Написать уравнения реакций 1-26.

(30 баллов)

Задача 5

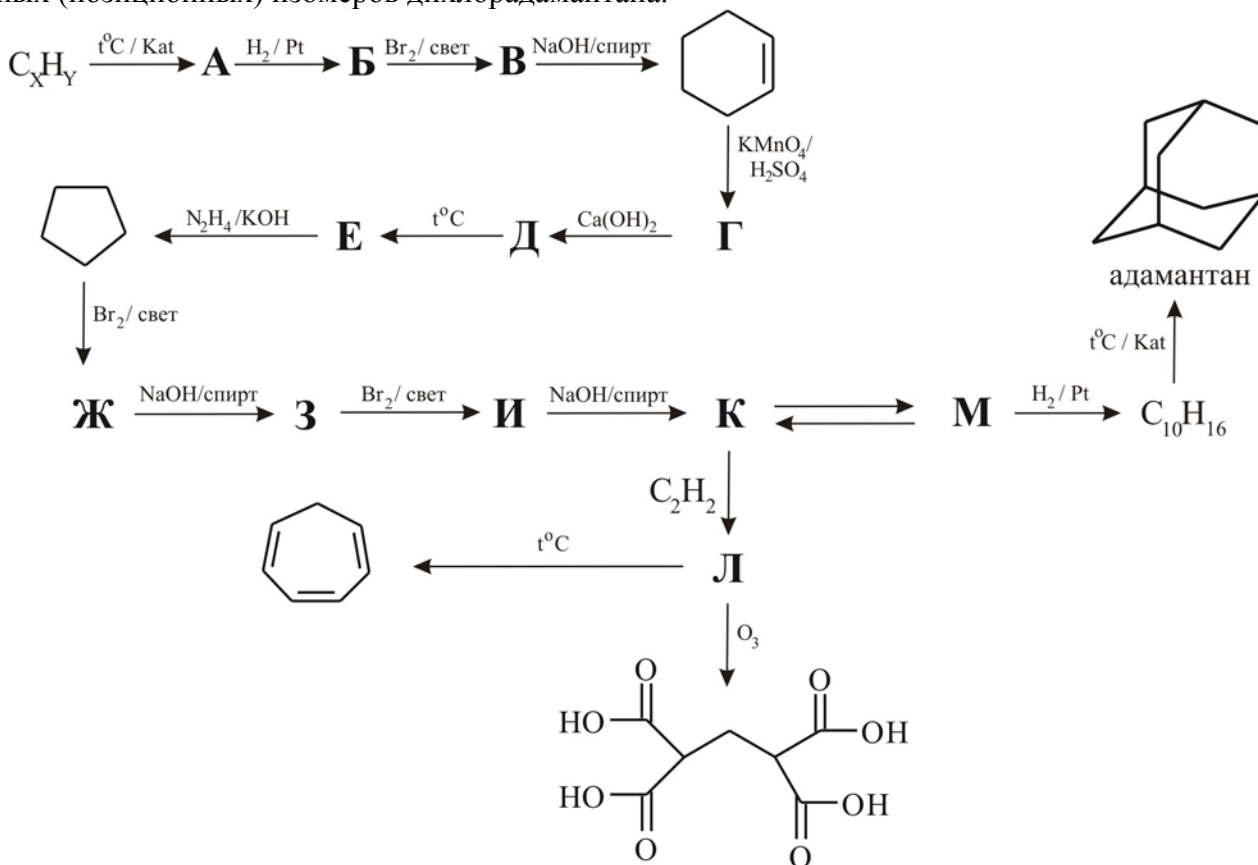
Пластика металлического кадмия была опущена в 10%-ный раствор хлорида металла Х, массой 195 г. Через некоторое время пластинку извлекли и подвергли анализу: масса пластинки уменьшилась на 6.72 г, при этом следов других элементов на ней обнаружено не было (*реакция 1*). В сосуде, где протекала реакция, находился только прозрачный раствор без осадка. Во избежание побочных реакций из-за возможного контакта компонентов раствора с воздухом, все действия проводили в атмосфере инертного газа. К полученному раствору прибавили избыток концентрирован-

ного раствора аммиака и наблюдали выпадение белого осадка (**реакция 2**). Осторожно отделив осадок, его вначале прокалили в инертной атмосфере (**реакция 3**), а затем в атмосфере водорода (**реакция 4**). В результате получили 6.72 г другого металла **Y**. Определите хлорид **X** и металл **Y** (ответ подтвердите расчётом). Напишите уравнения протекающих реакций. Что произойдет, если описанные выше процессы проводить на воздухе?

(18 баллов)

Задача 6

На предложенной ниже схеме приведён синтез одного из самых интересных предельных углеводородов – **адамантана** (углеводород с такой структурой был предсказан в 1924 г. немецким химиком Х. Деккером, впервые обнаружен в нефти Годонинского месторождения Чехии в 1933 г. С. Ландой, а синтезирован в лаборатории в 1941 г. нобелевским лауреатом В. Прелогом). В исходном соединении C_xH_y отношение числа атомов водорода при разных атомах углерода равно 1.333. Определите все зашифрованные на схеме соединения (**A-M**) и напишите уравнения реакций. Укажите число третичных и вторичных атомов углерода в молекуле адамантана. Укажите число структурных (позиционных) изомеров дихлорадамантана.



(20 баллов)

11 КЛАСС

(продолжительность – 4 часа; общее количество баллов 120)

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

Задача 1

К 500 мл ($\rho=1.084$ г/мл) 0.36 М водного раствора желтой кровяной соли добавили 250 мл ($\rho=1.126$ г/мл) 0.32 М водного раствора сульфата железа (III). После отделения выпавшего синего осадка, фильтрат подвергли электролизу (время электролиза - 1 час, сила тока 1.61 А). При проведении электролиза катодное и анодные пространства были разделены. Определите pH полученного после электролиза раствора и массовые доли (в %) всех оставшихся после электролиза веществ в растворе (плотность конечного раствора примите равной 1 г/мл).

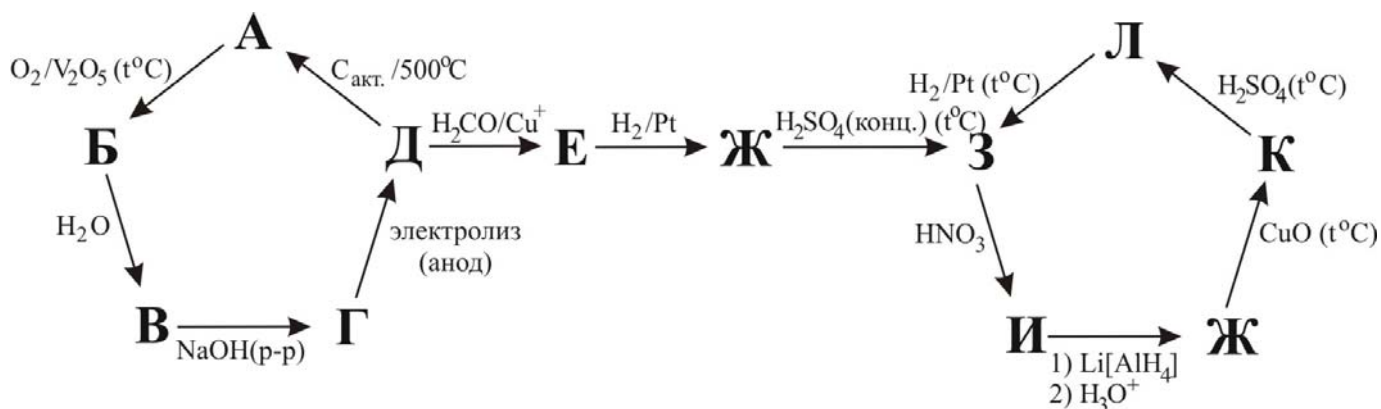
(15 баллов)

Задание 2

На схеме представлена цепочка химических превращений веществ А-Л. Все необходимые реагенты и условия проведения реакции также приведены на схеме. В таблице приведены некоторые сведения о веществах А-Л:

Вещество	Характеристика	Вещество	Характеристика
А	впервые получено в 1825 году	Ж	применяют для повышения смачиваемости отверстий
Б	ангидрид	З	растворитель
В	имеет стереоизомеры	И	с аммиаком и аминами образует сукцинимид
Г	$M(\text{Г})=160$ г/моль	К	содержит на 2 атома кислорода меньше, чем И
Д	впервые получено в 1868 году М. Бертло	Л	$M(\text{Б})=M(\text{Л})+26$ г/моль
Е	обесцвечивает бромную воду		

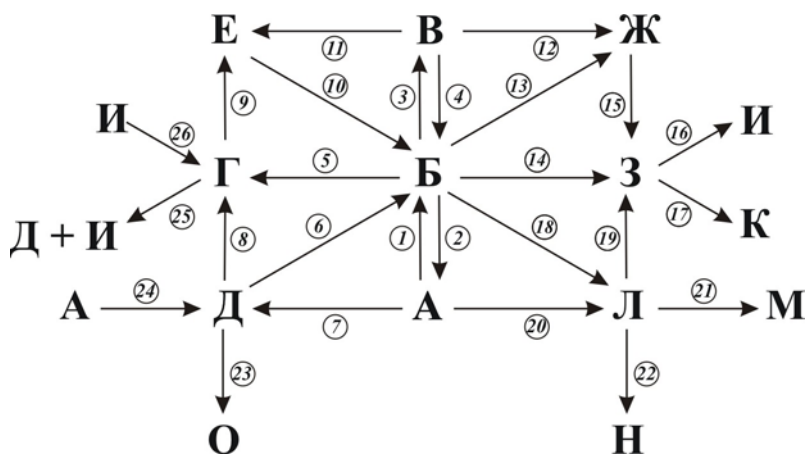
Вещество 3 (см. схему ниже) ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$) нашло широкое применение в органическом синтезе в качестве растворителя и как противокристаллизационная присадка к авиационным и ракетным топливам. Оно не обесцвечивает бромную воду, не реагирует с Na, однако при нагревании вступает в реакцию с концентрированной HNO_3 с образованием вещества X состава $\text{C}_4\text{H}_8\text{I}_2$. Напишите эту реакцию. Найдите все зашифрованные вещества и напишите все упомянутые на схеме реакции.



(25 баллов)

Задача 3

Три элемента X, Y и Z входят в состав веществ А-О. Другие элементы в составе веществ А-О отсутствуют. Элемент X входит в состав всех соединений, а элементы Y и Z – в состав Б-О. Ниже приведена схема химических превращений веществ А-О:



- 1) $A + O_2 \xrightarrow{450^\circ C} B$;
- 2) $B + Ca \xrightarrow{950^\circ C} A + \dots$;
- 3) $B + H_2C_2O_4 \xrightarrow{t^\circ C} V + \dots$;
- 4) $V + O_2 \xrightarrow{550^\circ C} B$;
- 5) $B + HCl \xrightarrow{\text{электролиз}} G_{\text{(катод)}} + \dots$;
- 6) $D + HNO_{3(\text{конц.})} + H_2O \xrightarrow{>150^\circ C} B + \dots$;
- 7) $A + SO_2Cl_2 \xrightarrow{t^\circ C} D + \dots$;
- 8) $D + S \xrightarrow{250-275^\circ C} G + \dots$;
- 9) $G + HNO_{3(\text{конц.})} \xrightarrow{t^\circ C} E + \dots$;
- 10) $E + NaOH_{(p-p)} \rightarrow B + \dots$;
- 11) $V + Cl_2 \xrightarrow{t^\circ C} E + \dots$;
- 12) $V + H_2 \xrightarrow{500-600^\circ C} Zh + \dots$;
- 13) $B + H_2 \xrightarrow{400-500^\circ C} Zh + \dots$;
- 14) $B + H_2 \xrightarrow{1700^\circ C} Z + \dots$;
- 15) $Zh + A \xrightarrow{>1200^\circ C(Ar)} Z$;
- 16) $Z + HCl_{(p-p)} \xrightarrow{0^\circ C(N_2)} I + \dots$;
- 17) $Z + Cl_2 \xrightarrow{150^\circ C} K$;
- 18) $B + HCl_{(\text{конц.})} \xrightarrow{t^\circ C} L + \dots$;
- 19) $L \xrightarrow[2) H_2 (600-700^\circ C)]{1) HI} Z + \dots$;
- 20) $A \xrightarrow[2) BaCl_2 (p-p)]{1) H_2SO_4 (\text{конц.})} L + \dots$;
- 21) $L \xrightarrow{500^\circ C(N_2)} M + \dots$;
- 22) $L + HCl_{(\text{конц.})} + Zn \rightarrow H + \dots$;
- 23) $D \rightarrow O$;
- 24) $A + \text{царская водка} \rightarrow D + \dots$;
- 25) $G \xrightarrow{160^\circ C} D + I$;
- 26) $I + HCl_{(p-p)} \rightarrow G + \dots$;

В таблице перечислены некоторые характеристики веществ **Е**, **К**, **Л** и **М**:

Соединение	$\omega_X, \%$	$\omega_Y, \%$	$\omega_Z, \%$	Цвет	Растворимость в воде	Агрегатное состояние ($25^\circ C$)
Е	43.04	27.00	29.96	оранжево-красный	разлагается водой	твёрдый
К	29.40	9.22	61.38	оранжево-жёлтый	разлагается водой	жидкий
Л	36.96	11.59	51.45	зелёный	растворим	твёрдый
М	49.76	15.61	34.63	жёлто-коричневый	нерастворим	твёрдый

Известно, что:

- 1) среди перечисленных выше веществ **А-О** имеются как бинарные соединения, так и более сложные по составу вещества;
- 2) разница молекулярных масс для пары **Б** и **В** составляет 99 г/моль, для **Ж** и **В** – 67 г/моль, для **К** и **Е** – 55 г/моль, а **Б** и **А** – 131 г/моль;
- 3) молекулярная масса вещества **З** равна 67 г/моль.

Определите элемент **Х**, качественный и количественный состав соединений **А-О**. Напишите уравнения реакций **1-26**.

(30 баллов)

Задача 4

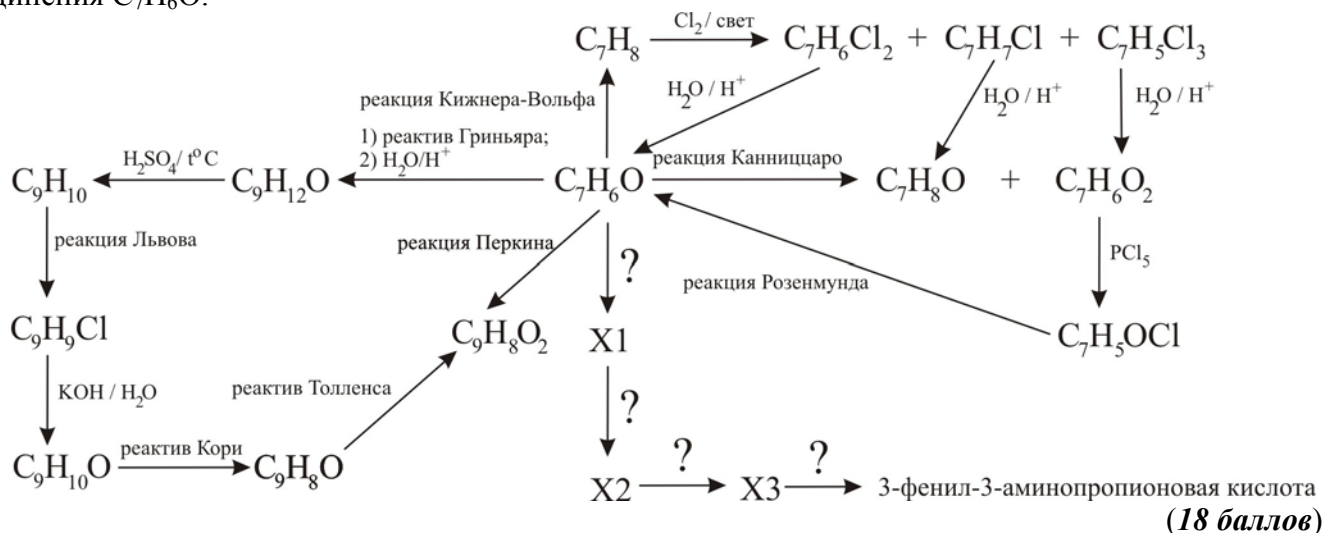
Два газообразных вещества **А** и **Б**, взятые в мольном соотношении 1:2, количественно реагируют при температуре $180^\circ C$. После проведения реакции и охлаждения реакционной смеси до $0^\circ C$ в системе образуется бесцветная жидкость **В** и простое газообразное вещество **Г**, при этом давление в реакционной сосуде увеличилось в 1.333 раза по сравнению с первоначальным (**реакция 1**). Известно, что вещество **В** образовано тремя элементами **Х**, **У** и **З** (массовые доли элементов **Х** и **У** в **В** равны 40.74% и 51.85%, соответственно, а мольные доли элементов **Х** и **У** в **В** равны и составляют 0.25 для каждого). При длительном стоянии на свету вещество **В** разлагается (**реакция 2**) с образованием бинарного очень твёрдого соединения **Д** и газа **Г**. При этом давление в системе увеличива-

ется в три раза. При сгорании вещества **В** в избытке кислорода образуется смесь трех оксидов элементов **Х**, **У** и **З** в мольном соотношении 1:2:2 (**реакция 3**). Плотность газа **А** по газу **Б** равна 1.647. Определите элементы **Х**, **У** и **З**, расшифруйте вещества **А-Д** и напишите уравнения указанных в условии химических реакций.

(15 баллов)

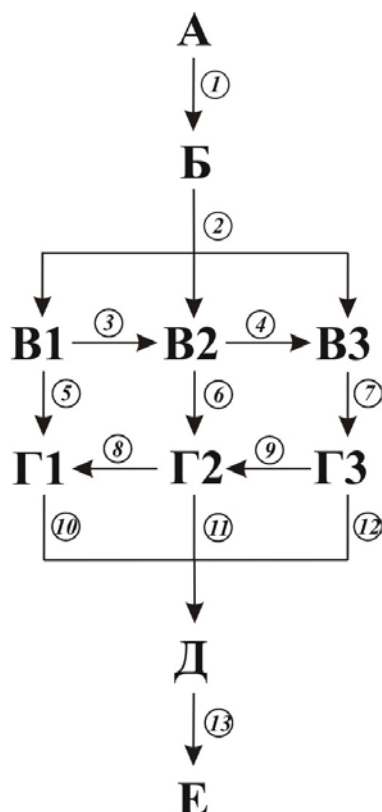
Задача 5

Расшифруйте все соединения, приведённые на схеме, напишите уравнения всех реакций и укажите условия их протекания, а также синтезируйте 3-фенил-3-аминопропионовую кислоту из соединения C_7H_6O .



Задача 6

С использованием данных таблицы расшифруйте на приведенной схеме вещества **А-Е**, напишите уравнения реакций 1-13 и изобразите структурные формулы веществ **В1**, **В2**, **В3**, **Г1**, **Г2** и **Г3**. Известно, что разницы молекулярных масс для пар соединений равны: $M(B2)-M(B1)=99$ г/моль; $M(B3)-M(B2)=99$ г/моль; $M(G2)-M(G1)=30$ г/моль; $M(G3)-M(G2)=30$ г/моль. Вещество **Е** составляет основу известного минерала, названного в честь первооткрывателя одного из металлов платиновой группы. К какой группе соединений относятся вещества **Г1**, **Г2** и **Г3**?



Вещество	M , г/моль	Цвет	Агрегатное состояние
Б	108	серый	тверд.
В2	269	бесцвет.	газ
Г3	92	бесцвет.	жидк.
Д	60	бесцвет.	тверд.
Е	116	бесцвет.	тверд.
1) $A + Ca \xrightarrow{\text{спекание}} B$;			
2) $B + Cl_2 \xrightarrow{120-150^\circ C} \text{смесь } (B1 + B2 + B3) + \dots$;			
3) $B1 + A \xrightarrow{1000^\circ C} B2$;			
4) $B2 + A \xrightarrow{<1000^\circ C} B3$;			
5) $B1 + Li[AlH_4] \xrightarrow{\text{эфир}, 0^\circ C} G1 + \dots$;			
6) $B2 + Li[AlH_4] \xrightarrow{\text{эфир}, 0^\circ C} G2 + \dots$;			
7) $B3 + Li[AlH_4] \xrightarrow{\text{эфир}, 0^\circ C} G3 + \dots$;			
8) $G2 \xrightarrow{350-400^\circ C} G1 + \dots$;			
9) $G3 \xrightarrow{350-400^\circ C} G2 + \dots$;			
10) $G1 + KMnO_4(\text{водный р-р}) \rightarrow D + \dots$;			
11) $G2 + KMnO_4(\text{водный р-р}) \rightarrow D + \dots$;			
12) $G3 + KMnO_4(\text{водный р-р}) \rightarrow D + \dots$;			
13) $D + CaO \xrightarrow{\text{спекание}} E$			

(17 баллов)