

10 КЛАСС

(продолжительность – 4 часа; общее количество баллов 100)

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

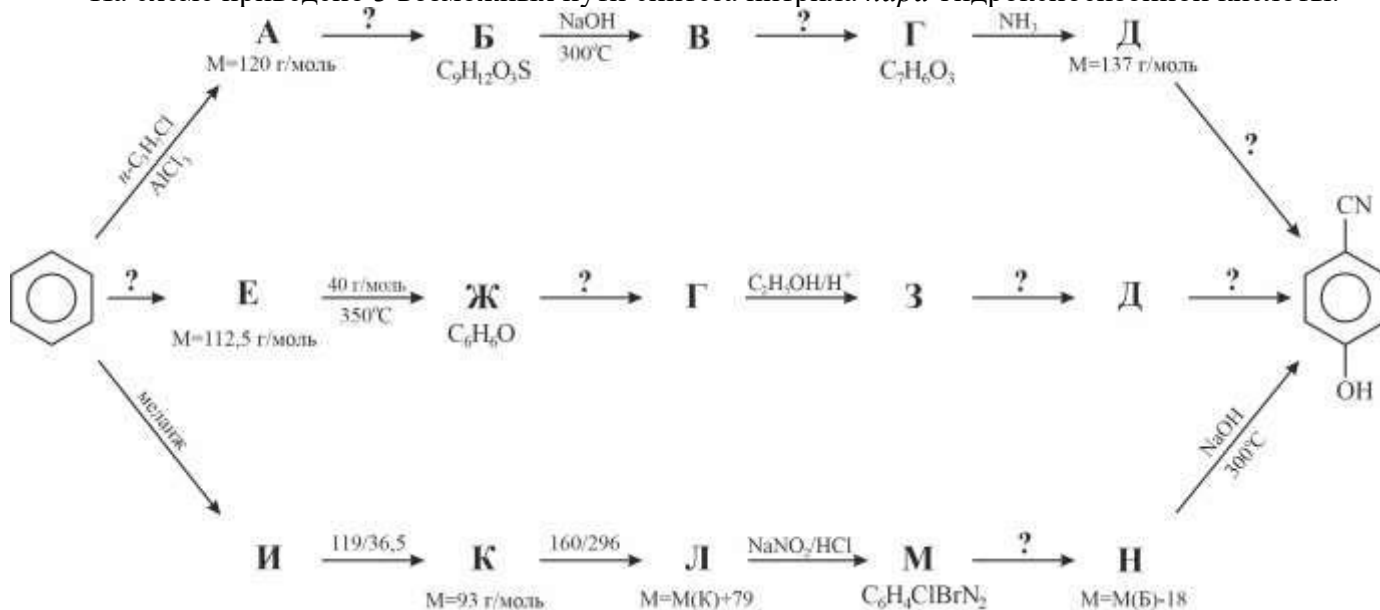
Задача 1

В 15%-й водный раствор нитрата серебра, массой 102 г, поместили 7.53 г смеси бромидов лития и калия. После перемешивания, отстаивания и отделения образовавшего осадка, в фильтрат поместили железную пластину. По окончании реакции пластинку металла извлекли и взвесили. Масса пластинки изменилась на 1.6 г. Чему равно отношение числа атомов лития к общему числу атомов брома в исходной смеси?

(13 баллов)

Задача 2

На схеме приведено 3 возможных пути синтеза нитрила *para*-гидроксибензойной кислоты.



Определите все зашифрованные соединения (напишите их структурные формулы) и уравнения протекающих химических реакций.

Назовите вещество Ж.

(18 баллов)

Задача 3

На представленной ниже схеме приведены превращения веществ А-У, в состав которых входит элемент Х.

О веществах и реакциях, зашифрованных на схеме, известно следующее:

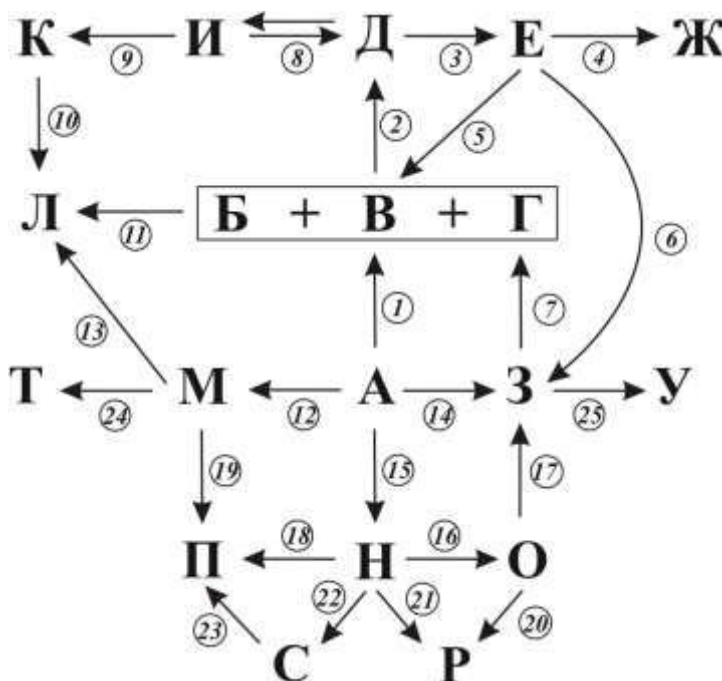
1) вещества А, Д, Е, И, З, О и Р – бинарные, а вещества Б, Г, К, М, Н и П – трехэлементные;

2) в реакции 1 образуется три вещества (Б, В и Г), содержащие элемент Х, а в реакции 25 два вещества, одно из которых (бинарное) не указано на схеме;

3) разница молекулярных масс веществ Л и П составляет 22 г/моль, для веществ О и Р 64 г/моль, для веществ О и З 48 г/моль, для веществ Д и В 106.5 г/моль, а для веществ П и Г 32 г/моль;

4) молекулярная масса вещества А – 428 г/моль;

5) вещество И имеет ионное строение, причём масса аниона на 71 г/моль больше массы катиона;



6) вещество **Е** – чрезвычайно токсичный газ, в котором массовая доля элемента **Х** составляет 96.15%;

7) вещество **А** – минерал красного цвета – прозрачен, хрупок, ядовит, применявшийся с древности в качестве пигмента в живописи, однако со второй половины XIX века практически не используется.

Реакции, зашифрованные на схеме, приведены ниже:

- 1) $A + NaOH_{(конц.)} \xrightarrow{\text{кипячение}} B + B + \Gamma + \dots;$
- 2) $B + Cl_2 \rightarrow D + \dots;$
- 3) $D + Li[AlH_4] \xrightarrow{\text{эфир}} E + \dots;$
- 4) $E + H_2SO_{4(конц.)} \rightarrow \text{Ж} + \dots;$
- 5) $E \xrightarrow{<300^\circ C} B + \dots;$
- 6) $E + H_2O + AgNO_3 \rightarrow \text{З} + \dots;$
- 7) $\text{З} + H_2S_{(насыщ.)} + Na_2S \rightarrow \Gamma + \dots;$
- 8) $D \leftrightarrow \text{И};$
- 9) $\text{И} + NaOH_{(p-p)} \rightarrow K + \dots;$
- 10) $K + H_2O_2 + NaOH_{(p-p)} \rightarrow \text{Л} + \dots;$
- 11) $B + NaOH + H_2O \xrightarrow{\text{электролиз}} \text{Л}_{(анод)} + H_2\uparrow_{(катод)};$
- 12) $A + HNO_{3(конц.)} \xrightarrow{\text{кипячение}} M + \dots;$
- 13) $M + NaOH_{(p-p)} \xrightarrow{50-60^\circ C} \text{Л} + \dots;$
- 14) $A + O_2 \xrightarrow{400-500^\circ C} \text{З} + \dots;$
- 15) $A + Na_2S_{(насыщ.)} + S \xrightarrow{\text{кипячение}} H + \dots;$
- 16) $H + HCl_{(конц.)} \xrightarrow{\text{кипячение}} O + S\downarrow + H_2S\uparrow + \dots;$
- 17) $O + O_2 \xrightarrow{500^\circ C} \text{З} + \dots;$
- 18) $H + O_2 \xrightarrow{500^\circ C} \text{П} + \dots;$
- 19) $M + NaOH_{(конц.)} \rightarrow \text{П} + \dots;$
- 20) $O + S \xrightarrow{100-120^\circ C} P;$
- 21) $H + HCl_{(конц.)} \xrightarrow{0^\circ C} P + H_2S\uparrow + \dots;$
- 22) $H + H_2O_{(гор.)} \rightarrow C + \dots;$
- 23) $C + O_2 \xrightarrow{500^\circ C} \text{П} + \dots;$
- 24) $M + MoO_3 + KNO_3 \xrightarrow{60-70^\circ C} T + \dots;$
- 25) $\text{З} + HSO_3F \rightarrow Y + \dots$

В таблице перечислены данные по составу некоторых приведённых на схеме веществ:

вещество	$\omega_O, \%$	вещество	$\omega_O, \%$
Ж	42.553	П	30.769
К	12.648	С	13.333
Л	34.409	Т	32.258
М	45.070	У	52.459

Определите элемент **Х**, качественный и количественный состав соединений **А-У** (ответ подтвердите расчетом или логичным рассуждением). Укажите строение вещества **И**. Укажите класс соединений, к которому относятся соединения **Ж** и **У**. Укажите степень окисления элемента **Х** в веществе **А**. Напишите уравнения реакций **1-25**.

(24 баллов)

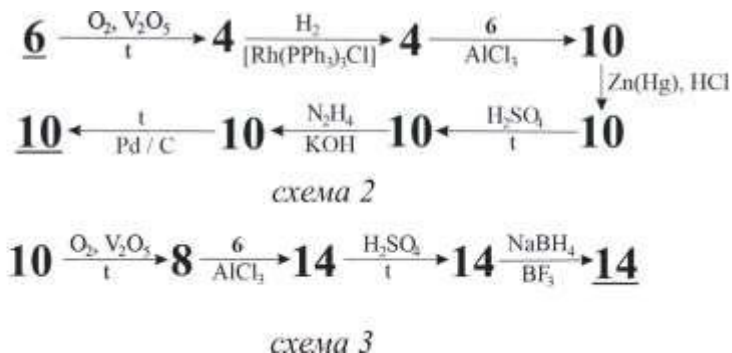
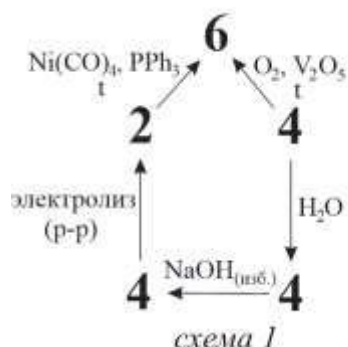
Задание 4

Стандартные теплоты образования CH_4 и газообразного CCl_4 равны 74.78 кДж/моль и 106.59 кДж/моль. Стандартная теплота атомизации графита равна -714.78 кДж/моль, а энергии связей H-H и Cl-Cl соответственно равны 431.63 кДж/моль и 238.26 кДж/моль. Определите стандартную теплоту образования CH_3Cl и средние значения энергий связей C-H и C-Cl.

(15 баллов)

Задача 5

Однажды юный школьник Петя побывал в Хогвартсе, где он познакомился с известными многим учениками волшебников. Ребята из Хогвартса рассказали Пете обо всех тайнах этого замка, в том числе и о предметах, которые они изучают на уроках. Любопытному Пете особенно понравился рассказ про уроки химии, поэтому больше всего вопросов у него возникло именно по этому волшебному предмету. Но вскоре Пете пришлось расстаться со своими новыми друзьями, т.к. ему нужно было успеть вернуться в свой город. Но ребята не оставили его без подарка и подарили тетрадки с заданиями их последней контрольной работы по химии. Гермиона рассказала, что они пользуются не совсем стандартными обозначениями и что под цифрами на самом деле зашифрованы органические вещества. Рон Уизли предупредил, что под одинаковыми цифрами могут находиться разные вещества, а также по секрету сказал, что все соединения подномерами **6, 8 и 4** подчиняются правилу Хюккеля. Вот что в них было написано (Ph - фенил):



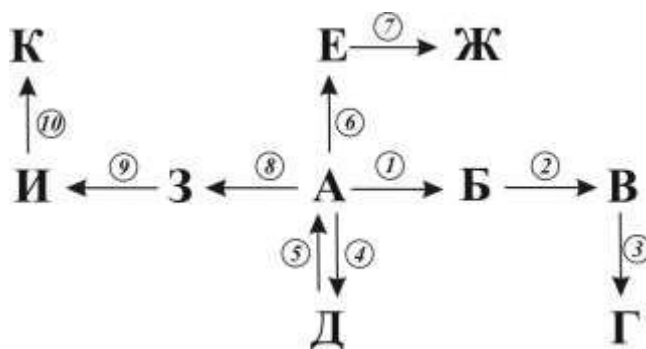
Помогите любознательному школьнику Пете расшифровать структурные формулы всех веществ. Чему соответствуют данные цифровые коды? Назовите подчёркнутые вещества (6, 10, 14) и приведите реакции их бромирования. Какую ошибку допустил Рон Уизли? Дайте обоснованный ответ.

(15 баллов)

Задача 6

А – один из семи элементов древности. В современном мире этому металлу отводится большая роль в банковском секторе, ювелирном деле, радиотехнике и др. На схеме приведены превращения с участием элемента **А**. В соединениях **В** и **Г** элемент **А** проявляет необычные степени окисления. Содержание **А** в **В** составляет 67.47%. В молекуле соединения **И** атом **А** находится в квадратном окружении, а в реакции **10** образуется желтый осадок. Расшифруйте соединения **А-К** и напишите все реакции:

- 1) $\text{А} + \text{BrF}_3 \rightarrow \text{Б} + \dots$;
- 2) $\text{Б} + \text{KrF}_2 \rightarrow \text{В} + \dots$;
- 3) $\text{В} + \text{F}_2 \rightarrow \text{Г}$;
- 4) $\text{А} + \text{KCN} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Д} + \dots$;



- 5) $\text{Д} + \text{Zn} \rightarrow \text{А} + \dots$;
- 6) $\text{А} + \text{ICl} \rightarrow \text{Е} + \dots$;
- 7) $\text{Е} + \text{KI}_{(\text{хол})} \rightarrow \text{Ж} + \dots$;
- 8) $\text{А} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{3} + \dots$;
- 9) $\text{3} + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{И} + \dots$;
- 10) $\text{И} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{К} + \dots$

Известно, что $M(\text{Д}) = 288$ г/моль; $M(\text{Ж}) = 324$ г/моль; $M(\text{И}) = 490$ г/моль; $M(\text{К}) = 418$ г/моль.

(15 баллов)