

9 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

При температуре 0°C и давлении $1.01 \cdot 10^5$ Па в одном объёме воды растворяется 400 объёмов некоторого газа **X**. В результате образуется раствор кислоты с массовой долей 39.46% ($\rho=1.198$ г/мл). Установите формулу газа и назовите соответствующую кислоту. Пробу раствора этой кислоты, объёмом 25 мл, перенесли в мерную колбу и добавили воды так, чтобы объём полученного нового раствора оказался равен 1 л. Определите растворимость **X** (в г на 100 г воды). Определите молярную концентрацию полученного раствора и рассчитайте его водородный показатель.

(14 баллов)

Задача 2

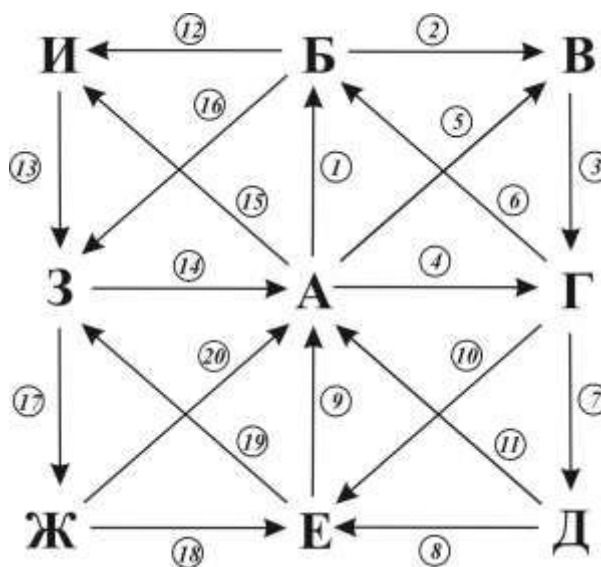
Атомные массы трех металлов относятся как 1:2:8.5. Молярное отношение этих металлов в смеси равно 1:2:1. При взаимодействии этой смеси металлов, массой 32.4 г, с газообразным хлором, масса смеси увеличилась на 39.05 г. В образующихся хлоридах металлов, их степени окисления относятся как 2:4:1. Определите неизвестные металлы и их число молей в смеси. Составьте реакции взаимодействия этих металлов с хлором.

(14 баллов)

Задача 3

На представленной ниже схеме приведены превращения веществ **A-I**, в состав которых входит элемент **X**. Элемент **X** был открыт в 1825 году. Интересно отметить, что по внешнему виду при обычных условиях простое вещество этого элемента может быть легко идентифицировано без выполнения детального химического анализа.

- 1) $\text{A} + \text{F}_2 \xrightarrow{200^\circ\text{C}} \text{B}$;
- 2) $\text{B} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{0^\circ\text{C}} \text{B} + \dots$;
- 3) $\text{B} \xrightarrow{t \sim 50-55^\circ\text{C}} \text{Г} + \text{A} + \dots$;
- 4) $\text{A} + \text{F}_2 \xrightarrow{-40^\circ\text{C}} \text{Г}$;
- 5) $\text{A} + \text{O}_3 + \text{F}_2 \rightarrow \text{B} + \dots$;
- 6) $\text{Г} + \text{F}_2 \xrightarrow{20^\circ\text{C}} \text{B}$;
- 7) $\text{Г} + \text{U} \xrightarrow{t^\circ\text{C}} \text{Д} + \text{A} + \dots$;
- 8) $\text{Д} + \text{NaOH}_{(\text{p-p})} \xrightarrow{t < 0^\circ\text{C}} \text{E} + \dots$;
- 9) $\text{E} + \text{MnO}_2 \xrightarrow{\text{H}^+, t^\circ\text{C}} \text{A} + \dots$;
- 10) $\text{Г} + \text{NaOH}_{(\text{p-p})} \rightarrow \text{E} + \text{З} + \dots$;
- 11) $\text{Д} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{A} + \dots$;
- 12) $\text{B} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t \sim 20^\circ\text{C}} \text{И} + \dots$;
- 13) $\text{И} + \text{NaOH}_{(\text{p-p})} \rightarrow \text{З} + \dots$;
- 14) $\text{З} + \text{I}_2(\text{суспензия}) \rightarrow \text{A} + \dots$;
- 15) $\text{B} + \text{NaOH}_{(\text{p-p})} \rightarrow \text{З} + \dots$;
- 16) $\text{Ж} \xrightarrow{t > 400^\circ\text{C}} \text{E} + \dots$;
- 17) $\text{Ж} + \text{I}_2(\text{суспензия}) \rightarrow \text{A} + \dots$;
- 18) $\text{Ж} + \text{I}_2(\text{суспензия}) \rightarrow \text{A} + \dots$;
- 19) $\text{E} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{электролиз}} \text{З}(\text{анод}) + \dots$;
- 20) $\text{Ж} + \text{I}_2(\text{суспензия}) \rightarrow \text{A} + \dots$;



- 15) $\text{A} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ\text{C}} \text{И} + \dots$;
- 17) $\text{З} + \text{XeF}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ж} + \dots$;
- 19) $\text{E} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{электролиз}} \text{З}(\text{анод}) + \dots$;

О соединениях **A-I** известно следующее:

- 1) вещества **B**, **Г**, **Д** и **Е** – являются бинарными соединениями;
- 2) молекулярные массы веществ **A** и **Д** отличаются на 61 ед., а веществ **B** и **З** на 20 ед.;

3) соединения элемента **X** в большей степени содержатся в морской воде, но также элемент **X** встречается и в атмосфере, причём содержание этого элемента в воздухе приморских районов всегда больше, чем в районах с резко континентальным климатом; некоторые растения, в первую очередь бобовые – горох, фасоль, чечевица, а также морские водоросли, активно накапливают бром.

	A	B	B	Г	Д	Е	Ж	З	И
--	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

$\omega(X), \%$	100	?	61.07	58.39	?	77.67	47.90	?	62.02
$\omega(O), \%$	-	-	24.43	-	-	-	38.32	31.79	?
$M, \text{г/моль}$	?	175	?	137	?	119	?	151	129

Определите все зашифрованные соединения (**A-II**), элемент **X**, входящий в состав всех указанных на схеме веществ, и напишите все приведённые выше уравнения химических реакций.

(25 баллов)

Задача 4

Фосфорноватая кислота ($\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6$) может быть получена несколькими способами: действием сероводорода на суспензию гипофосфата свинца (*реакция 1*), окислением белого фосфора перекисью водорода (*реакция 2*), окислением кислородом воздуха фосфористой кислоты (*реакция 3*). Особенность этой кислоты в том, что со временем она изомеризуется в фосфористофосфорную кислоту, имеющую тот же состав но другое строение (*уравнение 4*). Изобразите структурные формулы фосфорноватой и фосфористофосфорной кислот и напишите уравнения *реакций 1-4*. Возможной причиной неустойчивости фосфорноватой кислоты является разница в энергиях связи P-P и P-O в молекулах фосфорных кислот. Используя приведённые ниже термохимические данные оцените энергию связи P-O в $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6$: теплота образования фосфорноватой кислоты равна 1638.6 кДж/моль; энергии связей в молекулах O_2 , H_2 и P_4 (6 связей в молекуле P_4) равны 497.88 кДж/моль, 432 кДж/моль и 210 кДж/моль (в расчёте на одну связь P-P), соответственно; средние энергии связей O-H и P=O равны 463 кДж/моль и 543 кДж/моль, соответственно. На сколько (в кДж/моль) энергия связи P-O больше энергии связи P-P?

(16 баллов)

Задача 5

Вещество **X** разлагается при нагревании с образованием вещества **Y** (*реакция 1*). Также продуктами этой реакции являются газ **A** с плотностью по аргону 0.8 и твёрдое вещество **B**. В воде **Y** диспропорционирует обратно до **X** (*реакция 2*). Если к **X** осторожно приливать купоросное масло (*реакция 3*), то можно получить оксид металла **Z** в высшей степени окисления, представляющей собой маслянистую жидкость ($\omega(\text{Z}) = 49.55 \%$), который неустойчив и легко разлагается на **A** и **B** (*реакция 4*). При взаимодействии этого оксида с олеумом образуется соединение **B**, в котором металл **Z** в состав катиона, также находясь в высшей степени окисления (*реакция 5*).

Определите вещества все зашифрованные вещества (**X**, **Y**, **Z**, **A**, **B**, **B**), если дополнительно известно, что при взаимодействии **X** с хлорной кислотой, то образуется слабо растворимая соль. Что произойдёт, если нагреть **Y** выше 600°C ? Подтвердите ответ уравнением соответствующей реакции. Как можно получить газ **A**, используя при этом вещество **B**? Напишите уравнения *реакций 1-5*.

(16 баллов)

Задача 6

В восьми пронумерованных пробирках находятся растворы AgNO_3 (**1**), KCl (**2**), KI (**3**), NaOH (**4**), Na_2CO_3 (**5**), BaCl_2 (**6**), H_2SO_4 (**7**) и $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ (**8**). Используя только предложенные реактивы, установите, какое вещество содержится в каждой из них. Ответ подтвердите уравнениями химических реакций.

(15 баллов)