

Министерство науки и высшего образования РФ
Совет ректоров вузов Томской области
Открытая региональная межвузовская олимпиада ОРМО
с международным участием 2024-2025 гг.
ХИМИЯ
9 класс
Заключительный этап

9 -1

Элемент X образует несколько оксидов. Оксид А – существует только при температурах меньше 0 °С, в жидком состоянии ярко-синего цвета; оксид В – легколетучие бесцветные гигроскопичные кристаллы, разлагаются при комнатной температуре. Оксид С – бесцветные кристаллы, это димер оксида D – легколетучей жидкости бурого цвета. Оксиды С и D всегда находятся в равновесии, но при низких температурах преобладает С, при высоких – D. Соотношение элементов в оксидах подчиняется закону кратных отношений: на 1,75 г элемента приходится 3 (А), 4 (С, D) и 5 (В) г кислорода.

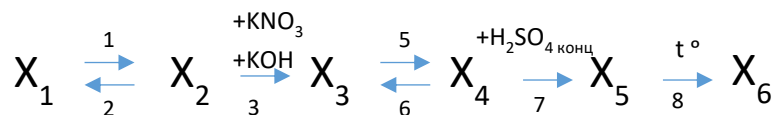
Оксиды А и В являются ангидридами кислородсодержащих кислот (Е и F соответственно) элемента X, которые могут быть получены при их растворении в воде. При взаимодействии на холоде оксида С с водой образуются две кислоты Е и F.

При реакции оксидов А и В с избытком раствором гидроксида натрия образуются соли кислородсодержащих кислот элемента X.

1. Назовите элемент X и оксиды А, В, С и D. Ответ подтвердите расчетом. Запишите структурно-графические формулы оксидов, укажите степени окисления элемента X.
2. Запишите уравнения получения кислородсодержащих кислот Е и F. Назовите их и запишите структурно-графические формулы.
3. Запишите уравнение реакции взаимодействия оксидов А, В и С с раствором гидроксида натрия. Вычислите массовую долю соли в растворе, который образовался после растворения 21,6 г оксида В в 86 мл 16 % (масс.) раствора гидроксида натрия (плотность раствора 1,1751 г/мл). Изменение объема не учитывать.

9-2

Расшифруйте цепочку превращений:



если известно, что в состав всех соединений входит только три элемента, массовая доля которых указана в таблице:

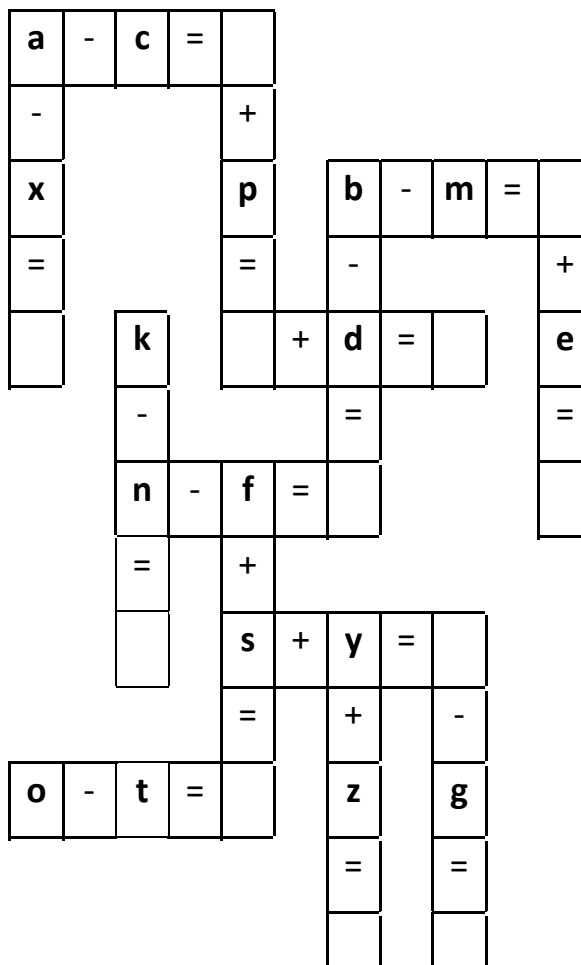
	A	B	C	D	E	F
X	100%	68,42%	26,80%	35,37%	52%	61,9%
Y	-	31,58%	32,99%	38,10%	48%	38,1%
Z	-	-	40,21%	26,53%	-	-

Известно, что

- X_1 – это металл,
- X_3 и X_4 окрашивают пламя в фиолетовый цвет,
- X_2 , X_5 , X_6 это оксиды.

Напишите уравнения всех реакций.

9-3



Решите кроссворд, если известно:

a – количество протонов в ядре атома кислорода

b – Количество электронов в ионе Na^+

c – количество электронов, которое участвует в реакции восстановления $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$

d – максимальная валентность азота

e – количество неспаренных электронов у атома ванадия в основном состоянии

f - количество электронов на внешнем энергетическом уровне атома элемента, находящегося в четвертом периоде, VI группе, побочной подгруппе

g – количество вещества (моль), которое содержится в 44 г углекислого газа

k – количество нейтронов в атоме алюминия

m – количество гибридных орбиталей у центрального атома в молекуле H_2O

n – количество валентных электронов у атома марганца
o – значение pH, соответствующее нейтральной среде раствора
p – номер группы короткопериодной таблицы Д.И. Менделеева, в которой находятся пниктогены
s – количество неспаренных электронов в возбужденном состоянии атома углерода
t – сколько NaOH потребуется для полной нейтрализации фосфористой кислоты
x – количество σ связей в молекуле пропина
y – количество лигандов в молекуле гексацианоферрата(III) калия
z – количество ионов, образующихся при диссоциации бихромата аммония.

9-4

Задача «Энергия домашнего уюта»

В преддверии холодной зимы семья Ивановых решила утеплить свой загородный дом. Для этого они планируют установить новый камин и использовать в качестве топлива экологически чистые брикеты из древесных опилок.

Чтобы оценить эффективность и экономичность этого решения, сын Ивановых, Петя, решил провести расчеты, используя свои знания по химии. Петя выяснил, что основные компоненты древесных опилок – это целлюлоза $(C_6H_{10}O_5)_n$ и лигнин $(C_9H_{10}O_3(ONH_2))$. Для упрощения расчетов он решил смоделировать процесс горения древесных брикетов, предположив, что они состоят только из целлюлозы $(C_6H_{10}O_5)_n$, где $n = 1$ (то есть, рассматривать мономер целлюлозы).

Петя нашел следующие термодинамические данные: теплота образования воды $\Delta_f H^\circ(H_2O_{ж.}) = -286$ кДж/моль, теплота образования углекислого газа $\Delta_f H^\circ(CO_{2г.}) = -394$ кДж/моль, теплота образования целлюлозы $\Delta_f H^\circ(C_6H_{10}O_{5т.}) = -1060$ кДж/моль

Кроме того, Петя узнал, что для поддержания комфортной температуры в доме Ивановым необходимо сжигать примерно 5 кг древесных брикетов в сутки.

Вопросы:

- 1) Напишите уравнение реакции горения целлюлозы $(C_6H_{10}O_{5т.})$ в кислороде.
- 2) Рассчитайте теплоту (энтальпию) реакции горения 1 моль целлюлозы $(C_6H_{10}O_{5т.})$, используя предоставленные данные.
- 3) Рассчитайте, сколько энергии (в кДж) выделяется при сжигании 5 кг древесных брикетов, если они состоят только из целлюлозы.

9-5

Дефицит железа и железодефицитная анемия (ЖДА) является наиболее распространённой патологией в современном мире. ЖДА характеризуется нарушением образования гемоглобина из-за дефицита железа в сыворотке крови и костном мозге и развитием трофических нарушений во всех органах и тканях. На сегодняшний день разработано большое количество лекарственных препаратов и БАД для коррекции ЖДА, содержащих железо. Препараты железа (II) преимущественно используются в виде солей серной кислоты – сульфатов, среди прочих, аммоний железо (II) сульфат. Важным этапом фармацевтического анализа лекарственного вещества является определение его подлинности и количественного содержания в препарате. В ходе анализа аммоний железо (II) сульфата в его лекарственной форме были проведены следующие исследования.

Оценка подлинности

1. Несколько кристаллов анализируемого вещества поместили в пробирку с газоотводной трубкой, добавили несколько капель раствора NaOH, закрыли пробирку газоотводной трубкой и осторожно нагрели. Было обнаружено выделение бесцветного газа с резким специфическим запахом, а при поднесении к отверстию газоотводной трубки влажной лакмусовой бумаги ее цвет изменялся на синий.

2. Пробу анализируемого вещества растворили в колбе в небольшом количестве очищенной воды и по каплям добавляли раствор хлорида бария, при этом наблюдали выпадение осадка белого цвета. При изучении свойств осадка, выяснилось, что он не растворяется в растворах щелочей, кислот и аммиака.

3. Пробу анализируемого вещества растворили в колбе в небольшом количестве очищенной воды и по каплям добавляли раствор NaOH, при этом образовывался светлый осадок, окраска которого быстро менялась на коричневую. При изучении свойств осадка, выяснилось, что он не растворяется в растворах щелочей и аммиака, но растворяется в растворе соляной кислоты.

❖ Напишите уравнение диссоциации аммоний железо (II) сульфата, укажите какие ионы были обнаружены при проведении исследования для оценки подлинности этого препарата.

❖ Напишите уравнения всех протекающих в ходе анализа реакций, укажите все аналитические признаки образующихся продуктов реакций.

Количественное определение

Количественное определение аммоний железо (II) сульфата проводили перманганатометрическим титрованием. Для этого навеску анализируемого образца $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ массой 2,975 г растворили в очищенной воде и объем раствора довели водой до 100,0 мл. К пробе полученного раствора объемом 5,00 мл добавили 2М раствор серной кислоты до pH 1 и оттитровали 7,55 мл раствора перманганата калия, в котором содержание перманганата калия составляет 0,00158 г/мл.

Напишите уравнение реакции, протекающей в ходе перманганатометрического определения.

❖ Рассчитайте массу $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ в его образце и массовую долю примесей.