

6. Белая соль **A** металла **M** ($\omega(\text{M}) = 30.9\%$) неустойчива. Со временем она разлагается с образованием бесцветного газа **B** и соли **C**. При растворении смеси солей **A** и **C** в воде и последующем подкислении серной кислотой выделяется газообразное простое вещество **D**, которое использовалось в Первую мировую войну как боевое отравляющее вещество. При пропускании **D** через белый порошок **E** последний темнеет и поднимаются тёмно-фиолетовые пары **F**. Если избыток **F** в твёрдом состоянии смешать с порошком металла **N** и добавить одну каплю жидкости **G**, то происходит бурная реакция с образованием вещества **E** ($\omega(\text{N}) = 6.6\%$).

Металл **M** используется в газоразрядных лампах, дающих жёлтый свет. Металл **N** – лёгкий серебристо-белый металл, обладающей высокой коррозионной стойкостью за счёт образования оксидной плёнки. Соль **A** содержит равные количества атомов элементов, из которых она образована.

- 1) Определите формулы веществ **A–G**.
- 2) Напишите все уравнения реакций, о которых идёт речь в задаче.
- 3) Зачем в реакции **F** с **N** используется небольшое количество **G**? Ответ подтвердите уравнениями реакций.

Примечание. В расчётах относительные атомные массы элементов брать с точностью до десятых.

№6

Так как металл **M** используется в газоразрядных лампах, то он должен нетрудно возгоняться. С другой стороны, лампы, о которых идёт речь в задаче, излучают жёлтый свет. Всё это

позволяет сделать вывод, что металл **M** – это натрий. Лёгкость и коррозионная стойкость металла **N** соответствуют алюминию и титану. Только одно простое вещество использовалось во время Первой мировой войны как БОВ – это хлор (**D**).

Если **M** и **D** – это натрий и хлор, определим молярную массу белой соли с $\omega(\text{M}) = 30,9\%$:

$$M_{\text{соль}} = \frac{23}{0,309} = 74,4.$$

В условии сказано, что соль состоит из равных количеств атомов элементов, из которых она образована. Видно, что кроме хлора и натрия в соли есть другие элементы. Допустим, элемента всего три, тогда определим A_r третьего элемента: $74,4 - 23 - 35,4 = 16$ что соответствует кислороду. В этом случае брутто-формула **A** – это NaOCl (гипохлорит натрия).

Соль **C** можно добавить в раствор соли **A**, подкислить и получить газообразный хлор. Значит, в этом случае должно протекать конпропорционирование, и в **C** хлор должен иметь степень окисления -1 . В условии также сказано, что **A** со временем разлагается с выделением бесцветного газа **B** и соли **C**. Из этого следует, что **B** – это кислород, а **C** – хлорид натрия. Белый порошок **E** при пропускании хлора темнеет, при этом поднимаются фиолетовые пары **F**. Тогда можно предположить, что **F** – это иод, который и обеспечивает потемнение порошка **E**. Тогда **E** – это иодид алюминия, что подтверждается расчётом:

$$\frac{A_r(\text{Al})}{M_r(\text{AlI}_3)} \cdot 100\% = 6,6\%.$$

Как сказано в условии задачи, коррозионная стойкость алюминия обусловлена образованием на нём оксидной плёнки. Поэтому в реакции образования **E** необходимо добавить пару капель жидкости **G** – воды, в которой иоддиспропорционирует с образованием HI и HIO_3 . Образующиеся кислоты растворяют оксидную плёнку, после чего чистый алюминий начинает взаимодействовать с иодом.

Ниже приведены уравнения реакции, о которых шла речь в задаче, а также таблица с веществами **A–G**.

Реакция	Уравнение реакции
Разложение NaOCl	$2\text{NaOCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{O}_2$
Конпропорционирование NaOCl и NaCl	$\text{NaOCl} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cl}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
Замещение иода на хлор в AlI ₃	$2\text{AlI}_3 + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{I}_2\uparrow$
Синтез AlI ₃ из алюминия и иода	$2\text{Al} + 3\text{I}_2 \rightarrow 2\text{AlI}_3$
Диспропорционирование иода в воде	$3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 5\text{HI} + \text{HIO}_3$
Растворение оксидной плёнки	$\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{HI} \rightarrow 2\text{AlI}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ или $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{HIO}_3 \rightarrow 2\text{Al}(\text{IO}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

Вещество	A	B	C	D	E	F	G
Формула	NaOCl	O ₂	NaCl	Cl ₂	AlI ₃	I ₂	H ₂ O

Рекомендации к оцениванию:

1. Записаны уравнения 4 реакций, каждая по 0,75 балла (если в уравнении неверно расставлены коэффициенты, за него ставится 0.3 балла). *0.75 × 4 = 3 балла*
2. Определён металл М – 0.5 балла. *0.5 балла*
3. Определены вещества **A-G** – каждое по 0.5 балла. *0.5 × 7 = 3.5 балла*
4. Записаны уравнения реакций, обосновывающие использование воды для инициирования реакции между Al и I₂, по 1,5 балла (за неправильно уравненную реакцию ставится 0,75 балла). *1.5 × 2 = 3 балла*

ИТОГО:

10 баллов