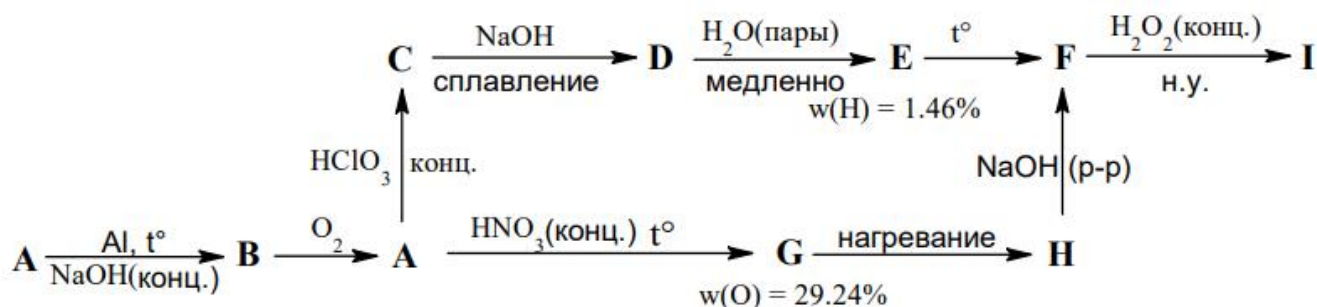
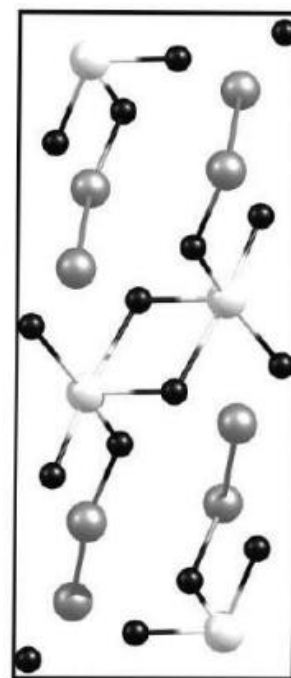
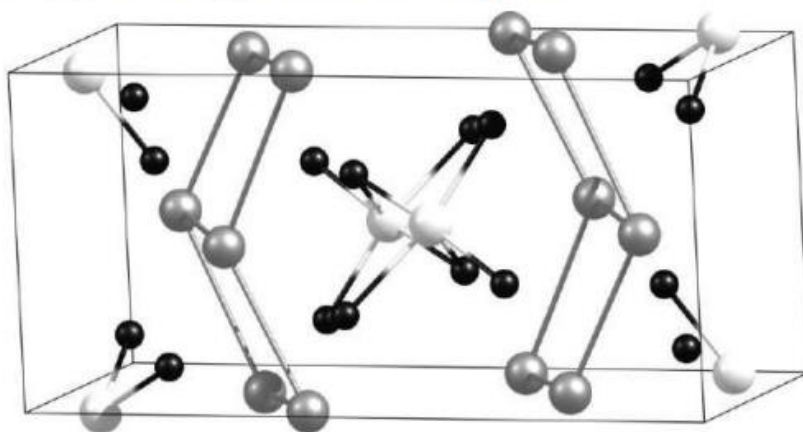


Задача 11-1

Элемент **X** образует простое серебристо-белое вещество **A** с металлическим блеском. Соединения этого элемента давно используются в полупроводниковой и энергетической промышленности. Ниже представлена схема превращений веществ, содержащих элемент **X**:



В конце XX и особенно в XXI веке ряд соединений элемента **X**, в частности вещество **I**, нашли применение в качестве катализаторов в нефтехимических процессах из-за особого строения кристаллической решётки.



Соединение **I** образует бесцветные кристаллы ромбической сингонии с параметрами элементарной ячейки $a = 0.5798$ нм, $b = 1.224$ нм, $c = 0.5214$ нм. Плотность этого вещества составляет 4.28 г/см³.

Вопросы:

1. Определите элемент **X**. Ответ подтвердите расчётом.
2. Определите вещества **A** – **I**, если известно, что вещества **G** и **E** состоят из 4-х элементов, а вещества **B** и **H** – бинарные соединения.
3. Напишите уравнения всех реакций, приведенных на схеме.
4. Предположите, для чего может применяться последовательность стадий **A**→**B**→**A** на практике.

Решение задачи 11-1 (авторы: Пошехонов И.С., Спасюк П.В.)

1. По изображению кристаллической решетки вещества **I** видно, что оно состоит из атомов трех элементов: серые – **x**, черные – **y**, белые – **z**. Определим число атомов в ячейке:

$$N(x) = 4 + 8 \cdot \frac{1}{2} = 8$$

$$N(y) = 16$$

$$N(z) = 2 + 4 \cdot \frac{1}{2} = 4$$

Мольное соотношение: $N(x) : N(y) : N(z) = 8 : 16 : 4 = 2 : 4 : 1$

Тогда, стехиометрический состав **I**: zx_2y_4 (или x_2zy_4)

Для элементарной ячейки число формульных единиц $N(\text{x}_2\text{y}_4\text{z}) = 4$.

Масса элементарной ячейки может быть выражена через число частиц, входящих в ее состав:

$$m = \nu \cdot M = \frac{N}{N_A} \cdot M$$

Объем прямоугольного параллелепипеда:

$$V = a \cdot b \cdot c$$

Подставив эти выражения в определение плотности, получим:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{NM}{N_A \cdot a \cdot b \cdot c}$$

Откуда:

$$M(X) = \frac{a \cdot b \cdot c \cdot N_A \cdot \rho}{N} = \frac{0.5798 \cdot 10^{-7} \cdot 1.224 \cdot 10^{-7} \cdot 0.5214 \cdot 10^{-7} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 4,28}{4} = \mathbf{238 \text{ г/моль}}$$

Исходя из схемы реакций, вещество **I**, вероятно, содержит натрий и кислород, помимо элемента **X**, т.е. относится к классу солей. Учитывая определенный выше стехиометрический состав **I**, возможны формулы: NaX_2O_4 или Na_2XO_4 . Определим молярные массы элемента **X** для этих случаев:

$M_1(X) = (238 - 23 - 16 \cdot 4)/2 = 75.5 \text{ г/моль}$ (при данном составе не имеет химического смысла)

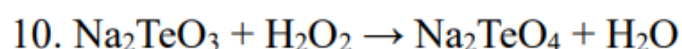
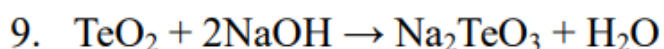
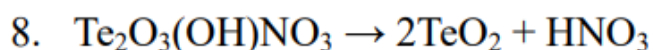
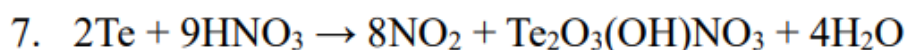
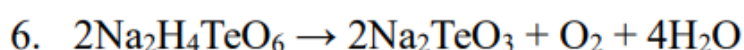
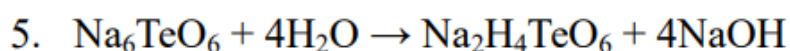
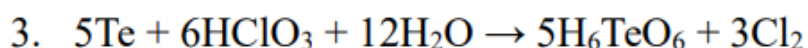
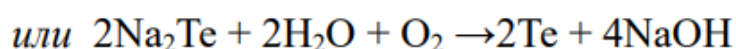
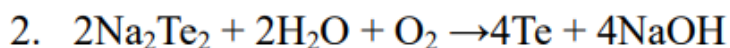
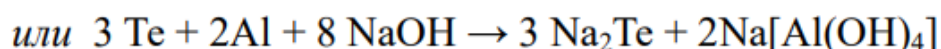
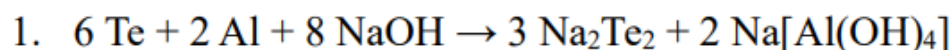
$$M_2(X) = 238 - 23 \cdot 2 - 16 \cdot 4 = \mathbf{128 \text{ г/моль}}$$
 (соответствует теллуру)

Следовательно, **X – Те теллур**.

2. Формулы веществ:

В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	И
Na ₂ Te ₂	H ₆ TeO ₆	Na ₆ TeO ₆	Na ₂ H ₄ TeO ₆	Na ₂ TeO ₃	Te ₂ O ₃ (OH)NO ₃	TeO ₂	Na ₂ TeO ₄

3. Уравнения реакций:



4. В большинстве случаев добываемый теллур содержит примеси серы и селена, которые затрудняют химическую обработку вещества. Одним из способов очистки теллура может служить его последовательное восстановление и окисление.

Используемые источники:

1. П.С. Киндяков, Б.Г. Коршунов. *Химия и технология редких и рассеянных элементов*, Т. 3 – М.: «Мир», 2004. – с. 476.

2. Третьяков Ю.Д. *Неорганическая химия*, Т. 3, Книга 1 – М.: «Академия», 2007. – с. 171-173.

3. Путилова И.Н. *Курс общей химии* – М.: «Высшая школа», 1964. – с. 379.

Система оценивания:

1.	Определение элемента X, обоснование расчетом	1 балл
2.	Формулы веществ по 1 баллу	8 баллов
3.	Уравнения реакций 1 – 10 по 1 баллу	10 баллов
4.	Обоснование использования перехода $\text{A} \rightarrow \text{B} \rightarrow \text{A}$	1 балл
	ИТОГО:	20 баллов