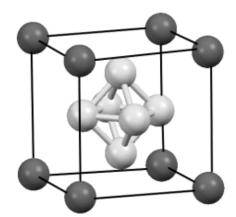
Задача 10-2

Простое вещество **Б**, образованное элементом **X**, может быть получено при нагревании белого аморфного порошка **A** с небольшим избытком магния (*р-ция* 1). При этом **Б** загрязнен веществом **B** (*р-ция* 2), содержащим 47,08 % **X**. При нагревании **Б** с металлическим барием высокой чистоты в танталовом сосуде образуется вещество Γ (см. рисунок).

Аморфное вещество **Б** растворяется при нагревании в концентрированной азотной кислоте (*p-ция* 3), при упаривании полученного раствора и охлаждении выделяются бесцветные кристаллы **Ж**. При термическом разложении **Ж** на воздухе образуется **А** (*p-ция* 4).

Нагреванием **A** с углем в токе хлора получают бесцветную жидкость **Д**, дымящую во влажном воздухе (*p-ция* 5). Реакцию взаимодействия **Д** с аммиаком при 1000 °C можно использовать для осаждения тонких плёнок вещества **Е** (*p-ция* 6). Вещество **Е** имеет слоистую структуру.



Структура Γ

Вопросы:

- 1) Определите неизвестный элемент X и вещества A-Ж, ответ обоснуйте, подтвердите расчётом, где это необходимо. В уравнение реакции 6 реагенты входят с одинаковыми коэффициентами. Вещество E называют «белый ... », приведите недостающее слово.
- **2)** Напишите уравнения реакций 1 6.
- 3) Как можно очистить Б от примеси В? Запишите уравнение реакции.
- 4) Укажите какие из перечисленных свойств относятся к веществу **E**: мягкое, твёрдое, легкоплавкое, тугоплавкое, реакционноспособное, инертное, диэлектрик, анизотропный проводник, изотропный проводник.

Решение задачи 10-2 (автор: Ястребова Е.О.)

1. Предположим, что примесь **B** содержит помимо **X** магний, т.к. он был взят в избытке, тогда $M_{\mathbf{X}} = \frac{0,4708}{1-0,4708} M_{\mathrm{Mg}} \cdot n = 21,62 \cdot n$, где \mathbf{n} — это мольное отношение Mg и **X**. При $\mathbf{n} = 0,5$ **Б** — бор, а \mathbf{B} — MgB₂.

При растворении бора в азотной кислоте образуется борная кислота, растворимая в воде при нагревании, при упаривании раствора и охлаждении она кристаллизуется из раствора. При прокаливании борной кислоты (**Ж**) на воздухе образуется оксид бора (**A**). Нагревание оксидов в токе хлора в присутствии угля – это способ получения хлоридов, **Д** – это хлорид бора BCl₃.

Соединения Γ содержит только атомы бора и бария. Из приведённой кристаллической структуры можно рассчитать их соотношение. Восемь атомов в вершинах куба принадлежат одной ячейке на $\frac{1}{8}$, шесть атомов внутри ячейки полностью принадлежат ей. Ожидать связи Ba - Ba не приходится, поэтому 6 атомов в центре ячейки — это атомы бора. Тогда соотношение атомов:

$$N(Ba): N(B) = 8 \cdot \frac{1}{8}: 6 = 1:6$$

следовательно, вещество Γ – BaB₆.

При взаимодействии хлорида бора и аммиака в мольном отношении 1:1, раз реагенты входят с одинаковыми коэффициентами, образуется нитрид бора (E), причём в его слоистой модификации. Нитрид бора изоэлектронен углероду, поэтому он также образует несколько аллотропных модификаций. В частности, слоистую модификацию называют «белый графит».

2. Уравнения реакций:

1)
$$B_2O_3 + 3Mg = 3MgO + 2B$$
;

2)
$$Mg + 2B = MgB_2$$
 или $B_2O_3 + 4Mg = 3MgO + MgB_2$;

3) $B + 3HNO_3 = H_3BO_3 + 3NO_2$;

4)
$$2H_3BO_3 \xrightarrow{t^{\circ}C} 3H_2O + B_2O_3$$
;

5)
$$B_2O_3 + 3C + 3Cl_2 = 2BCl_3 + 3CO$$
;

- 6) $BCl_3 + NH_3 = BN + 3HCl$
 - **3.** Для очистки бора от примеси борида можно растворить его в кислоте: $MgB_2 + 2HCl + 6H_2O = MgCl_2 + 2H_3BO_3 + 4H_2$

В отличии от карбидов при гидролизе боридов основным продуктом будет водород, т.к. гидриды бора легко гидролизуются.

4. Нитрид бора имеет не только сходное с графитом строение, но и похожие свойства: *мягкий, тугоплавкий, инертный, анизотропный проводник*.

Система оценивания:

1.	Элемент $X - 1$ балл	10 баллов
	Вещества А – Ж по 1 баллу	and the same of
	Подтверждение состава $B - 1$ балл	
	Верное название – 1 балл	
2.	Уравнения реакций по 1 баллу	6 баллов
3.	Идея растворить борид в кислоте неокислителе – 1 балл	2 балла
	Уравнение реакции –1 балл	
4.	Каждый верный ответ – 0.5 балла.	2 балла
	Если кроме верных в качестве ответов приведены также противоположные свойства, то 0 баллов	
	итого:	20 баллов