

基礎無機化学Ⅱ 令和6年度試験問題

(100 点満点)

問1 白リンと赤リンについて、融点、溶媒への溶解性、化学的反応性における相違を、その分子構造から説明せよ。(10 点)

問2 二酸化ケイ素から超高純度ケイ素を得る過程を示せ。(10 点)

問3 ホウ素に関する次の問い(1), (2)に答えよ。(10 点)

(1) 単体ホウ素の構造及び物理的性質の特徴を述べよ。

(2) ジボランの分子構造とその結合について説明せよ。

問4 四塩化ケイ素と水との反応 (A) および塩化チオニルと水との反応 (B) を、それぞれ化学反応式で書け。(10 点)

問5 固体のときはイオン結晶、気体のときは分子となる昇華性の化合物の例を二つあげ、それぞれについて固体のときと気体のときの化学式を書け。(10 点)

注：気体は H_2O_2 のように分子式で書き、固体は $[\text{NH}_4]^+[\text{BH}_4]^-$ のように陽イオンと陰イオンを識別できる形式で書くこと。

問6 次の文章 (1)~(5) の正 (○)・誤 (×) を解答欄 a に記せ。誤っているものについては、その理由を解答欄 b に述べよ (15 点)。

(1) 水中でのイオン化傾向が $\text{Li} > \text{Na}$ であるのは、第一イオン化エネルギーが $\text{Li} > \text{Na}$ であることに帰着される。

(2) 第 13 族元素 (B, Al, Ga, In, Tl) の化合物では、B や Al は通常 +3 の酸化数を取るが、Ga, In, Tl の順に +1 の酸化数が安定になる。これを不活性電子対効果と呼ぶ。

(3) Cr^{6+} のような酸化数の大きい金属イオンは、ハロゲン化物イオンを酸化してしまうため、 CrF_6 , CrCl_6 のようなハロゲン化物塩は安定に存在しない。

(4) 15 族元素の水素化合物について、沸点の序列は $\text{NH}_3 > \text{PH}_3 < \text{AsH}_3 < \text{SbH}_3$, 塩基性の序列は $\text{NH}_3 > \text{PH}_3 > \text{AsH}_3 > \text{SbH}_3$, 還元性の序列は $\text{NH}_3 < \text{PH}_3 < \text{AsH}_3 < \text{SbH}_3$ である。

(5) 両性酸化物をつくる金属イオンは、電荷が大きく、イオン半径が小さく、配位数が大きいものが多い。

問7 酸化リチウムと酸化ナトリウムの製法について、以下の問い (1)~(3) に答えよ。(15 点)

(1) 酸化リチウムは単体のリチウムと単体の酸素との反応によって得られる。この反応を化学反応式で書け。

(2) 酸化ナトリウムは単体のナトリウムと硝酸ナトリウムとの反応によって得られる。この反応を化学反応式で書け。

(3) 酸化ナトリウムを得る場合、(1) のような製法 (単体のナトリウムと酸素との反応) は通常用いられない。この理由を説明せよ。

問8 以下のオキシ酸について、(1) 水溶液中で強酸か弱酸 ($\text{pK}_a > 0$) か、(2) 完全に電離したオキシ酸イオンの分子構造 (構造式) をそれぞれ示せ。構造式は形状・結合次数・形式電荷がわかるように、黒板の例にならって書くこと (共鳴構造は書かなくて良い)。(20 点)

(A) 亜硝酸 HNO_2 (B) ホスホン酸 H_3PO_3 (C) 亜硫酸 H_2SO_3 (D) 亜塩素酸 HClO_2 ,
(E) 過塩素酸 HClO_4