

基礎無機化学 I 2024 年度 試験問題

(100 点満点)

問 1 (1) 2s, (2) 2p, (3) 3d, (4) 4f 軌道のそれぞれの主量子数 n と方位量子数 l の値を示せ (8 点)。

問 2 次の(1)~(5)の遊離原子 (基底状態) について, 電子配置と不対電子の数を示せ。ただし, 閉殻電子配置は希ガスの元素記号で示すことにする (15 点)。

参考: 希ガスの原子番号と元素記号: ${}^2\text{He}$, ${}^{10}\text{Ne}$, ${}^{18}\text{Ar}$, ${}^{36}\text{Kr}$, ${}^{54}\text{Xe}$, ${}^{86}\text{Rn}$

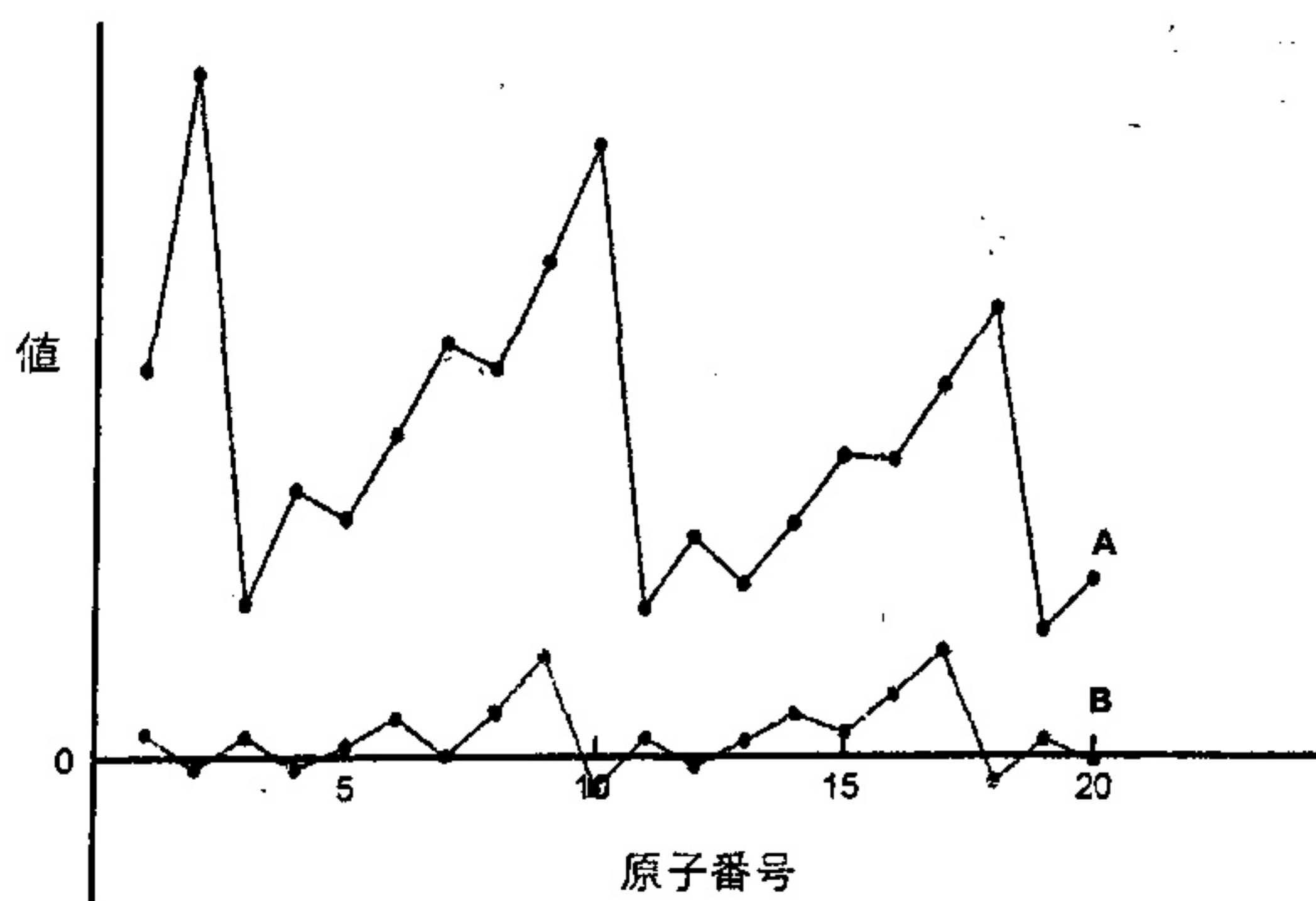
解答例: Ag の場合 $[\text{Kr}](4d)^{10}(5s)^1$, 1 個

(1) ${}^6\text{N}$, (2) ${}^{24}\text{Cr}$, (3) ${}^{34}\text{Se}$, (4) ${}^{50}\text{Sn}$, (5) ${}^{72}\text{Hf}$

問 3 次のデータから, ヨウ素の電気陰性度を Pauling の方法によって求めよ。計算過程も示すこと。なお, $D(\text{A}-\text{B})$ は二原子分子 AB の結合エネルギー, X_{A} は元素 A の電気陰性度である。必要ならば, $2^{1/2} = 1.4$, $3^{1/2} = 1.7$, $5^{1/2} = 2.2$, $7^{1/2} = 2.6$ を用いよ (12 点)。

$D(\text{Cl}-\text{Cl}) = 250 \text{ kJ/mol}$, $D(\text{I}-\text{I}) = 160 \text{ kJ/mol}$, $D(\text{I}-\text{Cl}) = 220 \text{ kJ/mol}$, $X_{\text{Cl}} = 3.0$

問 4 次の図 (原子番号による値の変化) について, 以下の問い(1)・(2)に答えよ (15 点)。



(1) グラフ A (上), グラフ B (下) は (a) 第一イオン化エネルギー, (b) (第一)電子親和力, (c) 電気陰性度 のいずれの傾向を表しているか。それぞれ記号で答えよ (6 点)。

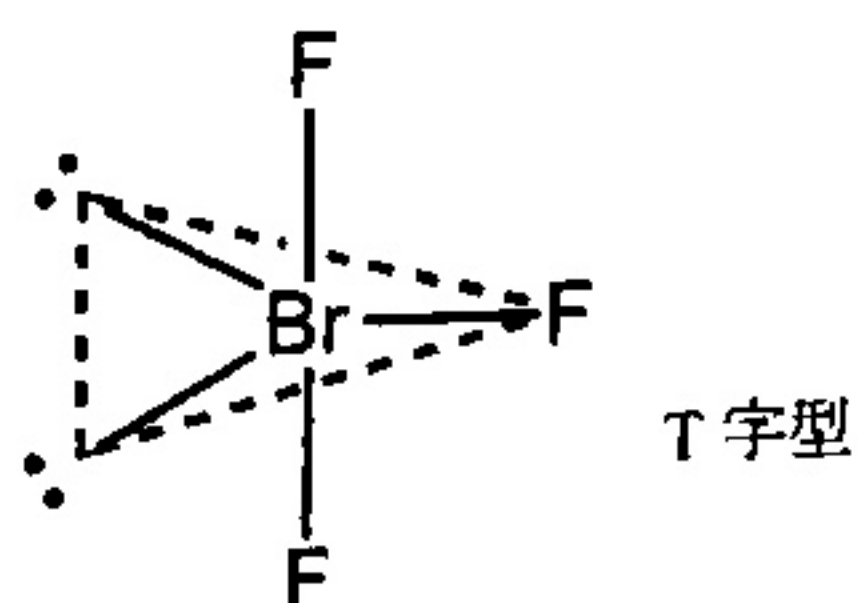
(2) グラフ A において, (a) 原子番号 3→10 では全般に右上がりの傾向にあるが, (b) 原子番号 4→5 では右下がりになり, (c) 原子番号 7→8 でも右下がりになっている。(a)~(c)の理由をそれぞれ説明せよ (9 点)。

問5 イオン化エネルギーは $\text{Mg(g)} \rightarrow \text{Mg}^+(\text{g})$ 783 kJ/mol, $\text{Mg(g)} \rightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{g})$ 2188 kJ/mol. 電子親和力は $\text{O(g)} \rightarrow \text{O}^-(\text{g})$ 141 kJ/mol, $\text{O(g)} \rightarrow \text{O}^{2-}(\text{g})$ -780 kJ/mol である。それにもかかわらず、酸化マグネシウムは Mg^+O^- ではなく $\text{Mg}^{2+}\text{O}^{2-}$ のイオン結晶となる。この理由を説明せよ (10 点)。

問6 HF の分子軌道エネルギー図 (最外殻のみ) を描き、それに基づいて、(1) H-F 結合の結合次数, (2) HF 分子の磁性 (3) HF 分子の極性 についてそれぞれ説明せよ (15 点)。

問7 電子対反発則に基づいて (a) XeF_2 , (b) XeF_4 , (c) XeF_6 の分子構造をそれぞれ推定し、その構造式と構造名を例にならって描け。なお、構造式はその構造がわかるように、また、中心原子の非共有電子対の位置も示すこと (15 点)。

(例) BF_3



問8 F_2 は Cl_2 よりも水中での酸化力が強い。この理由について、結合エネルギー、電子親和力、水和熱 の三つの語をすべて用いて説明せよ (10 点)。