

$N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$, $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$, $c = 3.00 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$, $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$,
 $k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$, $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$ 。電卓使用可。

- 【1】 2・4* 原子のイオン化エネルギーは、それに高エネルギーの単色光を当てて放出する電子の運動エネルギーを測定することによって求められる。
 イオン化エネルギーが 10.5 eV の原子に、ある波長の光を当てたところ、
 $2.45 \times 10^6 \text{ m s}^{-1}$ の速度で電子が放出された。入射光の波長はいくらか。
- 【2】 (1) 基底状態で次の原子あるいはイオンの電子配置を $1s^2 \dots$ の記載方法に従って記せ。
 (2) また、それぞれ何個の対電子をもっているかを答えよ。
 ${}_6\text{C}$, ${}_{26}\text{Fe}^{3+}$, ${}_{64}\text{Gd}^{3+}$
- 【3】 次の核反応式の括弧の中を埋めよ。
 (i) ${}_4^8\text{Be} (p, \alpha) ()$ (ii) ${}_{83}^{209}\text{Bi} + {}_{30}^{70}\text{Zn} \rightarrow ()\text{Uut} \rightarrow n + ()\text{Uut}$
- 【4】 3・8 六配位のイオン結晶における r_+/r_- の限界値は 0.414
 であることを示せ。
 (ヒント：岩塩型では、各イオンは何配位になるか。)
- 【5】 次の語を数行で説明せよ。必要ならば図式を用いたり、特定の物質で例示してもよい。
 (i) 線量単位のシーベルト (ii) 半導体のアレニウス挙動 (iii) ペロブスカイト
 (iv) 常磁性イオンの有効磁気モーメント μ_{eff} のスピンオンリー値 (v) HSAB
- 【6】 キレート効果に関する以下の設問に答えよ。ここで、en は $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{NH}_2$ である。

$$[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+} + 2\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Zn}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \quad (1)$$

$$\log K_1 = 5.01 \quad (\Delta G_1^0 = -28.6 \text{ kJ mol}^{-1})$$

$$[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+} + \text{en} \rightleftharpoons [\text{Zn}(\text{en})(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \quad (2)$$

$$\log K_2 = 6.15 \quad (\Delta G_2^0 = -35.1 \text{ kJ mol}^{-1})$$

$$[\text{Zn}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+} + \text{en} \rightleftharpoons [\text{Zn}(\text{en})(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+} + 2\text{NH}_3 \quad (3)$$
 (a) 平衡定数 K と反応のギブス自由エネルギー変化 ΔG^0 の間の関係式を記せ。
 (b) (1) と (2) の反応エンタルピー変化は、それぞれ $\Delta H_1^0 = -28.2 \text{ kJ mol}^{-1}$ と $\Delta H_2^0 = -27.6 \text{ kJ mol}^{-1}$ である。それぞれの反応におけるエントロピー変化 ΔS_1^0 と ΔS_2^0 を有効数字 3 桁で求めよ。
 標準状態の温度は 300 K とする。
 (c) (3) の平衡定数を K_3 とする。 K_1 と K_2 の記号を用いて K_3 を表せ。
 (d) (3) の ΔG_3^0 を求めよ。
 (e) ΔG_3^0 に対する、エンタルピー項 ΔH_3^0 とエントロピー項 $T\Delta S_3^0$ の寄与を定量的に評価せよ。
- 【7】 水について、 $\Delta G_f^\circ = -273.183 \text{ kJ mol}^{-1}$ である。もし、

$$\text{H}_2 | 2\text{H}^+ || 1/2 \text{O}_2 + 2\text{H}^+ | \text{H}_2\text{O}$$
 という電池が存在するならば、電池内反応を示すことにより、この電池の起電力を予想せよ。
 (ヒント： $-\Delta G^0 = nFE^0$, ここで n は移動する電子数)