

- (1) 次の核反応式の括弧の中を埋めよ。
 (i) $^{14}\text{N} + ^4\text{He} \rightarrow ^{17}\text{O} + ()$ (ii) $^9\text{Be} + ^4\text{He} \rightarrow ^{12}\text{C} + ()$
 (iii) $^{27}\text{Al} (n, ()) ^{27}\text{Mg}$ (iv) $^9\text{Be} (p, \alpha) ()$ (v) $^{14}\text{N} (p, ()) ^{11}\text{C}$
- (2) ある試料の放射能が1日で初めの66.5%に低下したとすると、その試料の半減期は何日か。
- (3) 原子番号 Z の元素の水素類似 $1s$ 軌道を占める電子が見いだされる確率をもっとも高い原子半径を求めよ。
 ヒント：動径分布関数が極値を持つときの半径を求める。動径分布関数から r に関する導関数をつくり、極大値の条件を出せばよい。

$$\Psi_{1s} = \left(\frac{Z^3}{\pi a_0^3} \right)^{1/2} e^{-Zr/a_0}$$
- (4) 波動方程式から得られた水素の原子軌道の種類と軌道の形を、 $n=3$ まですべて書け。
- (5) 1913~14年にMoseleyは、一連の元素について特性X線(K線とL線)の波長を測定した。波長から振動数 ν を求め、その平方根を原子番号 Z の順に配列したところ見事に直線上に並ぶことがわかった。これにより、原子番号が未確定であった元素、白金：78、金：79、鉛：82と、次々と言い当てるとともに、未知元素の存在も予言した。特性X線の放出にかかわる二つのエネルギー準位を理解するためには、当然量子論を必要とする。その当時発表されたばかりのBohrの原子模型と調和させつつ、Moseleyは実験結果を解釈した。この解釈を説明せよ。
 K系列の場合： $\nu^{1/2} = Q_K \{(3/4)\nu_0\}^{1/2}$ $Q_K = Z - 1$
 L系列の場合： $\nu^{1/2} = Q_L \{(5/36)\nu_0\}^{1/2}$ $Q_L = Z - 7.4$
- (6) 基底状態で次の原子あるいはイオンはそれぞれ何個の対電子をもっているか。
 ${}_6\text{C}$, ${}_{20}\text{Ca}$, ${}_{25}\text{Mn}$, ${}_{26}\text{Fe}^{3+}$, ${}_{29}\text{Cu}^+$, ${}_{34}\text{Se}^{2-}$, ${}_{64}\text{Gd}^{3+}$
- (7) CoCl_2 とアンモニアから $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ という錯イオンを合成できる。しかしこれは比較的不安定であり、容易に酸化されて $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ という安定な錯イオンになる。この不安定性・安定性の理由を説明せよ。Coの原子番号は27である。
- (8) KClの核間距離は3.14 Åである。Slaterの規則(教科書 p.43)を用いて、それぞれのイオンの半径を求めよ。
- (9)* 異種核からなる二原子分子には極性が認められる。HF気体の双極子モーメントは 6.08×10^{-30} Cmであり、原子間距離は92.6 pmであった。この結合におけるイオン性を求めよ。なお、電荷素量は 1.602×10^{-19} Cである。
- (10)* (i) アレン ($\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{CH}_2$) の中央の炭素は結合角が 180° である。両端の水素の空間的配置がわかるように分子構造を描け。その際、中央の炭素の混成状態を明らかにして、 π 結合の発生する様子を図示すること。
 (ii) ケテン ($\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{O}$) や CO_2 は、アレンと『等電子的 (isoelectronic)』である。酸素原子の混成状態を明らかにして、その非共有電子対の存在を、空間的配置がわかるように描け。
- (11) 次の事柄を、混成軌道の s 性パーセンテージという概念を用いて説明せよ。
 (i) 1,3-ブタジエンの中央のC-C結合は、ブタンのそれより短い。
 (ii) アセチレンはアセチリド(カルボアニオンの一種)を作りやすい。
- (12)* VSEPR(価電子殻電子対反発)に基づいて、分子構造を予想せよ。
 BCl_3 , NCl_3 , SCl_2

メモ： 前回資料のうち、NOの分子軌道の問題、 MoO_2 の電子配置の問題、および裏面もお忘れなく
 *) 松林玄悦著「化学結合の基礎」(三共出版)も参照のこと