

「無機化学 I」 中間試験問題

【注意】 解答にあたっては、「考えの筋道」(どのような思考過程を経て結論に至ったのか)を明快に記すよう特に留意すること。

問 1 孤立した水素原子の原子オービタルに関する以下の問いに答えよ

- (1) 原子核の位置をデカルト座標軸の原点にとり、以下に示すオービタルをすべて図示せよ。各々のオービタルの名称、外観、向き及び位相の特徴を明確に記すよう特に留意せよ。

(a) $1s$ オービタル (b) $2p$ オービタル (c) $3d$ オービタル

- (2) 上記 3 種類の原子オービタルは、主量子数 n 、方位量子数 l 、磁気量子数 m_l が各々いくつの値をとるときの Schrödinger 方程式の解に相当するかを記せ。

問 2 右図は孤立状態にあるリチウム原子の $1s$, $2s$, $2p$ の各オービタルについて、動径分布関数(縦軸)を原子核からの距離(横軸)に対してプロットしたものである。これを参考に、孤立したリチウム原子の基底状態における電子配置が、なぜ $(1s)^2(2p)^1$ ではなく $(1s)^2(2s)^1$ となるのかを説明せよ。

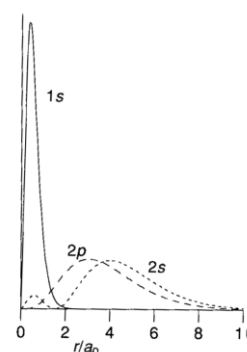


Fig 1.29 Radial distribution functions for lithium $1s$, $2s$, and a $2p$ orbital.

問 3 第 2 周期元素の $2s$ および $2p$ オービタルのエネルギー準位を Fig. 2 に示す。以下の問いに答えよ。

- (1) 原子番号の増加に伴い、第 2 周期元素の $2s$ および $2p$ オービタルのエネルギー準位がいずれも低下する現象はどのように理解できるか。必要ならば適宜図等を活用して文章で説明せよ。
- (2) 原子番号の増加に伴い、第 2 周期元素の $2s$ オービタルのエネルギー準位が $2p$ オービタルのエネルギー準位よりも大きく低下する現象はどのように理解できるか。必要ならば適宜図等を活用して文章で説明せよ。

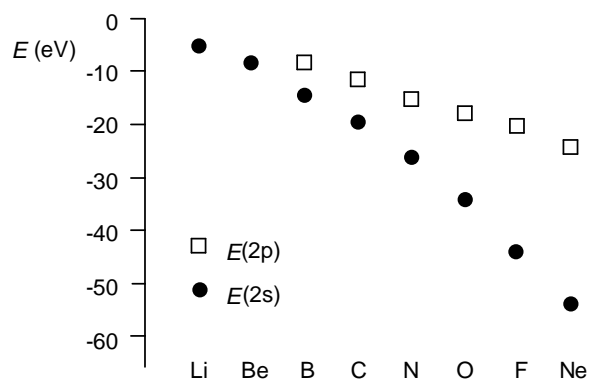


Fig. 2 第 2 周期元素の $2s$ および $2p$ オービタルのエネルギー準位

【裏面に続く】

問4 原子番号(Z)と、対応する原子の第1イオン化エンタルピー (I_1)との関係を Fig. 3 に示す。Fig. 3 からは、以下の(1)~(4)の事実を読みとることができる。(1)~(4)の各々は、各原子の基底状態の電子配置や原子オービタルのエネルギーと関係づけてどのように理解することができるか。必要ならば適宜図等を活用して文章で説明せよ。

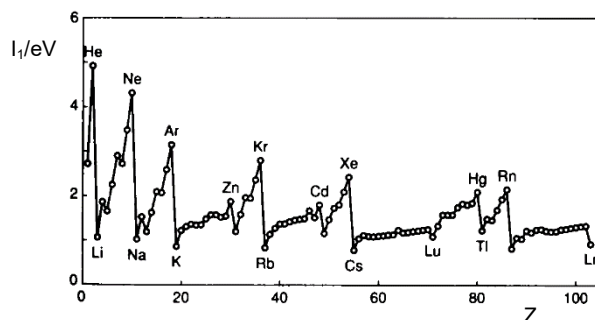


Fig. 3 原子番号(Z)と第1イオン化エンタルピー(I_1)との関係

- (1) 同一周期内の元素同士を比較すると、特に第1~3周期においてグラフが全般に右上がりの傾向を示している。
- (2) 第 n 周期から第 $n+1$ 周期へ移るところで第1イオン化エンタルピーが急激に減少する。
- (3) $4\text{Be} \rightarrow 5\text{B}$ 、 $12\text{Mg} \rightarrow 13\text{Al}$ のところで、第1イオン化エンタルピーが右下がりに小さくなる。
- (4) $7\text{N} \rightarrow 8\text{O}$ 、 $15\text{P} \rightarrow 16\text{S}$ のところで、第1イオン化エンタルピーが右下がりに小さくなる。

