

# 「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 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。以下の問いに答えよ。

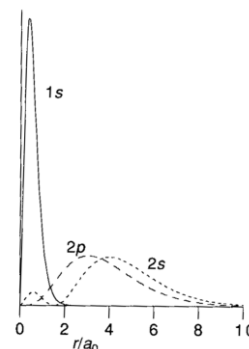


Fig 1.29 Radial distribution functions for lithium 1s, 2s, and a 2p orbital.

- (1) 2s オービタルの 1s オービタルへの貫入の度合いと、2p オービタルの 1s オービタルへの貫入の度合いとの相対的な大小関係を記せ。
- (2) 1s オービタルの電子が 2s オービタルの電子を遮蔽する度合いと、1s オービタルの電子が 2p オービタルの電子を遮蔽する度合いとの相対的な大小関係と、判断の根拠を記せ。
- (3) 2s オービタルの電子が感じる有効核電荷  $Z_{\text{eff}}(2s)$  と 2p オービタルの電子が感じる有効核電荷  $Z_{\text{eff}}(2p)$  との相対的な大小関係と、判断の根拠を記せ。
- (4) 2s オービタルの電子のエネルギー  $E(2s)$  と 2p オービタルの電子のエネルギー  $E(2p)$  との相対的な大小関係と、判断の根拠を記せ。
- (5) (1) ~ (4) をふまえると、孤立したリチウム原子の基底状態における電子配置は  $(1s)^2(2s)^1$  と  $(1s)^2(2p)^1$  のいずれになると考えられるか。

問 2 第 2 周期元素の 2s および 2p オービタルのエネルギー  $E(2s)$ 、 $E(2p)$  を Fig.2 に示す。以下の問いに答えよ。

- (1) 原子番号が 1 増加すると、原子核に陽子が 1 個、最外殻オービタルに電子が 1 個各々増加する。原子核に陽子が 1 個増加することで最外殻オービタルの電子が感じる引力が増加するが、その一方で最外殻オービタルに電子が 1 個増加することで最外殻オービタルの電子が感じる斥力も増加する。最外殻オービタルの電子が感じる引力の増加分と斥力の増加分との相対的な大小関係と、判断の根拠を記せ。

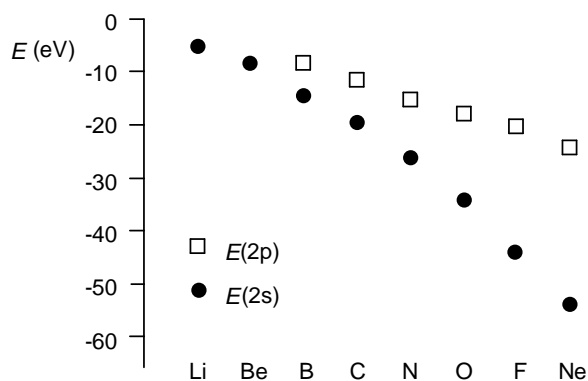


Fig.2 第 2 周期元素の 2s および 2p オービタルのエネルギー準位

- (2) 原子番号の増加に伴い 2s オービタルの電子が感じる有効核電荷  $Z_{\text{eff}}(2s)$  と 2p オービタルの電子が感じる有効核電荷  $Z_{\text{eff}}(2p)$  とが各々どのように変化するかを記せ。
- (3) (1)、(2) をふまえ、2s オービタルの電子のエネルギー  $E(2s)$  と 2p オービタルの電子のエネルギー  $E(2p)$  のいずれもが、原子番号の増加に伴い低下する現象がどのように理解できるかを説明せよ。

【裏面に続く】

- (4) 最外殻に1個増えた電子（ここでは2pオービタルを占有する電子を考える）が、2sオービタルの電子を遮蔽する度合いと2pオービタルの電子を遮蔽する度合いとの相対的な大小関係と、判断の根拠を記せ。
- (5) 原子番号が1増加することに伴い、2sオービタルの電子が感じる有効核電荷  $Z_{\text{eff}}(2s)$  の変化の度合いと2pオービタルの電子が感じる有効核電荷  $Z_{\text{eff}}(2p)$  の変化の度合いとの相対的な大小関係と、判断の根拠を記せ。
- (6) (4)、(5) をふまえ、原子番号の増加に伴い、2sオービタルの電子のエネルギー  $E(2s)$  が2pオービタルの電子のエネルギー  $E(2p)$  よりも大きく低下する現象はどのように理解できるかを説明せよ。

問3 原子番号(Z)と第1イオン化エネルギー ( $I_1$ )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最外殻電子が占有する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を説明せよ。

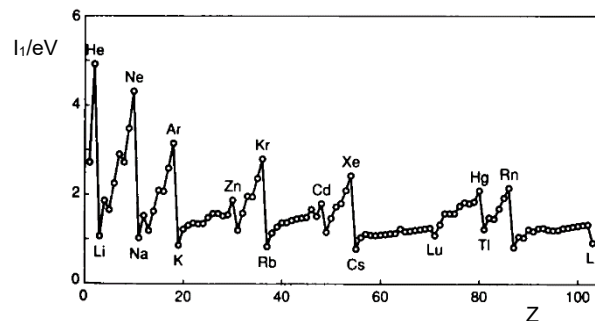


Fig.3 原子番号(Z)と第1イオン化エネルギー( $I_1$ )との関係

- (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イオン化エネルギ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イオン化エネルギ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イオン化エネルギーが右下がりに小さくなる。