

# 「無機化学 I」 学期末試験問題

【注意】 いずれの問いにおいても、「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)を文章で簡潔かつ明快に記すよう特に留意すること。最終結果のみを提示するだけでは不十分です。

問 1 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図 1 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。

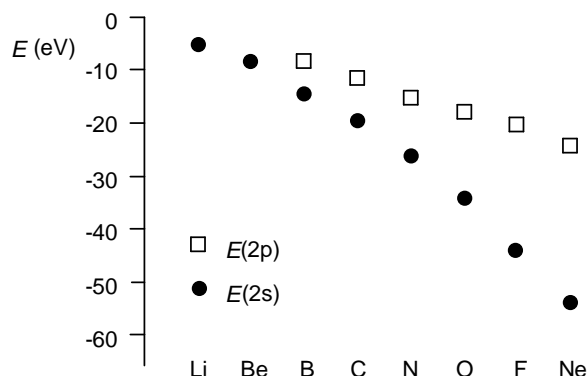


図 1. 第 2 周期元素の 2s および 2p オービタルのエネルギー準位

問 2 p ブロック元素を中心に含む分子やイオンの構造を理解するうえで有用な考え方として原子価殻電子対反発 (valence-shell electron pair repulsion, VSEPR) モデルがある。

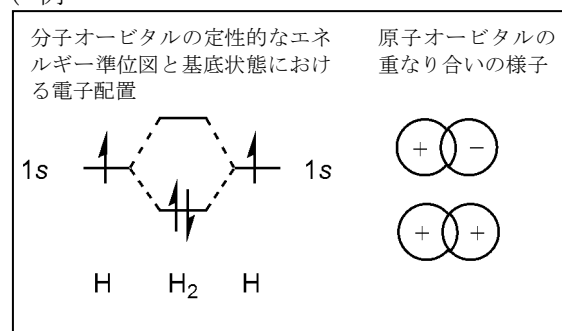
- (1) VSEPR モデルとはどのような考え方であるか。(2)の(a)、(b)以外の具体例を挙げて説明せよ。
- (2) 以下の(a)、(b)について可能なルイス構造式を示し、VSEPR モデルを基にその構造を予想せよ。



問 3 大気の主成分である  $\text{O}_2$  と  $\text{N}_2$  に関する以下の問いに答えよ。

- (1)  $\text{O}_2$  について、例にならって以下の①～③を示せ。
  - ① 分子オービタルの定性的なエネルギー準位図
  - ② 基底状態における電子配置
  - ③ 原子軌道オービタルの重なりの様子

(例)



- (2)  $\text{O}_2$  分子の励起状態の電子配置を、最もエネルギーの低いものから 2 種類示せ。ただし、2 種類の電子配置のどちらがよりエネルギーが低いかは示さなくてよい。
- (3)  $\text{N}_2$  の分子オービタルのエネルギーの大きさの順番は  $\text{O}_2$  の分子オービタルのエネルギーの大きさの順番と一部異なることが実験により観測されている。一体どのような違いがあるか。また、そのような違いが現れる原因は何か。問 1・図 1 を参考に、前問と同様、 $\text{N}_2$  について①～③を示したうえで記せ。
- (4)  $\text{O}_2$  と  $\text{N}_2$  とは外部磁場に対する挙動が明らかに異なる。どのように異なるか。また、そのような違いが現れる原因は何か。(1)および(3)の結果をふまえて記せ。
- (5) 次のイオン化過程に伴い、 $\text{O}_2$  及び  $\text{N}_2$  分子の結合長と結合エネルギーはどう変化すると考えられるか。根拠と共に記せ。

