

「無機化学Ⅰ」学期末試験問題

【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）を簡潔かつ明快な文章で記すよう特に留意すること。

問1 H₂分子について次の①～③を図1に示す。以下の問いに答えよ。

- 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 原子オービタルの重なりの様子

- (1) H原子の原子オービタル同士が相互作用してどのようなH₂分子の分子オービタルが形成されるかを考える際に、なぜH原子の1sオービタル同士の重なり合いのみに注目するのかを説明せよ。

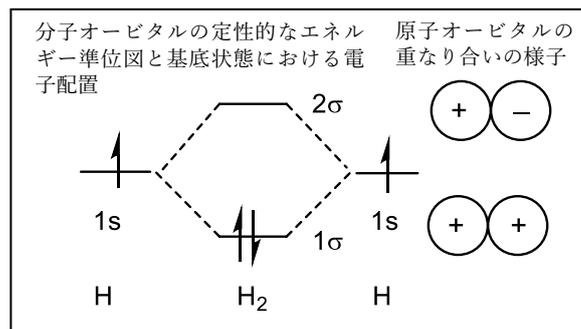


図1

- (2) H₂⁺、H₂⁻ について、図1にならって上記①～③を記せ。

- (3) H₂、H₂⁺、H₂⁻ の結合エネルギーおよび結合長の相対的な大小関係を示し、判断の根拠を記せ。

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) VAEPR モデルとはどのような考え方であるか。(2)の(a)～(c)以外の具体例を挙げて説明せよ。

- (2) 次の(a)～(c)について以下の問いに答えよ。



- (i) オクテット則を満たすルイス構造式を示せ。共鳴構造が考えられる場合にはそれらをすべて記すこと。

- (ii) VSEPR モデルを基に (a)～(c) の構造を予想せよ。

【裏面に続く】

問3 図2に第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示す。以下の問いに答えよ。

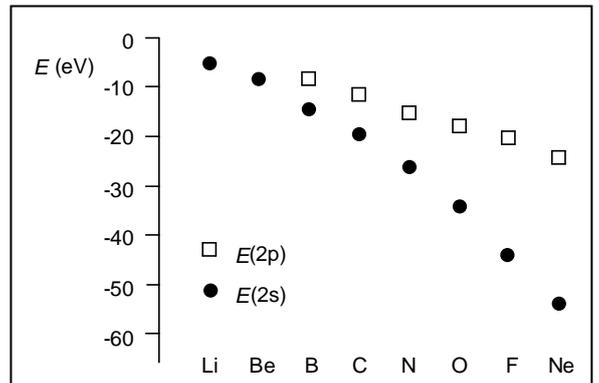
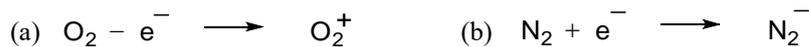


図2

- (3) N₂の分子オービタルのエネルギーの大きさの順番はO₂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にならってN₂について①~③を示したうえで記せ。
- (4) O₂とN₂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、O₂及びN₂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。



問4 問3・図2を参照して、二酸化炭素に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 二酸化炭素について、問1・図1の例にならって①~③を示せ。
- (2) 二酸化炭素とメチルマグネシウムブロミドとの反応をScheme 1に示す。この反応における炭素—炭素結合形成過程には、二酸化炭素のどの分子オービタルが深く関わっているかを、(1)をふまえて説明せよ。

Scheme 1

