

# 「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）を明快に記すよう特に留意すること。文章で答えるべき箇所に図のみあるいは結論のみを記しただけでは不十分です。

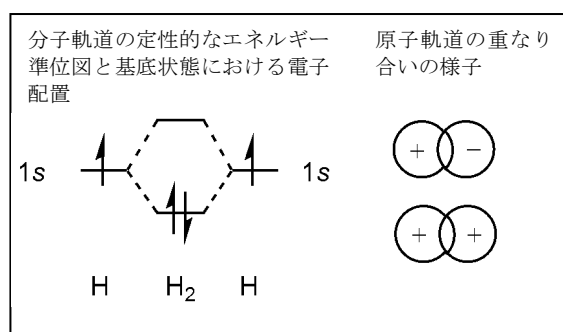
問 1 多電子原子のオービタルに関する以下の問いに答えよ。

- (1) 多電子原子のオービタルのうちで、主量子数が等しいもの同士のエネルギーの相対的な大小関係はどうなっているか。典型的な場合について記せ。
- (2) (1)で記した相対的な大小関係が生じる理由を文章で記せ。必要ならば適宜図等を活用してよい。

問 2 第 2 周期元素から成る等核 2 原子分子に関する以下の問いに答えよ。

- (1)  $O_2$  分子は基底状態において常磁性を示すことが実験により明らかにされている。 $O_2$  分子の分子軌道について以下の ① ~ ③ を模式的に示せ。ただし、 $2s$  軌道と  $2p$  軌道との重なりは無視してよい。

- ① 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 原子軌道の重なりの様子



- (2)  $O_2$  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)  $O_2$  分子以外に常磁性を示す分子を 1 つあげ、(1)の例にならって① ~ ③ を模式的に示せ。
- (4) 表 1 を参考に、(3)であげた分子の基底状態における電子配置が上述ようになる現象をどのように理解することができるかを簡潔に説明せよ。
- (5)  $O_2$  分子と (3)であげた分子の結合エネルギー及び結合距離の大小関係を示し、その理由を簡潔に記せ。

表 1 原子軌道のエネルギー (単位: eV)

Element	$E_{2s}$	$E_{2p}$
Li	-5.34	
Be	-8.42	
B	-13.46	-8.43
C	-19.20	-11.79
N	-25.72	-15.45
O	-33.86	-17.20
F	-42.79	-19.87
Ne	-52.53	-23.14

問 3 平面三角形型構造をとる  $BCl_3$  は典型的なルイス酸の一つであり、多重結合性を有する分子であることが知られている。以下の問いに答えよ。

- (1)  $BCl_3$  のルイス構造を記したうえで、なぜ  $BCl_3$  分子が多重結合性を有すると考えられるかを文章で記せ。
- (2) 問 2 (1)と同様に、 $BCl_3$  について例にならって①~③を記したうえで、なぜ  $BCl_3$  分子が多重結合性を有すると考えられるかを文章で記せ。
- (3) 三塩化ホウ素を水と反応させると加水分解反応が速やかに進行してホウ酸  $B(OH)_3$  が得られる。この反応の第一段階は各々の分子の 1:1 付加物 (A) の生成であり、次いで  $HCl$  が除去され、さらに水と反応して最終的にホウ酸を与える。
  - (a) (A) の構造を立体的に記せ。
  - (b) 三塩化ホウ素分子のどのオービタルと水分子のどのオービタルとの相互作用により (A) が生成すると考えられるか。判断の根拠とともに文章で記せ。