

「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 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。

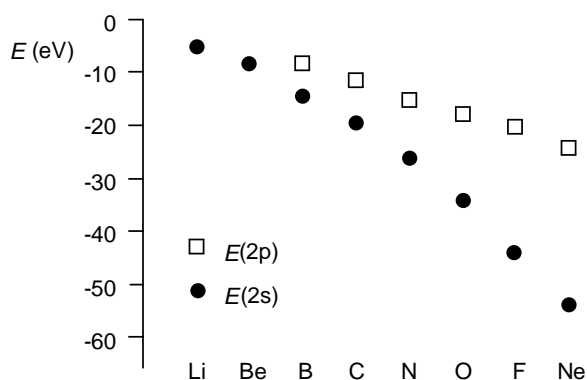
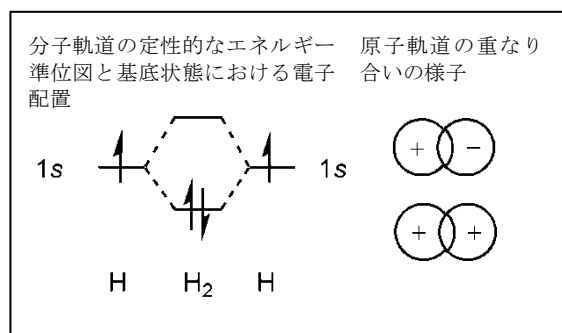


図 1. 第 2 周期元素の 2s および 2p オービタルのエネルギー準位

問 2 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。

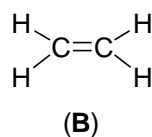
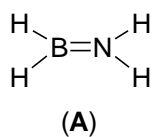
- ① 定性的なエネルギー準位図
- ② 基底状態における電子配置
- ③ 原子軌道の重なりの様子



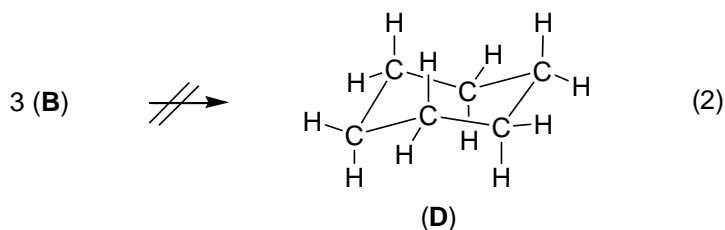
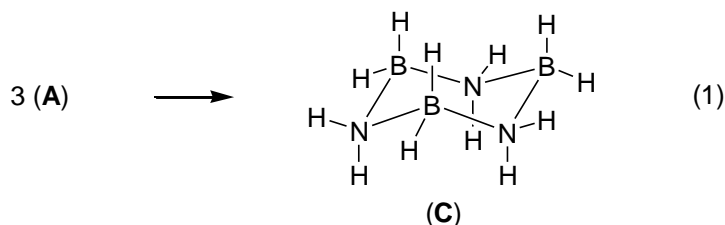
- (2) O_2 分子の励起状態の電子配置を、最もエネルギーの低いものから 2 種類示せ。ただし、2 種類の電子配置のどちらがよりエネルギーが低いかは示さなくてよい。
- (3) O_2 分子以外に常磁性を示す分子を 1 つあげ、基底状態における電子配置を (1) の例にならって示せ。
- (4) 図 1 を参考に、(3) であげた分子の基底状態における電子配置が上述のような現象をどのように理解することができるかを簡潔に説明せよ。
- (5) O_2 分子と (3) であげた分子の結合エネルギー及び結合距離の大小関係を示し、その理由を簡潔に記せ。

【裏面に続く】

問3 ホウ素—窒素不飽和結合を有する最も単純な化合物であるアミノボラン(A)に関する以下の問いに答えよ。



- (1) アミノボラン(A)はエチレン(B)と等電子的であり、類似の平面型構造を有している。(A)のホウ素—窒素多重結合、(B)の炭素—炭素多重結合の各々について、原子オービタルのどのような相互作用の結果生じていると考えられるかを、問2(1)と同様に①～③を模式的に示して説明せよ。
- (2) (A)と(B)との構造は一見よく似ているが、その化学反応性は大きく異なっている。(A)は気相中で一時的にしか存在せず、シクロヘキサン(D)に類似した環状化合物(C)になりやすい(式1)。一方、同様の条件下で(B)から(D)が生成する反応は進行しない(式2)。なぜこのような差が生じるのかを(1)の結果をふまえて考察せよ。



【連絡事項】

- (1) すでにアナウンスしてある通り、期末試験の結果とレポートの内容及び提出状況により成績評価を行います。
- (2) 合格者のリストは「無機化学I」のウェブサイトに掲載します。掲載後に、各自の期末試験答案とまとめノート及びレポートを返却します。松坂のオフィスで必ず受け取ってください。
- (3) 不合格者のうちで、希望者を対象に再試験を実施します。受験を希望する場合にはあらかじめ口頭またはメールで松坂に申し出てください。実施要領は「無機化学I」のウェブサイトを参照してください。