

「無機化学」 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)を明快地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。これを参考に、孤立したリチウム原子の基底状態における電子配置が、なぜ $(1s)^2(2p)^1$ ではなく $(1s)^2(2s)^1$ となるのかを説明せよ。

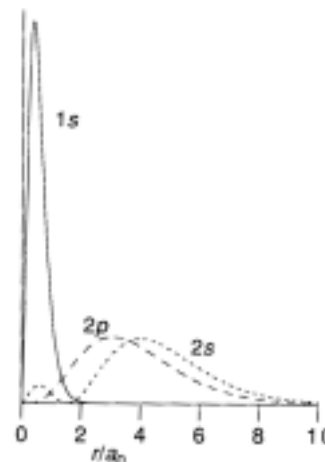


Fig 1.29 Radial distribution functions for lithium $1s$, $2s$, and a $2p$ orbital.

- 問 2 次に示す表 1、表 2 を参考に、Ne を除く第 2 周期元素から成る等核 2 原子分子に関する以下の問に答えよ。

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

- (1) O_2 分子は基底状態において常磁性を示す。その理由を、 O_2 分子の分子軌道について以下の ~ を模式的に示して説明せよ。

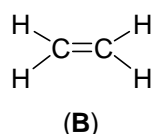
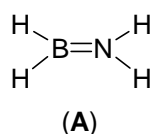
定性的なエネルギー準位図
基底状態における電子配置
原子軌道の重なりの様子

- (2) 表 2 に示されている分子の中で、 O_2 、 F_2 とそれ以外の分子とでは、分子軌道エネルギーの順序に一部逆転が起こっている。 N_2 の分子軌道について(1)と同様に ~ を模式的に示した上で、なぜこのような逆転が起こるのかを考察せよ。
- (3) 各分子の相対的な結合距離や結合エネルギーの大小関係が表 2 に示す結果となる理由を考察せよ。

表 2 第 2 周期元素からなる等核 2 原子分子の結合距離と結合エネルギーの実測値

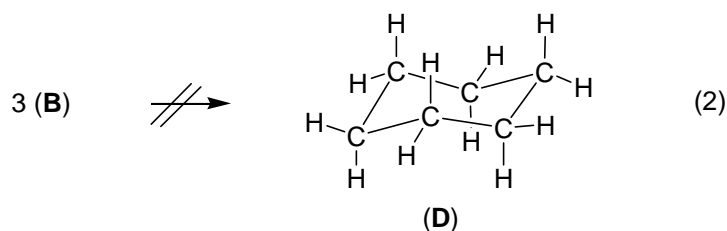
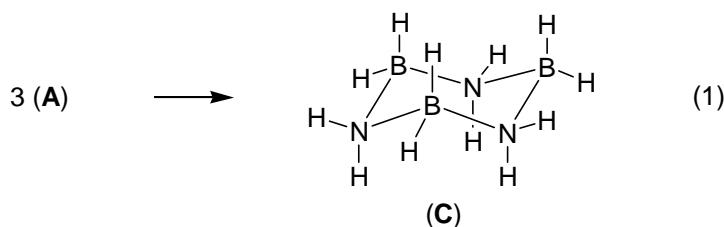
分子式	Li_2	Be_2	B_2	C_2	N_2	O_2	F_2
結合距離[Å]	2.67		1.59	1.24	1.10	1.21	1.42
結合エネルギー[kJmol ⁻¹]	110		272	602	941	493	138

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 ~ 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。



【備考】

- (1) 授業アンケートに協力をお願いします。
学生ポータルシステムから入力して下さい。切は 2/9 (金) です。
- (2) 理学部では各学期の終了後、成績データ(履修簿)を保証人へ送付することになりました。
送付時期は3月および9月下旬になります。
もし送付を希望しない場合は2/20(火)までに学科主任(松坂)へ申し出て手続きをして下さい。