

「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。

問 1 原子番号と原子半径との関係を図 1 に示す。

- (1) 同族元素の原子半径を比較すると、どのような傾向が読みとれるかを記せ。
- (2) (1)に記した傾向が観測される理由を考察し、簡潔に記せ。
- (3) 同一周期元素の原子半径を比較すると、どのような傾向が読みとれるかを記せ。
- (4) (3)に記した傾向が観測される理由を考察し、簡潔に記せ。

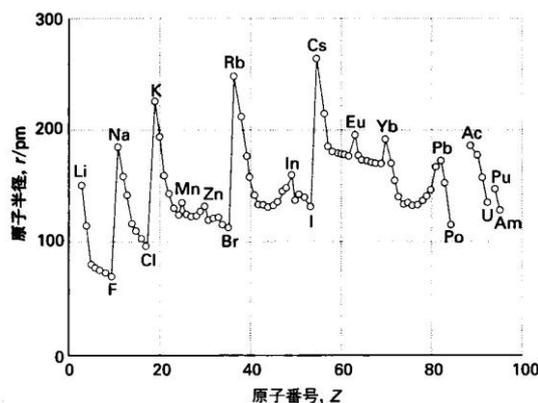
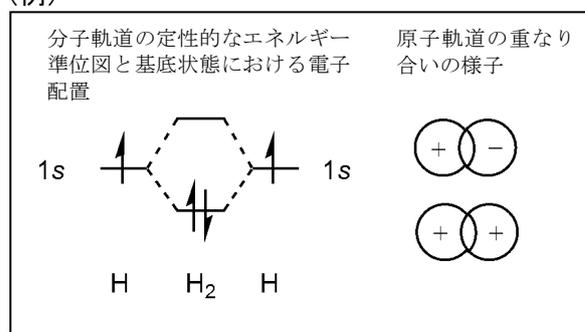


図 1. 原子番号と原子半径との関係

問 2 Ne を除く第 2 周期元素から成る等核 2 原子分子について、表 1 を参照して以下の問いに答えよ。

- (1) O_2 について、例にならって以下の①～③を示せ。 (例)

- 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) 酸素分子 O_2 、超酸化イオン O_2^- 、過酸化イオン O_2^{2-} について、相対的な結合長と結合エネルギーの大きさの順序を予想し、根拠とともに記せ。

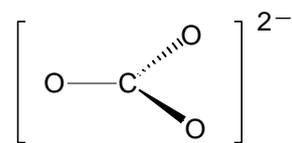
- (3) N_2 の分子軌道のエネルギーの大きさの順番は O_2 の分子軌道のエネルギーの大きさの順番と一部異なることが実験により観測されている。一体どのような違いがあるか。また、そのような差が現れる原因は何だろうか。前問と同様、 N_2 について①～③を示したうえで記せ。

- (4) 他の分子と比較して著しく不安定と考えられるものはどれか。根拠とともに記せ。

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 平面構造を有する多原子陰イオンである炭酸イオン CO_3^{2-}
(右図) 中の炭素—酸素結合は多重結合性を有することが実験により明らかにされている。この事実は以下の①および②の考え方により、各々どのように理解することができるかを記せ。



- ① 分子軌道の考え方
- ② 共鳴の考え方

【備考】

- (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1」のウェブサイトおよび分子科学科掲示板に掲載します。掲載後に、各自の期末試験答案とまとめノート及び再提出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1」のウェブサイトを参照してください。

授業アンケートに協力をお願いします。

「無機化学 I」 学期末試験問題・配点と採点基準

【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。

問 1 原子番号と原子半径との関係を図 1 に示す。

(30点)

- (1) 同族元素の原子半径を比較すると、どのような傾向が読みとれるかを記せ。(5点)
- (2) (1)に記した傾向が観測される理由を考察し、簡潔に記せ。(主量子数の違いに基づくオービタルのサイズの差: 10点)
- (3) 同一周期元素の原子半径を比較すると、どのような傾向が読みとれるかを記せ。(5点)
- (4) (3)に記した傾向が観測される理由を考察し、簡潔に記せ。(同じ主量子数のオービタル電子による不完全な遮蔽の集積による有効核電荷の増加: 10点)

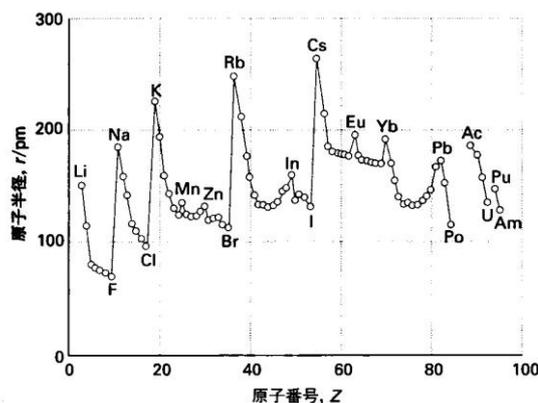


図 1. 原子番号と原子半径との関係

問 2 Ne を除く第 2 周期元素から成る等核 2 原子分子について、表 1 を参照して以下の問いに答えよ。

(45点)

- (1) O_2 について、例にならって以下の①～③を示せ。

(15点)

- 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) 酸素分子 O_2 、超酸化イオン O_2^- 、過酸化イオン O_2^{2-} について、相対的な結合長と結合エネルギーの大きさの順序を予想し、根拠とともに記せ。(5点)

- (3) N_2 の分子軌道の相対的なエネルギーの大きさの順番は O_2 の分子軌道の相対的な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、そのような差が現れる原因は何だろうか。前問と同様、 N_2 について①～③を示したうえで記せ。(15点)

(例)

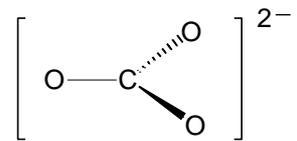
分子軌道の定性的なエネルギー準位図と基底状態における電子配置	原子軌道の重なり合いの様子
--------------------------------	---------------

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

- (4) 他の分子と比較して著しく不安定と考えられるものはどれか。根拠とともに記せ。(10点)

問3 平面構造を有する多原子陰イオンである炭酸イオン CO_3^{2-}
(右図) 中の炭素—酸素結合は多重結合性を有することが実験により明らかにされている。この事実は以下の①および②の考え方により、各々どのように理解することができるかを記せ。(25点)



- ① 分子軌道の考え方 (15点)
- ② 共鳴の考え方 (10点)