

「無機化学 I」 学期末試験問題

【注意】 いずれの問いにおいても、「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）を文章で簡潔かつ明快に記すよう特に留意すること。最終結果のみを提示するだけでは不十分です。

問 1 H_2 分子について以下の①～③を Fig. 1 に示す。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 H_2 分子の分子オービタルが形成されるか考える際に、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。

- 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

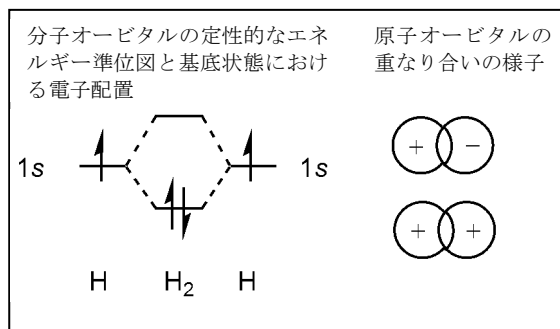


Fig. 1

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) VSEPR モデルとはどのような考え方であるか。具体例を挙げて説明せよ。
- (2) 以下の (a)、(b) について可能なルイス構造式を示し、VSEPR モデルを基にその構造を予想せよ。



【裏面に続く】

問3 Fig. 2を参考に、大気の主成分であるO₂とN₂に関する以下の問いに答えよ。

(1) O₂について、問1の例にならって以下の①～③を示せ。

- 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

(2) O₂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) N₂の分子オービタルのエネルギーの順番はO₂の分子オービタルのエネルギーの順番と一部異なることが実験により観測されている。どのような違いがあるか。また、なぜそのような違いが現れると考えられるか。(1)と同様、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、なぜそのような違いが現れると考えられるか。

(5) 次のイオン化過程に伴い、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。

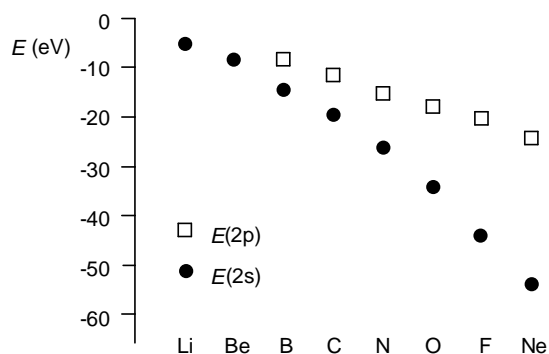
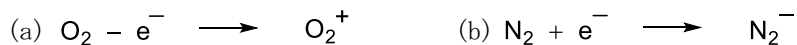


Fig. 2 第2周期元素の2s及び2pオービタルのエネルギー準位

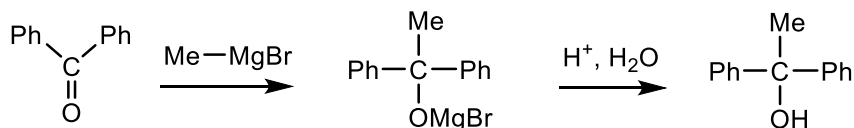
問4 二酸化炭素に関する以下の問いに答えよ。

(1) 二酸化炭素について、問1の例にならって以下の①～③を示せ。

- 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

(2) 「有機化学 I」でグリニャール試薬とアルデヒドまたはケトンとからアルコールを合成する反応を学んだ。Scheme 1 にジフェニルケトンとメチルグリニャールブロミドとの反応例を示す。

Scheme 1



二酸化炭素に対しても類似の反応を行うことが可能である。二酸化炭素とメチルグリニャールブロミドとの反応をScheme 2に示す。この反応の第1段階における炭素—炭素結合形成過程は、二酸化炭素のどのオービタルとメチルグリニャールブロミドのどのオービタルとの相互作用により進行するかを、(1)をふまえて説明せよ。

Scheme 2

