

不対電子と磁性（教科書に直接対応する章,節なし）

ポイント

1. 磁性の原因は電子スピンの電子配置で不対電子があるとき磁性を生じる。
2. 原子の磁性と金属の磁性は対応しない
3. 物質が磁性をもつための条件

演習 1) 次の原子またはイオンは磁性を持つか。

${}_6\text{C}$, ${}_7\text{N}$, ${}_{13}\text{Al}$, ${}_{26}\text{Fe}$, ${}_{15}\text{S}^{2-}$, ${}_{22}\text{Ti}^{4+}$, CuSO_4

★演習 2) 周期表の第 4 周期の原子で反磁性の原子はどれか。

演習 3) 鉄原子は磁性を持つことを電子配置から説明せよ。

★演習 4) 基底状態で次の原子はそれぞれ何個の不対電子を持っているか。

(a) ${}_{25}\text{Mn}$ (b) ${}_{21}\text{Sc}$ (スカンジウム) (c) ${}_{32}\text{Ge}$

演習 5) 炭素原子は磁性があるか。炭素の“かたまり”つまりダイヤモンド、グラファイト（黒鉛とも言う）には磁性があるか。

演習 6) 有機化合物はなぜ磁石と引きつけあわないのか。

演示 7 : 演示実験) 窒素分子 (N_2) は磁性をもたないが、酸素分子 (O_2) は磁性をもつ。 N_2 や O_2 のような 2 原子分子の軌道は右図のようにになっている。これを使ってその理由を説明せよ。(N_2 の電子式は $\text{N} \equiv \text{N}$ でよいが、 O_2 の電子式は $\text{O} = \text{O}$ ではない)

N_2 , O_2 の
分子軌道

—
— —
— —
—
—
—
—
—

【不対電子と磁性】 解答

- 1) ${}_{15}\text{S}^{2-}$ と ${}_{22}\text{Ti}^{4+}$ 以外はすべて磁性をもつ。
- 3) 鉄の電子配置は $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ 。3d 軌道の数 5 であるから、Hund 則から電子は 1 対が 1 つの軌道に、4 つが残りの 4 つの軌道にスピンが平行になるように占有する。 $\therefore$ 鉄原子は磁性を持つ。☆鉄原子が磁性をもつことは金属としての鉄が磁性をもつための必要条件で、十分条件ではない。例えば銅原子やアルミニウム原子は磁性を持つ(電子配置を書いて確かめよ)が、金属としては磁性をもたない。
- 5) 炭素原子の電子配置は $1s^2 2s^2 2p^2$ なので磁性がある。しかしダイヤモンド、グラファイトの価電子(最外殻電子)はすべて共有結合電子であるので対になっているから、全スピンの和は 0 になる。したがって磁性はない。
- 6) 有機化合物の価電子はすべて共有結合(電子対)または非共有電子対で、スピンは対になっているから磁性はない。
- 7) 窒素分子(電子式は $:\text{N} \equiv \text{N}:$) のすべての電子は対になっているので磁性はない。しかし、酸素分子は普通の電子式を書くことができない分子で、その軌道を書くには分子軌道法(MO 法)という理論(この授業の範囲外)を使わなければならない。大ざっぱに言えば酸素分子は $\cdot\text{O}-\text{O}\cdot$ のように書ける。2 つの不対電子は、縮退している 2 つの軌道に存在しているから、Hund 則によりスピンは平行であるので磁性がある。

次回の予習項目: 教科書 p.42 3.5.2 イオン化エネルギー 3.5.3 電子親和力 4.1 イオン結合