

問 1. 以下の 3 つの原子やイオンについて考える。(計 8 点)



(1)それぞれの「陽子数」「中性子数」「電子数」「最外殻電子の主量子数」を答えよ。

(1 つの原子やイオンについて 4 つ全て合っていて 2 点, 計 6 点. その原子・イオンについて一つでも間違っていると得点にはならないので, ミスに注意すること)

(2) これらの原子やイオンの中に, 明らかに不安定な原子核をもつものがある. それ
がどれなのかを答え, さらに「なぜ不安定なのか」の理由を記せ。(理由まであつて
いて 2 点)

問 2. 次の 2 つの軌道の形を, 位相の変化がわかるように描け (塗り分けるか, 「+」
「-」などを書き込めばよい). (各 2 点, 計 4 点)

※複数ある場合 (例えば p 軌道は 3 つある), そのうち一つを描けば良い

(1) 6d 軌道

(2) 5p 軌道

問 3. 第三周期の 4 原子, Na, Si, Cl, Ar について考える。(各 2 点, 計 8 点)

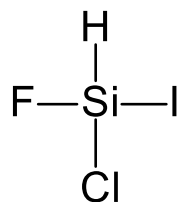
(1) これら 4 原子を, イオン化エネルギーの大きい順 (大きいものほど左) に並べ,
そのような順序になる原因を説明せよ。

(2) これら 4 原子を, 電子親和力の大きい順 (大きいものほど左) に並べ, そのよ
うな順序になる原因を説明せよ。

(3) これら 4 原子を, 1s 軌道の半径が大きい順 (大きいものほど左) に並べ, そ
うな順序になる原因を説明せよ。

(4) これら 4 原子を, 1s 軌道のエネルギーが低い順 (低いものほど左) に並べ,
そのような順序になる原因を説明せよ。

問 4. 以下のような分子があった時、最も負に帯電しているのはどの原子だと考えられるか？そのように判断した理由も述べよ。(3点)



問 5. 原子番号 22 の Ti について考える。(2点×3, 計6点)

(1) 電氣的に中性な Ti の電子配置を、内殻電子も省略せず¹に書け。例えば B であれば $(1s)^2(2s)^2(2p)^1$ のように書けばよい。

(2) Ti の 最外殻電子に対する有効核電荷をスレーターの規則を用いて計算せよ。

(3) Ti の 1s 電子に対する有効核電荷をスレーターの規則で計算せよ。ただし 1s 電子同士の反発による遮蔽の係数は 0.30 とする。

問 6. 酸素原子 O と、閉殻である 2 価の負イオン O^{2-} を考える。(計6点)

(1) O と O^{2-} の 電子配置を書き、それぞれの最外殻電子に対する 有効核電荷をスレーターの規則により計算せよ。電子配置は、例えば Li であれば $(1s)^2(2s)^1$ のように書き、内殻電子も省略せず²に記すこと。(1点×2, 計2点)

(2) 電子を引き抜くのに必要なエネルギー E が、その電子に対する有効核電荷 Z_{eff} と、その電子の主量子数 n を用いて $E = E_0 \times (Z_{\text{eff}} \div n)^2$ で表せるものとする (E_0 は正の定数)。このとき、電氣的に中性な酸素原子 O から電子を引き抜いて O^+ にするのに必要なエネルギーと、閉殻のイオンである O^{2-} から電子を引き抜いて O^- にするために必要なエネルギーを それぞれ計算し答えるとともに、O と O^{2-} の どちらが酸化に対し安定か (=どちらの電子が抜けにくい) を解答せよ。(4点)

問 7. 電子を引き抜くのに必要なエネルギー E が、問 6 同様に $E = E_0 \times (Z_{\text{eff}} \div n)^2$ と表せるとする。この時、「Mg を Mg^+ にするのに必要なエネルギー」「 Mg^+ を Mg^{2+} にするエネルギー」「 Mg^{2+} を Mg^{3+} にするのに必要なエネルギー」をそれぞれ計算し、Mg を +3 価にするにはかなりのエネルギーが必要なことを示せ。(5点)