

問 1. 以下の 3 つのイオンについて考える. (計 24 点)



- (1) それぞれの「陽子数」「中性子数」「電子数」「最外殻の主量子数」を答えよ (すべて, 上記のイオンの状態での値を解答すること). (1 つイオンについて 4 つ全て合っていて 2 点, 計 6 点)
- (2) これらのイオンの電子配置を, 準位図として描け. 軌道の上下関係は明確に区別できるように描く事. また, 電子は全てスピンの向きも表す矢印として記載し, 内殻も省略しないこと. (2 点×3, 計 6 点)
- (3) これらのイオン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それぞれ計算せよ. (2 点×3, 計 6 点)
- (4) これらのイオンを, 「1s 軌道の電子のエネルギーが低い順」に並べ, そのような順序になる原因を説明せよ. (3 点)
- (5) これらのイオンの中にひとつ, 明らかに不安定な原子核をもつものがある. それがどれかを答え, なぜ不安定だと言えるのかを説明せよ. (説明まで合っていて 3 点)

問 2. 「5d 軌道」と「5p 軌道」それぞれの形状を，位相の変化がわかるように図で描け（※位相の変化は，塗り分けたり，「+」や「-」を書き込んでも良い）．5d 軌道は 5 つ，5p 軌道は 3 つ存在するが，それぞれそのうちの 1 つを描けばよい．（各 2 点，計 4 点）

問 3. 貴ガス元素は，同周期の元素のなかで最もイオン化エネルギーが高く，陽イオンになりにくい．この原因を説明せよ．（5 点）

問 4. 第三周期の元素である Si, S, Ar と第四周期の元素である K, Ge の合わせて 6 つの元素を電子親和力の大きい順に並べると， $S > Si > Ge > K > Ar$ という順序になる．このような順序になる原因を説明せよ．（5 点）

問 5. 酸素原子とそのイオンである O, O^{2-} , O^{2+} という 3 つについて考える．これらそれぞれから電子を一つ引き抜く ($O \rightarrow O^+$, $O^{2-} \rightarrow O^-$, $O^{2+} \rightarrow O^{3+}$) のに必要なエネルギーが大きい順に並べるとともに，そのような順序になる理由を説明せよ．（理由まで合っていて 5 点）

問 6. ある原子やイオンから電子を一つ引き抜くのに必要なエネルギー E が，引き抜く電子の主量子数 n ，スレーターの規則を用いて計算したその電子に対する有効核電荷 Z_{eff} ，正の定数 E_0 を使って $E = E_0 \times (Z_{\text{eff}} / n)^2$ で近似できるものとする．このとき， Mg^+ から電子を引き抜いて Mg^{2+} にするのに必要なエネルギーを計算せよ．（5 点）