

基礎無機化学 2018 年度中間試験 (41 点満点)

※解答用紙は、最後に全てまとめてホチキス (ステープラー) で固定し回収しますが、念のため解答用紙の全ページに学籍番号と名前を書いておいてください。解答用紙は両面使用してかまいません。解答の順序はお好きにどうぞ。問題用紙は各自持ち帰って適当に捨ててください。

問 1. 以下に示した 4 つの原子に関し、下の(1)~(3)に答えよ。(計 8 点)



(1) これらの原子それぞれについて、『陽子数，中性子数，電子数，最外殻の電子の主量子数』を全て答よ。(一つの原子について全て合っていて正解。1 点×4，計 4 点)

(2) これらの原子を第一イオン化エネルギーの大きい順に並べ，その順序になる原因を説明せよ。(2 点)

(3) これらの原子を電子親和力の大きい順に並べ，その順序になる原因を説明せよ。(2 点)

問 2. 第一イオン化エネルギーに関し，次の(1)，(2)に答えよ。(2 点×2，計 4 点)

(1) 原子番号 12 の Mg の第一イオン化エネルギーが 738 kJ/mol なのに対し，原子番号 13 の Al は 578 kJ/mol と小さくなっている。この理由を答えよ。(2 点)

(2) 原子番号 15 の P の第一イオン化エネルギーが 1012 kJ/mol なのに対し，原子番号 16 の S は 1000 kJ/mol と小さくなっている。この理由を答えよ。(2 点)

問 3. 同一周期の他の元素に比べ，貴ガス元素は陽イオンや陰イオンになりにくいという特徴がある。

(1) 同一周期の他の元素に比べ，貴ガス元素はなぜ陽イオンになりにくいのか (3 点)

(2) 貴ガス元素はなぜ陰イオンになりにくいのか (3 点)

をそれぞれ説明せよ。ただし「閉殻だから」「貴ガスだから」などは何の説明になっていないので不可である。(3 点×2，計 6 点)

問 4. 一般的に，ある原子の 4s 軌道よりも 4p 軌道の方がエネルギーが高く，4d 軌道はさらにエネルギーが高い。この理由を説明せよ。(2 点)

問 5. 次の 2 つの軌道の形をそれぞれ描け. 色で塗り分けるか「+」と「-」の記号を書き入れるかして, 位相の変化がわかるようにすること. ※複数の軌道がある場合 (例えば, 2p 軌道には $2p_x$, $2p_y$, $2p_z$ がある) にはそのうちの一つを書けば良い. (2 点×2, 計 4 点)

(1) 7d 軌道 (2 点)

(2) 5p 軌道 (2 点)

問 6. 次のそれぞれの電子から見た有効核電荷をスレーターの規則に基づき計算せよ.
(1 点×4, 計 4 点)

(1) Na (原子番号 11) の 2s 電子 (1 点)

(2) Na^{2+} の最外殻電子 (1 点)

(3) Br^- (原子番号 35) の最外殻電子 (1 点)

(4) Ga (原子番号 31) の 4s 電子 (1 点)

問 7. アルカリ金属元素に関し, 次の(1)~(3)に答えよ. ただし, ある電子を引き抜くのに必要なエネルギー E は, その電子から見た有効核電荷 Z_{eff} , その電子の主量子数 n を用いて $E = E_0 \times (Z_{\text{eff}} \div n)^2$ で近似できるとして良い (E_0 は正の定数). (計 7 点)

(1) Na と K の最外殻電子から見た有効核電荷をスレーターの規則に基づきそれぞれ計算せよ. (両方合っていて 2 点)

(2) Na と K のどちらがより陽イオンになりやすいのかを, 与えられた式を用いて, 両方の原子それぞれのイオン化に必要なエネルギーを具体的に計算する事で示せ. (2 点)

(3) K を K^+ にするのに比べ, K^+ を K^{2+} にするのは非常に困難である事を, 与えられた式を用いて, 必要なエネルギーを具体的に計算することで示せ. (3 点)

問 8. 次の(1)~(3)それぞれ 6 つの結合の中で, 最も結合の分極が大きいと考えられるものを挙げ, さらに結合のどちらの原子が負になっているのかを答えよ. (それぞれ完全正解で 2 点, 計 6 点) ※判断基準としては, オールレッド・ロコウの値を基準とする.

(1) H-H 結合, C-H 結合, N-H 結合, O-H 結合, F-H 結合, F-F 結合 (2 点)

(2) H-H 結合, O-H 結合, S-H 結合, Se-H 結合, Te-H 結合, Te-Te 結合 (2 点)

(3) N-F 結合, P-F 結合, N-Br 結合, P-Br 結合, N-I 結合, P-I 結合 (2 点)