

基礎化学1 2020年度期末試験(1枚目21点, 2枚目24点, 計45点)

※なお, 問題中で電気陰性度の値が必要な場合は, **ポーリングの値を基準とする。**

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(最も核から遠い電子殻の電子)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一つだけ, 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。(理由まであっていて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) 6p 軌道

(2) 5d 軌道

問3. 「Hの1s電子」, 「Neの1s電子」, 「Cl⁺の1s電子」の3つの電子を, エネルギーが低い順(エネルギーが低いものほど左になるようにすること!)になるように並べ, そのような順序になる原因を簡単に説明せよ。(3点)

問4. 第二周期と第三周期の元素のうち「N, O, Mg, Si, P」の5つを, 「電気陰性度の大きい順」(左が電気陰性度の大きい元素になるようにすること!)に並べるとともに, そのような順序になる原因を簡単に説明せよ。(3点)

問5. 多電子原子において, 3d軌道のエネルギーは3s軌道よりかなり高い。この理由を説明せよ。(3点)

問 6. 第一周期の水素 H と第二周期のベリリウム Be, 炭素 C, 酸素 O の組み合わせでできる次の 6 つの単結合に関し, 下の問 (1) ~ (3) に答えよ. (計 5 点)

H-Be 結合 H-C 結合 H-O 結合 Be-C 結合 Be-O 結合 C-O 結合

(1) これら 6 つの結合それぞれについて, どちらの原子が負になっているか示せ. (すべて合っていて 3 点. 一つでも違うと 0 点なので十分注意すること!)

(2) これら 6 つのうち, 最も分極が大きい結合と最も分極が小さい結合はそれぞれどれだと考えられるか? (両方あっていて 2 点)

問 7. 次の有効核電荷をスレーターの規則でそれぞれ計算せよ. (各 2 点, 計 8 点)

- (1) Mg の最外殻電子に対する有効核電荷
- (2) Al^+ の最外殻電子に対する有効核電荷
- (3) S^{2-} の最外殻電子に対する有効核電荷
- (4) Si の 2s 電子に対する有効核電荷

問 8. イオン化エネルギー E が, 最外殻電子の主量子数 n と, スレーターの規則で計算した最外殻電子に対する有効核電荷 Z_{eff} を用いて $E = E_0 \times (Z_{\text{eff}} \div n)^2$ と表せるものとする (※ E_0 は正の定数). この時, 次の問 (1) ~ (2) に答えよ. (計 5 点)

(1) Mg を Mg^+ にするのに必要なエネルギーを E_0 を用い表せ. (2 点)

(2) Mg^+ を Mg^{2+} にするのに必要なエネルギーと, Mg^{2+} を Mg^{3+} にするのに必要なエネルギーを計算し, Mg は +2 価までは比較的なりやすいが, +3 価にはなりにくいことを示せ (※それぞれのエネルギーを E_0 を用いて表せばそれでよい). (3 点)

問 9. 貴ガスに関する問 (1), (2) に答えよ. ただし, 「貴ガスだから」とか「閉殻だから」というのは何の説明にもなっていないので無効である. (各 3 点, 計 6 点)
※ついでに言うと, 貴ガスのうち閉殻なのは He と Ne しかない.

(1) 同周期の元素の中で貴ガスが最も陽イオンになりにくい. この原因は何か?

(2) 貴ガス元素は陰イオンになりにくい. この原因は何か?