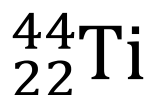
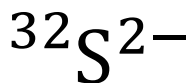
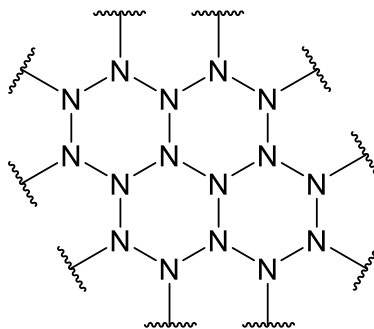
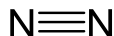


2019 年度期末試験 (1 枚目 19 点, 2 枚目 15 点, 3 枚目 11 点, 計 45 点)

問 1. 以下の 4 つの原子やイオンについて, 「陽子数」「中性子数」「電子数」「最外殻電子の主量子数」をすべて答えよ. (1 つの原子・イオンについて全て合っていて 2 点, 計 8 点)



問 2. 窒素原子は下図左のような三重結合でできた二原子分子構造と, 単結合のみでできた下図右のような二次元構造の 2 つの構造をとることができる. 1 mol の窒素原子が存在した時, どちらの構造を作った方がどれだけ安定になるのかを計算せよ. 三重結合および単結合の結合エンタルピーの値としては教科書の値 (第四版なら 59 ページ, 第六版なら 67 ページ) を用いる事. (4 点)



問 3. 原子番号 13 の Al について考える. Al^{2+} を Al^{3+} にするのに必要なエネルギーと, Al^{3+} を Al^{4+} にするのに必要なエネルギーを計算して比較することで, Al が +4 価にはなりにくいことを示せ. ただし, 原子から電子を 1 つ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 , 正の定数 E_0 を用いて $E = E_0 \times (Z_{\text{eff}} \div n)^2$ と近似してよい. (3 点)

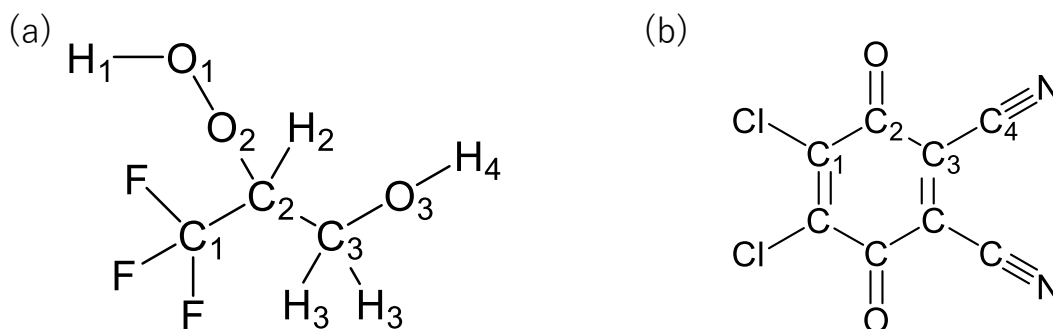
問 4. 第二周期の 4 つの元素, Li, C, F, Ne について考える. (各 2 点, 計 4 点)

(1) 「電子親和力が大きい順」に左から並べ, その順序になる原因を説明せよ.

(2) 「イオン化エネルギーの大きい順」に左から並べ, そうなる原因を説明せよ.

問 5. フッ素分子の F-F 結合は、塩素分子の Cl-Cl 結合よりもかなり弱い。この理由を説明せよ。(3 点)

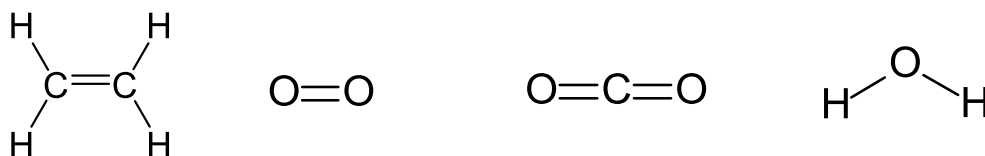
問 6. 電氣的に中性な下図の 2 つの分子(a), (b)について考える。(計 6 点)



(1) それぞれの分子のなかで、酸化数が最も小さい (=最もマイナスになっている) 原子を記し、その原子の酸化数がいくつなのかも答えよ。ただし電気陰性度の値は $F > O > Cl \approx N > C > H$ と考えてよい ((a)と(b)各 2 点, 計 4 点)

(2) (1)で答えた原子について、VSEPR の考え方により軌道の伸び方を予想し、どのような混成軌道となっているのかを答えよ。(各 1 点, 計 2 点)

問 7. エチレン (C_2H_4) の燃焼について考える。なお、各分子の構造は以下のとおりであり、結合エンタルピーの値としては教科書の値 (第四版なら 59 ページ, 第六版なら 67 ページ) を用いる事。(計 6 点)



(1) 以下の (A) ~ (C) に正しい係数を入れ、エチレンの燃焼の反応式を完成させよ。(1 点)

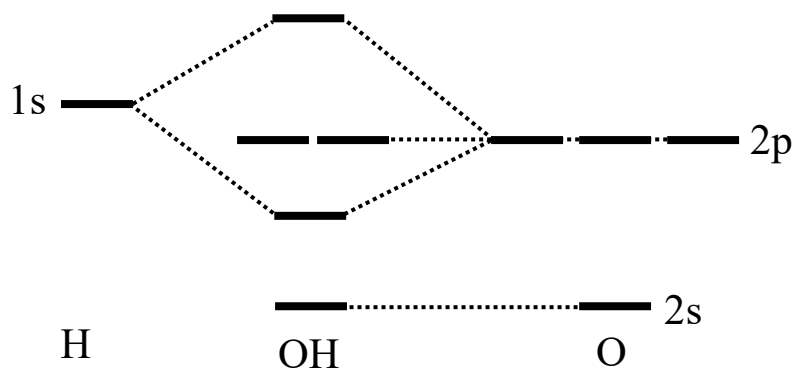


(2) バラバラな原子から、(a)エチレン 1 mol, (b)酸素分子 1 mol, (c) CO_2 1 mol, (d) H_2O 1 mol を作った時の放出される熱をそれぞれ計算せよ。(2 点)

(3) (1)の反応式と(2)の値を使って、エチレンの燃焼熱を計算せよ。(3 点)

問 8. 水素原子(H), ヘリウム原子(He), 酸素原子(O)の 1s 電子をエネルギーが低い順に左から並べ, そのような順序になる理由を答えよ. (3 点)

問 9. 分子軌道法により, 活性酸素の一種である OH ラジカル分子を考える (OH⁻ではないので注意!). 次の図は, 水素原子と酸素原子から OH ラジカルができる際の軌道の変化を準位図として書いたものである. (電子は記入していない) (計 8 点)



(1) 分子軌道内に電子を書き入れ, OH ラジカルの電子配置を完成させよ. (1 点)
 ※もともとの H 原子および O 原子の部分には電子を書く必要はない.

(2) OH の分子軌道すべてに対し, 結合性軌道なら○, 反結合性軌道なら×, 非結合性軌道なら△を軌道の横に書き込み, どの軌道がどれに相当するのかわかるようにせよ. 電子の入っていない軌道についても記すこと. (2 点)

(3) 上図に示した OH の分子軌道のうち, 「結合性軌道」, 「反結合性軌道」, 「不対電子の入っている軌道」がどのような形なのか, 位相の変化もわかるように図で描け. 複数ある場合はすべて描くこと. 簡略化のため, 2s 軌道は 1s 軌道と同じ形に書いてよい (要するに, 球面状の節面は無視してよい). (全てできて 2 点)

(4) OH 分子から電子を一つ減らした OH⁺分子の結合の強さは, OH 分子と比べ強くなるか, 弱くなるか, それともあまり変わらないか? そのように考えられる理由も簡潔に答えること. (1.5 点)

(5) 逆に, 電子を一つ追加した OH⁻分子の結合の強さは, OH 分子と比べ強くなるか, 弱くなるか, それともあまり変わらないか? そのように考えられる理由も簡潔に答えること. (1.5 点)