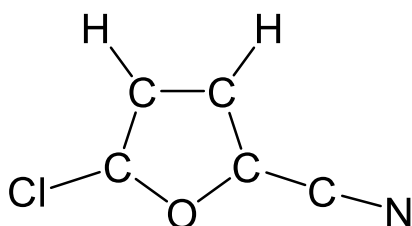


問 1. 次の骨格をもつ、電氣的に中性な分子を考える。(計 8 点)



(1) 適切な多重結合や非共有電子対を追加し、8 電子則を満たすルイス構造を完成させよ。ただし、非共有電子対は省略せず、すべて書き込むこと。(2 点)

(2) 作成したルイス構造をもとに、分子中の各原子の酸化数を答えよ。同種の原子であっても異なる酸化数を持つ場合は、それぞれ分けて答えること。またその場合は、どの原子の酸化数を答えているのか場所がわかるように記すこと。(同種原子の酸化数がすべて同じなら、まとめて書いても構わない)(完全正解で 3 点)

(3) 作成したルイス構造をもとに、分子中の各原子の形式電荷を答えよ。同種の原子であっても異なる形式電荷を持つ場合は、それぞれ分けて答えること。またその場合は、どの原子の酸化数を答えているのか場所がわかるように記すこと。(同種原子の形式電荷がすべて同じなら、まとめて書いても構わない)(完全正解で 3 点)

問 2. C-F 単結合, F-F 単結合, C=C 二重結合, N≡N 三重結合について以下の (1) ~ (3) の問いに答えよ。(計 6 点)

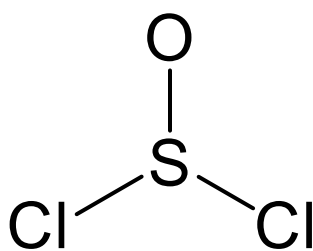
(1) これら 4 つの結合を、「結合の強さが強い順」に並べよ(結合が強いものを左に書くこと)。(2 点)

(2) これら 4 つの結合の中で「最も弱い結合」に関し、なぜその結合の強さが非常に弱くなっているのか、その原因を説明せよ。(2 点)

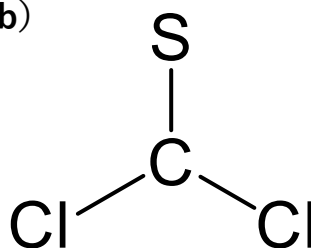
(3) (2) で述べた理由で弱くなっている結合を、この問題に出てくる結合以外で一つ挙げよ。(2 点)

問 3. 以下のような分子骨格を持つ 2 種類の分子 (a) と (b) を考える. (計 10 点)

(a)



(b)



(1) 非共有電子対を省略せず, これらの分子のルイス構造を書け. ただし, (a) の分子の中心にある S に関しては 8 電子則を満たさなくてよい. (2 点×2, 計 4 点)

※Cl の非共有電子対も忘れずに!

(2) これら 2 つの分子の立体構造がそれぞれどうなるのかを, ルイス構造と VSEPR に基づき推定し, 説明せよ. (3 点×2, 計 6 点)

※どんな構造なのかを書くだけではなく, その構造が VSEPR からどのように求まるのかも説明すること! また, 軌道の伸び方ではなく, 分子の構造 (原子の配置) について説明すること.

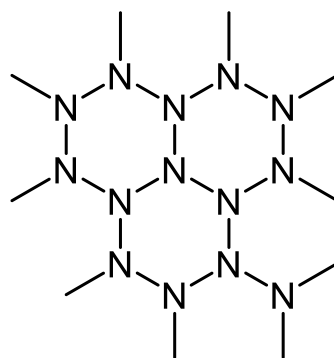
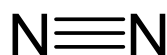
問 4. 酸素分子の「-1 価」のアニオン,  $O_2^-$  を分子軌道法で考える. 次の (1) ~ (3) に答えよ. (計 8 点)

(1)  $O_2^-$  の分子軌道の「準位図」を描き, 電子を書き入れよ. ただし準位図には O の最外殻の軌道からできる分子軌道をすべて描き, 内殻の軌道から生じる分子軌道は描かないこと. また, O 原子の時の軌道は一切書き込まない事. (3 点)

(2) その電子配置から, (a) 結合性軌道の電子の数, (b) 反結合性軌道の電子の数, (c) 結合の次数, をそれぞれ答えよ. ただし内殻電子は数えない. (完全正解で 2 点)

(3) 電子が入っている軌道の中で一番エネルギーが高い軌道がどのような形なのか, 分子軌道の形を描け. 塗り分けるか「+」「-」などを書き入れ, 位相の変化がわかるようにすること. もし複数あるのなら, そのうちの一つを書けばよい. (3 点)

問 5. 窒素原子が 2 mol 個あった場合を考える ( $N_2$  が 2 mol ではなく、「N 原子」が 2 mol なので数を間違えないように!). このとき, 窒素原子が全て二原子分子 (下図左) となった場合と, 全て単結合で結ばれた二次元的な構造 (下図右. 当たり前だが, 図の端の単結合以降もずっと窒素原子がつながっている) となった場合のどちらが安定なのかを考えたい. 下の (1), (2) に答えよ. (計 10 点)



(1) 2 mol 個の N 原子全てが左の二原子分子構造となった場合と, 全てが右の二次元的な構造となった場合それぞれで, 三重結合および単結合はそれぞれ何 mol 本存在するか. (2 点  $\times$  2, 計 4 点)

(2)  $N \equiv N$  三重結合の平均結合エンタルピーは 946 kJ/mol,  $N-N$  単結合の平均結合エンタルピーは 163 kJ/mol である. 2 mol 個の窒素原子が全て二原子分子となった場合と, 全て二次元的な構造になった場合を比べると, どちらの方がどれだけ安定なのかを計算せよ. (単位にも十分気をつける事!) (6 点)