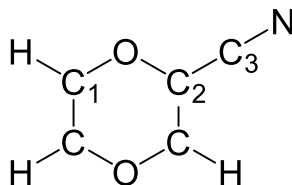


無機化学 1 2023 年度中間試験 (1 枚目 21 点, 2 枚目 16 点, 3 枚目 9 点, 計 46 点)

問 1 次の図のような原子配列をもつ, 分子全体で電氣的に中性な分子を仮定し, 下の問 (1) ~ (4) に答えよ. なお, 原子の右下の添え字は原子を区別するためのものであり, それ以上の意味はない. (計 12 点)



(1) 適切な多重結合や非共有電子対を追加して, 8 電子則を満たすルイス構造を完成させよ. 非共有電子対は省略せずに, すべて明記すること! (3 点)

※解答では, 原子の右下の添え字は書かなくても良い (書いてもかまいませんが)

※このルイス構造が間違っていた場合, 以下の (2) ~ (4) はすべて不正解とする.

(2) ルイス構造に基づき, H, C₁~C₃, O, N の形式電荷を求めよ. (全正解で 3 点)

(3) ルイス構造に基づき, H, C₁~C₃, O, N の酸化数を求めよ. (全正解で 3 点)

(4) ルイス構造に VSEPR を適用して軌道の伸びる方向を推定した場合, O および N はそれぞれどのような混成軌道になっていると考えられるか. (両方合っていて 3 点)

問 2 炭素原子 1 mol が 1 列に連なった物質は, 下図左の構造 (単結合と三重結合が交互) と下図右側の構造 (すべて二重結合) の 2 種類を考えることができる. この時, 下の問に答えよ. ただし物質のエネルギーは結合エネルギーのみで決まると考え, C-C, C=C, C≡C の結合エネルギーはそれぞれ 348, 612, 837 kJ/mol とする. (計 9 点)

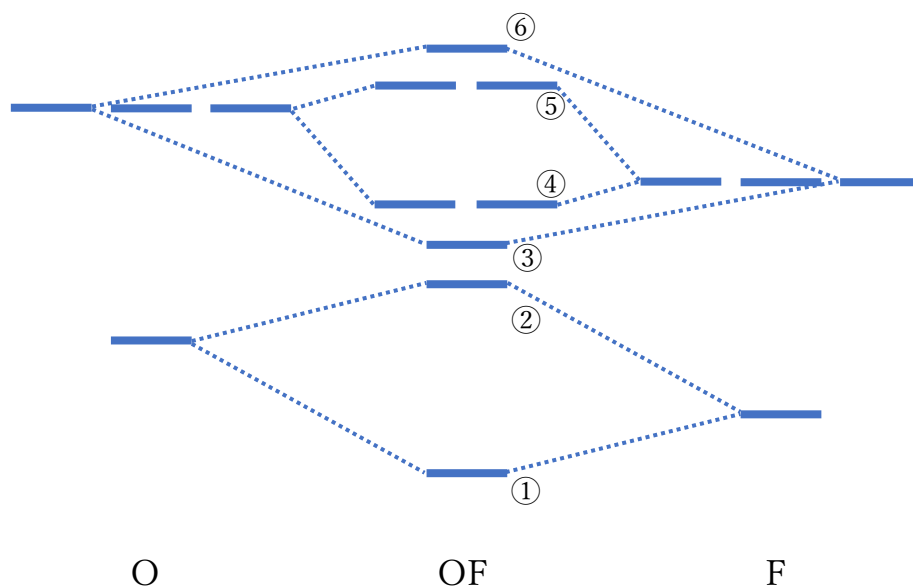


(1) C 1 mol が左の構造の場合, C≡C 結合と C-C 結合はそれぞれ何 mol 本あるか. (3 点)

(2) 物質のエネルギーが上記の結合エネルギーだけで決まると仮定した場合, 1 mol の C が「左右どちらの構造がどれだけ安定になるか」を計算し答えよ. (3 点)

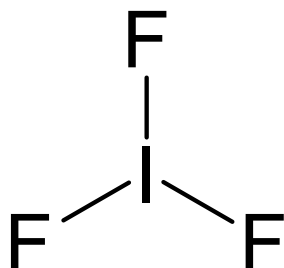
(3) 同様に C 1 mol が「左の構造の場合」と「ダイヤモンド構造 (すべての C から 4 方向に単結合が伸びて繋がった構造) になった場合」を比べると, 「どちらの構造がどれだけ安定になるか」を計算し答えよ. (3 点)

問3 次の図は、O原子とF原子からフッ化酸素 (OF) の分子軌道 (①~⑥) ができる様子を表した準位図である (※④と⑤は2つずつある)。これをもとに、下の問 (1) ~ (5) に答えよ。 (計 16 点)



- (1) 単原子の状態での軌道を比べると、同じ軌道であっても O よりも F の方がエネルギーが低い (例えば、F の 2s 軌道のほうが O の 2s 軌道よりエネルギーが低い)。この原因を説明せよ。 (2 点)
- (2) ④と⑤の軌道の形を、位相の変化がわかるようにそれぞれ図で描け。 (各 3 点, 計 6 点)
(それぞれ 2 つあるが、1 つずつだけ描けばよい)
- (3) OF 分子における「結合性軌道の電子の数」、「反結合性軌道の電子の数」、「結合の次数」、「不対電子の数」をそれぞれ答えよ。ただし、内殻電子については数に含めないものとする。 (すべて合っていて 4 点)
- (4) OF 分子から電子が一減った OF⁺イオンの結合の次数はいくつになるか。 (2 点)
- (5) OF 分子より電子が 1 つ多い OF⁻イオンの結合の次数はいくつになるか。 (2 点)

問4 三フッ化ヨウ素という、中心のI原子から3つのF原子が伸びた下図のような分子が存在する。この分子に関し、以下の問(1)、(2)に答えよ。ただし、下図に書いてある三角形型の構造は、実際の分子の立体構造と一致するとは限らない(もちろん、異なるとも限らない)(計9点)



- (1) この分子のルイス構造を描け。ただし、非共有電子対はIもFもどちらも省略せず、すべて明記せよ。なお中心のI原子は8電子則を満たさなくてもよい。(3点)
- (2) 描いたルイス構造を基に、このIF₃分子がどのような形状なのかをVSEPRにより説明せよ。※「説明」と言っているのだから、「○○という理由で、××型の分子になる」ということをきちんと文章で説明すること!(6点)