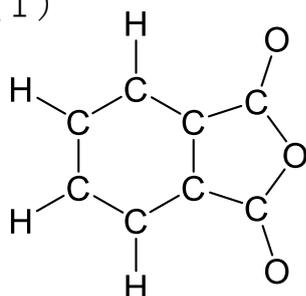


基礎無機化学 2020 年度期末試験 (各ページ 15 点, 計 45 点)

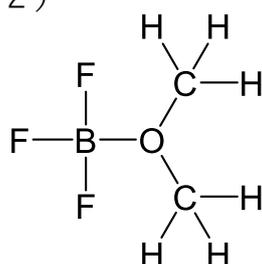
問 1. 次のような骨格をもつ 3 種類の分子に多重結合や非共有電子対を追加し, 8 電子則を満たすルイス構造を完成させよ. ただし, これら 3 つの分子は全て, 分子全体としては電気的に中性である. 非共有電子対は省略せず全て記入し (F の非共有電子対なども忘れないこと!), 形式電荷をもつ原子がある場合はその価数 (「+」や「-」など) も記入すること. (各 3 点×3, 計 9 点)

※共鳴がある場合, そのうちの 1 つの構造を書けば良い.

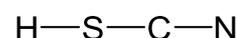
(1)



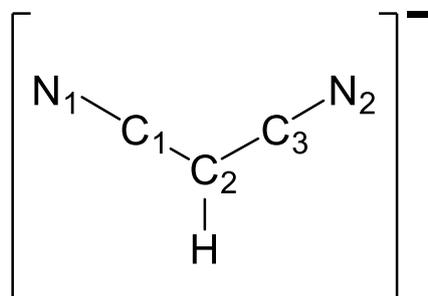
(2)



(3)



問 2. 次のような骨格をもつ, 全体として「-1 価」の分子がある. この分子に関し, 下の問 (1), (2) に答えよ. (各 3 点, 計 6 点)



(1) この分子に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. なお, 共鳴構造がいくつかけられるので, そのうちの 1 つを答えればよい. 非共有電子対は省略せず全て記入し, 形式電荷をもつ原子がある場合はその価数 (「+」や「-」など) も記入すること. (全て合っていて 3 点)

(2) 書いたルイス構造をもとに, N₁, N₂, C₁~C₃, H の酸化数を求めよ. (全て合っていて 3 点) ※共鳴構造のどれを書いたかによって多少回答が変わる. このため (1) で書いたルイス構造自体がおかしい場合, この問題も自動的に間違いとする.

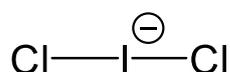
問 3. C-C 単結合, O-O 単結合, O=O 二重結合, C≡C 三重結合について以下の (1) ~ (3) の問いに答えよ. (計 7 点)

(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. (3 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 4. ICl_2^- という, 下図のような直線状であることがわかっている分子がある. この分子に関し, 下の (1) ~ (3) に答えよ. (計 8 点)



(1) 非共有電子対を省略せず, この分子のルイス構造を書け. ただし, 分子の中心にあるヨウ素原子に関しては 8 電子則を満たさなくてよい. (2 点)

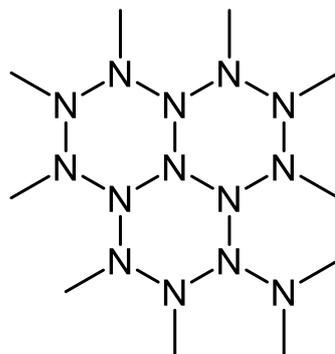
※Cl の非共有電子対も忘れずに!

(2) この分子の形が折れ線ではなく直線状になることを, (1) で書いたルイス構造と VSEPR 則から説明せよ. ただし「非共有電子対や結合に使われている電子対などの間の反発は, 角度が 90 度かそれ以下になると急激に大きくなる」という事実を用いてよい. (4 点) ※ (1) のヨウ素回りの電子配置が間違っている場合は解答無効

(3) この分子中でヨウ素原子からのびている結合や非共有電子対の方向から推測すると, ヨウ素はどのような混成軌道になっていると考えられるか説明せよ. (2 点)

※ (1) のヨウ素回りの電子配置が間違っている場合は解答無効.

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 6 点)



(1) 2 mol 個の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)

(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!) (4 点)

問 6. フッ素分子の「-1 価」のアニオン, F_2^- を分子軌道法で考える. 次の (1) ~ (3) に答えよ. (計 9 点)

(1) F_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 F の最外殻の軌道からできる分子軌道はすべて描け. (内殻の軌道から生じる分子軌道は描く必要はない). また、F 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. (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. (4 点)