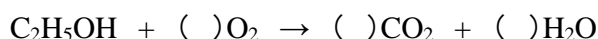


第十回:『分子構造と結合(II)』(今回は2ページあり)(提出先:29号館1104号室)

問1. 平均結合エンタルピーの値を使って, 物質の燃焼熱(物質を完全に燃焼したときに放出される熱)を大雑把に求めてみよう. ここではエタノールが完全燃焼し, 二酸化炭素と水になる反応を扱う.

(1) 以下のエタノールの燃焼の反応式の()に適切な係数を入れ, 反応式を完成させよ. (0.1点)



(2) エタノールおよび酸素, 二酸化炭素, 水の結合は下図の通りである. 教科書の結合エンタルピーの値(第4版なら59ページ, 第6版なら67ページ)を使い, 「分子1molの全ての結合を切るのに必要なエネルギー」(kJ/mol)を, それぞれの分子に対し求めよ(単位を忘れないこと). (すべて正解で0.2点)



(3) (2)で計算した値と(1)で求めた反応式を使い, エタノール1molが完全燃焼する際の燃焼熱を求めよ(単位を忘れずに). 燃焼熱は, 「生成物の全ての結合を作った時に放出されるエネルギー」から「原料の全ての結合を切るのに必要なエネルギー」を引いたものにほぼ等しい. (0.3点)

問2. 平均的なC-H単結合を切るには, およそ412 kJ/mol(=412000 J/mol)のエネルギーが必要である. この時以下の問に答えよ.

(a) このC-H単結合「1本」を切るのに必要なエネルギーを求めよ. ただしアボガドロ数は 6.02×10^{23} とする. 単位も正しく書くこと! (0.25点)

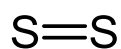
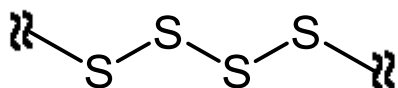
(b) 分子に光を吸収させてこの結合を切断しようと思ったら, 「光子1個の持つエネルギー」が「結合1個を切るのに必要なエネルギー」より大きい必要がある(光子の持つエネルギーを分子が丸ごと吸収し, そのエネルギーを使って結合を切断するため). C-H結合を切断しようと思ったら, 光の波長は何ナノメートルより短い必要があるかを計算せよ. ただし光子一個のエネルギー E (ジュール)は, プランク定数 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ (=ジュール×秒), 光速 $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$ (メートル÷秒), 光の波長 λ (メートル)としたとき, $E = h \times c \div \lambda$ で計算される. 波長はナノメートル単位で答えること. (0.25点)

問3. 以下の結合を強い順に並べ, 何故そのような順序になるのか理由を説明せよ. (各0.2点, 計0.4点)

(a) $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ のC-C結合, $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H}-\text{Si}-\text{Si}-\text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ のSi-Si結合, $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H}-\text{Ge}-\text{Ge}-\text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ のGe-Ge結合.

(b) $\text{O}=\text{O}$ のO=O二重結合, $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{O}-\text{O} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ のO-O単結合, $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{S}-\text{S} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ のS-S単結合.

問 4. 硫黄原子(S)は酸素原子と同じく2本の結合を作るため、例えば以下の2つの構造が考えられる。



左: 単結合により鎖状に長く繋がった構造(図はその一部を切り出したものである)

右: 酸素分子と同様の構造(2つのS原子が二重結合で結びついた構造)

どちらの構造が安定なのかを、結合エンタルピーから計算せよ。なお、S-S単結合とS=S二重結合の結合エンタルピー(結合を引きちぎるのに必要なエネルギー)はそれぞれ260 kJ/molと352 kJ/molとする。(0.6点)

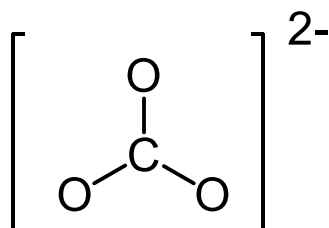
「どちらが安定か?」を問題にしているのだから、同じ原子の数で比較しないと意味は無い!(例えば硫黄原子1 mol 個あたり、とか)。「左の構造の方が沢山結合があるから安定」などという馬鹿な計算をしないこと!

問 5. 以下の3つの分子のルイス構造を完成させよ(非共有電子対も書き込むこと。形式電荷があるものは、「+」や「-」も書き込むこと)。さらに、その結果にVSEPRモデルを適用する事で、分子全体の構造(直線状、平面三角形、三角錐など)を推測せよ。構造まで推測して初めて正解となる。(一つの分子につき0.3点、計0.9点) ※非共有電子対の方が反発が強い、という点に関しては、ここでは考慮しなくて良い。

(a) オゾン(O₃) ※8電子則を満たすものだけでよい。2つの等価な構造の共鳴だが、片方を考えれば良い。



(b) 炭酸イオン(CO₃²⁻) ※こちらも、8電子則を満たす構造を1つ考えれば良い。



(c) アンモニア(NH₃)

