

6月28日(2022)学修相談実施報告

Zoom on-line 参加者

- 一回生 一名
- 四回生 一名
- 計二名

質問内容

一回生

1. 教科書マクマリーの5章の問題5・27では、ホルムアルデヒド $\text{H}_2\text{C}=\text{O}$ の炭素原子の混成軌道を説明し、結合にかかわる軌道を示して、分子の概略図を描くことが求められているが、どのように答えればよいかわからない。

四回生

1. 熱力学の本を読んで勉強しているが、その一節に、カロリーの定義が述べてあり、それによると、14-15°Cにおける水1gの温度を1°C上昇させるのに必要なエネルギー、としてある。なぜ、温度が14-15°Cである水でないといけないのか。
2. 熱力学の第一法則との関連で扱われる熱エネルギーの出入りについて、熱は外部とは断熱的に制御されなければならないことが書かれてかれているが、意味がよく分からない。(本の記述そのままではない。)

回答内容

一回生

1. 要点は混成軌道の考え方を理解することであったので、以下の通り要点を纏めて説明した。
 - (i) $1s-1s$ 軌道から形成される σ -軌道、 σ^* -軌道。 H_2 の場合。
 - (ii) 分子軌道を形成する原子軌道はエネルギー準位の近いもの同士の方が望ましい。
 - (iii) より強固な結合を形成するための混成軌道
例えば HCl で考えてみると、Hの $1s$ と強い結合をつくるのは、Clの $1s$ ではなく、 $3s$ または $3p$ になる。その理由は(ii)による。
結合を、 $1s-3s$ 間、 $1s-3p$ 間、それぞれ別個に考えるのではなく、Clの $3s$ と $3p$ は s と p を混成 (s と p を足す、または引く) することで、Hの $1s$ とより大きく電子雲が重なる軌道をつくることができる (図を描いて説明)。
 - (iv) 利用できる p -軌道が複数ある時は、 p -軌道を2つ用いた sp^2 混成、3つ用いた sp^3 混成を考える。
 - (v) sp^2 , sp^3 混成軌道の形は、 p -軌道をベクトルと考えれば容易に描くことが出来る。例えば $2p_x$ と $2p_y$ 軌道を加えることは、単位ベクトル x と y を加えることと同じで、それらから 45° をなすベクトルがで

きるように、 $2p_x$ と $2p_y$ を加えると、 45° 傾いた新たなp-軌道が形成される。したがって、 p^2 混成では、平面内の任意の方向を向いたp-軌道ができるので、その後、s-軌道を加えると、任意の方向を向いたsp-軌道、つまり化学結合ができることになる。 P^3 混成では、3次元空間の任意の方向を向いたp-軌道を形成することが出来る。その後、s-軌道を加えれば、 sp^3 -混成軌道が3次元空間内に形成され、よく知られたメタンの四面体構造が説明できる。

混成軌道に関して、以上の説明をした後、ホルムアルデヒドの平面構造を説明する炭素原子の sp^2 混成と、あと残ったC原子の $3p_z$ -軌道が酸素原子との間で形成する π 結合に簡単に触れておいた。そこまでの説明で学生は問題への解答の仕方が理解できたようであった。酸素原子の孤立電子対については説明しなかった。なお、教科書ではこの問題に対する解答はない。

四回生

1. カロリーはエネルギー単位の1つであるので、ジュールとカロリーの換算はできないといけませんが、読んでいる本にあるカロリーの定義は歴史的なものだと思う、私なら読み飛ばしていたと思う記述で、よく疑問に思ったね、と感心し、ではなぜ温度を指定する必要があるのか、どの量が温度に依存するのかを学生に尋ねた。質量は当然温度に依存しない。残るのは水の比熱で、水の温度を 1°C 上げるのに、例えば 0°C 付近と 100°C 付近の水では、必要な熱エネルギーが当然異なると考えられる。したがって、温度の指定は、水の比熱が正確に1.0である温度という意味ではないか、化学便覧などで、水の比熱の温度依存性を調べてみるとよい、と回答。
2. 熱量の測定では、目的とするところに決められた熱エネルギーが流入または流出することが肝要で、それ以外のところに熱エネルギーが漏れてはいけなくて、例えば温度を測定するにしても、温度計の目盛りを上下させるのに必要な熱エネルギーは無視できるほどわずかなものでなければならない。当然熱エネルギーは外界に流出してはいけなくて、系を魔法瓶の中に閉じ込めたりするが、熱量測定で満たすべき条件を断熱的と表現しているのではないかと回答。（画面共有で本の該当分を見ながらの回答であったので、本の内容がここに正確に再現されていないかもしれない。私自身、厳密な熱測定の経験はないので、比熱や、反応熱の測定を例に挙げて、それらの実験装置の説明はできなかったが、これら具体例を挙げて説明できれば、熱測定の厳密な実験条件がわかるので、よかったと思う。）

以上