

# 2016年度夏学期 物性科学 試験メモ

吉本敬太郎教官の試験内容について、覚えている範囲で書きます。間違えている可能性もありますので、傾向の参考までに。問題と解答が一体となった用紙で試験をするので、問題を持ち帰ることが出来ません。有志による2012年度のもの別にながっていますが、内容はあまり大きく異ならないので、以降も同様の傾向で試験をする可能性が高いと言えるでしょう。ちなみに、大問という括りではすべての問題を網羅できていると思います。

- ルイス構造を書き、形式電荷が0でないものは特に記せというもの。ここでは価電子数も問われた。炭酸イオン、三フッ化ホウ素、などの物質があった。約15問程度。
- $\text{HNO}_3$ の構造をルイス式から推定し、三つあるN-O結合のうち二つが短く一つが長い理由を形式電荷と共鳴の概念を導入して説明するという問題。
- VSEPR則を用いて分子の構造を推定、不対電子を含めて解答例に従って描いて、直線、四面体、T字型、三方両錐、などの語句で形状を表現する問題。 $\text{IF}_5$ が解答例にあり、 $\text{PCl}_5$ 、 $\text{IF}_3$ 、 $\text{XeF}_4$ 、 $\text{SF}_6$ など。当然ながらオクテット則を満たさないものが多く出題された。約15問程度。
- VSEPR則を用いて $\text{ClF}_3$ がどのような構造になって、Fがどこに配置されるかということを説明する問題。授業中に出された演習と同じものと思われる。
- アセチレンの $\pi$ 結合の様子を参考にアレン( $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}_2$ )の立体構造をxyz空間中にお絵描きする問題。
- ヒュッケル近似によるベンゼンの軌道エネルギーと波動関数が与えられ、ベンゼンの分子軌道と電子配置の図を埋める問題。分子軌道は電子密度を丸の大ききで示して位相を白と黒で示すもので、電子配置は線に上下の矢印で示すものであった。
- 穴あきの文章がたくさん与えられ、それを穴埋めする問題。 $\text{sp}$ 、 $\text{sp}^2$ 、 $\text{sp}^3$ などと答える問題が複数あった。ナフタレンのニトロ化を行うと1位の炭素がニトロ化されることが多い理由、d-d遷移・LMCT・MLCTなどの電子の遷移の種類を答えるもの、フェノールフタレインの呈色を混成軌道の変化と共役系の延長から説明するものなどがあった。他にはLCAO近似、HOMO、LUMO、などと答える問題も。約20問程度。

- 光を与えて加熱すると分子内の結合が変化して色が変わる物質に関する出題。分子中にある共役系のHOMOとLUMOの状態が与えられ、光を与えた時の化学変化が同旋的か逆旋的かを答える問題。光を与える前と加熱した後の分子の構造[下図1参照]が与えられており、加熱前の分子の構造をお絵描きする問題があった。
- 鉄の $d_{xy}$ 軌道、 $d_{yz}$ 軌道、 $d_{zx}$ 軌道、 $d_{x^2-y^2}$ 軌道、 $d_{z^2}$ 軌道をお絵描きする問題。
- 中心金属が $d^6$ である錯体が与えられ、反磁性か常磁性かという情報から、 $t_{2g}$ 軌道と $e_g$ 軌道の電子スピンの様子を示す問題。全2問。
- 立体構造が八面体状になる錯体のd電子の様子から、その立体構造が正八面体か歪んだ八面体かを答える問題。全2問。
- 立体構造が四面体状になる錯体のd電子の様子から、その立体構造が正四面体か歪んだ四面体かを推定する問題。厳密には授業中に触れた内容ではないと考えられるが、八面体のそれを応用して答えられる。 $d_{xy}d_{yz}d_{zx}$ 軌道と $d_{x^2-y^2}d_{z^2}$ 軌道のエネルギーが八面体の時とは逆転することに注意すべきか。全3問。
- 抗がん剤として使用されるシスプラチンに関する問題。これは腫瘍に特異的に作用する訳ではなく、そのまま体内に入れると正常細胞のDNA複製も阻害して多大な副作用が起こる。そんなシスプラチンについて、この構造を示した上で、腫瘍細胞に特異的に作用させる方法を説明するというもの。

図1, 問題となった化合物の図。

