

2019年 2S1ターム 物性化学(佐藤守俊) 問題用紙再現

問題用紙は回収されるので、覚えている範囲で問題を再現しておきます。問題用紙を回収していることに油断をして、過去問は存在しないと高を括って、問題はほとんど過去問のままみたいです。

問1 NO_2^- 、 NO_2^+ の形をルイス構造式から導け
(年度によって違う。過去例： H_2O , XeF_4)

問2 1,3-ブタジエンの1位と4位のジメチル置換体に関する問題。4つの分子軌道の数値(係数、エネルギー準位)は与えられている。

(1) 表に与えられた分子軌道の数値から、各炭素間結合(C1-C2, C2-C3, C3-C4)の π 結合次数を求めよ(計算過程もかくこと)

(2) 熱や光を与えることで、1,3-ブタジエンの1位と4位のジメチル置換体は閉環反応を起こす。生成物は熱と光では、立体異性が異なっている。両者を比較して、このことを説明せよ。

(3) (2)の光反応では、高温条件下でなくても反応を起こせる(C1-C2, C3-C4の結合を回転させられる)。このことについて(1)の π 結合次数を用いて説明せよ

(著者注：おそらくですがC1-C2, C3-C4の π 結合次数がエチレンの π 結合次数1(完全な二重結合で回転には高いエネルギーがいる)に比べ小さいので、二重結合性は若干低下し、多少少ないエネルギーでも回転できる、ということか?)

(4) (直鎖)ペンタジエン(①)の5つの分子軌道の数値(係数、エネルギー準位)が与えられている。 π 電子は5つである。ペンタジエンを電子酸化しカチオンにしたもの(②： π 電子4個)と、電子還元シアニオンにしたもの(③： π 電子6個)を考える。①②③の炭素間の結合長の違いを説明せよ。

(著者注：5つの分子軌道の数値(係数、エネルギー準位))が与えられているので問題ないですが、気になる方は実際にヒュッケル法で計算してみてください。すると、分子軌道

$$\Psi_3 = C_1\phi_1 + \dots + C_5\phi_5$$

の係数 C_2 と C_4 が0になるので、 π 結合次数は①②③でいずれも変わらず結合長も変わらない、ということか?)

問3

(1) 硫酸銅を水に溶かすと青色になる理由を答えよ

(2) 次の金属イオンのうち、正八面体型錯体を形成すると、高スピン配置、低スピン配置ともにとることができるのはどれか？

Ti²⁺, Cr³⁺, Mn²⁺, Fe²⁺, Fe³⁺, Co³⁺, Ni²⁺, Zn²⁺

(著者注：正確な選択肢は忘れましたが、3d軌道の電子が4個から7個のものを選べば良いです。なお各々の原子番号は与えられています。なお、(1)(2)毎年同じように出題されているみたいです。)

問4

GaAs(黒)、HgS(赤)、CdS(黄)、ZnS(透明)は半導体である。

(1) それぞれのバンドギャップを小さい順に並べよ

(2) 半導体の中には光をあてると電気伝導性が変わるものがある。GaAs(黒)、HgS(赤)、CdS(黄)、ZnS(透明)のそれぞれに対し、照射する光の波長と照度に対する電気伝導性の変化をグラフ化した上で説明せよ。なお波長と電気伝導性の関係については、横軸を可視光波長、縦軸を電気伝導性にとれ。照度と電気伝導性については、400nm, 800nmの光それぞれについて作成し、横軸を照度、縦軸を電気伝導性にとれ。

(著者注：GaAs(黒)、HgS(赤)、CdS(黄)、ZnS(透明)の4つの物質だったかは覚えていませんが、とにかくこの四つの色で半導体の性質を示す4つの物質でした。光電効果の類似。ググればそれなりのグラフが出てくるはず。なお、(1)(2)毎年同じように出題されているみたいです。)

問5

次の(1)-(7)の正否を書け(マルバツ)

(1) ファンデルワールス力は水分子間に働く

(2) ファンデルワールス力はNaCl結晶で働く

(3) ファンデルワールス力は希ガス分子間で働く

(4) ファンデルワールス力は高温で強くなる

(5) ファンデルワールス力は低温で弱くなる

(6) 分子間の距離が遠くなると、ファンデルワールス力よりも静電相互作用の影響の方が強くなる

(7) ファンデルワールス力には、分子軌道の相互作用が影響している

(著者注：毎年同じように出題されているみたいです。年度によるとこれに加え、「タンパク質の安定性に寄与しているのは何か？三つ記せ。」という問も追加されるそうです。)

問6 授業の感想(わかりやすかった点、わかりにくかった点を)を記せ