

2003 年 化学A 試験問題 2003/7/2 実施

以下の問に全て答えなさい。

問1

- (1) 1s、2s、2p のそれぞれの原子軌道について、主量子数 n 、副量子数 l 、磁気量子数 m の可能な値を全て明記しなさい。
- (2) 右図は 1s、2s、3s 軌道の動径分布関数である。a、b、c がどの軌道のものか記しなさい。
- (3) 基底状態の O^{7+} において、電子の動径分布が最も高い r を nm 単位で求めなさい。ただし $1a_0$ は 0.0529nm とする。

問2

- (1) O_2 分子のとり最も安定な電子配置を例にならって記しなさい。
例 $Be_2: (\sigma_{1s})^2 (\sigma_{1s}^*)^2 (\sigma_{2s})^2 (\sigma_{2s}^*)^2$
- (2) O_2 分子は常磁性で、磁場に引き寄せられる性質をもつ。原子番号 12 までの中性の等核 2 原子分子のうちで、 O_2 以外に常磁性の分子があれば、元素記号で答えなさい。なければ、「なし」と答えること。
- (3) O_2 、 O_2^+ 、 O_2^- の 3 種の分子の中で、結合距離が最も短いもの、最も長いもの、それぞれを答えなさい。

問3 次の(ア)～(シ)に、適当な語句、または記号、数値を入れて文章を完成させなさい。

C 原子の基底状態における電子配置は(ア)で、その中の p 電子は(イ)の規則に従い、平行なスピンをもっている。エチレン、エタン、アセチレンの C 原子は、いずれも混成軌道を含み、それぞれの混成の種類は(ウ)(エ)(オ)である。また、この 3 つの分子の中で、ダイヤモンド中の炭素原子と同じ混成をもつものは(カ)である。O 原子は基底状態で $2p_x$ 、 $2p_y$ に一個ずつ荷電子をもち、二つの H 原子と結合すると 90° に折れ曲がった H_2O 分子をつくるはずである。実際の H_2O の結合角は 104.5° である。結合角から H_2O 中の O 原子は、ほぼ(キ)混成とみなすことができ、2 個の電子を収容して、H と結合していない原子価軌道は(ク)個あり、これらの電子は(ケ)と呼ばれる。O-H 結合には電荷の偏りがあり、ある程度のイオン結合性をもつため、水分子は 1.82D の(コ)をもっている。

エチレンの電子を 1 次元の箱の中の粒子とみなし、この箱の長さを 1.34 とする。このとき、HOMO に対応する軌道の量子数 n は(サ)である。また、HOMO から LUMO へ光励起するときの吸収波長は(シ)nm となる。ここで、必要なら電子の質量 $m_e=9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ 、プランク定数 $h=6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ 、光速 $c=3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ を用いること。