基礎物理化学Ｂ　2011年度後期月曜・第５限　　期末試験問題　　担当教員　熊崎茂一

●問１：　次の原子オービタルに関する説明文を読み、空欄[**ア**]～[**ナ**]にふさわしい言葉、数式、数字を答えよ。その際、文中に現れる記号、表記法に従うこと。解答欄[**セ**]では計算過程を記せ。それ以外の各解答に理由を述べる必要は無い。＜なるべく No.1 の解答欄に記せ＞

水素原子(^{1}H)は[**ア**]とそれより質量が約１８００倍大きい[**イ**]から成る。外部の磁場や電場が無い孤立した水素原子の場合、エネルギーは１個の量子数 n で完全に決定される。この量子数 n を他の量子数と区別して[**ウ**]という。[**ア**]と[**イ**]が無限に離れて静止している時のエネルギーをゼロとして、水素原子の基底状態のエネルギーをプランク定数 h、真空の誘電率 ε_0,　電気素量 e (>0), [**ア**]と[**イ**]の換算質量 μ_1 で表すと

$$E_n = [**エ**] = -hcR_{\mathrm{H}} \qquad (式１－１)$$

である。ここで c は光速であり、R_{H} は[**オ**]である。これらの物理定数から必要なものを選んで基底状態の水素原子のイオン化エネルギー I を表すと

$$I = [**カ**] \qquad (式１－２)$$

である。

水素原子を含め[**ア**]を１個しか持たない一般の原子（イオンも含む）（水素型原子）については(式 1－1)で用いた定数以外に[**キ**]中の[**イ**]の数、すなわち原子番号 Z を[**キ**]の電荷のおおきさ Ze として取り入れると正確なエネルギーが求められる。水素型原子の[**ア**]の波動関数を原子オービタル（AO: 原子軌道）と呼ぶ。同一の n でも複数の AO が存在することがある。同一の n ではエネルギーが同じなので、このような複数の AO は[**ク**]しているという。これら複数の AO は[**ケ**]量子数 l と[**コ**]量子数 m で区別される。[**ケ**]量子数 l は次の範囲の全ての整数となり得る。

$$0 \le l \le [**サ**] \qquad (式１－３)$$

さらに l の値に応じて、[**コ**]量子数 m は次の範囲の全ての整数となり得る。

$$[**シ**] \le m \le [**ス**] \qquad (式１－４)$$

一つの(l,m)の組に一つの AO が存在するから、同一の n で[**ク**]している AO は[**セ**] 個存在する。

複数の[**ア**]を持つ原子やそのイオンでは、同じ量子数 n でも[**ケ**]量子数 l が異なる AO のエネルギーを l = 0,1,2,3 について $E_{n,0}$, $E_{n,1}$, $E_{n,2}$, $E_{n,3}$ と表すとすれば、それらの間には次のようなエネルギーの高低関係がある。