

化学第一試験問題

平成 24 年 7 月 31 日

参考書、ノート、プリント、スマートフォン、携帯電話、電卓などの持ち込み禁止

1. 以下の問に答えよ。必要に応じてつぎの数値を使うこと。

プランク定数 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ [J s]}$

(a) 質量 45 g のゴルフの球が 30 m s^{-1} の速度で飛んでいるとき、その物質波の波長を求めよ。

(b) 原子オージェエネルギー準位は以下の順序であるものとする。

$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p$$

${}_{26}\text{Fe}$, ${}_{52}\text{Te}$ の基底状態での電子配置を例にならって示せ。

例 ${}_{3}\text{Li} \quad 1s^2(2s)^1$

(c) 原子番号が 1 から 12 までの元素のなかで、基底状態において不対電子の数が最も多い原子の元素記号および電子配置を、例にならって示せ。

例 ${}_{3}\text{Li} \quad 1s^2(2s)^1$

2. つぎの文を読み、下の問に答えよ。

水素原子の波動関数は、主量子数 $n = 2$ ではエネルギーが (ア) 重に、 $n = 3$ では (イ) 重に縮重している。一方、(a) 多電子原子では、(ウ) 量子数についての縮重が解け、主量子数が同じオービタル間でもエネルギー準位の差が生じる。たとえば、 $n = 2$ のときを考えると、 $2s$ オービタルは $2p$ オービタルよりエネルギー準位が (エ) 低い。(b) 第 2 周期に属するホウ素、炭素、窒素、酸素、フッ素を比較すると、 $2s$ オービタルと $2p$ オービタルのエネルギー準位の差は、原子番号が大きくなるほど (オ) する。また、これら 5 種類の原子の原子半径は、原子番号が大きくなるほど (オ) する。

(a) (ア) ~ (オ) に適切な語句または数値を入れよ。

(b) 下線部(A)の理由を説明せよ。

(c) 下線部(B)の理由を説明せよ。

3. p_y オービタルに x 方向からつぎの各オービタルが近づいてくるとき、それぞれの場合について、結合が生じうるかどうかを理由とともに答えよ。

(a) s (b) p_x (c) p_y (d) d_{xy}

4. 以下の問に答えよ。

(a) N_2 分子は O_2 分子より結合エネルギーが大きい。その理由について、 $2s$ および $2p$ 原子オービタルから形成される分子オービタル (σ および π オービタル) のエネルギー準位の概念図を示しながら、説明せよ。

(b) C_2 , N_2 , O_2 , および F_2 分子それぞれの一価陽イオンと一価陰イオンのなかで、中性の場合に比べて結合次数が大きくなるものをすべて記せ。