

化学概論 宿題その1

1)

(1) $I_p = E_\infty - E_1 = 13.6 \text{ eV}$

(2) He^+ のとき、 $n = 1$, $Z = 2$ より、

$$E_1' = -R_\infty hc_0 \frac{Z^2}{n^2} = \frac{2^2}{1^2} E_1 = -54.4 \text{ eV}$$

(3) $I_p' = E_\infty - E_1' = 54.4 \text{ eV}$

(4) $n = 2$, $Z = 1$ なので

$$E = \frac{1^2}{2^2} E_1 = -3.4 \text{ eV}$$

(5) 求める半径 r は $n = 2$, $Z = 1$ のときで

$$r = \frac{\epsilon_0 h^2}{\pi m_e e^2} \frac{n^2}{Z} = a_0 \times 2^2 \text{ nm} = 0.21 \text{ nm}$$

(6) 求める半径 r は $n = 1$, $Z = 2$ のときで

$$r = a_0 \times \frac{1}{2} \text{ nm} = 0.027 \text{ nm}$$

2)

(a) 光電効果 金属表面に光照射すると電子が放出される現象。

(b) 黒体放射 黒体からの熱放射。

(c) ボーアモデルの3つの仮説 1. 定常状態仮説 2. 遷移仮説 3. 量子仮説

3)

(a) $k_B T = h\nu = hc \frac{1}{\lambda}$ なので

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{k_B}{hc} T = \frac{1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}}{6.62 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 3.00 \times 10^{10} \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}} 300 \text{ K} = 2.08 \times 10^2 \text{ cm}^{-1}$$

(b) $500 \text{ nm} = 5.00 \times 10^{-5} \text{ cm}$ なので、

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{5.00 \times 10^{-5} \text{ cm}} = 2.00 \times 10^4 \text{ cm}^{-1}$$

$$T = \frac{hc}{k_B} \cdot \frac{1}{\lambda} = \frac{6.62 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 3.00 \times 10^{10} \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}}{1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}} 2.00 \times 10^4 \text{ cm}^{-1} = 2.88 \times 10^4 \text{ K}$$

4) 全部書け、とのことですから、 $2s$, $3s$, $3p$ などをお忘れなく。 $n = 1$ は1個、 $n = 2$ は4個、 $n = n$ では n^2 個ありますから、全部で $1 + 4 + 9 = 14$ 個書く。

位相について色分けしてください (山=白、谷=黒とか)。プラス・マイナスは誤解の元なの

で避ける)。さらに、(n-1)枚の節面の存在、角度部分では1枚の節面の存在にも留意頂きたい。2s, 3sにはそれぞれ、同心球面状に1、2つの節面がある。3pには一つの亜鈴型の内側に節面があつて(マトリョーシカ人形のような)、角度成分の持つ1枚の節面と併せて2つの節面となる。2pは角度成分に1枚の節面があるので、亜鈴の内側に動径方向の節はない。2sの節面構造と比べてちょっとした落とし穴です。



http://www.chem.ous.ac.jp/~waka/orgreact_grad/calculation/atomic_orbital/hy-7.php?orbital=1

5) Mn: 5個、Sc: 1個、Fe: 4個、Zn: 0個

6) 水素原子は電子が一つであるため、電子同士の相互作用がないが、多電子原子では電子間のクーロン反発、遮蔽効果が生じる。そのためs,p,d軌道が分裂する。

7) イオン化エネルギー $I_p = R_\infty hc_0 \frac{(Z-\sigma)^2}{n^2}$ より、同一周期ならばアルカリ金属で最小、希ガスで最大となる。また、同族の場合、原子番号が大きい方が小さくなる。よって $Cs < Na < F < Ne$

8) 第2イオン化エネルギーは Na^+ , Mg^+ から電子を取り去るのに必要なエネルギー。

Mg^+ の有効核電荷が著しく小さいので、イオン化が容易である。

9) Mn^{2+} と Fe^{3+} はどちらも3d軌道に5つの電子を持つ。そのため、3d電子を取り去るのに必要なエネルギーが大きいのは核からの引力が大きい Fe^{3+} となる。

10) 炭素の電子配置は $(1s)^2(2s)^2(2p_x)(2p_y)$ となり、 $2p_z$ が空軌道であるため、電子は $2p_z$ に入る。一方窒素の電子配置は $(1s)^2(2s)^2(2p_x)(2p_y)(2p_z)$ で空の軌道がないため2p軌道に電子対を成して入らなければならない。そのため、窒素の場合電子同士の反発が大きくなるため電子は受け取りにくい。すなわち、電子親和力は小さくなる。

11) 水素は通常、非金属元素とは共有結合で分子性化合物を形成する。水素は電子陰性度が2.2と小さいがこれよりも小さい電子陰性度の金属元素とは水素化物イオン(H^-)となり、イオン性化合物を形成する。そのような化合物の一例は NaH 。

12) $(5.40 \text{ eV} - 3.61 \text{ eV}) \times 96.48 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{eV}^{-1} = 172 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

メモ：この反応は吸熱的である。イオン結晶 $LiCl$ がなぜ存在するかといえば、格子エネルギーの発熱量がこれを上回るからである。詳しくはイオン性結晶におけるボルン-ハーバーサイクルの学習で。