

基礎現代化学 2009 Produced by Reasun Nishio

問題1

1. ②

$$2. \text{放出されるエネルギーは } E = E_3 - E_2 = \left(-\frac{1}{4}RhcZ^2\right) - \left(-\frac{1}{9}RhcZ^2\right) = \frac{5}{36}RhcZ^2$$

$$= \frac{5}{36} \times 1.1 \times 10^7 \times h \times c \times 1^2 = 1.527 \times 10^6 \times hc \text{ [J]}$$

$$\text{よって } E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \text{ により, } \lambda = \frac{hc}{E} = \frac{hc}{1.53 \times 10^6 \times hc} = 6.535 \times 10^{-7} \text{ [m]} = 654 \text{ [nm]}$$

可視光の波長領域 380 [nm] ~ 780 [nm] よりこれは可視光。

$$3. \text{イオン化エネルギー } I = E_\infty - E_1 = RhcZ^2$$

 $\frac{dI}{dZ} = 2RhcZ > 0$ であるから、 I は Z とともに大きくなる。■

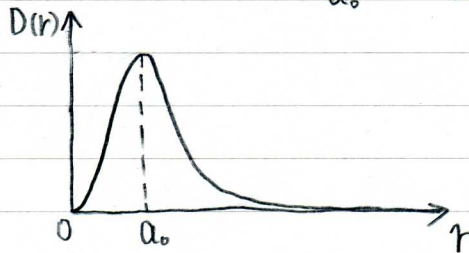
$$4. D(r) = 4\pi r^2 \cdot \left(\sqrt{\frac{4Z^3}{a_0^3}} \exp\left(-\frac{Zr}{a_0}\right)\right)^2 = \frac{16\pi r^2 Z^3}{a_0^3} \exp\left(-\frac{2Zr}{a_0}\right)$$

H原子では $Z=1$ より

$$D(r) = \frac{16\pi r^2}{a_0^3} \exp\left(-\frac{2r}{a_0}\right)$$

$$\frac{d}{dr} D(r) = \frac{16\pi}{a_0^3} \left(2r \exp\left(-\frac{2r}{a_0}\right) - r^2 \cdot \frac{2}{a_0} \cdot \exp\left(-\frac{2r}{a_0}\right)\right)$$

$$= \frac{32\pi}{a_0^4} \cdot r(a_0 - r) \cdot \exp\left(-\frac{2r}{a_0}\right)$$



$r=0$ のとき $D(r)=0$, そこから $r=a_0$ まで単調に増加。 $r=a_0$ で極大となり、そこから単調に減少して限りなく 0 に近づく。■

$$5. D(r) = \frac{16\pi r^2 Z^3}{a_0^3} \exp\left(-\frac{2Zr}{a_0}\right) \text{ より } \frac{d}{dr} D(r) = \frac{32\pi Z^3}{a_0^4} \cdot r(a_0 - Zr) \cdot \exp\left(-\frac{2Zr}{a_0}\right)$$

よって $D(r)$ が最大となるのは $r = \frac{a_0}{Z}$ のときだから、原子半径は $\frac{a_0}{Z}$ と考えられる。

$$\frac{d}{dZ} \left(\frac{a_0}{Z}\right) = -\frac{a_0}{Z^2} < 0$$

よって、原子の半径は Z とともに小さくなる。■

問題2

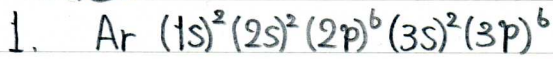
$$1. n=1 \text{ のとき } (n, l, m) = (1, 0, 0)$$

$$n=2 \text{ のとき } (n, l, m) = (2, 0, 0), (2, 1, -1), (2, 1, 0), (2, 1, 1)$$

$$n=3 \text{ のとき } (n, l, m) = (3, 0, 0), (3, 1, -1), (3, 1, 0), (3, 1, 1), (3, 2, -2), (3, 2, -1), (3, 2, 0), (3, 2, 1), (3, 2, 2)$$

$$2. s \text{ 軌道: } l=0, p \text{ 軌道: } l=1, d \text{ 軌道: } l=2$$

問題3

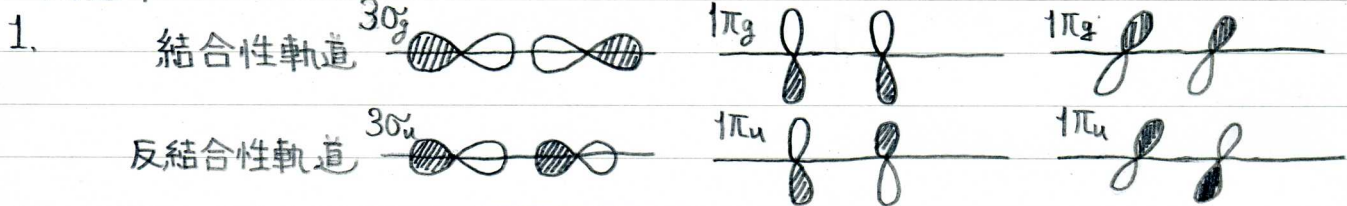


2. K殻 2, L殻 8, M殻 8

1s軌道の電子はK殻に, 2s, 2p軌道の電子はL殻に, 3s, 3p軌道の電子はM殻に含まれる。

3. L殻の電子は, 核の正の電荷だけでなく, 内側のK殻の電子の負の電荷の影響も受けるので, L殻の電子に作用する有効核電荷は, 核電荷よりも小さい。同様にM殻の電子は, 内側のK, L殻の電子の負の電荷の影響も受けるので, M殻の電子に作用する有効核電荷はさらに小さくなる。すなわち, K, L, M殻の電子に作用する有効核電荷はこの順に小さくなっていくので, K, L, M殻の電子分布は異なっている。

問題4



2. $3\sigma_g < 1\pi_g < 1\pi_u < 3\sigma_u$

$2p_x$ 軌道はz軸方向に大きな広がりをもち, $2p_x, 2p_y$ 軌道はz軸とは垂直方向に大きな広がりをもち, したがって $2p_x$ 軌道間の重なりは, $2p_x, 2p_y$ 軌道間の重なりよりも大きい。最大重なるの原理 (プリント p.28) より, $2p_x$ 軌道由来の結合性軌道 $3\sigma_g$ は, $2p_x, 2p_y$ 軌道由来の $1\pi_g$ 軌道より安定化し, $2p_x$ 軌道由来の反結合性軌道 $3\sigma_u$ は, $2p_x, 2p_y$ 軌道由来の $1\pi_u$ 軌道より不安定化する。

3. (B) (A)には2原子核間に節が存在するが, (B)には存在しないから。

4. $\text{N}_2 (1\sigma_g)^2(1\sigma_u)^2(2\sigma_g)^2(2\sigma_u)^2(3\sigma_g)^2(1\pi_g)^4$ より 結合次数 $\frac{1}{2}(10-4) = 3$

$\text{O}_2 (1\sigma_g)^2(1\sigma_u)^2(2\sigma_g)^2(2\sigma_u)^2(3\sigma_g)^2(1\pi_g)^4(1\pi_u)^2$ より 結合次数 $\frac{1}{2}(10-6) = 2$

$\text{F}_2 (1\sigma_g)^2(1\sigma_u)^2(2\sigma_g)^2(2\sigma_u)^2(3\sigma_g)^2(1\pi_g)^4(1\pi_u)^4$ より 結合次数 $\frac{1}{2}(10-8) = 1$

結合次数が大きいほど化学結合は強いから, $\text{N}_2, \text{O}_2, \text{F}_2$ の順に化学結合の強さは低下している。

問題5

→ 2008 の問題4参照

問題6

1. プリント p.3参照

2. プリント p.11参照

3. プリント p.28参照