
平成 20 年度

基礎現代化学 (増田 茂)

期末試験 解答

By Keisuke

問題 1

1.

$$\mathbb{N} \rightarrow n$$

n は量子数である。

ただし、方位量子数 l や、磁気量子数 m との区別のため、正確には 主量子数。

2.

ボーア半径は、

$$a_0 = \frac{\epsilon_0 h^2}{\pi m_e e^2}$$

で表され、その値は

$$a_0 = 0.05292 \text{ (nm)}$$

$$\doteq 5.3 \times 10^{-11} \text{ (m)}$$

となる。 ② が答え。

3.

H 原子において、電子が $n=2$ の状態から $n=1$ の状態に遷移するとき、放出される光のエネルギーは、

$$\begin{aligned} E_{12} &= E_2 - E_1 \\ &= \left(-Rhc \cdot 1^2 \cdot \frac{1}{2^2} \right) - \left(-Rhc \cdot 1^2 \cdot \frac{1}{1^2} \right) \\ &= Rhc \times \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right) \\ &= Rhc \times \left(\frac{3}{4} \right) \end{aligned}$$

となる。

$$\frac{hc}{\lambda} = E_{12}$$

より、放出される光の波長は、

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{hc}{E_{12}} \\ &= \frac{4}{3c} = \frac{4}{3 \times 1.1 \times 10^7} = 1.21 \times 10^{-7} \text{ (m)} \doteq \underline{120 \text{ (nm)}} \end{aligned}$$

であり、これは紫外光に属する。

4.

この問題は、2章復習問題☆☆基本[9]と全く同じである。

[略解より]

イオン化エネルギーは、

$$I = E_{\infty} - E_1 = \frac{m_e Z^2 e^4}{8 \epsilon_0^2 h^2}$$

であり、 I は Z^2 に比例して大きくなる。

ここで、詳しく

$$\frac{m_e e^4}{8 \epsilon_0^2 h^2} > 0 \text{ かつ } Z > 0 \text{ であることや、}$$

$$\frac{dI}{dZ} = \frac{m_e e^4}{4 \epsilon_0^2 h^2} Z > 0$$

であることを説明してもよい。

5.

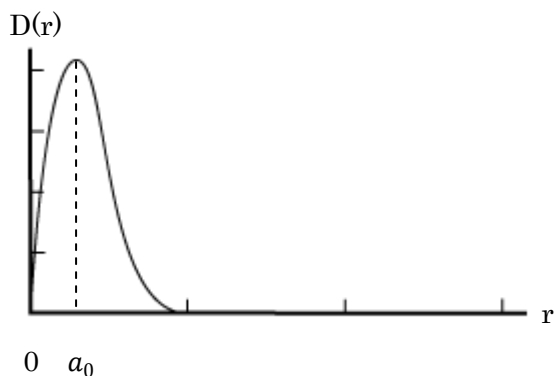
この問題は、2章復習問題☆☆基本[10]の類題である。

[略解より]

$$D(r) = 4 \pi r^2 R_{1s}(r)^2 = \frac{16 \pi Z^3 r^2}{a_0^3} \exp\left(-\frac{2Zr}{a_0}\right)$$

$$\frac{dD(r)}{dr} = \frac{32 \pi Z^3}{a_0^3} r \left(1 - \frac{Zr}{a_0}\right) \exp\left(-\frac{2Zr}{a_0}\right)$$

水素原子なので $Z=1$ として、 $D(r)$ のグラフの概形を描くと次のようになる。



$D(r)$ は $r = a_0$ で最大値をとっている。

6.

この問題も前問 5.と同様に 2 章復習問題☆☆基本[10]を参考にできる。

前問より、 $D(r)$ は $r = \frac{a_0}{Z}$ で最大値をとる。

これは、電子の存在確立(電子を見出す確率)が $r = \frac{a_0}{Z}$ で最大となる、つまり、この水素様原子の原子

半径は $\frac{a_0}{Z}$ となることを表している。

これより、水素様原子において、原子の半径は原子番号 Z とともに小さくなる。

問題 2

1.

この問題は、4 章復習問題☆☆基本[14]と同じである。

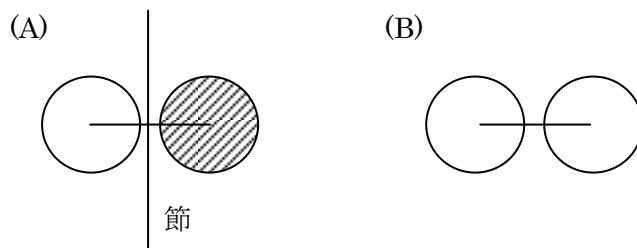
[略解より]

左の等高線には節があるが、右の等高線には節がない。

従って、左が反結合性軌道、右が結合性軌道。

2.

この問題については、4 章復習問題☆☆基本[7]参照。



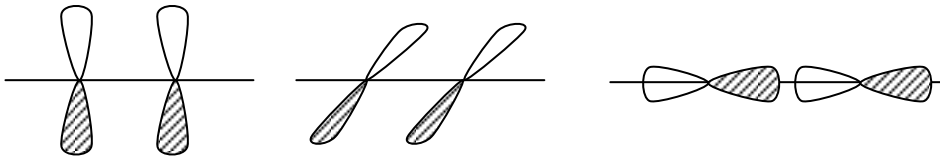
問題 3

1.

N 原子の電子配置は、 $N (1s)^2 (2s)^2 (2p)^3$

2.

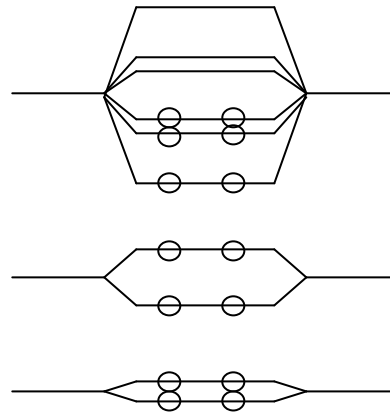
3個の分子軌道が形成される。(2p_x, 2p_y, 2p_z)



3.

N₂分子のエネルギーダイヤグラムは右図のようになる。

N₂分子は価電子を5個もっており、そのうち3個は原子内で電子対を形成している。残りの3個が原子間で共有電子対を形成し、これが共有結合をつくる。つまり、N₂分子は3重結合をする。



これは、結合次数という観点からも説明できる。図より、N₂分子の結合次数は、

$$\frac{2 - 2 + 2 - 2 + 6}{2} = 3$$

であり、これが3重結合に対応する。

問題 4

温室効果とは、CO₂やCH₄などの温室効果ガスが電磁波を吸収することで温度が上昇することである。そのメカニズムは地球においては次のようになる。まず、地球は太陽からの黒体放射による光(赤外光, 可視光, 紫外光)を吸収する。吸収し続けているだけでは地球の温度は上昇を続けるので、地球も黒体放射によって、光としてエネルギーを放出している。この時、運動の自由度の高い温室効果ガスは、地球から放出されるはずの光を吸収してしまう。これによって、地球の温度は上昇することになる。CO₂は地球からの黒体放射に含まれる赤外光を吸収して、その分子振動のエネルギーを得ることで、地球の温度を上昇させる可能性があると考えられている。

問題 5

頑張って説明せよ (・▽・)ニヤニヤ