第２章　問題解答

２－１　ドリル問題

１． $\dfrac{2\times1\times10^{-2}\,\mathrm{m}}{2\times143\times10^{-12}\,\mathrm{m}}=6.9930\times10^{7}\fallingdotseq6.99\times10^{7}$ 個

２．

	陽子	中性子	電子
^{35}Ｃｌ	17	18	17
^{37}Ｃｌ$^{-}$	17	20	18
^{23}Ｎａ$^{+}$	11	12	10

３．　15.9949146×0.99757＋16.9991315×0.00038＋17.9991604×0.00205
　＝15.9994049≒15.9994（答）

４．

ライマン系列であるから，表 2-2 より式 2-3 において n_2=1, n_1=2, 3, 4･･･である。長波長側のスペクトル線３本であるから，1/λは最も小さいものから順に３つということになる。したがって，n_1 は 2, 3, 4 について計算すればよい。

式 2-3 より

n_1=2 のとき 1/λ=8.226×10^{6} m^{-1} →　λ=1.22×10^{-7} m = 122nm（答）

n_1=3 のとき 1/λ=9.749×10^{6} m^{-1} →　λ=1.03×10^{-7} m = 103nm（答）

n_1=4 のとき 1/λ=1.028×10^{7} m^{-1} →　λ=9.73×10^{-8} m = 97.3nm（答）

式 2-3 を次のように変形し、直接λを計算してもよい。

$$\lambda=\frac{n_1^2\times n_2^2}{R_{\mathrm{H}}\left(n_1^2-n_2^2\right)}\quad(\mathrm{m})$$

n_1=2 のとき λ=1.22×10^{-7} m = 122nm

n_1=3 のとき λ=1.03×10^{-7} m = 103nm

n_1=4 のとき λ=9.73×10^{-8} m = 97.3nm

5．ボーア半径は n = 1 であるから，

$$r_1 = \frac{\varepsilon_0 h^2}{\pi m_e e^2} = \frac{8.8542\times10^{-12}\,\mathrm{Fm^{-1}}\times(6.6261\times10^{-34}\,\mathrm{Js})^2}{\pi\times9.1094\times10^{-31}\,\mathrm{kg}\times(1.6022\times10^{-19}\,\mathrm{C})^2} = 5.29166\times10^{-11}$$

$$\left[\mathrm{F}=\frac{\mathrm{C}}{\mathrm{V}}=\frac{\mathrm{C^2}}{\mathrm{J}}\right]\text{を使って,}\ \frac{\mathrm{Fm^{-1}J^2s^2}}{\mathrm{kgC^2}}=\frac{\mathrm{m^{-1}\cdot kgm^2s^{-2}s^2}}{\mathrm{kg}}=\mathrm{m}\ \text{であるから}$$

r_1 = 52.9×10^{-12}m = 52.9 pm（答）

6．(1)p.28 を参照　(2)p.32 を参照　(3)p.36 を参照

7．He は $1s^2$ であるから，H^-，Li^+，Be^{2+}，B^{3+}，C^{4+}，･･･のどれかをあげればよい。

8．$E = h\nu = \dfrac{hc_0}{\lambda}$ より

$$E=\frac{6.6261\times10^{-34}\,\mathrm{Js}\times2.9979\times10^{8}\,\mathrm{ms^{-1}}}{488\times10^{-9}\,\mathrm{m}}=4.071\times10^{-19}\,\mathrm{J}$$

1 モルでは，4.071×10^{-19}J × 6.022×10^{23}mol^{-1} = 2.452×10^{5}J mol^{-1}
= 2.452×10^{2}kJ mol^{-1}

2－2　ドリル問題

1．He の I_2 は，$\dfrac{54.416}{13.598} = 4.002 \fallingdotseq 4$，Li の I_3 は，$\dfrac{122.451}{13.598} = 9.005 \fallingdotseq 5$

Be の I_4 は，$\dfrac{217.713}{13.598} = 16.010 \fallingdotseq 16$，B の I_5 は，$\dfrac{340.217}{13.598} = 25.019 \fallingdotseq 25$

いずれの場合も 1s 軌道に入っている 1 個の電子が分離してイオン化するエネルギーである。原子核の電荷（原子番号）が異なるだけであるから，式 2-5 より

$E_1 = -\dfrac{m_e e^4}{8\varepsilon_0{}^2 h^2}\times Z^2$ であるから，He（Z=2）は H（Z=1）の 4 倍，Li（Z=3）は 9 倍･･･となる。

2．<解答は略>
3．<解答は略>
4．<解答は略>

2章　演習問題

１．　水分子は H_2O，水素 H の同位体は ^1H と ^2H の 2 種類ある。酸素 O の同位体は ^{16}O，^{17}O，^{18}O の 3 種類である。H_2 の組み合わせは $^1H^1H$，$^1H^2H$，$^2H^2H$ の 3 種類であるから，3×3＝9 種類である。

２．　He^+ と Li^{2+} は n＝1 の 1s 軌道に電子が 1 つある。その軌道のエネルギーは，式 2-5 より，

$$E_1 = -\frac{m_e e^4}{8\varepsilon_0{}^2 h^2} \times Z^2 = -\frac{9.1094\times10^{-31}\,\mathrm{kg}\times(1.6022\times10^{-19}\,\mathrm{C})^4}{8\times(8.8542\times10^{-12}\,\mathrm{Fm^{-1}})^2\times(6.6261\times10^{-34}\,\mathrm{Js})^2}\times Z^2$$

$= 2.1800\times10^{-18}\mathrm{J}\times Z^2$

１モルあたりでは，

$E_1 = 2.1800\times10^{-18}\mathrm{J}\times6.6221\times10^{23}\mathrm{mol^{-1}}\times Z^2 = 1.3128\times10^6\times Z^2\mathrm{Jmol^{-1}}$

この式で計算されるエネルギーを与えるとイオン化するので，

He^+（Z=2）のイオン化エネルギーは，$1.3128\times10\times2^2 = 5251\ \mathrm{kJmol^{-1}}$

Li^{2+}（Z=3）のイオン化エネルギーは，$1.3128\times10^3\times3^2 = 11815\ \mathrm{kJmol^{-1}}$

＜３．４．５．６．の解答は略＞