

オーダーと物理学

量子力学 $h \cong 6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ プランク定数

統計力学 $N_A \cong 6.02 \times 10^{23} \text{ 1/mol}$ アボガドロ数

$k_B \cong 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ ボルツマン定数

$N_A \times k_B = R (\approx 8.314 \text{ J/mol K})$ ($PV = nRT$ の R)

相対性理論 $c \cong 2.997 \times 10^8 \text{ m/s}$ (真空中の) 光の速さ
(光速度)

$\cong 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$

$\approx 7.5 \times 2\pi R_{(\text{地球})}$ ($2\pi R_{(\text{地球})}/4 = 10^7 \text{ m}$)

1電子ボルト: $1\text{eV} \cong 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$

陽子と電子の質量を求める

H原子を1g集めるには、原子は $N_A \approx 6.02 \times 10^{23}$ 個必要

水素原子の質量を m_H 、陽子と電子の質量を m_p 、 m_e とする

m_p は m_e の何倍？

$$m_p \approx 1840 \times m_e$$

よって $m_H \approx m_p$

陽子と電子の質量を求める

$$m_p \approx m_H$$

$$\approx (1\text{g/mol}) / (6.02 \times 10^{23}\text{個/mol})$$

$$\approx 1.66 \times 10^{-24}\text{g/個} \approx 1.7 \times 10^{-27}\text{kg}$$

$$m_e \approx 9.1 \times 10^{-31}\text{kg}$$

1eVの定義は？

電子の電荷の大きさ(電気素量) : $e \approx 1.6 \times 10^{-19}\text{C}$

$$1\text{eV} \approx 1.6 \times 10^{-19}\text{J}$$

炭素原子の半径を求める

ダイヤモンドの密度は文献(あるいは経験?)に依れば
 3.51g/cm^3

よって、1gあたりの体積は $1/(3.51)=0.28\text{cm}^3/\text{g}$

よって、1molあたりの体積は $0.28\text{cm}^3/\text{g} \times 12\text{g/mol}$
 $=3.42\text{cm}^3/\text{mol}$

炭素原子の半径を求める

炭素原子を一辺 d cmの立方体とみなす(近似すると)、

原子一個あたりの体積は d^3

$3.42/d^3 = N_A$ なので、

$$d^3 = 3.42/6.02 \times 10^{23}$$

$$= 5.7 \times 10^{-24} \text{ cm}^3$$

$$d = (5.7 \times 10^{-24})^{1/3}$$

$$= 1.8 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

$$= 1.8 \times 10^{-10} \text{ m}$$

炭素原子の半径を求める

よって炭素原子の半径 $\approx 0.9 \times 10^{-10}$ m

cf. ボーア半径 $\approx 0.6 \times 10^{-10}$ m

まとめ

原子の半径は 10^{-10} m = 1 Å (オングストローム) の程度
= 0.1 nm の程度