

[第12回目]物質波(電子の波動性)

今日の授業の目標

- 全ての物質は粒子性と波動性の両方の性質をもつ(二重性)

電子波(物質波)

電子の運動量 $p = mv$ [kg m/s] と波長 λ [m] の間の関係は,

$$p = \frac{h}{\lambda}$$

$h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$: プランク定数
($\text{J}\cdot\text{s} = \text{N}\cdot\text{m}\cdot\text{s} = \text{kg m/s}^2 \cdot \text{m}\cdot\text{s} = \text{kg m/s}\cdot\text{m}$)

λ : 物質波の波長(ド・ブロイ波長)[m]

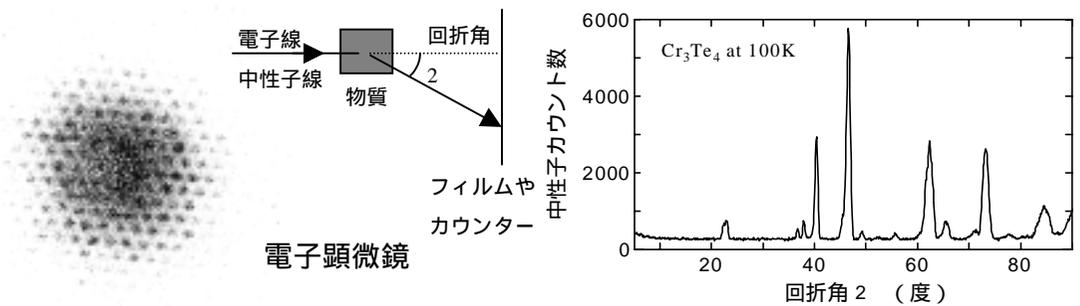
電子のエネルギー E [J] と振動数 ν [Hz] の間の関係は,

$$E = h\nu$$

ν : 物質波の振動数 [Hz] = [s^{-1}]

物質波の例

- 雲母の結晶による電子線回折(菊地正士)
- 中性子回折(中性子波を利用する実験)



電子の粒子性: 微弱な電子ビームを使って, 回折パターンを写真フィルムやカウンターで観測すると, 電子は1個, 2個と数えられる。

次回予定 [第13回目] 水素原子のボーア・モデル(教科書170ページまで)

レポート問題 第12回目(右側の半分の解答用紙を切り取って提出しなさい)

数値で計算する問題は, 答えにも必ず単位をつけること!

- 問1 金属亜鉛(Zn)に, 振動数が $\nu = 1.0 \times 10^{15} \text{ Hz}$ の光(紫外線)をあてた。Znの仕事関数(電子が金属の外へ出るために必要な最小のエネルギー)は $W = 4.1 \text{ eV}$ である。真空中に電子が飛び出してくるかこないかを考えよ。 $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ である。
- 問2 教科書の間6.5を答えよ。(電子銃の陰極から取り出した電子を, 陽極との間に加えた $V = 150 \text{ V}$ の電圧によって加速する。陽極の穴を通過した電子に伴う電子波の波長 λ を求めよ。)
- 問3 平均原子間隔が $l = 1 \times 10^{-6} \text{ m}$ である希薄な ^{87}Rb (ルビジウム)原子の気体を考える。(^{87}Rb 原子の質量 $m = 1.44 \times 10^{-25} \text{ kg}$) 超低温で, 物質波の波長と原子間隔がほぼ等しくなると, 量子力学的効果により, 超流動になる。ここで, $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ はボルツマン定数 絶対温度 $T = 3.00 \times 10^{-8} \text{ K}$ のときの ^{87}Rb 気体の熱運動の平均エネルギー $E = \frac{3}{2} kT$ を求めよ。

の E を用い $E = \frac{1}{2} m v^2$ から速さ v を求めよ。($m = 1.44 \times 10^{-25} \text{ kg}$ に注意)

の v を用いて, ^{87}Rb 原子の平均の運動量 $p = mv$ を求めよ。($m = 1.44 \times 10^{-25} \text{ kg}$)

の p から物質波の波長 λ を求め, l と比べよ。[教科書161ページの式(6.11)を使う]

