

2 原子構造と固体のエネルギー帯

2-1 ボーアの理論

水素原子モデル

ラザフォードの原子模型(古典論)

原子核 $+q$ [C]の周りを半径 r で電子 $-q$ [C]が円運動をしている。

古典論での矛盾点

- 1) 遠心力とクーロン力の釣り合い

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

→ $r \propto \frac{1}{v^2}$ 速度 v により半径 r が任意に変化する？

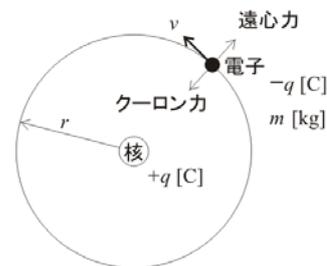


図1 水素原子モデル

《実際の水素原子の大きさは常に一定》

- 2) 加速度運動する電子は電磁波を放射してエネルギーを失う。この電磁波のエネルギーは電子の運動エネルギーから得る。

→ 電子は電磁波を放出しながら原子核へ落ち込んでいく？(連続的な振動数の電磁波が放出される)

《実際は、電子は安定して回っている。電子はある特定の振動数の電磁波を放出する》

ボーアの仮説

- 1) 電子の運動の軌道は離散的(半径 r はとびとび)。

$$\text{ボーアの量子化条件: } \int_C p dx = nh \quad (n = 1, 2, \dots)$$

ここで、 p は電子の運動量、 h はプランク定数である。また、電子のエネルギーもとびとびの値しか取れない。電子がこの一つのエネルギー状態にある時を「**定常状態**」という。

- 2) 電子が定常状態から他の定常状態に移る(遷移という)とき、その2状態間のエネルギー差に比例する振動数の光が放射または吸収する。

$$E_{n_2} - E_{n_1} = h\nu = h \frac{c}{\lambda} \quad \dots(2.2)$$

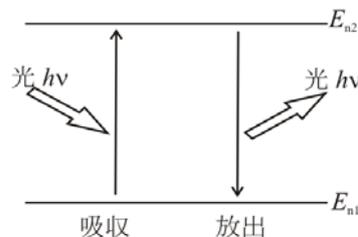


図2 状態の遷移

光のスペクトル線

水素ガスを放電管中で発光させると、水素特有の輝線(線スペクトル)が観測される(1885年)。

ex)波長 λ : 3645.6 Å(紫外線)、4101.7 Å(紫)、4340.5 Å(青)、4861.3 Å(緑)、6562.8 Å(赤)

$$\text{バルマーの公式: } \lambda = \frac{n^2}{n^2 - 4} f \text{ [Å]} \quad (n = 3, 4, 5, 6) \quad f = 3645.6 \text{ Å}$$

アルカリ元素の線スペクトルでも線スペクトルが観測(1890年)。

$$\text{リュドベリの公式(実験式): } \frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad (n_1, n_2 : \text{整数})$$

ここで、 R はリュドベリ定数($1.097373 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$)である。

特定の振動数(波長)の光が放出: 線スペクトル(不連続なスペクトル発光)

↓

古典論で説明できない(前期量子論またはボーアの量子論による説明)。