

半導体工学(3)

量子力学と水素原子のボーアモデル

電子情報デザイン学科 藤野 毅 1

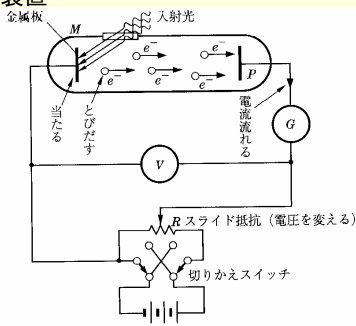
量子力学

- 光(波)も粒子性を持つ
 - 光電効果
 - コンプトン効果
- 電子(粒子)も波動性を持つ
 - 2重スリットの実験
 - 結晶による電子線の回折像

2

光電効果(1)

■ 実験装置



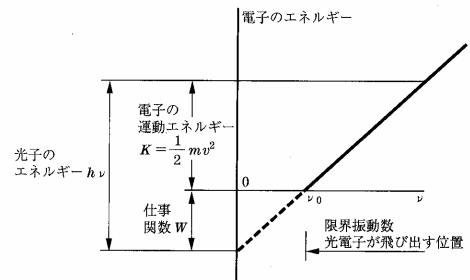
3

なっとくする演習・量子力学 講談社 より引用

光電効果(2)

■ 実験結果

- ある波長以上の光はどんなに強くしても電子は放出されない



4

なっとくする演習・量子力学 講談社 より引用

光の粒子性

- 波長 λ の光のエネルギー E と運動量 p
 - c (光速) = 3.0×10^8 m/s
 - ν (振動数), λ (波長)
 - h : プランク定数; 6.626×10^{-34} [J/s]

$$E = h\nu$$

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

$$c = \nu\lambda$$

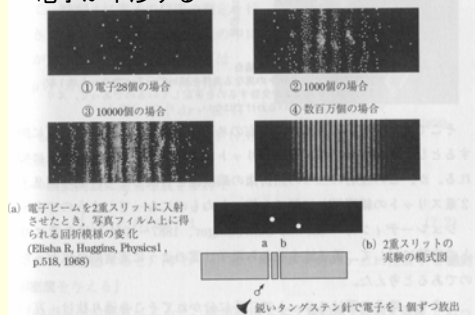
- 飛び出す電子の運動エネルギー E
 - $E = h\nu - W$ (金属面の仕事関数)

5

ノート

2重スリットの実験

■ 電子が干渉する



6

なっとくする演習・量子力学 講談社 より引用

物質の波動性

- エネルギーE, 運動量pの物質粒子の振動数 ν と波長 λ

$$\nu = \frac{E}{h} \quad [\text{Hz}] \quad \lambda = \frac{h}{p} \quad [\text{m}]$$

- 電荷Qの荷電粒子がVに加速されたときの運動エネルギー

$$E = QV$$

7

ノート

練習問題1

- 光電効果の実験装置で、波長が300nmの紫外線を当てると、回路に電流が流れた。しかし陽極Pの電位を金属板Mに対して、-0.5Vにすると電流が流れなくなった
 - 光子が電子1個に与えたエネルギーEをもとめよ
 - 金属板Mの仕事関数Wをもとめよ
 - このときの限界振動数 ν_0 と限界波長 λ_0 を求めよ。
- * 真空中の光速 $c=3.0 \times 10^8$ [m/sec]
- * プランク定数 $h=6.6 \times 10^{-34}$ [J/sec]

8

練習問題2

- 電子を2.85Vで加速したときの電子の速度を求めよ
- 次の2つの場合における物質波の波長を求めよ。
 - 速さ22m/sで飛んでいる質量0.15kgの野球ボール
 - 速さ 10^6 m/sの電子

9

水素原子のスペクトル

- 気体水素を入れた光電管の光のスペクトル

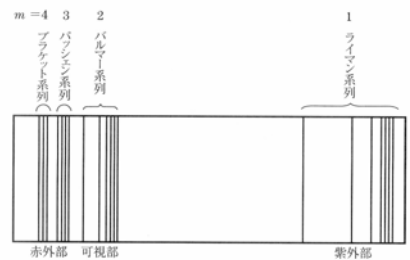


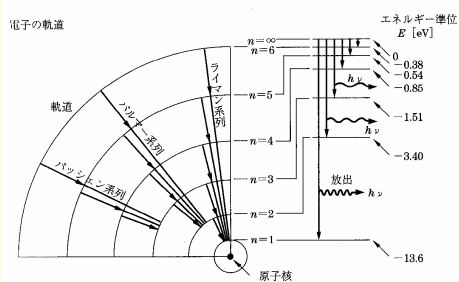
図 1.16 水素原子のスペクトル

なっとくする演習・量子力学 講談社 より引用

10

スペクトルと量子準位

- 水素の起動がとびとびの準位をもつとスペクトルが説明できる



11

なっとくする演習・量子力学 講談社 より引用

ボーアの量子条件

- 安定な定在波が存在するときのみ安定

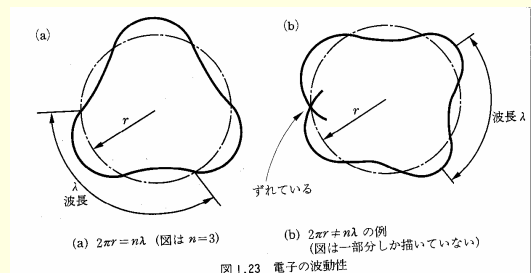


図 1.23 電子の波動性

12

なっとくする演習・量子力学 講談社 より引用

練習問題3

- 水素原子のエネルギーが -1.5eV から -3.4eV の定常状態に移るときに放出される光の振動数および波長はいくらか