第1章のまとめ

●紫外破綻・・・量子仮説

●光の粒子性・・・光電効果

光子のエネルギー　$E = h\nu$ ・・・・(1-1)

光子の運動量　$$p = \frac{h}{\lambda}$$

電子の波長　$$\lambda = \frac{h}{p}$$ ・・・・(1-4)

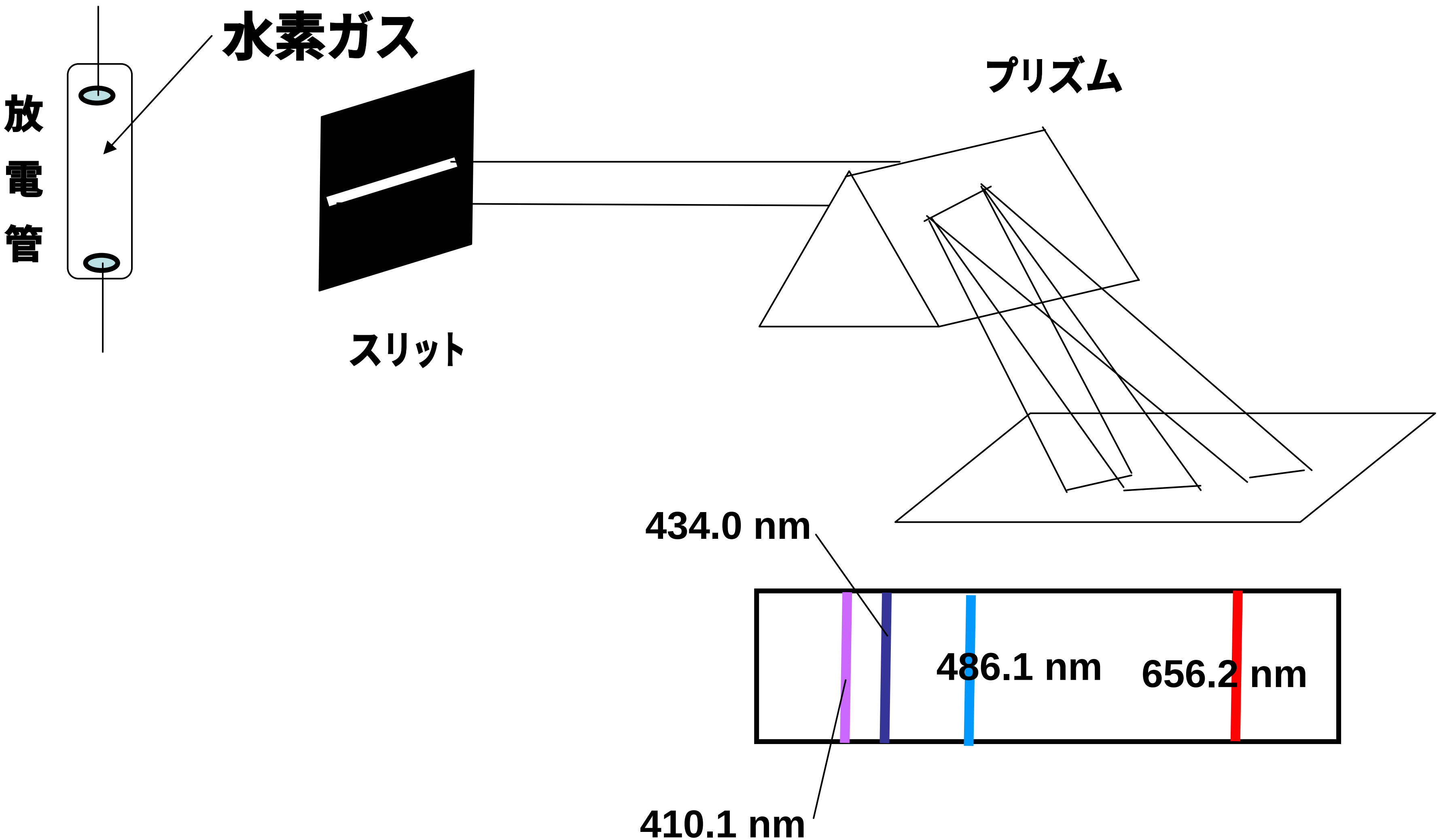
⇒ 光も電子も粒子性を共有する。

第２章　水素原子のBohrモデル

§２．１　水素原子の発光スペクトル
§２．２　原子の構造
§２．３　Bohrの原子模型

§２．４　粒子･波動の二重性と確率解釈
§２．５　不確定性原理

§２．１　水素原子の発光スペクトル



水素原子の輝線スペクトルにおける関係式（バルマーら　１８８５年）

$$\frac{1}{\lambda} = \tilde{\nu} = R\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{m^2}\right) \qquad (2-1)$$

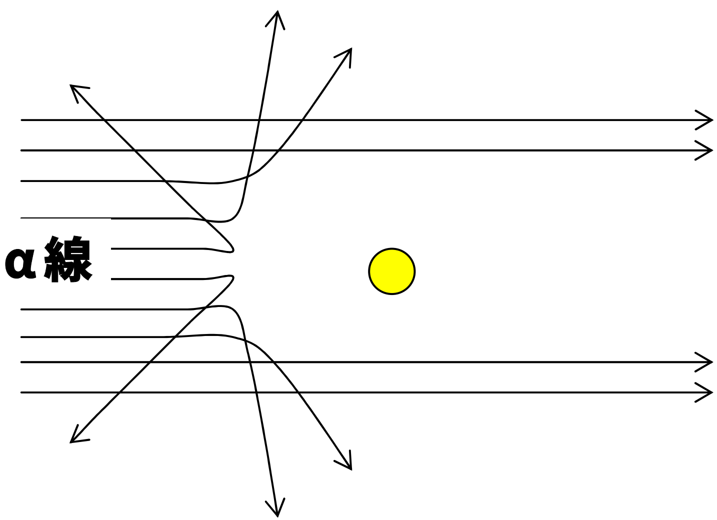
$$(m = 3, 4, 5, \cdots)$$

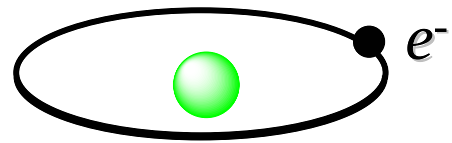
$R = 1.097 \times 10^7\ \mathrm{m}^{-1}$

⇒ **原子の状態は”整数”と関係あるか？**

§２．２　原子の構造

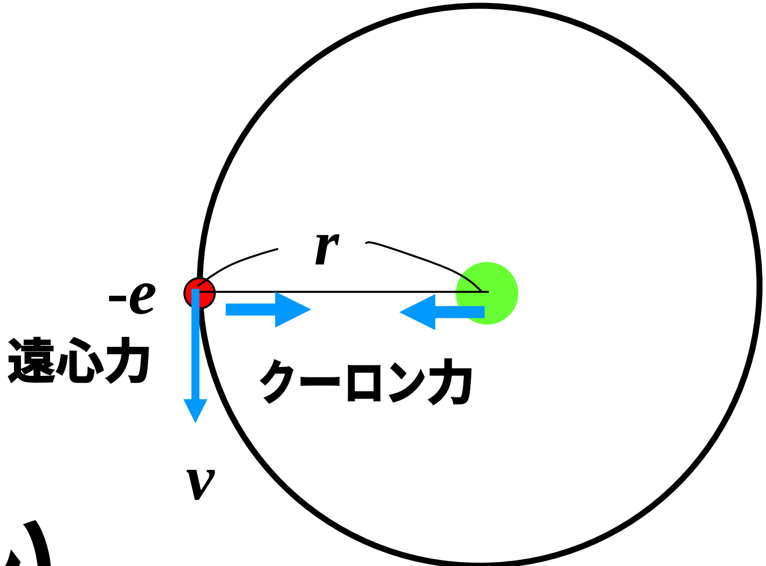
ラザフォードの実験





重くて小さい原子核とその周りをまわる負電荷を帯びた電子

⇒ 大部分のα粒子は通り抜ける。
ごく一部のα粒子著しく散乱される。



力のつりあい

(遠心力) = (クーロン力)

$$\frac{m_e v^2}{r} = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \qquad (2-2)$$

古典論では、円運動のエネルギーは連続的に任意の値を取れる。

→ 原子から出てくる光のスペクトルは連続的

§２．３　Bohrの原子模型

仮定１：
電子は決められた円軌道上だけを動いている。

仮定２：
この軌道上を回転運動しているときには、電子は電磁波を出さない。

仮定３：
電子が１つの軌道から別の軌道に移るとき、電子は電磁波を放出したり吸収したりする。その電磁波のエネルギーは、二つの軌道をそれぞれ回っているときの電子のエネルギーの差に相当する。

★角運動量の量子化（Bohrの量子条件）

$$m_e v r = n\frac{h}{2\pi} \quad (n = 1, 2, 3\cdots\cdots) \qquad (2-3)$$

$$\boxed{\text{この条件を満たす軌道上の電子は光を出さない。}}$$

（2－2）、（2－3）からvを消去すると、

$$r = \frac{\varepsilon_0 h^2}{\pi m_e e^2} n^2 \qquad (2-4)$$

$$a_0 = \frac{\varepsilon_0 h^2}{\pi m_e e^2} = 0.5292 \times 10^{-10}\,\mathrm{m} \qquad (2-5)$$

この長さは、最小の軌道半径であり、
Bohr半径と呼ばれる。

（電子のエネルギー）＝（運動エネルギー）＋
（クーロンポテンシャルエネルギー）

$$E_n = \frac{1}{2} m_e v^2 - \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r} = \frac{1}{2}\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r} - \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

$$= -\frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0 r} = -\frac{m_e e^4}{8{\varepsilon_0}^2 h^2} \cdot \frac{1}{n^2} \qquad (2-6)$$

★Bohrの振動数条件

$$h\nu = E_m - E_n \qquad (2-7)$$

(2－6) 式を代入すると、

$$h\nu = \frac{m_e e^4}{8{\varepsilon_0}^2 h^2}\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right)$$

$$\nu = \frac{m_e e^4}{8{\varepsilon_0}^2 h^3}\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right) \qquad (2-8)$$

これを波数にすると、

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{\nu}{c} = \frac{m_e e^4}{8\varepsilon_0{}^2 h^3 c}\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right) \qquad (2-9)$$

$$\frac{m_e e^4}{8\varepsilon_0{}^2 h^3 c} = R$$

リュードベリ定数

式(2－4)より

電子の軌道半径は、

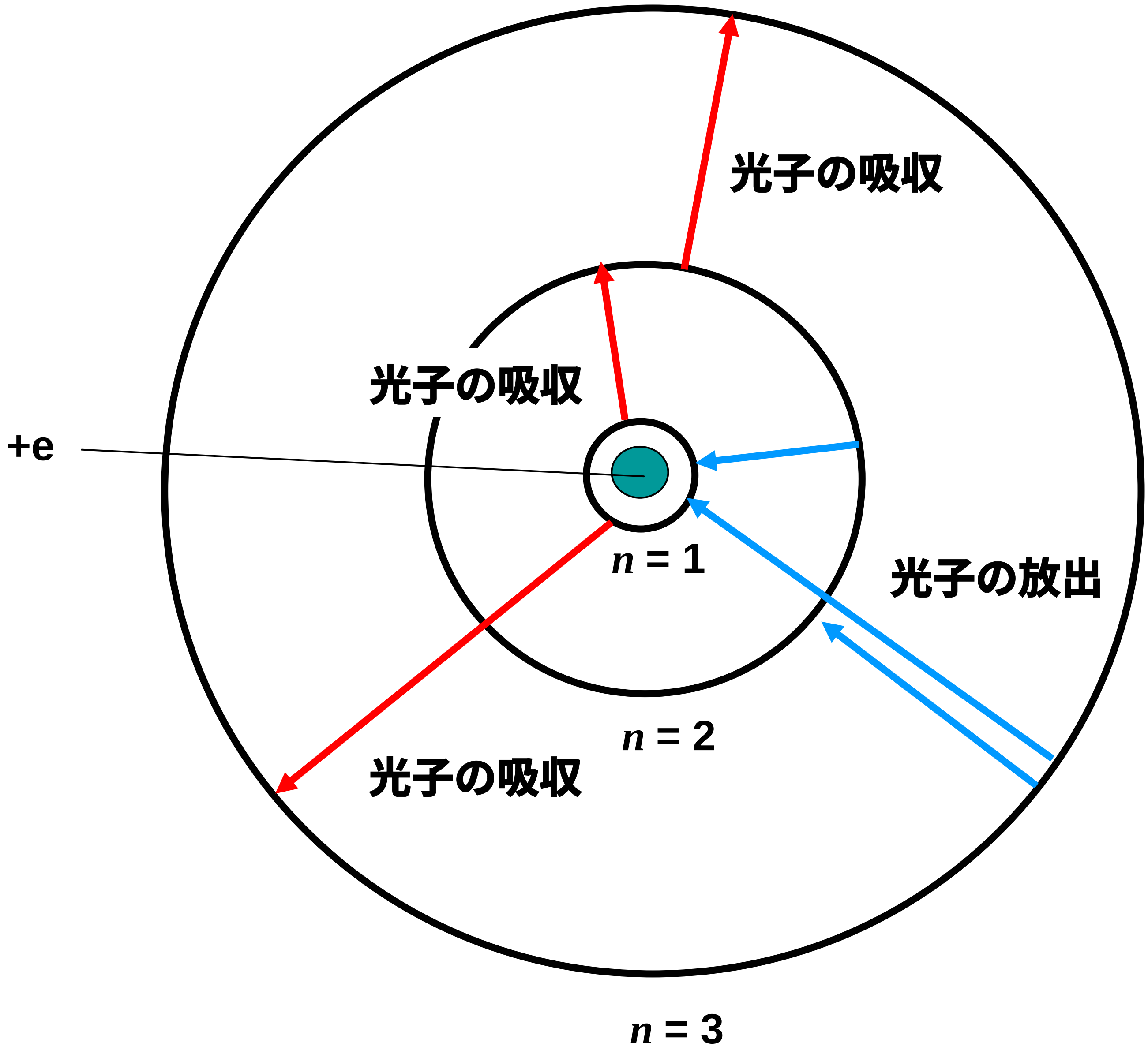
量子数nの２乗に比例して大きくなる。

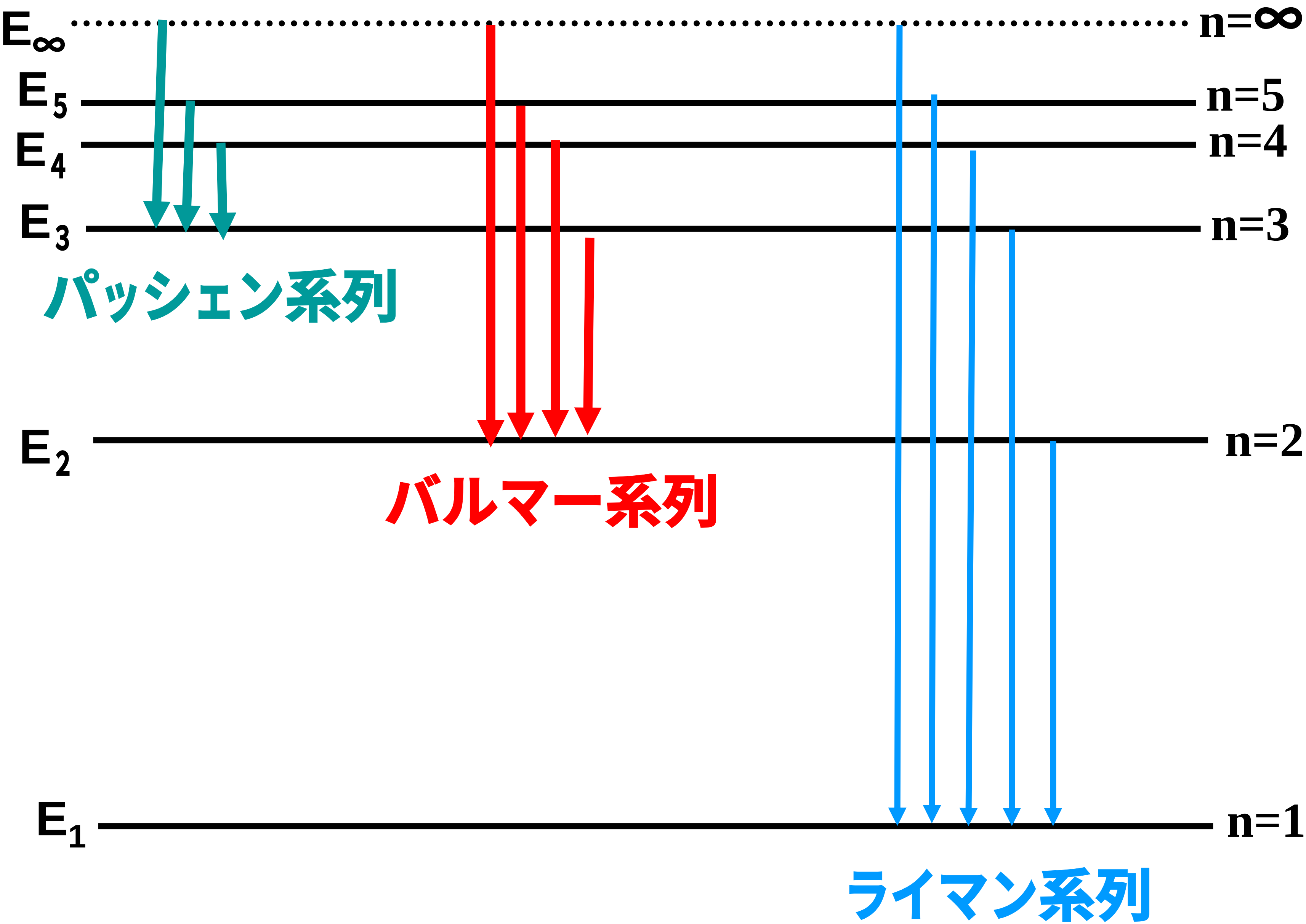
式(2－6)より

電子のエネルギーは、

量子数nの２乗に反比例する。

水素原子における光子の吸収と放出




E∞
E5
E4
E3
E2
E1
n=∞
n=5
n=4
n=3
n=2
n=1
パッシェン系列
バルマー系列
ライマン系列