水素原子の基底状態 ($n = 1$) のエネルギーは、(2-6)式より、

$$E_1 = -\frac{m_e e^4}{8\varepsilon_0{}^2 h^2} \cdot \frac{1}{1^2} = -13.6\,\mathrm{eV} \quad （２－１０）$$

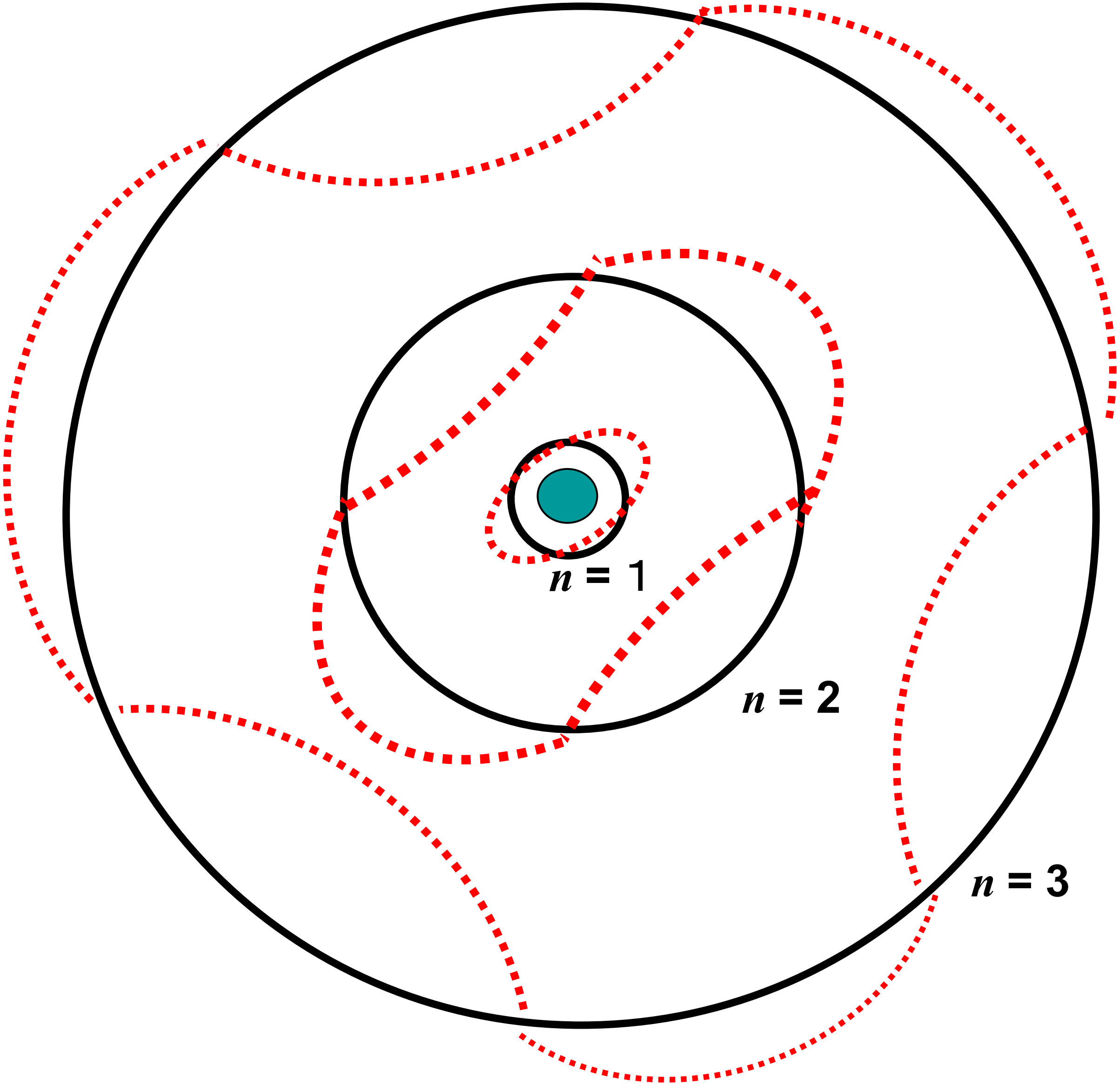
この値は、水素原子の第１イオン化エネルギーの実測値と一致。

$$m_e vr = n\frac{h}{2\pi} \qquad (\; n = 1, 2, 3\cdots\cdots \;) \qquad （２－３）$$

これをド･ブロイの式に入れると

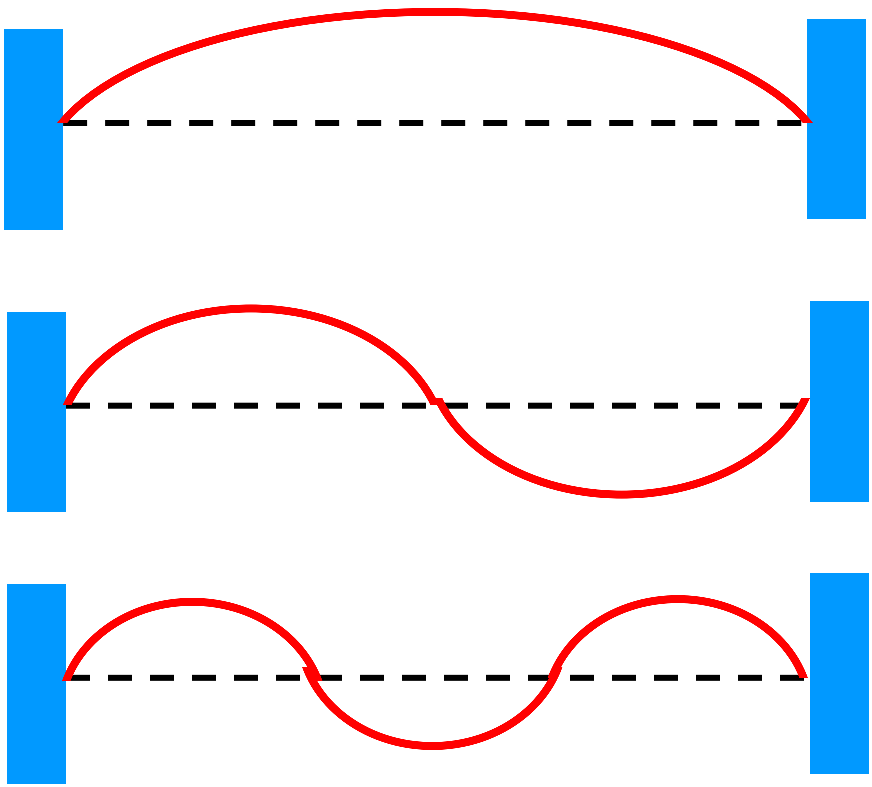
$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m_e v} = \frac{2\pi r}{n} \qquad （２－１１）$$

⇒ 円周の **1/*n*** がドブロイ波長となる。


n = 1
n = 2
n = 3

Bohrの量子条件

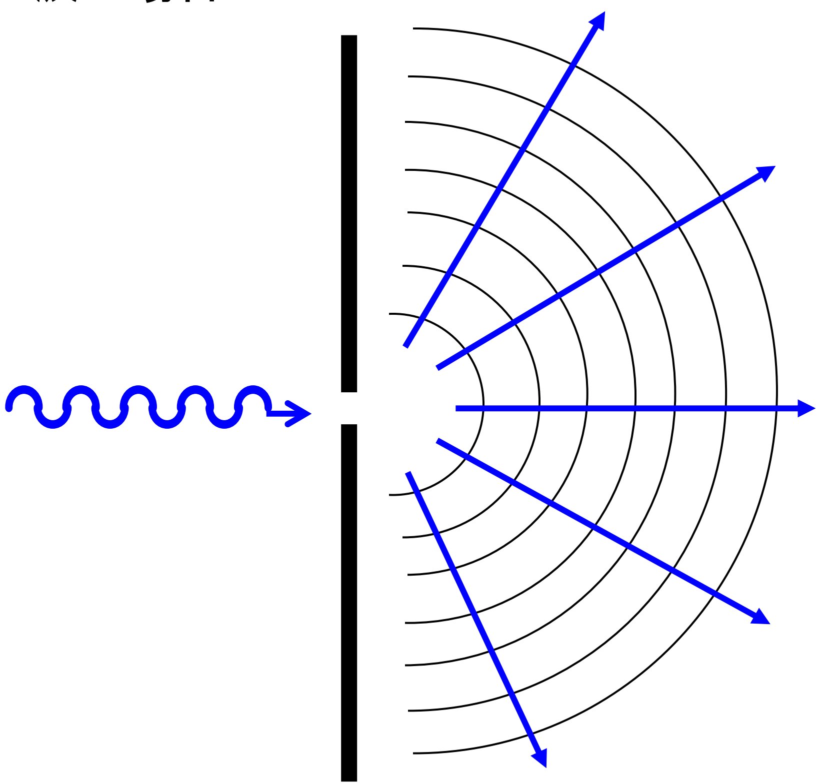
→ 電子がつくる波が定常波になる条件



弦の振動における定常波と類似

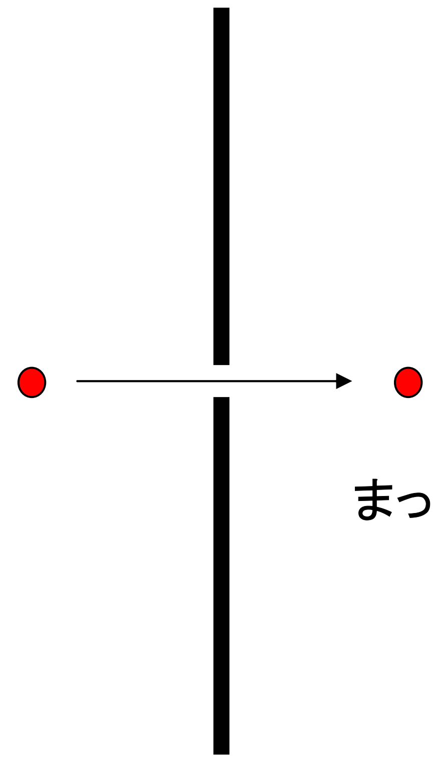
§２．４　粒子･波動の二重性と確率解釈

波の場合



等方的に伝わる

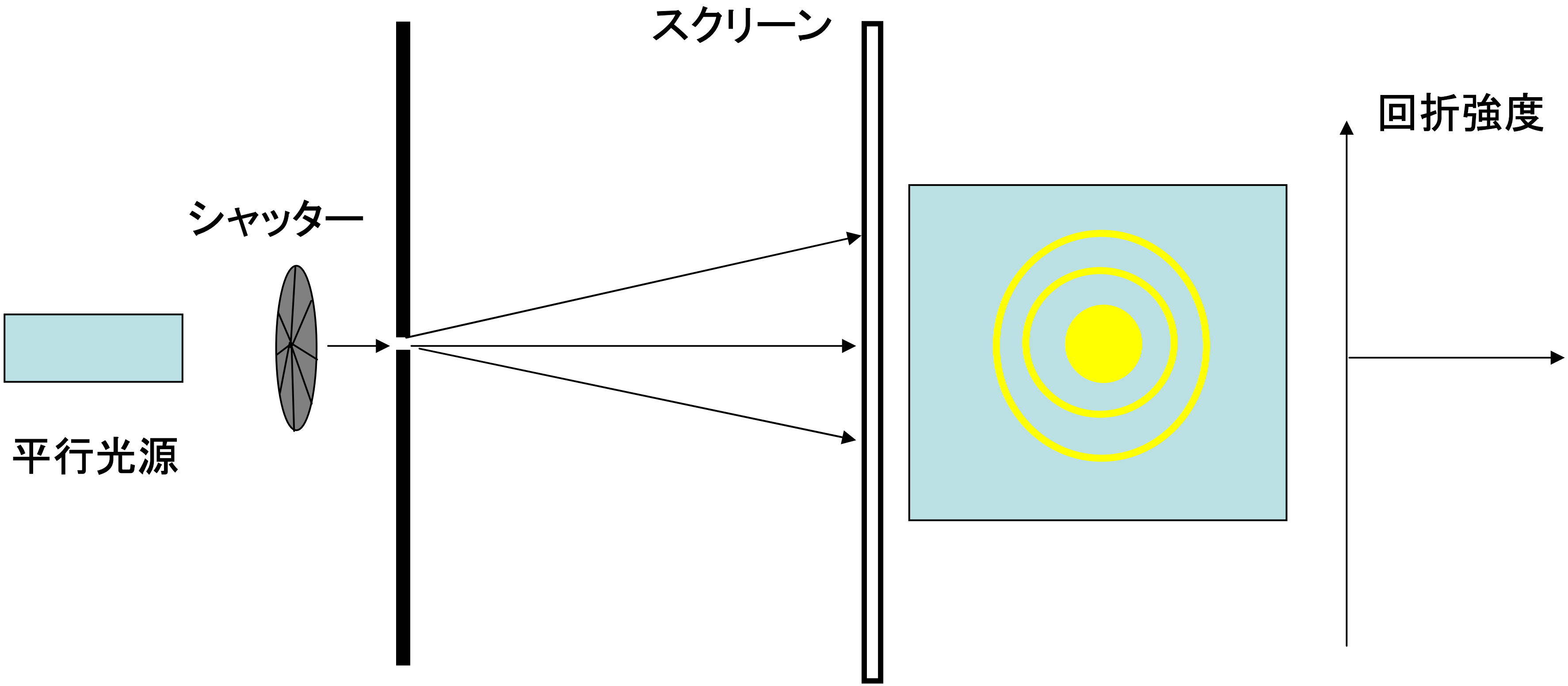
粒子の場合



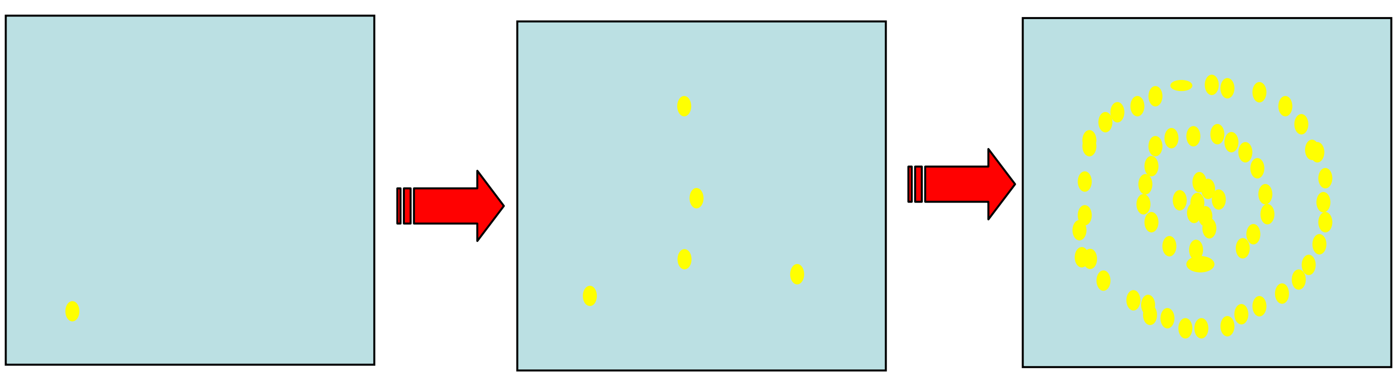
まっすぐ進む

波動とは、空間の一点における状態の変化が空間を伝わる現象。

この状態変化の量を、位置と時間の関数で表現したものを波動関数という。



光源を弱くして高感度に観測すると



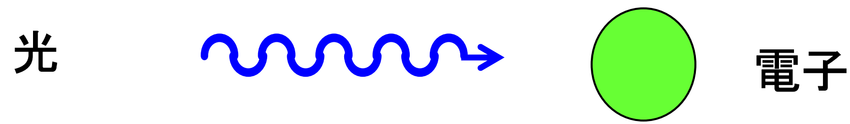
電子線回折でも同様な像が得られる。

ボルンの確率解釈：

一つの電子のド･ブロイ波の波動関数を Ψとすると、Ψの絶対値の２乗が、電子の存在確率を与える。電磁波においても同様に解釈する。

§２．５　不確定性原理

電子の位置を光で測定する。



電子の運動を乱さないために、光子の運動量を十分小さくして測定

⇒ ド･ブロイ波長が大きくなり、波が電子の裏側に回り込む回折効果が大きくなる。

⇒ 電子の位置は正確には求まらない。

波長短くして測定

⇒ 運動量が大きくなり、電子を跳ね飛ばす。

ハイゼンベルグの不確定性原理

電子などの微視的粒子の位置と運動量の測定値は、同時に決まらず、不確かさをもつ。

波長λの光を用いるとき粒子の位置xは、誤差Δxがλ程度の精度まで測定できる。このとき光子は、$p=h/\lambda$の運動量をもつので、粒子の運動量は、Δp_xは、 h/λ程度乱されてしまう。

大きさの程度が等しいことを示す。

$$\Delta x \cdot \Delta p_x \approx h$$

$\boxed{\text{粒　子}}$　　　　$\boxed{\text{波　動}}$

光　子 ⟷ 電磁波

不確定性原理

確率解釈

電　子 ⟷ 電子波