

Louis-Victor-Pierre-Raymond,
7th duc de Broglie 1892-1987



物質波



波(光)が粒子の性質をもつならば、
粒子(電子)は波の性質をもつだろう

(E, p)の粒子は(ω , k)の波のように振る舞う

$$\omega = \frac{E}{\hbar} \quad k = \frac{p}{\hbar}$$

電子波の干渉

光が粒子なら電子も波？

	光子	電子
エネルギー	$E = hf = \frac{h}{T}$	$E = \frac{mv^2}{2} = \frac{h}{T}$
運動量	$p = \frac{E}{c} = \frac{hf}{c} = \frac{h}{\lambda}$	$p = mv = \frac{h}{\lambda}$
	 粒子	 波

問: 相対論的なエネルギーと運動量の表式を使って $p = E/c$ を示せ

問: 1keVで運動する電子波の波長と周期を求めよ

波の復習

- ・媒質を必要とし、ある点における振動が周辺に伝わっていく
 - ・重ね合わせの原理、ホイヘンスの原理
- ⇒ 干渉現象

振動を表す式(2(多)変数関数)

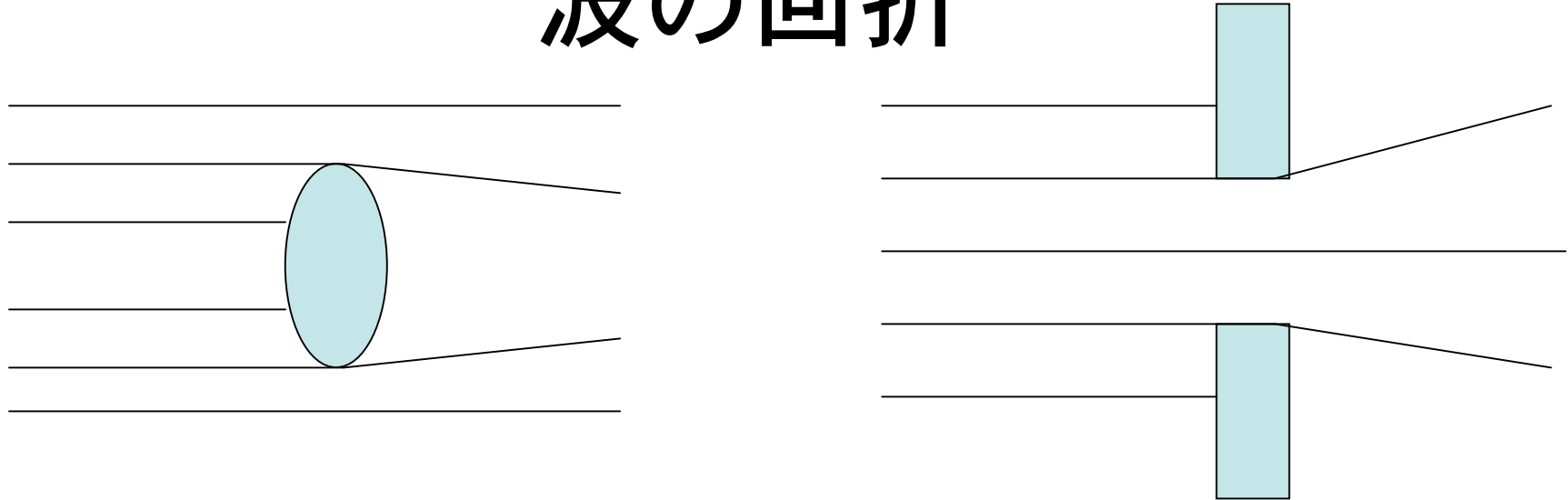
$$y(t, x) = A \cos \left[2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) + \delta \right] = A \cos (\omega t - kx + \delta)$$

周期 波長

角周波数 角波数

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}, \quad k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

波の回折



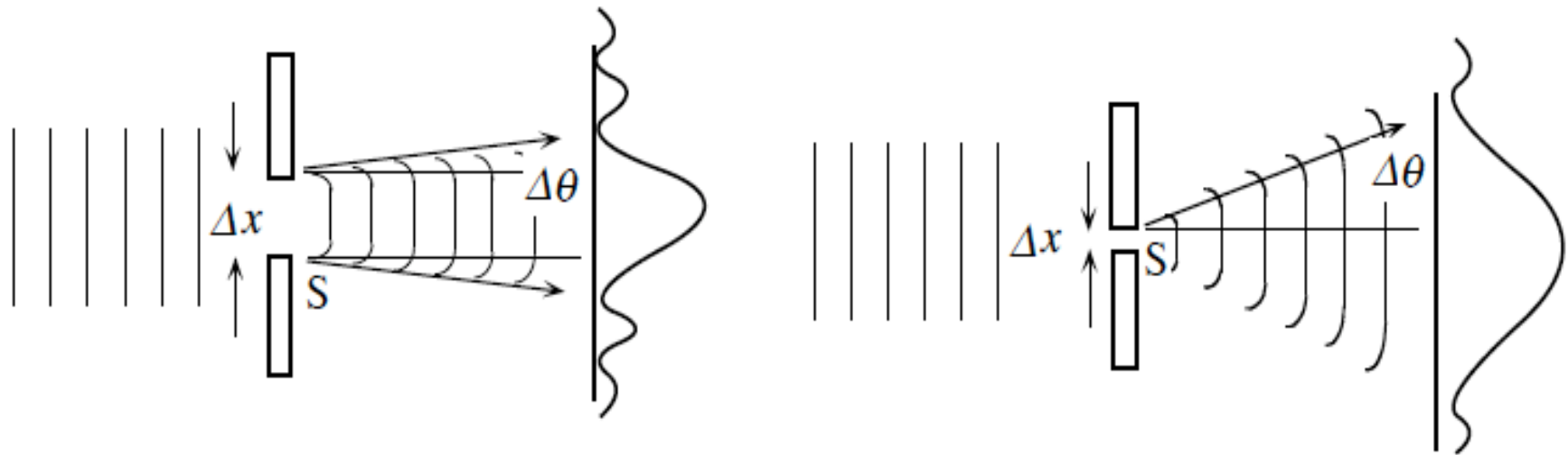
ものの後ろに回り込む

ホイヘンスの原理を使って計算すると回り込みの角度は

$$\theta \sim \frac{\lambda}{D} \quad D \text{はもの(穴)の大きさ}$$

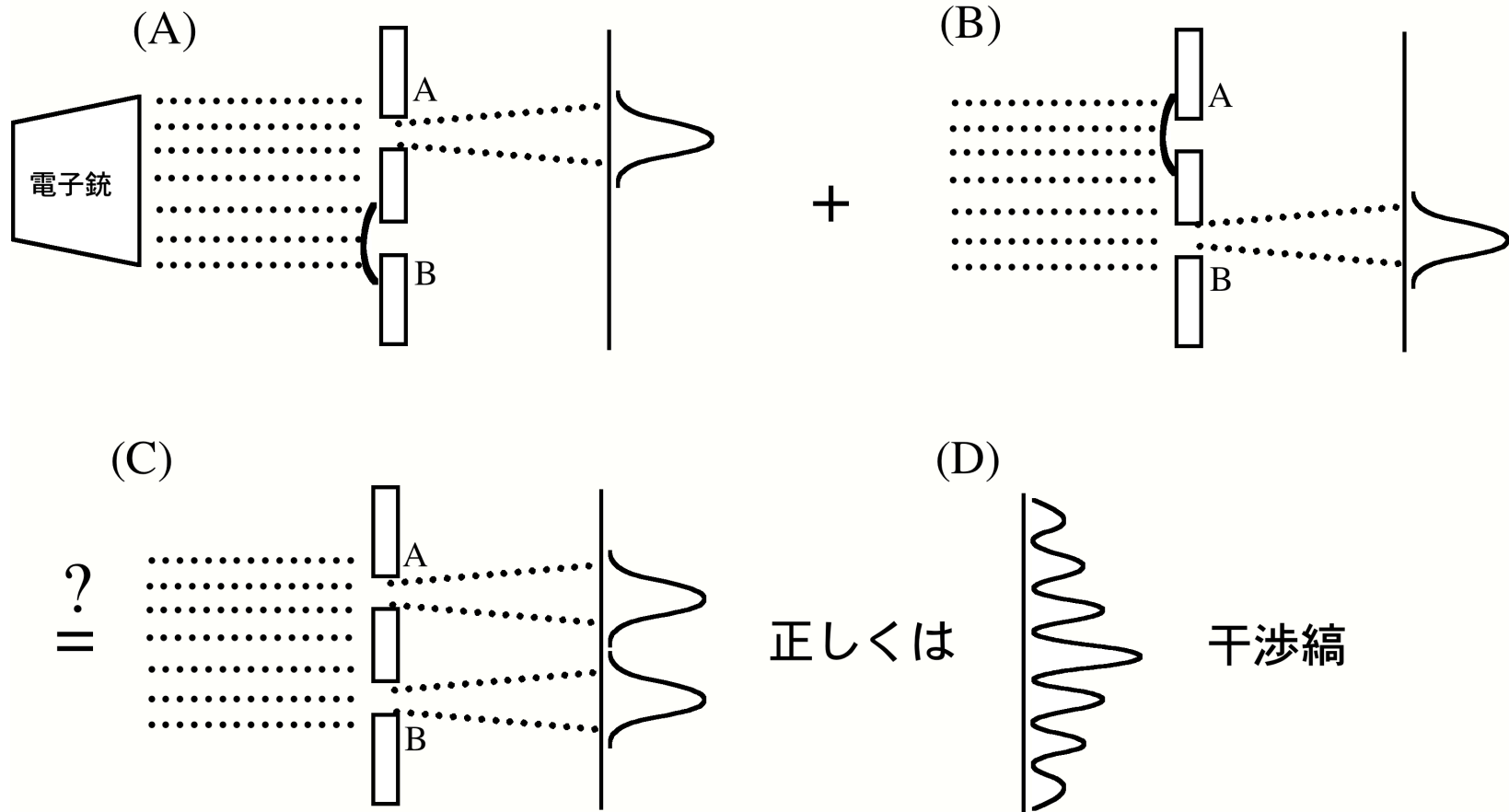
問：可視光と比べ、電子顕微鏡がより小さなものを見ることができる理由を説明せよ

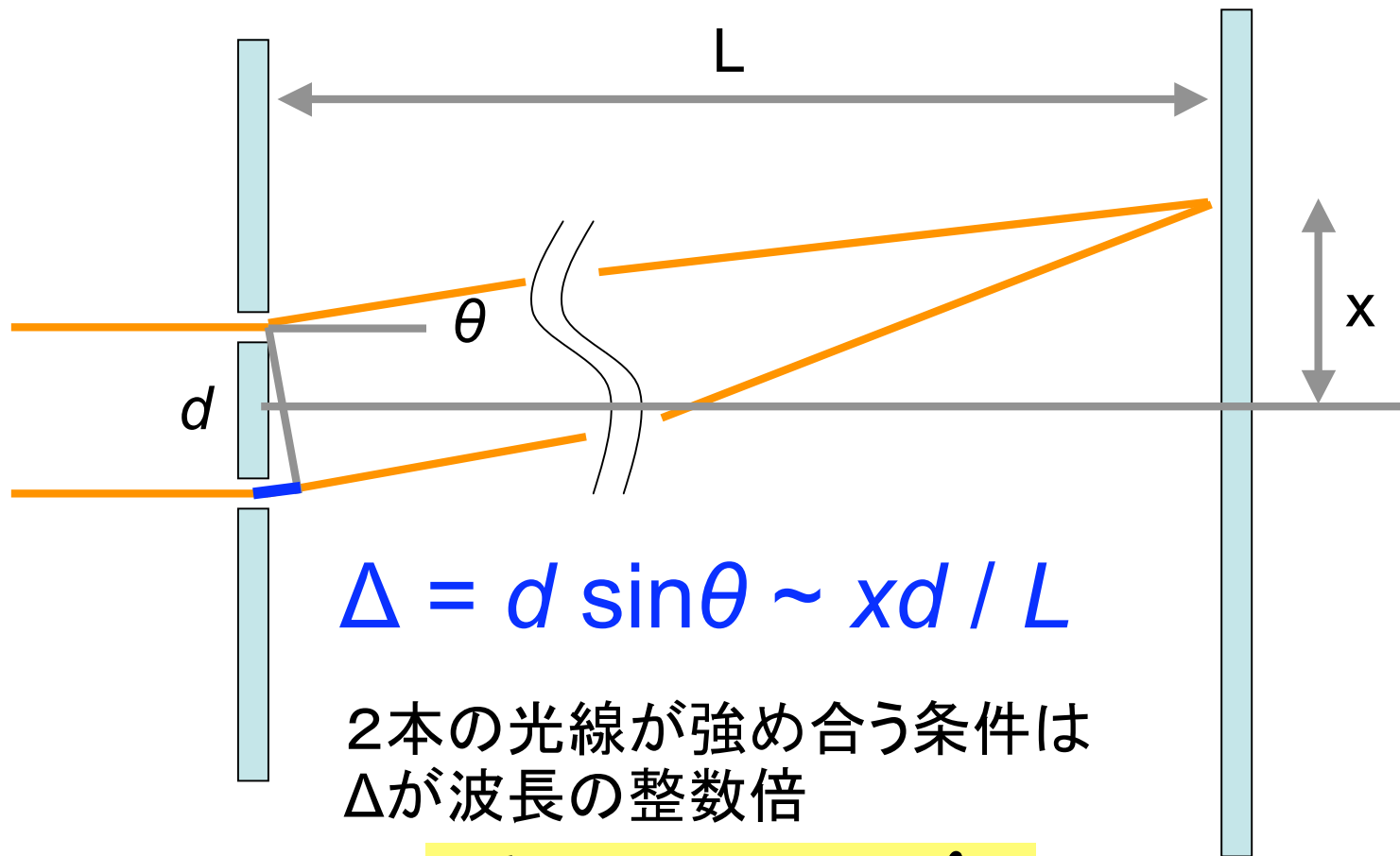
例えば穴を通過する場合



広い穴ほど直進性がある
狭い穴ほど広がる

電子波の干渉





$$\frac{xd}{L} = n\lambda, \quad x = n \frac{\lambda L}{d}$$

問：赤色の光が0.1 mmの2重スリットを通過し、10 m先のスクリーンに作る干渉縞の間隔を求めよ。1 keVの電子波の場合はどうか？