

## 2-2 Schrödinger 方程式

12

### ○ Schrödinger 方程式の導出

(a) Schrödinger による導出 (類目別方法)

古典力学の Hamiltonian

$$H = \frac{p^2}{2m} + V(r)$$

運動量  $p$  を  $\hbar k$  とする (仮定)

$$\hat{p} = -i\hbar \nabla \quad (\text{第1量子化})$$

この時, Schrödinger 方程式

$$\left[ -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 + V(r) \right] \psi(r) = E \psi(r)$$

が求まる.  $\psi(r)$  は波動関数

一方 Maxwell 方程式は

- 量子論 への
- 古典力学 に対する 式 が ない

【 疑問 】

1. 何故  $\psi(r)$  が  $r^2$  だったのか？

(答) H E ポールと  $r^2$  の  $r$   
ポール- $r$  と  $r$  の 相手が必要  
(答は 不十分)

2. 何故, Schrödinger 方程式は  
Maxwell 方程式の導出されたのか？

(答) { 光 (photon) は 非線形性がない  
Maxwell 方程式は  $\hbar$  を含みません!!

(b) Schrödinger 方程式は Maxwell 方程式から  
導出されたのか？

↓  
可能である  
~~~~~

{ 注: 電磁場の Lagrangian 密度に  
gauge 不変性を要求すると  
Dirac の Lagrangian 密度が求まる }