

7-2 重心運動と相対運動の分離

21

2体系全体の Schrödinger 方程式

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2M} \nabla_R^2 - \frac{\hbar^2}{2m} \nabla_r^2 + V(r) \right] \Phi(R, r) = E \Phi(R, r)$$

222° $\Phi(R, r) = \phi(R) \psi(r)$ である

(変数分離型の微分方程式のこと)

重心座標は自由粒子

$$\downarrow \boxed{\phi(R) = \frac{1}{\sqrt{V}} e^{i\mathbf{k} \cdot \mathbf{R}}} \text{ である}$$

この時, $\psi(r)$ に対する方程式は

$$\boxed{\left[-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla_r^2 + V(r) \right] \psi(r) = \varepsilon \psi(r)} \quad \text{223°}$$

但し:
$$\underline{E = \frac{\hbar^2 k^2}{2M} + \varepsilon} \quad \text{224°}$$

$\left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{\hbar^2 k^2}{2M} \right) \text{ は 重心 の 動 け ゝ 時 の 運 動 エ ン ー ジ } \\ \text{今 は 理 味 な け ゝ せ じ け ゝ け ゝ け ゝ} \end{array} \right\}$

① 換算質量: m

$$m = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$$

[水素原子の場合]

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{陽子の質量: } M_p = 938 \text{ MeV}/c^2 \\ \text{電子の質量: } m_e = 0.51 \text{ MeV}/c^2 \end{array} \right.$$

従って水素原子の場合の換算質量 m は

$$m = \frac{938 \times 0.51}{938 + 0.51} \approx 0.51$$

すなわち $m = m_e$ となる

($\frac{1}{2000}$ の補正)