

電磁場中の電子の運動方程式は

$$m \frac{d\mathbf{v}}{dt} = -e(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B}) \quad (0.0.1)$$

である．電磁場中の電子の Hamiltonian は

電磁場中の電子の Hamiltonian

$$H = \frac{1}{2m} (\mathbf{p} + e\mathbf{A})^2 - e\phi \quad (0.0.2)$$

である．ここで  $\mathbf{A}$  はベクトルポテンシャルで

$$\mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} - \nabla \phi, \quad \mathbf{B} = \nabla \times \mathbf{A} \quad (0.0.3)$$

を満たす．

本節では  $U(1)$ <sup>1</sup>Gauge 対称性を扱い説明し電磁場の起源を探る．

---

<sup>1</sup>Unitary