

---

結果のみ示す．その他のことについては，別途ノートを参照すること．なお，January 11, 2025 現在，ノートは編集集中である．Schrödinger 描像では，電場と磁場は，

$$\hat{E}(\mathbf{r}) = i \left( \frac{1}{2\pi} \right)^{3/2} \int d^3k \sum_{\sigma=1}^2 \sqrt{\frac{\hbar\omega_{\mathbf{k}}}{2\varepsilon_0}} \mathbf{e}_{\mathbf{k}\sigma} \left( \hat{a}_{\mathbf{k}\sigma} e^{i\mathbf{k}\cdot\mathbf{r}} - \hat{a}_{\mathbf{k}\sigma}^\dagger e^{-i\mathbf{k}\cdot\mathbf{r}} \right) \quad (0.0.1)$$

$$\hat{B}(\mathbf{r}) = i \left( \frac{1}{2\pi} \right)^{3/2} \int d^3k \sum_{\sigma=1}^2 \sqrt{\frac{\hbar}{2\varepsilon_0\omega_{\mathbf{k}}}} \mathbf{k} \times \mathbf{e}_{\mathbf{k}\sigma} \left( \hat{a}_{\mathbf{k}\sigma} e^{i\mathbf{k}\cdot\mathbf{r}} - \hat{a}_{\mathbf{k}\sigma}^\dagger e^{-i\mathbf{k}\cdot\mathbf{r}} \right) \quad (0.0.2)$$

と量子化される．また，Heisenberg 描像では，

$$\hat{E}(\mathbf{r}, t) = i \left( \frac{1}{2\pi} \right)^{3/2} \int d^3k \sum_{\sigma=1}^2 \sqrt{\frac{\hbar\omega_{\mathbf{k}}}{2\varepsilon_0}} \mathbf{e}_{\mathbf{k}\sigma} \left[ \hat{a}_{\mathbf{k}\sigma} \exp \{i(\mathbf{k} \cdot \mathbf{r} - \omega_{\mathbf{k}} t)\} - \hat{a}_{\mathbf{k}\sigma}^\dagger \exp \{-i(\mathbf{k} \cdot \mathbf{r} - \omega_{\mathbf{k}} t)\} \right] \quad (0.0.3)$$

$$\hat{B}(\mathbf{r}, t) = i \left( \frac{1}{2\pi} \right)^{3/2} \int d^3k \sum_{\sigma=1}^2 \sqrt{\frac{\hbar}{2\varepsilon_0\omega_{\mathbf{k}}}} \mathbf{k} \times \mathbf{e}_{\mathbf{k}\sigma} \left[ \hat{a}_{\mathbf{k}\sigma} \exp \{i(\mathbf{k} \cdot \mathbf{r} - \omega_{\mathbf{k}} t)\} - \hat{a}_{\mathbf{k}\sigma}^\dagger \exp \{-i(\mathbf{k} \cdot \mathbf{r} - \omega_{\mathbf{k}} t)\} \right] \quad (0.0.4)$$

と書ける．