

① Erzeugung eines scheinbaren Photostroms in Supraleitern:

Meißner-Ochsenfeld-Effekt:

Externes Magnetfeld $\vec{B}$ wird durch Oberflächenstrom $\vec{j}_s$ abgeschirmt:

$$\vec{\nabla} \times \vec{j}_s = -\frac{e^2 n_s}{m_e c^2} \vec{B} \quad \text{London'sche Gleichung}$$

kombiniert mit Maxwell IV:

$$\Rightarrow (-\vec{\nabla}^2 + \mu^2) \vec{B} = 0 \quad \mu = \frac{1}{\lambda} = \left(\frac{e^2 n_s}{m_e c^2} \right)^{1/2}$$

$\Rightarrow$ Photon erhält effektive Masse (wenn man $\vec{j}_s$ ignoriert)

In Vektorpotential-Notation:

$$\square \vec{A} = \vec{j}_s \quad \text{Wellen-Gl.}$$

$$\oplus \quad \vec{j}_s = -\mu^2 \vec{A} \quad \text{London-Gl.}$$

$$\Rightarrow \boxed{(\square + \mu^2) \vec{A} = 0} \quad \text{Wellen-Gl. für mass. Feld}$$

② Higgs-Mechanismus:

• konstruiere einen Strom j^μ , der eine verallgemeinerte London-Gleichung erfüllt:

$$j^\mu = -\mu^2 A^\mu$$

$$\text{so, dass } \square A^\mu = j^\mu \Rightarrow (\square + \mu^2) A^\mu = 0$$

• ein komplexes skalares Feld ϕ mit nicht-verschwindendem Vakuum Erwartungswert $|\phi_0|$

$$\text{funktioniert: } (\square + m^2) \phi = 0$$

$$j^\mu := iq (\phi^* (\partial_\mu \phi) - (\partial_\mu \phi^*) \phi) \quad \text{lieferiert in}$$

$$\text{Grundzustand: } \boxed{j_0^\mu = -2q^2 |\phi_0|^2 A^\mu}$$

③ Higgs-Potential:

Um $\phi_0 \neq 0$ auf eichinvariante Art zu erreichen setzt man das Potential

$$V(\phi) = -\mu^2 |\phi|^2 + \lambda^2 |\phi|^4 \quad \text{an.}$$

Minimum bei $|\phi_0| = \frac{\mu}{\sqrt{2}} \quad \mu = \frac{M}{\lambda}$, wähle Phase =

$$\Rightarrow \boxed{j_0^\mu = -q^2 \mu^2 A^\mu \neq 0}$$