Asymmetrisches Quellenfeldmodell (ASFM): Residual-Interferenzmechanismus und Josephson-Abbildung mit räumlich variierender Kopplung

A. Pernt
Unifield Lab
apernt@unifieldlab.org
ORCID: 0009-0005-8543-1743

16. Oktober 2025

Zusammenfassung

Wir entwickeln das Asymmetrische Quellenfeldmodell (ASFM) als eine effektive, symmetriebasierte Beschreibung von materieähnlichen Residualfeldern, die aus der Interferenz zweier kohärenter Quellenkomponenten, bezeichnet als Ψ_M („material") und Ψ_A („auxiliar"), entstehen. Im harmonischen Regime erfüllen die räumlichen Hüllkurven inhomogene Helmholtz-Gleichungen mit effektiven Quellen. Die Residual-Interferenzenergiedichte enthält den phasenempfindlichen Term $-\alpha(r)A_M(r)A_A(r)\cos\Delta\phi(r)$, wobei $\alpha(r)$ ein räumliches Kopplungsfeld darstellt. Für schwache Verbindungen wird dies auf die Josephson-Form $E(\Delta\theta) = E_0 - K\cos\Delta\theta$ abgebildet, wobei $K \propto \int \alpha(r)A_L A_R \, d^3r$. Ein strukturiertes (möglicherweise multifraktales) $\alpha(r)$ erzeugt nicht-sinusförmige Strom-Phasen-Beziehungen und asymmetrische Shapiro-Schritte. Wir präsentieren einen kontrollierten Weg von einer minimalen effektiven Aktion zu Helmholtz-Hüllkurven, liefern quantitative Schätzungen für CPR-Harmonische, skizzieren ein experimentelles Programm zur Extraktion von $\alpha(r)$ und diskutieren Umfang und Grenzen. Eine mikroskopische Ableitung der effektiven Aktion wird auf zukünftige Arbeit verschoben.

1 Einführung

Die zentrale Arbeitshypothese des ASFM besagt, dass ein phasenkohärentes Vielteilchenmedium durch zwei langsam variierende komplexe Hüllkurven, $\Psi_M(r,t)$ und $\Psi_A(r,t)$, dargestellt werden kann, deren Residualinterferenz ein effektives „materiales" Feld bildet. Diese Arbeit entwickelt eine minimale und überprüfbare Formulierung, die ausreicht, um den Residual-Interferenzterm mit der Physik schwacher Josephson-Verbindungen zu verknüpfen, während die vollständige mikroskopische Ableitung einer separaten Folgearbeit vorbehalten bleibt.

2 Helmholtz-typische Hüllkurvenbeschreibung

Im ein-Frequenz-Regime mit Winkelhäufigkeit ω schreiben wir $\Psi_X(r,t) = \Psi_X(r)e^{-i\omega t}$ für $X \in \{M, A\}$. Auf der Ebene der Hüllkurven wird die räumliche Struktur durch inhomogene Helmholtz-Gleichungen erfasst:

$$(\nabla^2 + k^2)\Psi_{M/A}(r) = S_{M/A}(r), \quad k = \frac{\omega}{c_{\text{eff}}}.$$

Mit der skalaren Green-Funktion $G_k(R) = e^{ikR}/(4\pi R)$, $R = |r - r'|$, lauten die Felder:

$$\Psi_{M/A}(r) = \int G_k(r - r')S_{M/A}(r')\, d^3r'.$$

Punktförmige oder stark lokalisierte Quellen erzeugen sphärische Wellen-Hüllkurven; Randbedingungen in Festkörpergeometrien wählen geführte, gebundene, quasi-planare oder evaneszente Modi.

3 Residual-Interferenzenergiedichte

Lassen Sie $\Psi_{M/A} = A_{M/A}(r)e^{i\phi_{M/A}(r)}$. Die Phasendifferenz ist $\Delta\phi = \phi_M - \phi_A$. Die Residual-Interferenzenergiedichte nimmt die generische Form an:

$$E_{\text{int}}(r) = -\alpha(r)A_M(r)A_A(r)\cos\Delta\phi(r),$$

wobei $\alpha(r)$ lokale Mischprozesse zusammenfasst. Nach räumlicher Vergröberung ergibt Gleichung (3) die Kopplungsenergie schwacher Verbindungen, die unten diskutiert wird.

4 Josephson-Abbildung für schwache Verbindungen

Betrachten Sie linke/rechte Hüllkurven $\Psi_{L/R} = A_{L/R}e^{i\theta_{L/R}}$ mit Phasendifferenz $\Delta\theta = \theta_L - \theta_R$ über eine schwache Verbindung. Das Überlappungsintegral

$$K \propto \int \alpha(r)A_L(r)A_R(r)\, d^3r$$

führt zur Josephson-Kopplungsenergie

$$E(\Delta\theta) = E_0 - K\cos\Delta\theta.$$

Die entsprechende Strom-Phasen-Beziehung (CPR) lautet:

$$I_s(\Delta\theta) = \frac{2e}{\hbar}\frac{\partial E}{\partial\Delta\theta} = I_c \sin\Delta\theta, \quad I_c = \frac{2e}{\hbar}K.$$

Unter einer Vorspannung $V(t)$ gehorcht die Phase der AC-Josephson-Relation:

$$\frac{\hbar}{2e}\frac{d\Delta\theta}{dt} = V(t).$$

Ein Waschbrett-Potenzial entsteht, wenn eine Gleichstrom-Vorspannkraft eingeschlossen wird:

$$U(\Delta\theta) = -K\cos\Delta\theta - F\Delta\theta,$$

was die makroskopische Quantentunnelung in Josephson-Verbindungen unterliegt.

4.1 Kontrollierte Harmonische aus inhomogenem $\alpha(r)$

Lassen Sie $\alpha(r) = \bar{\alpha} + \delta\alpha(r)$ mit $\langle \delta\alpha \rangle = 0$. Für eine kurze Verbindung ergibt sich die CPR als

$$I_s(\Delta\theta) = \sum_{n\geq 1} I_n \sin(n\Delta\theta),$$

wobei in führender Ordnung:

$$\frac{I_2}{I_1} \sim c_2 \frac{\int \delta\alpha(r) A_L A_R \cos(2\phi(r))\, d^3r}{\int \bar{\alpha} A_L A_R\, d^3r}, \quad \frac{I_3}{I_1} \sim c_3 \frac{\int [\delta\alpha(r)]^2 A_L A_R \cos(3\phi(r))\, d^3r}{\int \bar{\alpha} A_L A_R\, d^3r}.$$

Hierbei fängt $\phi(r)$ lokale Phasenverdrehungen aus Geometrie auf; $c_{2,3}$ sind dimensionslose Geometrie-Faktoren. Ein strukturiertes oder multifraktales $\alpha(r)$ steigert daher quantitativ höhere Harmonische.

5 Von einer minimalen effektiven Aktion zu Helmholtz-Hüllkurven

Eine grob vernetzte, symmetrieerlaubte effektive Aktion für die zweikomponentige Hüllkurve lautet:

$$S_{\text{eff}} = \int dt\, d^3r \left[\sum_{X=M,A} \left(\frac{i\hbar}{2}(\Psi_X^* \partial_t \Psi_X - \Psi_X \partial_t \Psi_X^*) - \frac{\hbar^2}{2m_{\text{eff}}} |\nabla \Psi_X|^2 - V(r)|\Psi_X|^2 \right) - g(r)(\Psi_M^* \Psi_A + \Psi_A^* \Psi\right.$$

Variation bezüglich Ψ_X^* bei fester Frequenz ergibt:

$$-\frac{\hbar^2}{2m_{\text{eff}}} \nabla^2 \Psi_X + V(r)\Psi_X - \hbar\omega \Psi_X - g(r)\Psi_{\bar{X}} = 0, \quad X \in \{M, A\},$$

was sich im Hüllkurven-Limit auf Gleichung (1) reduziert mit Quellen $S_{M/A} \sim g(r)\Psi_{A/M}(r)$. Die Identifikation

$$\alpha(r) = 2g(r)$$

verknüpft die Phänomenologie von Gleichung (3) mit der Aktion-Parametrisierung.

6 Erweiterung zum fraktalen Interferenzfeldmodell der Atomvalenz

Basierend auf den fraktalen Interferenzprinzipien aus der komplementären Arbeit zur Atomvalenz [5], erweitern wir das ASFM auf atomare Skalen. Das fraktale Interferenzmodell behandelt Protonen und Neutronen als kohärente Quellen sphärischer Harmonischer, indem Materie- und Antimaterie-Komponenten mit kontrollierter Phasen- ($\Delta\phi$) und Amplituden- (α) Modulierung superponiert werden, um äquivalente Elektronen-Interferenzknoten abzuleiten.

Das Residualfeld $\Psi_{\text{residual}}(r)$ entsteht aus dem Ungleichgewicht zwischen konstruktiven (Proton) und destruktiven (Neutron) Beiträgen und kodiert räumliche und zeitliche Kohärenz. Knoten in diesem Feld repräsentieren valenzrelevante Strukturzonen. Durch rekursive Phasen- und Amplitudenmodulation reproduziert das Modell Valenzknotenzahlen über $Z = 1$–118. Referenzelemente wie C ($Z = 6$, 4 Knoten), O ($Z = 8$, 6 Knoten), Ne ($Z = 10$, 8 Knoten) und Na ($Z = 11$, 1 Knoten) bestätigen die Vorhersagekraft des Rahmens.

Diese Erweiterung bietet eine kontinuierliche feldtheoretische Interpretation der elektronischen Valenz mit potenziellen Anwendungen auf isotopisches Verhalten, Zerfallspfade und Quantenkohärenz, wodurch das ASFM mit atomaren und nuklearen Phänomenen verknüpft wird.

7 Experimentelles Programm zur Extraktion von $\alpha(r)$

Schritt 1: CPR-Spektroskopie. Messen Sie $I_s(\Delta\theta)$ für kontrollierte Verbindungsgruppen; passen Sie $(I_2/I_1, I_3/I_1)$ über Gleichungen (9)–(10) an.
Schritt 2: Shapiro-Asymmetrie-Karten. Unter HF bei Frequenz f zeichnen Sie Schritthöhen und links-rechts-Asymmetrien versus Leistung auf; vergleichen Sie mit Simulationen mit verzerrtem $\alpha(r)$.
Schritt 3: Bildgebungs-Proxy. Kartieren Sie $A_{L/R}(r)$ (z. B. nano-SQUID, Tunneln) und invertieren Sie Gleichung (4) mit Regularisierung, um α zu schätzen.
Schritt 4: Geometrie-übergreifende Skalierung. Verifizieren Sie den Kollaps von I_n/I_1 über Geometrien, wenn ein einziger physikalischer Mechanismus α dominiert.

8 Umfang, Grenzen und Ausblick

Diese Arbeit konzentriert sich absichtlich auf eine effektive, symmetriegeführte Beschreibung, die direkt in schwachen Verbindungen überprüfbar ist. Eine material-spezifische mikroskopische Ableitung von S_{eff} und $g(r)$ wird einer separaten Arbeit vorbehalten. Extrapolationen auf atomare oder nukleare Skalen bleiben eine Hypothese außerhalb des operativen Rahmens der vorgeschlagenen Josephson-Tests.

Danksagungen

Der Autor dankt Kollegen für Diskussionen zu Hüllkurvenmodellierung und Schwachverbindungs-Spektroskopie. Eventuelle verbleibende Fehler sind allein dem Autor zuzuschreiben.

Literatur

[1] B. D. Josephson, „Mögliche neue Effekte im supraleitenden Tunneln,“ Physics Letters 1, 251–253 (1962).

[2] M. Tinkham, Einführung in die Supraleitung, 2. Aufl., McGraw-Hill (1996).

[3] K. K. Likharev, „Supraleitende schwache Verbindungen,“ Rev. Mod. Phys. 51, 101–159 (1979).

[4] A. A. Golubov, M. Y. Kupriyanov und E. Il'ichev, „Die Strom-Phasen-Beziehung in Josephson-Verbindungen,“ Rev. Mod. Phys. 76, 411–469 (2004).

[5] A. Pernt, „Fraktales Interferenzfeldmodell der Atomvalenz,“ (2025).