

Vortex and domain wall dynamics of 2d-XY model with in-plane magnetic field

Autor(en): **Kawabata, C. / Takeuchi, M. / Bishop, A.R.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Helvetica Physica Acta**

Band (Jahr): **65 (1992)**

Heft 2-3

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-116485>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Vortex and Domain Wall Dynamics of 2d-XY Model with in-Plane Magnetic Field

C.Kawabata, M.Takeuchi and A. R. Bishop*

Okayama University Computer Center, Okayama 700, Japan

*Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, NM87545, U.S.A.

Abstract. Using a combined Monte Carlo-spin dynamics technique, we have studied vortex and domain wall excitations on square 30x30 and 60x60 lattices for the classical XY model with an in-plane magnetic field. We have isolated and followed the dynamics of vortices and domain walls. We have obtained the density of free vortices and the dynamical structure factor $S(q,w)$ at various temperatures.

Introduction

Since Kosterlitz and Thouless (KT) proposed the vortex-antivortex unbinding topological phase transition in the two-dimensional(2d) classical XY model in 1973¹⁾, many scientists have focussed on studying the KT-transition and its applications. In 1977, Kawabata and Binder gave evidence for KT vortex formation in Monte Carlo(MC) studies of the 2d XY-model²⁾. Subsequently, Kawabata et al.³⁾ obtained dynamical correlations and their Fourier transforms for the 2d XY-model, using a combined MC-spin dynamics technique³⁾. Recently, the applications to systems such as Josephson-Junction arrays and high T_c superconductors have been investigated⁴⁾. Here, we report computer experiment on the 2d XY-model for 30x30 and 60x60 spin square lattices, using the combined MC-spin dynamics technique. We have applied a technique to isolate the elementary collective spin structures (vortices and walls) and follow their evolution. We have animated and video-taped this data for better understanding of the dynamics.

Simulation and Discussion

We have treated 2d 30x30 and 60x60 square lattices with periodic boundary condition.

The spin Hamiltonian studied is ;

$$H = -J \sum (S_i \cdot S_j) - mH \sum S_i \quad (1)$$

where $J(>0)$ is the exchange constant; S_i is a unit vector at the lattice site i and m is the magnetic moment; H is an external magnetic field.

After developing a thermal equilibrium at a given temperature (T) by MC method⁵⁾, the 2d XY-model was evolved with Landau-Lifshitz dynamics. We obtained the location of KT vortices (+,-)⁶⁾ and the density of free vortices(+) at various temperatures is shown in Fig.1. Next, we studied the interaction between vortices and domain walls as illustrated in Fig.2. We have calculated dynamical structure factors $S(q,w)$ as in Fig.3. Interpretation of $S(q,w)$ in terms of walls and vortices will be described elsewhere.

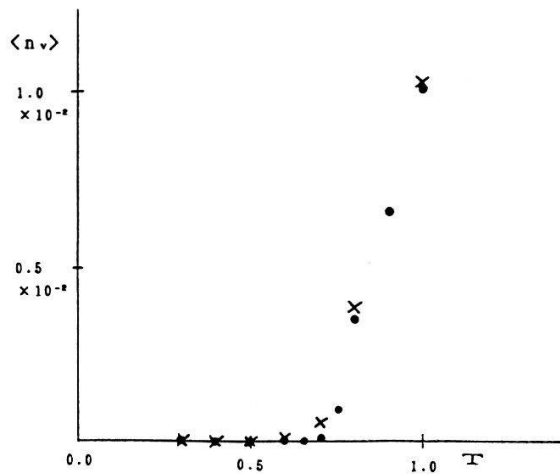


Fig.1

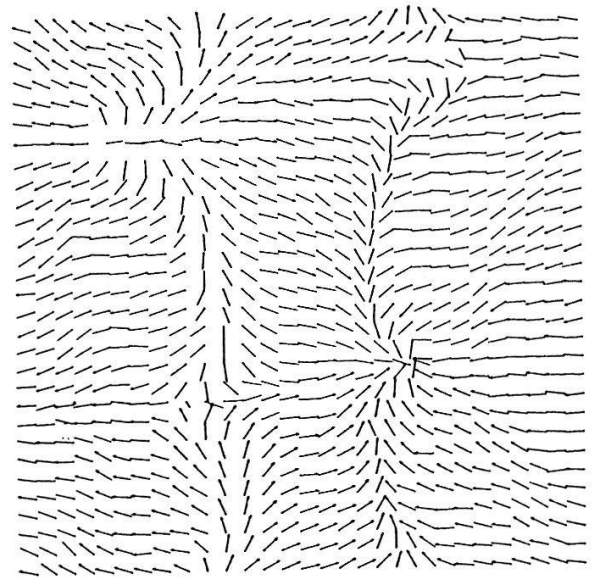


Fig.2

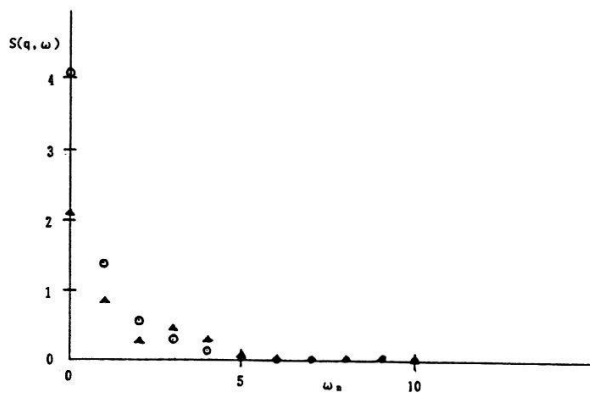


Fig.3

Fig.1

Density of free vortices(+) vs T at $mH=0.0$ for 30×30 (...) and 60×60 (xxx)lattices.

Fig.2

Typical pattern of domain walls at $T=0.05$ and $mH_x = 0.1$ for 127 time step of spin dynamics on 30×30 lattice.

Fig.3

Dynamical structure factors $S_{xx}(q, \omega)$ for $q_r(0.06, 0.06)$, $T=0.2$ (a) and $T=0.9$ (b), at $mH_x = 0.2$.

References

- [1] J.M.Kosterlitz and D.J.Thouless, J.Phys.C6(1973)1181.
- [2] C.Kawabata and K.Binder, Solid State Commun.22(1977)705.
- [3] C.Kawabata, M.Takeuchi, A.R.Bishop, J.Magn.Magn.materials.54-57(1986)169.
- [4] F.Falo, A.R.Bishop and P.S.Lomdahl, Phys.Rev.B41(1990)10983.
- [5] J.M.Loveluck and C.G.Windsor, J.Phys.C(Solid State Phys.)Vol.11(1978)2999.
- [6] J.Tobochnik and G.V.Chester, Phys.Rev.B20(1979)3761.