





Prof. Adam Lipowski

- Relacje fluktuacyjne w układach nierównowagowych
- Dynamika układów nierównowagowych
- Modelowanie agentowe

PHYSICAL REVIEW E **105**, 064120 (2022)

Fluctuation relations in a nonequilibrium system: Surface tension and effective temperature in an Ising-doped voter model



Jerzy Batygolski , Aleksandra Napierała-Batygolska , and Adam Lipowski 
Faculty of Physics, Adam Mickiewicz University, Poznań, Poland

 (Received 21 March 2022; revised 14 May 2022; accepted 25 May 2022; published 17 June 2022)

Fluctuation relations of Jarzynski and Crooks enable efficient calculations of a free-energy difference between equilibrium states. In the present paper, we provide some numerical evidence that these relations can also be used for a two-dimensional Ising-doped voter model, which is a nonequilibrium system with a violated detailed balance. Adopting the method of Hřjar and Sutmann, we implement a protocol that switches between periodic and antiperiodic boundary conditions and induces formation of an interface in the model. Assuming that a suitably interpreted Ising Hamiltonian can be considered as a pseudoenergy of the model, we examine fluctuations of work performed during these processes and estimate the surface tension. Our results confirm that the surface tension remains positive in this model except a limiting case of the voter model, where it seems to vanish. Comparing the free-energy estimates at different speeds of the switching process, we also estimate an effective temperature in the model. Perhaps coincidentally, the effective temperature of the voter model appears to be close to the critical temperature of the Ising model.

PHYSICAL REVIEW E **105**, 024119 (2022)

Equilibrium behavior in a nonequilibrium system: Ising-doped voter model on complete graph

Adam Lipowski ¹ and Dorota Lipowska ²

¹*Faculty of Physics, Adam Mickiewicz University, 61-614 Poznań, Poland*

²*Faculty of Modern Languages and Literature, Adam Mickiewicz University, 61-874 Poznań, Poland*

 (Received 17 October 2021; accepted 28 January 2022; published 11 February 2022)

While the Ising model belongs to the realm of equilibrium statistical mechanics, the voter model is an example of a nonequilibrium system. We examine an opinion formation model, which is a mixture of Ising and voter agents with concentrations p and $1 - p$, respectively. Although in our model for $p < 1$ a detailed balance is violated, on a complete graph the average magnetization in the stationary state for any $p > 0$ is shown to satisfy the same equation as for the pure Ising model ($p = 1$). Numerical simulations confirm such a behavior. Variance of magnetization and susceptibility in our model increase for decreasing p and diverge at the temperature at which magnetization vanishes. Simulations on a random graph also show that a small concentration of Ising agents is sufficient to induce a ferromagnetic ordering.

Dynamika krytyczna dźwięku.

Badanie wpływu pola magnetycznego na współczynnik pochłaniania i dyspersję dźwięku w pobliżu przemiany fazowej w ferromagnetykach i antyferromagnetykach. Prowadzone są prace nad globalną reprezentacją parametryczną opisującą crossover od asymptotycznego obszaru krytycznego do zachowania regularnego z dala od temperatury Curie. Formalizm oparty jest na metodzie dynamicznej grupy renormalizacji z funkcjonalem działania wykorzystującym rozwinięcie Ginzburga-Landaua energii swobodnej z nieznikającym wyrazem szóstego rzędu.

Własności układów w pobliżu punktów multikrytycznych.

W ramach modelu Blume-Emery-Griffithsa badana jest zależność temperaturowa, zależność od pola krystalicznego jak również zależności od częstotliwości różnych wielkości fizycznych takich jak np. parametry porządku, podatności dipolowe i kwadrupolowe ze szczególnym uwzględnieniem charakterystycznych punktów na diagramach fazowych takich jak punkty potrójne, punkty trójkrytyczne czy też krytyczne punkty końcowe. Analizowane są diagramy Arganda podatności dipolowej i kwadrupolowej dla interesujących punktów na diagramie fazowym.

Zachowania stadne, organizacja tłumu i inne symulacje ruchu pieszych.

Zachowanie ludzi i zwierząt bardzo trudno opisać, ponieważ trudno jest zidentyfikować (a następnie zmierzyć) istotne zmienne. Ostatnio jednak naukowcom udało się zrozumieć a nawet odtworzyć przy pomocy symulacji komputerowych główne cechy ruchu dużych grup ludzi i zwierząt, np. piesi poruszający się w przeciwnych kierunkach tworzą w normalnych warunkach coś na kształt pasów ruchu, podczas gdy nerwowe i śpieszące się masy ludzi blokują się nawzajem i unieruchamiają prowadząc do bardzo ciekawego zjawiska zwanego „zamarzaniem przez podgrzewanie”. W ramach prac nad tą tematyką prowadzone są symulacje zachowania pieszych poruszających się w zamkniętych pomieszczeniach o różnej geometrii oraz takich, w których występują tzw. wąskie gardła (schody, drzwi i inne przewężenia).

