

Classical Spin Glasses with Consideration of Relaxation Effects

Ashot S. Gevorkyan and Hakob G. Abajyan

Institute for Informatics and Automation Problems of NAS of RA
e-mail g_ashot@sci.am, habajyan@ipia.sci.am

Abstract

The complex-classical short-range interaction Hamiltonian is used for the first time for solving spin glasses with consideration of relaxation effects. A system of recurrent equations is obtained on the nodes of the $1D$ lattice. An efficient mathematical algorithm is developed on the basis of these equations with consideration of extended Sylvester conditions which allows node-by-node construct a huge number of stable spin chains in parallel. As a result of the simulation, distribution functions of different parameters of a spin glass are constructed from the first principles of complex-classical mechanics. Also, the critical properties of spin glass such as catastrophes in the Clausius-Mossotti equation are studied depending on the external field. It is shown that the developed approach excludes these catastrophes, which allows to organize continuous parallel computation based on the whole-range values of the external field. A new representation of the partition function is suggested which, opposite to the usual definition, is a complex function with the derivatives defined everywhere, including at critical points.

References

- [1] K. Binder, A. P. Young, *Spin glasses: Experimental facts, theoretical concepts, and open questions*, Reviews of Modern Physics, vol. 58, no. 4, pp. 801-976, 1986.
- [2] M. Mézard, G. Parisi, M. A. Virasoro, *Spin Glass Theory and Beyond*, World Scientific, vol. 9, 1987.
- [3] A. P. Young (ed.), *Spin Glasses and Random Fields*, World Scientific, 1998.
- [4] S. F. Edwards, P. W. Anderson, *Theory of spin glasses*, Journal of Physics F, vol. 9, p. 965, 1975.
- [5] R. Fisch, A. B. Harris, *Spin-glass model in continuous dimensionality*, Physical Review Letters, vol. 47, No. 8, p. 620, 1981.
- [6] A. Bovier, *Statistical Mechanics of Disordered Systems: A Mathematical Perspective*, Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics, no. 18, p. 308, 2006.
- [7] Y. Tu, J. Tersoff, G. Grinstein, *Properties of a Continuous-Random-Network Model for Amorphous Systems*, Physical Review Letters, vol. 81, no. 22, pp. 4899-4902, 1998.
- [8] K. V. R. Chary, G. Govil, *NMR in Biological Systems: From Molecules to Human*, Springer, vol. 6, p. 511, 2008.

- [9] E. Baake, M. Baake, H. Wagner, *Ising Quantum Chain is a Equivalent to a Model of Biological Evolution*, Physical Review Letters, vol. 78, no. 3, pp. 559-562, 1997.
- [10] D. Sherrington, S. Kirkpatrick, *A Solvable Model of a Spin-Glass*, Physical Review Letters, vol. 35. p. 1972.
- [11] B. Derrida, *Random-Energy Model: An Exactly Solvable Model of Disordered Systems*, Physical Review B, vol. 24, pp. 2613-2626, 1981.
- [12] G. Parisi, *Infinite Number of Order Parameters for Spin-Glasses*, Physical Review Letters, vol.43. pp.1754-1756, 1979.
- [13] A. J. Bray, M. A. Moore, *Replica-Symmetry Breaking in Spin-Glass Theories*, Physical Review Letters, vol. 41, pp. 1068-1072, 1978.
- [14] J. F. Fernandez, D. Sherrington, *Randomly Located Spins with Oscillatory Interactions*, Physical Review B, vol. 18, pp. 6270-6274, 1978.
- [15] F. Benamira, J. P. Provost, G. J. Vallée, *Separable and Non-Separable Spin Glass Models*, Journal de Physique, vol.46, no.8, pp.1269-1275, 1985.
- [16] D. Gensburg, R. Kühn, *On Classical Spin-Glass Models*, Journal de Physique, vol. 48, no.5, pp. 713-721, 1987.
- [17] A. S Gevorkyan, *Quantum 3D Spin-Glass System on the Scales of Space-Time Periods of External Electromagnetic Fields*, in press, Physics of Atomic Nuclei.
- [18] C. M. Bender, J. H. Chen, D. W. Darg, K. A. Milton, *Classical Trajectories for Complex Hamiltonians*, Journal of Physics A: Mathematical and General, vol. 39, p. 4219, 2006.
- [19] C. M. Bender, D. W. Darg, *Spontaneous Breaking of Classical PT Symmetry*, Journal of Mathematical Physics, vol. 48, p. 2703, 2007.
- [20] C. M. Bender, D. W. Hook, *Exact isospectral pairs of PT symmetric Hamiltonians*, Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical, vol. 41, pp. 1751-8113, 2008.
- [21] A. S. Gevorkyan, et al., *Regular and chaotic quantum dynamic in atom-diatom reactive collisions*, Physics of Atomic Nuclei, vol.71, pp. 876-883, 2008.
- [22] A. V. J. Smilga, *Cryptogauge symmetry and cryptoghosts for crypto-Hermitian Hamiltonians*, Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical, vol. 41, p. 4026, 2008.
- [23] C. Itzykson, J. M. Drouffe, *Statistical Field Theory: From Brownian motion to renormalization and lattice gauge theory*, Cambridge University Press, vol. 2, p. 428, 1991.
- [24] A. S. Gevorkyan, H. G. Abajyan, H. S. Sukiasyan, *A new parallel algorithm for simulation of spin-glass systems on scales of space-time periods of an external field*, Journal of Modern Physics, vol.2, pp. 488-497, 2011.
- [25] A. V. Bogdanov, A. S. Gevorkyan, G. V. Dubrovskiy, *On mechanisms of proton-hydrogen resonance recharge at moderate energies*, Pisma v Zh.T.F., vol. 9, pp. 343-348, 1983.
- [26] I. Ibragimov, Yu. Linnik, *Independent and Stationary Sequences of Random Variables*, Wolters-Noordhoff Publishing Groningen, vol. 48, pp. 1287-1730, 1971.
- [27] E. Bolthausen, A. Bovier (eds.), *Spin glasses*, Springer, vol. 163, pp. 1900-2075, 2007.
- [28] G. Wannier, *Statistical Physics*, Dover Publications, p. 532, 1987.

Գասական սպինային ապակիները հաշվի առնված նելաքսացիոն երևույթները

Ա. Գևորգյան և Հ. Աբաջյան

Անփոփում

Աշխատանքում ուսումնասիրված է արտաքին դաշտի առկայությամբ տարբեր երկարությամբ $1D$ չկարգավորված տարածական սպինային շղթաների (SUC) համույթի վիճակագրական հատկությունները՝ հաշվի առնելով նելաքսացիոն երևույթները: Առաջին անգամ օգտագործվել է կոմպլեքս-գասական Համիլտոնիանը: Պարբերական $1D$ ցանցի հանգույցներում ստացվել է ռեկուրենտ եռանկյունաչափական հավասարումների համակարգը, որոնք Միլվեստրի պայմանների հետ միասին անալիտիկորեն շարունակվում են կոմպլեքս տարածության մեջ և հնարավորություն են տալիս հանգույց առ հանգույց հաշվել սպինի ուղղորդվածությունը՝ հաշվի առնելով սպինային շղթաներում նելաքսացիոն երևույթները:

Ուսումնասիրված են նաև սպինային համույթում տեղի ունեցող որոշակի կրիտիկական երևույթներ, ինչպիսիք են Կլաուզիուս-Մոսսոտիի (Կ-Մ) հավասարման մեջ աղետները՝ կախված արտաքին դաշտի մեծությունից:

Առաջարկված է վիճակագրական գումարի նոր ներկայացում վերջավոր թվով ինտեգրալային արտահայտության տեսքով՝ էներգիայի և բևեռացվածության տարածությունում:

Классические спиновые стекла с учетом релаксационных эффектов

А. С. Геворкян А. Г. Абаджян

Аннотация

В данной работе исследованы статистические свойства ансамбля неупорядоченных $1D$ пространственных спинов цепочек (ПСЦ) с определенной длиной во внешнем поле с учетом релаксационных эффектов. Для решения этой проблемы впервые был использован короткодействующий комплексно-классический Гамильтониан и разработан эффективный математический алгоритм, который, с учетом расширенных условий Сильвестра, позволяет параллельно, шаг за шагом построить большое количество стабильных $1D$ ПСЦ. Функции распределения различных параметров спинового стекла построены на основе анализа результатов расчета $1D$ ПСЦ ансамбля. Показано, что распределения разных параметров спинового стекла по-разному ведут себя в зависимости от внешнего поля. Показано, что обобщенный комплексно-классический подход исключает возможность возникновения катастроф в уравнении Клаузиуса-Моссотти, что позволяет организовать непрерывные вычисления на всем интервале значений внешнего поля, включая критические точки. На основе проведенных исследований предложен новый, более точный способ построения статистической суммы системы, которая в отличие от обычных представлений, является комплексной функцией. Статистическая сумма, и ее производные аналитичны повсюду включая критические точки.