

RENORMALIZATION GROUP ANALYSIS OF TWO-SPECIES REACTION-DIFFUSION SYSTEM: CROSSOVER BETWEEN LONG-RANGE AND SHORT-RANGE SPREADING

M. Hnatič^{a, b, c, 1}, M. Kecer^{a, 2}, T. Lučivjanský^{a, 3}

^a Institute of Physics, Pavol Jozef Šafárik University, Košice, Slovakia

^b Institute of Experimental Physics, Slovak Academy of Sciences, Košice, Slovakia

^c Joint Institute for Nuclear Research, Dubna

We focus on two-species reaction-diffusion system involving two reaction processes $A + A \rightarrow (\emptyset, A)$ and $A + B \rightarrow A$. Reactants are subject to diffusive spreading with arbitrary diffusion constants. Such a system was studied earlier at and below its upper critical dimension $d_c = 2$ and recently also in the presence of long-range spreading with fractional Laplace operator $\partial^\sigma \equiv \partial^{2(1-\alpha)}$. In the latter case, however, only long-range limit was explored ($\alpha \gg \epsilon$), where $\epsilon = d_c - d = 2 - d$. Our aim is to investigate the hybrid regime in which parameters α and ϵ are of the same order, i.e., $\alpha = O(\epsilon)$. Our primary theoretical tool is field-theoretic perturbative renormalization group augmented with the approach of Honkonen and Nalimov. The model is renormalized to all orders of perturbation theory, stable long-time asymptotic regimes are identified and time-decay exponent of respective particle densities is calculated.

Рассматривается двухчастичная реакционно-диффузионная система, включающая две реакции: $A + A \rightarrow (\emptyset, A)$ и $A + B \rightarrow A$. Реагирующие частицы подвержены диффузии с произвольными коэффициентами диффузии. Такая система изучалась ранее при верхней критической размерности $d_c = 2$, а в последнее время также и в присутствии дальнедействующего распространения с дробным оператором Лапласа $\partial^\sigma \equiv \partial^{2(1-\alpha)}$. В последнем случае, однако, исследовался только дальнедействующий предел ($\alpha \gg \epsilon$), где $\epsilon = d_c - d = 2 - d$. Наша цель состоит в исследовании гибридного режима, в котором параметры α и ϵ — одного порядка, т.е. $\alpha = O(\epsilon)$. Основной используемый теоретический инструмент — полевая теоретико-пертурбативная ренормализационная группа, дополненная подходом Хонконена и Налимова. Модель является ренормируемой во всех порядках теории возмущений, что позволило определить устойчивые инфракрасные асимптотические режимы и вычислить критический индекс для распада соответствующих плотностей частиц.

PACS: 64.60.—i; 82.20.—w

Received on October 31, 2024.

¹E-mail: hnatic@saske.sk

²E-mail: matej.kecer@student.upjs.sk

³E-mail: tomas.lucivjansky@upjs.sk