



ЦЕНТЪР ЗА ОБУЧЕНИЕ – БАН

1000 София
ул. „Сердика“ № 4
<http://edu.bas.bg>

email: tdc-phd@cu.bas.bg
тел.: 02 987 31 67
02 979 52 60

Основна информация:

Име на курса: Увод в стохастичните процеси

Лектор: проф. дфн Бойка Анева

Телефон: 0896670894

Имейл: blan@inrne.bas.bg

Хорариум: 30 часа

Анотация (до 150 думи):

Многочастичните комплексни системи се срещат навсякъде в природата - в процесите на изграждане на атоми и молекули, растеж на биологични структури и динамика на популациите, в механизмите на реакция-дифузия във физиката и химията, в квантовата оптика, във финансите и пазара, в поведението на екологични и социологични системи. Общото при тези големи ансамбли от обекти е случайното поведение, зависещо от флуктуации, които могат да предизвикват макроскопични ефекти, като например дисипативни структури. Комплексните системи се характеризират със самоорганизация, за която методите на равновесната термодинамика не са приложими. Еволюцията във времето и пространственото формиране на комплексните системи може да бъде разбрано по-добре, когато се вземат предвид стохастичните процеси. Затова теорията на стохастичните методи е особено важна за различните области на естествените науки, съвременните технологии, социалните науки, комуникационните науки и квантовата информация. Използването на решетъчни спинове неравновесни процеси е авангарден подход в квантовите изчисления, който позволява създаване на стабилни квантови битове (q-bites) за симулиране на сложни физически системи.

Тематично съдържание на курса (кратко описание по теми или модули):

Тема / Модул 1: Брауново движение, Вероятностни разпределения, Маркови процеси

Тема / Модул 2: Квантово-механични процеси на Марков

Тема / Модул 3: Стохастични системи и интегрируеми модели, квантови групи и приложения

Форми на обучение и оценяване:

Лекции и консултации, текуща оценка от събеседване или есе

Компетентности, придобити в резултат на обучението (3-5 точки):

1. Задълбочени познания в съвременни области на квантовата физика, неравновесната физика, Маркови процеси, процеси на реакция-дифузия, точно-решаеми решетъчни модели
2. Владее на съвременния математически апарат на вероятностните разпределения, теорията на представянията (Хеке алгебри, тридиагонални алгебри, квантови групи), топология, тензорен анализ.
3. Критично мислене и инициативност: оценка на съществуващи модели и създаване на теоретични модели на многочастични системи



ЦЕНТЪР ЗА ОБУЧЕНИЕ – БАН

1000 София
ул. „Сердика“ № 4
<http://edu.bas.bg>

email: tdc-phd@cu.bas.bg
тел.: 02 987 31 67
02 979 52 60

4. Самостоятелно боравене с литературата и умения за самостоятелна подготовка на научно изследване
5. Презентационни умения, подготовка на публикация за научно списание

Литература:

1. R.Balescu, Equilibrium and Nonequilibrium Statistical Mechanics, NY, J Wiley, 1975
2. I.Prigogine, Nonequilibrium Statistical mechanics. NY, JW, 1962
3. C.W.Gardiner, Handbook of Stochastic Methods, Springer, Berlin, 1985
4. H.S.Wio, An Introduction to Stochastic Processes and Nonequilibrium Statistical Physics, World Sci., Singapore, 1994
5. G.Schuetz, Phase Transitions and Critical Phenomena, v.19, ed.C.Domb and J.Lebowitz, Acad.Press, London 2000
6. V.Chary and A.Pressley, A Guide to Quantum Groups, Cambridge University Press, 1994
7. Y.Manin, Quantum Groups and noncommutative geometry, Princeton Univ.Press, 1991
8. R.Baxter, Exactly solvable models in statistical mechanics, Acad.Press New York, 1982
9. M. Will et al Probing non-equilibrium topological order on a quantum processor, Nature **645**, p.348, (2025)
10. Z. Wang, Quantum Computing: A quantum Group Approach, math.QA/1301.4612

Допълнителна информация (по желание) :

Цел на курса лекции е запознаване с теорията на стохастичните неравновесни процеси чрез развитие на идеи, представляващи основата на теорията на явления далеч от равновесието на микроскопично различни случайни процеси.

Програма: основни теми

1. Брауново движение. Уравнение на Ланжвен. Процеси на реакция-дифузия. Вероятностни разпределения.
2. Функции на разпределението и средни стойности.
3. Биномиално, Гаусово и Пуасоново разпределение.
4. Маркови процеси. Стохастични процеси. Уравнение на Чапман-Колмогоров.
5. Дифузионни процеси. Детерминистични процеси.
6. Уравнение на Лиувил. Времева еволюция. Стационарни процеси. Ергодичност .
7. Примери – Винеров процес, Процеси на случайно блуждаене.
8. Уравнение на Фокер-Планк. Гранични условия. Стационарни решения. Метод на собствените функции.
9. Пространствено разпределени системи. Уравнение за тока
10. Неравновесни системи и фазови преходи от втори ред.
11. Квантово-механични процеси на Марков.
12. Квантов хармоничен осцилатор.
13. Взаимодействие с външно поле. Кохерентни състояния.
14. Матрица на плътност, вероятности, операторно съответствие.
15. Квантово уравнение на Лиувил.
16. Времеви корелационни функции.
17. Стохастични системи и квантово-групови симетрии.
18. Деформирани алгебри и супералгебри, Хеке алгебри.
19. Уравнение на Янг-Бакстер. Интегрируеми решетъчни модели.



ЦЕНТЪР ЗА ОБУЧЕНИЕ – БАН

1000 София
ул. „Сердика“ № 4
<http://edu.bas.bg>

email: tdc-phd@cu.bas.bg
тел.: 02 987 31 67
02 979 52 60

20. Стохастични системи и интегрируеми спиновни модели.

21. Приложение на тридиогагални алгебри и техни представяния чрез полиномите на Аски-Уилсън за точно решаване на неравновесни процеси

22 Квантови групи, спиновни системи и квантови изчисления.

Курсът е предназначен за докторанти физици от специалностите:

- теоретична и математична физика 01.03.01,
- ядрена физика 01.03.04,
- физика на елементарните частици 01.03.05,
- физика на кондензираната материя 01.03.25. 01.03.26,
- астрофизика 01.04.02

но може да представлява интерес и за докторанти от по-широк кръг специалности.

Съставил програмата:

Проф. дфн Б.Анева, асоц. член ИЯИЯЕ

19.05.2026