



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: Симетрии, Суперсиметрии, Деформирани Симетрии и Модели на Многочастични Взаимодействащи Системи

Лектор: проф. дфн Бойка Анева

Телефон: 0896670894

Имейл: blan@inrne.bas.bg

Хорариум: 30 часа

Анотация (до 150 думи):

Теорията на групите и на техните представяния предоставят естествен математически език и апарат за описване на симетриите в природата. Групово-теоретичният подход е придобил изключителна значимост във всяка област на съвременната физика, представлявайки средство за разрешаване на физически проблеми включващи пространствено-времеви симетрии, вътрешни симетрии и дискретни симетрии. Суперсиметрията е по-нов тип симетрия, чиито преобразувания свързват фермиони и бозони, обекти с различен спин и статистика. Идеите ѝ се появиха за пръв път в дуалните модели в теорията на разсейването, с което, всъщност, бяха открити суперструнит. По-високата симетрия води до съкращаване на разходимости и позволява формулиране на пренормируеми модели на взаимодействие на елементарните частици. Поради тези си свойства суперсиметрията предоставя естествена схема за обединение и единно описание на всички частици и техните взаимодействия.

Особена значимост придобиват квантовите деформирани симетрии, основаващи се на некомутативни пространствено-времеви алгебрични структури. Възникнали от метода на обратната задача и развивани за построяване на точно решаване на квантови интегрируеми системи, тези богати математически структури намират приложение в далечни на пръв поглед области на физиката и математиката. Квантовите групи са математическия език на топологичните квантови изчисления, където приложението им е фокусирано върху операциите на сплитане (braiding) и съхраняващи информацията q -битове (qubits) за построяване на толерантни към грешки квантови компютри.

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

Тема / Модул 1: Симетрии, представяния и приложения във физиката

Тема / Модул 2: Суперсиметрии и техните представяния, суперсиметрични модели

Тема / Модул 3: Деформирани симетрии, квантови групи и приложения

Форми на обучение и оценяване:

Лекции и консултации, текуща оценка от събеседване или есе



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

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

1. Задълбочени познания в съвременни области на квантовата физика, статистическата физика, физиката на високите енергии
2. Владее на съвременния математически апарат на теорията на представянията (алгебри на Ли, супералгебри, квантови групи), диференциална геометрия, топология, тензорен анализ.
3. Критично мислене и инициативност: оценка на съществуващи модели и създаване на теоретични модели на многочастични системи
4. Самостоятелно боравене с литературата и умения за самостоятелна подготовка на научно изследване
5. Презентационни умения, подготовка на публикация за научно списание

Литература:

1. E. Wigner, Group Theory and its Application to the Quantum Mechanics of Atomic Spectra, Elsevier, 2012
2. M. Hamermesh, Group Theory and its Application to Physical Problems, Addison-Wessley Publ., 1962
3. G. Lyubarsky, Theory of Groups, Pergamon 2013
4. M. A. Naimark, Theory of Representations, Springer Verlag NY, 1982
5. M. A. Naimark, Linear Representations of the Lorentz Group, Pergamon, 1964
6. I. M. Gelfand et al., Representations of the Rotation and Lorentz Groups and their Applications, Pergamon, 1963
7. N. Bogolyubov, A. Logunov, I. Todorov, Chapter 2 in the book Axiomatic Approach in Quantum Field Theory, W. A. Benjamin, Advanced Book Program, 1975
8. Yu. V. Novozhilov, Introduction to Elementary Particle Theory, Pergamon, 1975
9. A. Rumer, A. Fet, Theory of Unitary Symmetry, (in Russian) Nauka, Moscow, 1978
10. E. Wigner, Unitary representations of the inhomogeneous Lorentz Group, Ann.Math.40, 149 (1939)
11. N. N. Bogoliubov and D. V. Shirkov, Introduction to the Theory of Quantized Fields, Wiley-Interscience, 1980
12. F. Berezin, The Method of Secondary Quantization, Nauka, Moscow, 1965
13. J. Wess, J. Bagger, Supersymmetry and supergravity, Princeton Univ. Press, 1983
14. R. Haag, J. Lopuszanski, M. Sohnius, Nucl. Phys. B88, 257, (1975)
15. S. Gates, M. Grisaru, M. Rocek, W. Siegel, One thousand and one lessons in supersymmetry, Benj. Read., Mass. 1983
16. F. Guersy, Particles and Gravity, World Sci., Singapore, 1984
17. J. Wess, B. Zumino, Nucl. Phys. B70, p.39, Nucl. Phys. B78, p1, (1974)
18. J. Wess, B. Zumino, Phys. Lett. 49B, p.52, (1974); Phys. Lett. 66B, p.361, (1977)
19. E. Witten, Nucl. Phys. B186, p.412, (1977)
20. J. Polchinski, Superstring theory and beyond, Cambridge Univ. Press, 1998
21. H. Haber, The status of the minimal supersymmetric standard model and beyond, hep-ph/9709450
22. W. Hollik et al, Renormalization of the minimal supersymmetric standard model, hep-ph/0204350
23. D. Miller, R. Nevrozov, P. Zorwas, The next-to-minimal supersymmetric standard model, hep-ph/0304049
24. G. Senjanovic et al, The minimal supersymmetric unified theory, hep-ph/0306242, hep-ph/0402122
25. J. Fuchs, C. Schweigert, Symmetries, Lie algebras and representations, Cambridge, 1997
26. Y. Manin, Quantum Groups and noncommutative geometry, Princeton Univ. Press, 1991
27. R. Baxter, Exactly solvable models in statistical mechanics, Acad. Press New York, 1982
28. Quantum Computing for High Energy Physics: State of the Art and Challenges, PRX Quantum 5, 037001 (2024)
29. Z. Wang, Quantum Computing: A quantum Group Approach, math.QA/1301.4612



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

Допълнителна информация (по желание):

Предложеният курс има за цел да разшири и задълбочи университетските знанията по теорията на групите на Ли, супералгебрите и техните представяния, алгебри на Хопф, алгебри на Хеке и насочи вниманието към приложението им към точно решаеми модели на квантови взаимодействиящи системи и квантови изчисления.

Програма: основни теми

1. Симетрии и закони за запазване. От симетрии към суперсиметрии. Некомутативна геометрия и физически модели.
2. Крайни групи. Представяния на симетричната група. Диаграми на Юнг.
3. Топологически групи. Групи на Ли. Групови многообразия. Векторни полета. Теория на Маурер-Картан.
4. Афинни алгебри. Алгебри на Кац-Мути.
5. Унитарни симетрии. Представяния. Приложения във физиката на елементарните частици.
6. Суперсиметрии. Алгебри на Клифорд. Спинорни представяния.
7. Пуанкаре и конформна суперсиметрия. Суперсиметрични модели.
8. Суперсиметрични калибровъчни модели.
9. Модели на голямото обединение. Минимален суперсиметричен стандартен модел.
10. Суперсиметрична феноменология.
11. Алгебри на Хопф. Деформирани универсално-обвиващи алгебри. Квантови групи.
12. Некомутативно пространство. Диференциално смятане. Деформирани алгебри на Хайзенберг.
13. Некомутативни калибровъчни модели и връзка със струнни модели.
14. Алгебри на Хеке. Уравнение на Янг-Бакстер. Интегрируеми модели и квантови групи.
15. Квантови групи 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 ел. частици 01.03.05,
- физика на кондензираната материя 01.03.25. 01.03.26,
- астрофизика 01.04.02

Съставил програмата:

Проф. д-р Б.Анева, асоц. член ИЯИЯЕ

19.05.2026