

Grupa renormalizacji w układach kwantowych

Sylabus zajęć

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Fizyka Specjalność FIZYKA MATERIAŁOWA Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki i Astronomii Poziom studiów studia drugiego stopnia Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki		Cykl dydaktyczny 2024/25 Kod zajęć 04FIZFMAS.22S.05203.24 Języki wykładowe polski Obligatoryjność Fakultatywny Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe
Koordynator zajęć	Ireneusz Weymann	
Prowadzący zajęcia	Ireneusz Weymann	
Okres Semestr 2	Forma zajęć / liczba godzin / forma zaliczenia - Wykład: 15, Egzamin - Laboratorium: 30, Zaliczenie z oceną	Liczba punktów ECTS 4

Cele kształcenia dla zajęć

Kod	Cel
C1	zapoznanie studentów z metodą grupy renormalizacji i jej zastosowaniem do badania własności układów kwantowych
C2	zapoznanie studentów z wariantami grupy renormalizacji: numeryczną grupą renormalizacji i grupą renormalizacji macierzy gęstości oraz wykorzystanie tych metod do badania prostych układów fizycznych, w których istotne są korelacje i fluktuacje kwantowe

Efekty uczenia się dla zajęć

Kod	Efekty uczenia się dla zajęć w zakresie	Efekty uczenia się dla kierunku	Metody weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się dla zajęć
Wiedzy - Student/ka:			
W1	zna i rozumie fizyczne podstawy metody grupy renormalizacji zastosowanej do prostych układów kwantowych, także tych, w których występują kwantowe zjawiska krytyczne	FIZ_K2_W01, FIZ_K2_W02, FIZ_K2_W03, FIZ_K2_W04	Projekt, Prezentacja multimedialna
Umiejętności - Student/ka:			
U1	potrafi wykonać obliczenia z wykorzystaniem metody numerycznej grupy renormalizacji dla prostych modeli domieszek magnetycznych	FIZ_K2_U01, FIZ_K2_U02, FIZ_K2_U03	Projekt
U2	potrafi wykonać obliczenia z wykorzystaniem metody grupy renormalizacji macierzy gęstości dla prostych modeli układów jednowymiarowych	FIZ_K2_U01, FIZ_K2_U02, FIZ_K2_U03	Projekt
Kompetencji społecznych - Student/ka:			
K1	jest gotów/gotowa do krytycznej dyskusji o roli nowoczesnych metod obliczeniowych do badania materiałów kwantowych i kwantowych zjawisk krytycznych	FIZ_K2_K01, FIZ_K2_K02	Prezentacja multimedialna

Treści programowe dla zajęć

Lp.	Treści programowe dla zajęć	Efekty uczenia się dla zajęć	Formy zajęć
1.	Grupa renormalizacji w fizyce. Omówienie renormalizacji w kontekście układów wykazujących istotne fluktuacje w przestrzeni położeniowej, pędowej i energetycznej. Przedstawienie i omówienie prostych modeli opisujących układy kwantowe.	W1, K1	Wykład
2.	Zaznajomienie studenta z metodami obliczeniowymi stosowanymi do badań układów kwantowych z wykorzystaniem nowoczesnych pakietów obliczeniowych, takich jak itensor czy QSpace.	U1, U2	Laboratorium

Informacje dodatkowe

Forma zajęć	Metody i formy prowadzenia zajęć
Wykład	Wykład konwersatoryjny, Wykład problemowy, Dyskusja
Laboratorium	Dyskusja, Metoda laboratoryjna, Metoda badawcza (dociekania naukowego), Metoda projektu, Metoda aktywizująca - "burza mózgów"

Forma zajęć	Warunki zaliczenia zajęć
Wykład	Warunkiem zaliczenia jest przygotowanie kodu obliczeniowego i wykonanie obliczeń dla wybranego prostego modelu z wykorzystaniem metod poznanych w trakcie zajęć oraz zaprezentowanie uzyskanych wyników w formie prezentacji. Kryteria oceny: bardzo dobry (bdb; 5,0): [90% – 100%] dobry plus (+db; 4,5): [80% – 90%] dobry (db; 4,0): [70% – 80%] dostateczny plus (+dst; 3,5): [60% – 70%] dostateczny (dst; 3,0): [50% – 60%] niedostateczny (ndst; 2,0): < 50%
Laboratorium	Warunkiem zaliczenia jest przygotowanie kodu obliczeniowego i wykonanie obliczeń dla wybranego prostego modelu z wykorzystaniem metod poznanych w trakcie zajęć oraz zaprezentowanie uzyskanych wyników w formie prezentacji. Kryteria oceny: bardzo dobry (bdb; 5,0): [90% – 100%] dobry plus (+db; 4,5): [80% – 90%] dobry (db; 4,0): [70% – 80%] dostateczny plus (+dst; 3,5): [60% – 70%] dostateczny (dst; 3,0): [50% – 60%] niedostateczny (ndst; 2,0): < 50%

Literatura

Obowiązkowa

1. N. Goldenfeld: Lectures on Phase Transitions and the Renormalization Group
2. A. W. Sandvik: Computational Studies of Quantum Spin Systems, arXiv: 1101.3208v1
3. Tao Pang: An Introduction to Computational Physics, CUP, Cambridge 2006
4. Subir Sachdev, Quantum Phase Transitions, Cambridge University Press, 2000

Dodatkowa

1. Shi-Ju Ran, E. Tirrito i in. (wyd), Tensor Network Contractions Methods and Applications to Quantum Many-Body Systems, Springer, 2020

Nakład pracy studenta i punkty ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
Wykład	15
Laboratorium	30
Przygotowanie do zajęć	15
Przygotowanie projektu	30
Przygotowanie prezentacji multimedialnej	15
Czytanie wskazanej literatury	15
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 120

Liczba punktów ECTS	ECTS 4
----------------------------	------------------

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Efekty uczenia się dla kierunku

Kod	Treść
FIZ_K2_K01	Absolwent/ka jest gotów/gotowa do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści
FIZ_K2_K02	Absolwent/ka jest gotów/gotowa do uznania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów (także z innych dyscyplin naukowych) w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu
FIZ_K2_U01	Absolwent/ka potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę do formułowania i rozwiązywania złożonych i nietypowych problemów z zakresu nauk fizycznych; dobrać i zastosować odpowiednie metody i narzędzia niezbędne do rozwiązania danego problemu (w tym zaawansowane techniki informatyczne), jak również odpowiednio przystosować metody i narzędzia już istniejące lub opracować zupełnie nowe
FIZ_K2_U02	Absolwent/ka potrafi znajdować niezbędne informacje w literaturze fachowej, bazach danych i innych źródłach, w szczególności w czasopismach naukowych podstawowych dla fizyki, oraz dokonać krytycznej analizy, syntezy i twórczej interpretacji zebranych informacji
FIZ_K2_U03	Absolwent/ka potrafi formułować oraz testować hipotezy związane z prostymi problemami badawczymi z zakresu fizyki (planować i wykonywać obserwacje, eksperymenty, obliczenia teoretyczne lub symulacje komputerowe oraz w sposób krytyczny ocenić i przedyskutować otrzymane wyniki)
FIZ_K2_W01	Absolwent/ka zna i rozumie w pogłębionym stopniu wybrane fakty, zjawiska, koncepcje i teorie właściwe dla fizyki oraz złożone zależności między nimi (stanowiące zaawansowaną wiedzę ogólną z zakresu nauk fizycznych oraz reprezentujące zarówno kluczowe jak i inne wybrane zagadnienia z zakresu zaawansowanej wiedzy szczegółowej w tej dyscyplinie)
FIZ_K2_W02	Absolwent/ka zna i rozumie w pogłębionym stopniu wybrane metody i narzędzia badawcze oraz modele matematyczne stosowane w fizyce
FIZ_K2_W03	Absolwent/ka zna i rozumie w pogłębionym stopniu wybrane metody obliczeniowe oraz techniki informatyczne stosowane do rozwiązywania złożonych problemów z zakresu fizyki
FIZ_K2_W04	Absolwent/ka zna i rozumie główne tendencje rozwojowe w dyscyplinie nauk fizycznych