



## Grupa renormalizacji w układach kwantowych Sylabus zajęć

### Informacje podstawowe

<b>Kierunek studiów</b> Fizyka	<b>Cykl dydaktyczny</b> 2023/24
<b>Specjalność</b> FIZYKA MATERIAŁOWA	<b>Kod zajęć</b> 04FIZFMAS.22S.05203.23
<b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki	<b>Języki wykładowe</b> polski
<b>Poziom studiów</b> studia drugiego stopnia	<b>Obligatoryjność</b> Fakultatywny
<b>Forma studiów</b> studia stacjonarne	<b>Blok zajęciowy</b> Przedmioty specjalnościowe
<b>Profil studiów</b> profil ogólnoakademicki	
<b>Koordynator zajęć</b>	Ireneusz Weymann, Piotr Tomczak
<b>Prowadzący zajęcia</b>	Ireneusz Weymann, Piotr Tomczak
<b>Okres</b> Semestr 2	<b>Forma zajęć / liczba godzin / forma zaliczenia</b> • Wykład: 15, Egzamin • Laboratorium: 30, Zaliczenie z oceną
	<b>Liczba punktów ECTS</b> 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
<b>Wiedzy - Student/ka:</b>			
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
<b>Umiejętności - Student/ka:</b>			
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
<b>Kompetencji społecznych - Student/ka:</b>			
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
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 120

<b>Liczba punktów ECTS</b>	<b>ECTS</b> 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