

**OPIS PRZEDMIOTU
ORAZ SPOSOBÓW WERYFIKACJI OSIĄGNIĘCIA EFEKTÓW UCZENIA SIĘ
NA POZIOMIE 8 PRK**

OPIS PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu	Warsztat specjalistyczny II/ <i>nauki fizyczne</i>
Język wykładowy (polski i/lub angielski)	angielski/polski
Tytuł /stopień naukowy (zawodowy) oraz imię i nazwisko prowadzącego (prowadzących)	dr hab. Tomasz Dobrowolski
rok akademicki/semestr	2022-2023/ semestr letni
Liczba godzin dydaktycznych	12
Liczba punktów ECTS	2
Warunki zaliczenia	Rozmowa sprawdzająca
Sposób realizacji treści w przypadku studentów niepolskojęzycznych (jeśli językiem wykładowym jest wyłącznie język polski)	
Sposób weryfikacji efektów uczenia się w przypadku studentów niepolskojęzycznych (jeśli językiem wykładowym jest wyłącznie język polski)	
Treści realizowane podczas zajęć • Teoria pola skalarnego jako granica ciągła nieskończonego "kryształu" • Kanoniczne kwantowanie. • Równanie ruchu dla operatorów pól. Rozkład pola na mody normalne. Operatory kreacji i anihilacji oraz ich reguły komutacji. • Zapis hamiltonianu przy pomocy operatorów kreacji i anihilacji. Operator liczby cząstek. Energia stanu podstawowego. • Nieskończoności ultrafioletowe oraz podczerwone w teorii pola. • Uporządkowanie normalne operatorów.	

- Drgania zerowe a problem stałej kosmologicznej.
- Efekt Casimira.
- Interpretacja cząsteczkowa wzbudzeń pola skalarnego (energia, pęd, spin oraz statystyka wzbudzeń). Przestrzeń Focka.
- Kauzalność teorii.
- Kwantowanie pól fermionowych.
- Twierdzenie o związku spinu ze statystyką.

Literatura

J. M. Lifszyc, L.P. Pitajewski, W.B. Bierestecki, "Elektrodynamika kwantowa" PWN 2012.
 I. Białynicki - Birula i Z. Białynicka - Birula, "Elektrodynamika kwantowa" PWN 1974.
 C. Itzykson, C.J. Zuber „Quantum Field Theory” Dover Publications 2006.
 L. Ryder "Quantum field theory", Cambridge University Press 1996.
 A. Zee „Quantum Field Theory in a Nutshell” Princeton University Press 2003.
 M. Średnicki „Quantum Field Theory” Cambridge University Press 2007.

EFEKTY I WERYFIKACJA

Symbol	Opis efektu uczenia się w Szkole Doktorskiej*	Formy weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się w ramach przedmiotu
W1	zna i rozumie – w stopniu umożliwiającym rewizję istniejących paradygmatów – światowy dorobek w danej dziedzinie, obejmujący podstawy teoretyczne i zagadnienia ogólne oraz wybrane zagadnienia szczegółowe właściwe dla dyscypliny realizowanej w ramach szkoły	W trakcie konwersacji można stwierdzić, że doktorant: rozumie wagę teorii pola dla opisu zjawisk fizycznych zarówno w skali makro jak i mikro.
W2	zna i rozumie główne tendencje rozwojowe właściwe dla dyscypliny realizowanej w ramach szkoły	Rozumie relacje pomiędzy teoriami klasycznymi oraz kwantowymi.
W3	zna i rozumie metodologię badań w danej dziedzinie	Wie jak kanonicznie kwantować relatywistyczną teorię swobodnego pola skalarnego. Wie jak uzyskać równanie ruchu dla operatorów pól w reprezentacji Heisenberga. Wie czym są oraz jakie jest źródło nieskończoności ultrafioletowych oraz podczerwonych w teorii pola. Wie w jakim celu stosuje się uporządkowanie normalne operatorów. Wie jak drgania zerowe wiążą się z problemem stałej kosmologicznej. Wie na czym polega Efekt Casimira. Wie jak badać

		kauzalność teorii. Jest świadom istnienia w relatywistycznych teoriach pola związku pomiędzy spinem a statystyką - zna przyczynę takiego stanu rzeczy - zna stosowne twierdzenie.
U2	potrafi wykorzystywać w pracy badawczej / twórczej wiedzę metodologiczną, a w szczególności definiować cel i przedmiot badań, formułować hipotezę badawczą lub artystyczną, rozwijać metody, techniki i narzędzia badawcze lub artystyczne oraz twórczo je stosować, wnioskować na podstawie wyników badań /działań artystycznych	Potrafi wprowadzić operatory kreacji i anihilacji do mikroskopowego opisu układów fizycznych. Potrafi przeprowadzić interpretację cząsteczkową wzbudzeń pola poprzez identyfikację ich energii, pędu (oraz związku pomiędzy nimi), spinu, a także ich statystyki.
U7	potrafi inicjować debatę i uczestniczyć w dyskursie naukowym i artystycznym	Prowadzi swobodną konwersację na temat struktury pojęciowej teorii pola.
U8	potrafi posługiwać się językiem obcym w stopniu umożliwiającym uczestnictwo w międzynarodowym środowisku naukowym, artystycznym i zawodowym	Samodzielnie studiuje literaturę z zakresu teorii pola oraz kwantowej teorii pola.
K2	jest gotów do uznawania znaczenia wiedzy / sztuki w rozwiązywaniu problemów teoretycznych i praktycznych	Posiada kompetencje umożliwiające samodzielne konstruowanie kwantowego opisu układów materii skondensowanej w ramach paradygmatu kwantowej teorii pola.

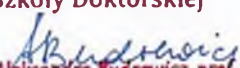
2 II 2023 r.

data



podpis prowadzącego (prowadzących) zajęcia w ramach przedmiotu

Z-CA DYREKTORA
Szkoły Doktorskiej


dr hab. Aleksandra Budrewicz, prof. UP

podpis Dyrektora Szkoły Doktorskiej

data