

UNIwersytet Pedagogiczny
im. Komisji Edukacji Narodowej
SZKOŁA DOKTORSKA

pieczęć jednostki organizacyjnej

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

OPIS PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu	Warsztat specjalistyczny II
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	2021-2022/ 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 I. Klasyczna teoria pola. • Formalizm Lagrange'a. ○ Działanie i zasada wariacyjna. Równania Eulera-Lagrange'a. ○ Przykłady: teoria pola skalarnego, pole elektromagnetyczne z zewnętrznym prądem (równania Maxwella), równanie Diraca. • Formalizm Hamiltonowski. ○ Transformacja Legendre'a. ○ Równania Hamiltona.	

- Nawiasy Poissona.
- Twierdzenie Noether.
 - Transformacje aktywne i pasywne.
 - Pojęcie symetrii.
 - Zachowane prądy oraz ładunki.
 - Translacje czasoprzestrzenne, kanoniczny tensor energii-pędu pola, symetryczny tensor energii-pędu.
 - Transformacje Lorentza, całkowity kręt pola skalarnego, całki ruchu środka masy, całkowity kręt pól nie będących skalarami transformacji Lorentza.
 - Symetrie wewnętrzne i odpowiadające im zachowane prądy.

II. Konstrukcja relatywistycznej kwantowej teorii pola na przykładzie swobodnego pola skalarnego.

- 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.
- Uwagi o kwantowaniu pól fermionowych.
- Twierdzenie o związku spinu ze statystyką.

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	Prowadzi swobodną konwersację na temat

	dyskursie naukowym i artystycznym	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.

10 III 2022r.

data



.....
podpis prowadzącego (prowadzących) zajęcia w ramach przedmiotu

**Dyrektor
Szkoły Doktorskiej**

dr hab. Władysław Kolasa, prof. UP

.....
data

.....
podpis Dyrektora Szkoły Doktorskiej