

**WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa w języku polskim:** Podstawy elektrodynamiki  
**Nazwa w języku angielskim:** Introduction to Electrodynamics  
**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Fizyka Techniczna  
**Specjalność (jeśli dotyczy):** Nanoinżynieria/Fotonika  
**Stopień studiów i forma:** I / ~~II~~ stopień\*, stacjonarna / niestacjonarna\*  
**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany\*  
**Kod przedmiotu** FZP001205W i FZP001205C  
**Grupa kursów** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30	60			
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1	1,2			

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

1. Podstawowa wiedza z zakresu analizy matematycznej
2. Podstawowa wiedza z zakresu algebry
3. Wiedza z zakresu fizyki ogólnej

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabycie wiedzy z zakresu metod formalnych stosowanych do opisu zjawisk elektrodynamiki  
 C2 Nabycie wiedzy na temat wielkości podstawowych, przyjmowanych założeń, cechowania potencjału i rozważanych obiektów w elektrodynamice  
 C3 Określenie podstawowych zjawisk elektromagnetycznych oraz wyprowadzenie równań opisujących je na podstawie prowadzonych rozważań  
 C4 Nabycie umiejętności rozwiązywania wybranych równań i badania własności, w tym niezmienniczości względem transformacji: cechowania, TCP, grupy obrotów w czasoprzestrzeni  
 C5 Opanowanie umiejętności studiowania literatury i prezentacji wiedzy w zakresie stosowanych metod matematycznych i badanych własności fal elektromagnetycznych

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 ma pogłębioną wiedzę w zakresie podstawowych zagadnień elektrodynamiki, zna i rozumie pojęcie czasoprzestrzeni oraz stosowane podejście – formalizm Lagrange’a, identyfikuje wprowadzone czteroobiekty, rozumie i potrafi określić ich własności
- PEK\_W02 rozumie prawa rządzące zjawiskami elektromagnetycznymi oraz zna przyczyny ich zachodzenia, zna własności stałych pól, ma wiedzę odnośnie inwariantów i zasad zachowania w elektrodynamice
- PEK\_W03 zna i rozumie transformacje dla pola elektromagnetycznego oraz wynikające stąd zjawiska i efekty, na wiedzę na temat niezmienniczości równań względem transformacji: cechowania, TCP, Lorentza
- PEK\_W04 zna metody otrzymywania i rozwiązywania równań falowych, rozumie przyjmowane założenia i otrzymywane rezultaty dla promieniowania dipolowego i optyki geometrycznej

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 potrafi poprawnie i efektywnie stosować elementy rachunku wektorowego i tensorowego w celu wyznaczania operacji różniczkowych na funkcjach pól skalarnych i wektorowych, umie wykazać ich własności, umie prowadzić rozważania w krzywoliniowych układach współrzędnych, potrafi stosować wzory Gaussa i Stokes oraz uogólniać je, umie wyznaczać potencjały
- PEK\_U02 potrafi liczyć proste całki krzywoliniowe i powierzchniowe, umie posługiwać się funkcjami uogólnionymi – dystrybucjami i wykorzystywać ich własności, potrafi przygotować i zreferować zagadnienia rozwiązywania równania Poissona w oparciu o literaturę naukową
- PEK\_U03 umie wyjaśnić niezmienniczość interwału czasoprzestrzennego, potrafi posługiwać się metodami transformacji wielkości i równań elektrodynamiki w czasoprzestrzeni, umie wykazać niezmienniczość równań Maxwella oraz wyznaczyć postać transformacji Lorentza

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK\_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu
- PEK\_K02 ma znajomość aparatu czterowymiarowego formalizmu Lagrange’a w zakresie umożliwiającym studiowanie literatury naukowej oraz poznawanie, rozwijanie i referowanie innych zagadnień elektrodynamiki i mechaniki relatywistycznej

## TREŚCI PROGRAMOWE

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Podstawowe pojęcia formalizmu Lagrange’a, zasada najmniejszego działania Hamiltona, równania Lagrange’a, własności lagranżjanu, działanie swobodnej cząstki relatywistycznej, pęd, siła, energia, czasoprzestrzeń, czterowektory, czterotensory, czterorogradient, potencjał pola elektromagnetycznego, oddziaływanie ładunku z polem, całki ruchu, pęd uogólniony, funkcja Hamiltona, równania ruchu ładunku w polu, siła Lorentza.	6
Wy2	Prawo Coulomba, prawo Gaussa, potencjał elektryczny – równanie Poissona, równanie Laplace’a oraz pola elektryczne i magnetyczne, zmiana energii relatywistycznej, odbicie w czasie, wybór potencjału, stałe pole elektromagnetyczne, ruch w stałym i jednorodnym polu elektromagnetycznym	4
Wy3	Tensor pola elektromagnetycznego, cechowanie potencjału, równania ruchu, transformacja tensora i przekształcenie pól E i H, niezmienniki pola, zasady	6

	transformacji pól, pierwsza para równań Maxwella, interpretacja całkowa, prawo Coulomba, prawo indukcji Faradaya, swobodne pole elektromagnetyczne, zasada superpozycji, postać działania, druga para równań Maxwella, interpretacja całkowa, prawo Biota-Savarta, prawo Ampera, konsekwencje równań Maxwella	
Wy4	Równania ciągłości dla ładunku, gęstości i strumienia energii, wektor Poyntinga, tensor napięć Maxwella, zasady zachowania energii i pędu, elektrostatyka, równania Poissona i Laplace'a, prawo Coulomba, energia pola, moment dipolowy od grupy ładunków, układ ładunków w zewnętrznym polu E, oddziaływanie grup ładunków, magnetostatyka, średnie pole magnetyczne, równanie Poissona, prawo Biota-Savarta	6
Wy5	Fale elektromagnetyczne, równanie falowe d'Alemberta, cechowanie Lorentza i cechowanie Coulomba, równanie falowe w postaci czterowymiarowej, fale płaskie, transformacja Lorentza dla gęstości energii fali płaskiej, monochromatyczna fala płaska, zjawisko Dopplera	4
Wy6	Optyka geometryczna, równanie d'Alemberta a równanie eikonału, równania promieni, zasada Fermata, prawo Snella, promieniowanie fal elektromagnetycznych, potencjały retardowane, promieniowanie poruszającego się ładunku, pole elektromagnetyczne w dalekich odległościach od układu ładunków, falowa strefa promieniowania	4
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Metody algebry wektorów i tensorów, delta Kröneckera i tensor Levi-Civity, własności wektorowych operatorów różniczkowych: gradient, dywergencja, rotacja, laplasjan, krzywoliniowe układy współrzędnych, funkcje pola we współrzędnych krzywoliniowych, wzory Gaussa, Stokesa, Greena, niezmienniki pola, całki krzywoliniowe i powierzchniowe, potencjały	10
Ćw2	Elementy teorii dystrybucji, funkcja delta Diraca, jej własności i reprezentacje, rozwiązanie równania Poissona, pola źródłowe i solenoidalne	6
Ćw3	Prędkość światła, doświadczenie Michalsona i Morleya, interwał czasoprzestrzenny jako niezmiennik transformacji pomiędzy dwoma układami inercjalnymi, obserwacja zdarzeń dla interwału czasowego i interwału przestrzennego, skrócenie Lorentza, dylatacja czasu, niezmienniczość ładunku	5
Ćw4	Obroty czasoprzestrzeni jako transformacje przejścia pomiędzy układami inercjalnymi, transformacje czterowektorów, związki transformacyjne – relacje ortogonalności, transformacje operatorów różniczkowych, niezmienniczość transformacji równań Maxwella, równań ciągłości, czterodwywergencji, wyprowadzenie związków transformacyjnych typu szczególna transformacja Lorentza	7
Ćw5	Wyznaczanie energii potencjalnej od ładunków równomiernie rozłożonych	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
1. Wykłady problemowy – metoda tradycyjna
2. Wykład – udostępniony w sieci zapis elektroniczny
3. Ćwiczenia rachunkowe i ćwiczenia problemowe – metoda tradycyjna
4. Ćwiczenia problemowe, uzupełnienia – prezentacje multimedialne
5. Konsultacje
6. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń

7. Samodzielne przygotowanie prezentacji podanego zagadnienia - wykorzystanie aktualnej literatury przedmiotu

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	odpowiedzi ustne, kolokwium
F2	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 PEK_K01	wystąpienia przygotowane dla podanego zagadnienia
$P = 0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2$		
F3	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03 PEK_W04 PEK_K02	egzamin
$P = F3$		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- |                               |   |
|-------------------------------|---|
| [1] L.D. Landau, E.M. Lifszic | Teoria pola – fizyka teoretyczna  |
| [2] L.D. Landau, E.M. Lifszic | Krótki kurs fizyki teoretycznej, tom 1 mechanika, elektrodynamika         |
| [3] D.J. Griffiths            | Podstawy elektrodynamiki  |
| [4] J.D. Jackson              | Elektrodynamika klasyczna   |
| [5] M. Suffczyński            | Elektrodynamika   |
| [6] B. Konorski               | Elementy teorii względności, relatywistycznej mechaniki i elektrodynamiki |
| [7] A. Januszajtis            | Fizyka dla politechnik, t. I cząstki                                      |
| [8] A. Januszajtis            | Fizyka dla politechnik, t. II pola  |
| [9] D. Holliday, R. Resnick   | Fizyka t. II  |
| [10] F. Rohrilch              | Klasyczna teoria cząstek naładowanych                                     |
| [11] W. Bolton                | Zarys fizyki, cz. 2   |

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA**

- |   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| [1] E. Karaśkiewicz   | Zarys teorii wektorów i tensorów     |
| [2] J. Górski, S. Brychczy,<br>T. Czarliński, B. Głowczyńska,<br>D. Węglowska, W. Woźniak | Wybrane działy matematyki stosowanej |

[3] L.G. Grieczko, W.I. Sugarow,

O.F. Tomasiewicz,

A.M. Fiedorcienko

Zadania z fizyki teoretycznej

[4] B.F. Schulz

Wstęp do ogólnej teorii względności

[5] K.A. Meissner

Klasyczna teoria pola

[6] R. Sikora

Teoria pola elektromagnetycznego

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Prof. dr hab. inż. Ryszard Gonczarek, ryszard.gonczarek@pwr.wroc.pl

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
 PODSTAWY ELEKTRODYNAMIKI  
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU FIZYKA TECHNICZNA  
 I SPECJALNOŚCI NANOINŻYNIERIA**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu***</b>	<b>Treści programowe***</b>	<b>Numer narzędzia dydaktycznego***</b>
<b>PEK_W01 (wiedza)</b>	K1FTE_W06 K1FTE_W01, K1FTE_W02, K1FTE_W05, K1FTE_W11_S1NIN	C1, C2, C3, C4	Wy1, Wy2, Wy3, Wy4	1, 2, 5
<b>PEK_W02</b>	K1FTE_W01, K1FTE_W02, K1FTE_W05, K1FTE_W11_S1NIN	C1, C2, C3, C4	Wy3, Wy4	1, 2, 5
<b>PEK_W03</b>	K1FTE_W02, K1FTE_W05, K1FTE_W11_S1NIN	C1, C2, C3, C4	Wy5, Wy6, Wy7, Wy8, Wy9	1, 2, 5
<b>PEK_U01 (umiejętności)</b>	K1FTE_U01, K1FTE_U02, K1FTE_U04	C1, C2, C3, C4	Ćw1, Ćw2, Ćw3	3, 5, 6
<b>PEK_U02</b>	K1FTE_U01, K1FTE_U02, K1FTE_U04	C1, C2, C3, C4, C5	Ćw4, Ćw5, Ćw6, Ćw7	3, 4, 5, 6, 7
<b>PEK_U03</b>	K1FTE_U01, K1FTE_U02, K1FTE_U04	C1, C2, C3, C4, C5	Ćw4, Ćw5, Ćw6, Ćw7	3, 4, 5, 6, 7
<b>PEK_K01 (kompetencje)</b>	K1FTE_K01, K1FTE_K02, K1FTE_K03	C1, C2, C3, C4, C5	Wy1 – Wy9, Ćw1 – Ćw7	1 – 7
<b>PEK_K02</b>	K1FTE_K01, K1FTE_K02, K1FTE_K03	C1, C2, C3, C4, C5	Wy1 – Wy9, Ćw1 – Ćw7	1 – 7

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - z tabeli powyżej