

## WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim	Źródła i detektory
Nazwa w języku angielskim	Sources and detectors
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Optyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	Inżynieria Optyczna i Fotoniczna
Stopień studiów i forma:	I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / <del>wybieralny</del> / <del>ogólnouczelniany</del> *
Kod przedmiotu	FTP001211W i FTP001220L
Grupa kursów	<del>TAK</del> / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	zaliczenie na ocenę	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>1</b>		<b>2</b>		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,5		1,2		

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Wiedza z zakresu podstaw Fizyki Współczesnej oraz elementów Fizyki Ciała Stałego i Fizyki Półprzewodników
2. Wiedza z zakresu podstaw elektrotechniki
3. Umiejętność wykonania podstawowych pomiarów elektrycznych
4. Znajomość metod obliczania niepewności pomiarowych

## CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zdobycie wiedzy w zakresie podstaw działania źródeł i detektorów promieniowania elektromagnetycznego.
- C2 Nabycie umiejętności przeprowadzenia podstawowych pomiarów fotoelektrycznych źródeł i detektorów promieniowania elektromagnetycznego.
- C3 Nabycie umiejętności napisania raportu z przeprowadzonego eksperymentu
- C4 Nabycie umiejętności pracy w zespole

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 zna i rozumie podstawy fizyczne działania źródeł i detektorów promieniowania elektromagnetycznego

PEK\_W02 zna aparaturę i zasady pomiarów podstawowych parametrów źródeł i detektorów promieniowania elektromagnetycznego

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 potrafi zestawić prosty układ do pomiaru podstawowych parametrów detektorów i źródeł promieniowania elektromagnetycznego i wykonać ich pomiary

PEK\_U02 potrafi napisać raport z wykonanych pomiarów

PEK\_U03 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 potrafi poszukiwać rozwiązania i realizować postawione zadania w zespole .

PEK\_K02 rozumie potrzebę samokształcenia

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podział widma promieniowania e.m., prawa promieniowania ciała doskonale czarnego i ciał rzeczywistych. Termiczne źródła promieniowania.	2
Wy2	Działanie wybranych przyrządów półprzewodnikowych: złącze p-n, tranzystor polowy i bipolarny.	2
Wy3	Efekt fotowoltaiczny na złączu p-n. Zasada działania fotodiody, ogniwa słonecznego, przyrządów CCD.	2
Wy4	Klasyfikacja detektorów promieniowania e.m; kryteria oceny, parametry, układy pomiarowe służące do charakteryzacji detektorów.	2
Wy5	Detektory fotonowe. Zasada działania, rodzaje i parametry użytkowe.	2
Wy6	Detektory termiczne. Zasada działania, rodzaje i parametry użytkowe.	2
Wy7	Zjawisko luminescencji w ciałach stałych. Lasery półprzewodnikowe i diody elektroluminescencyjne.	2
Wy8	Test zaliczeniowy	1
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
L1	Wprowadzenie do laboratorium. Zapoznanie się z zasadą działania i obsługą urządzeń. Dyskusja nt. sporządzania raportu z ćwiczeń.	2
L2	Kalibracja detektora piroelektrycznego przy pomocy modelu ciała doskonale czarnego. Sprawdzenie prawa Stefana Boltzmanna.	4

	Wyznaczenie czułości globalnej detektora i zależności sygnału użytecznego od częstotliwości modulacji	
L3	Badanie charakterystyki spektralnej termicznego i nietermicznego źródła promieniowania elektromagnetycznego <ul style="list-style-type: none"> <li>• kalibracja monochromatora przy pomocy monochromatycznego źródła promieniowania</li> <li>• pomiar charakterystyki spektralnej źródła termicznego (lampa halogenowa, globar) przy pomocy detektora termicznego.</li> <li>• pomiar charakterystyki spektralnej źródła nietermicznego (laser, lampa wyładowcza) przy pomocy detektora termicznego lub fotonowego.</li> </ul>	4
L4	Wyznaczenie charakterystyk fotoelektrycznych fototranzystora. <ul style="list-style-type: none"> <li>• pomiar charakterystyki spektralnej czułości</li> <li>• pomiar zależności prądu kolektora od napięcia kolektor-emiter fototranzystora przy różnych długościach fali</li> <li>• pomiar zależności prądu kolektora od napięcia kolektor-emiter fototranzystora przy różnych natężeniach oświetlenia</li> </ul>	4
L5	Wyznaczenie charakterystyk fotoelektrycznych detektora fotoprzewodzącego: <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyznaczenie rezystancji ciemnej detektora</li> <li>• pomiar czułości widmowej i wydajności kwantowej,</li> <li>• wyznaczenie zależności fotoodpowiedzi od natężenia prądu stałego zasilającego detektor oraz od obciążenia.</li> </ul>	4
L6	Badanie charakterystyki spektralnej źródła nietermicznego (dioda LED i laser półprzewodnikowy) przy pomocy detektora fotonowego <ul style="list-style-type: none"> <li>• pomiar charakterystyki prądowo-napięciowej fotodiody i diod LED</li> <li>• pomiar charakterystyki spektralnej diod LED przy fotodiody; wyznaczenie przerwy wzbronionej materiału półprzewodnika i szerokości półwkowej</li> <li>• pomiar prądu zwarcia i napięcia rozwarcia fotodiody od natężenia światła emitowanego przez diodę LED</li> <li>• pomiar modulacji lasera półprzewodnikowego</li> </ul>	4
L7	Badanie efektu fotowoltaicznego na złączu p-n. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pomiar oporności różniczkowej ciemnej fotodiody na złączu p-n</li> <li>• Wyznaczenie czułości spektralnej i detekcyjności fotodiody</li> <li>• Pomiar sprawności ogniwa słonecznego.</li> </ul>	4
L8	Zajęcia odróbkowe	4
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1 Wykład tradycyjny z prezentacjami multimedialnymi uzupełniony demonstracjami zjawisk fizycznych.  
N2 E-materiały do wykładu umieszczone w Internecie.  
N3 Konsultacje i kontakt pocztą elektroniczną.  
N4 Praca własna – przygotowanie do laboratorium i do testu zaliczeniowego, wykonanie

sprawozdań  
 N5 Instrukcje – wstęp teoretyczny do ćwiczeń laboratoryjnych  
 N6 Instrukcje robocze do ćwiczeń laboratoryjnych

### 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, PEK_U04 PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03	Odpowiedź ustna i raport z ćwiczeń laboratoryjnych
F2	PEK_W01, PEK_W02, PEK_K03	Testy i aktywność na wykładzie
F3	PEK_W01, PEK_W02	Test zaliczeniowy
P1 = średnia ze wszystkich ocen F1		
P2 = F3 z uwzględnieniem F2 Test zaliczeniowy + F1		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Materiały do wykładu i laboratorium ( wstępy teoretyczne oraz instrukcje robocze) , dostępne poprzez internet : [www.if.pwr.wroc.pl/~popko](http://www.if.pwr.wroc.pl/~popko)
- [2] E.Płaczek-Popko, „Fizyka odnawialnych źródeł energii” Skrypt DBC
- [3] J.Piotrowski i in. „Półprzewodnikowe detektory podczerwieni” WNT (1985).
- [4] J.Hennel „Podstawy elektroniki półprzewodnikowej” WNT Warszawa 1995.
- [5] W.Domtroder „Spektroskopia laserowa“ PWN (1993)

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Liczne publikacje nt. detektorów promieniowania, katalogi producentów źródeł promieniowania i detektorów (np. Hamamatsu).
- [2] R.Nowicki, "Pomiary energii promienistej", WNT (1969).
- [3] S.M.Sze „ Physics of Semiconductor Devices” J.Wiley and Sons, NY 1981, dostępna wersja elektroniczna, e-książki, BG P.Wr.

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

**prof. Ewa Popko**      [ewa.popko@pwr.edu.pl](mailto:ewa.popko@pwr.edu.pl)

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
**Źródła i Detektory**  
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Optyka**  
 I SPECJALNOŚCI **Inżynieria Optyczna i Fotoniczna**

<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</b> (wiedza)	K1OPT_W16	C1	Wy1-Wy8	1-4
<b>PEK_W02</b>		C2	Wy1-Wy8	1-4
<b>PEK_U01</b> (umiejętności)	K1OPT_U07 K1OPT_U08	C2	L1-L6	3-6
<b>PEK_U02</b>		C3	L1-L6	3-6
<b>PEK_U03</b>		C1,C3	L1-L6, Wy1-Wy8	1-6
<b>PEK_K01</b> (kompetencje)	K1OPT_K01	C4	L1-L6	3-6
<b>PEK_K02</b>		C1	L1-L6, Wy1-Wy8	1-6