

Karta (sylabus) modułu/przedmiotu
INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA
Studia I stopnia

Przedmiot:	Podstawy rezonansu magnetycznego
Rodzaj przedmiotu:	kierunkowy
Kod przedmiotu:	IB1 S05 39 01
Rok:	III
Semestr:	5
Forma studiów:	Studia stacjonarne
Rodzaj zajęć i liczba godzin w semestrze:	45
Wykład	30
Ćwiczenia	
Laboratorium	15
Projekt	
Liczba punktów ECTS:	4
Sposób zaliczenia:	Egzamin / zaliczenie
Język wykładowy:	Język polski

Cele przedmiotu	
C1	Rozszerzenie wiadomości dotyczących aspektów fizycznych magnetycznego rezonansu jądrowego.
C2	Zapoznanie studentów z budową i zasadą działania tomografów magnetycznego rezonansu jądrowego.
C3	Doskonalenie umiejętności prowadzenia eksperymentów fizycznych, stosowania metodyki pomiarów fizycznych, analizy danych pomiarowych, prezentacji oraz interpretacji wyników doświadczeń.

Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji	
1	Student posiada ugruntowaną wiedzę z zakresu elektryczności i magnetyzmu oraz podstawową wiedzę z fizyki współczesnej.
2	Student umie wykonać proste doświadczenie fizyczne i zna podstawowe metody oceny niepewności pomiarowych.

Efekty uczenia się	
	W zakresie wiedzy:
EK 1	Student zna podstawową terminologię tomografii magnetycznego rezonansu jądrowego, rozumie podstawowe prawa fizyki i potrzebę ich stosowania w opisie właściwości urządzeń tomograficznych.
EK 2	Student ma ogólną wiedzę z zakresu budowy i zasad działania tomografów magnetycznego rezonansu jądrowego.
EK 3	Student ma ogólną wiedzę z zakresu techniki obrazowania medycznego za pomocą magnetycznego rezonansu jądrowego.
EK 4	Student zna metody obliczeniowe niezbędne do analizy wyników eksperymentów.
	W zakresie umiejętności:
EK 5	Student umie przeprowadzać doświadczenia w zakresie zjawisk rezonansowych i

	zastosowania pola magnetycznego.
EK 6	Student stosuje odpowiednie metody obliczania i szacowania niepewności pomiarów oraz potrafi interpretować wyniki doświadczeń.
	W zakresie kompetencji społecznych:
EK 7	Student ma świadomość konieczności ciągłego dokształcania się w związku z dynamicznym rozwojem tomografów.
EK 8	Student potrafi współpracować w grupie w zakresie realizacji eksperymentów fizycznych.
Treści programowe przedmiotu	
Forma zajęć - wykłady	
	Treści programowe
W1	Zjawisko rezonansu w fizyce. Rezonans w układach mechanicznych na przykładzie drgań wymuszonych wahadła sprężynowego. Rezonans w układzie elektrycznym RLC. Wielkości opisujące układ rezonansowy: dobroć rezonatora, szerokość połówkowa krzywej rezonansowej, średni czas życia swobodnych drgań tłumionych.
W2	Pole magnetyczne jednorodne i niejednorodne, gradient pola magnetycznego. Pole magnetyczne w cewce z prądem i w cewce Helmholtza. Pojęcie momentu magnetycznego i magnetyzacji. Właściwości magnetyczne ciał stałych – diamagnetyzm i paramagnetyzm, ferromagnetyzm, superparamagnetyzm.
W3	Nadprzewodnictwo – odkrycie H. K. Onnes’a, przykładowe materiały wykazujące nadprzewodnictwo. Zachowanie się nadprzewodnika w polu magnetycznym, efekt Meissnera. Nadprzewodniki I i II rodzaju. Porównanie elektromagnesów nadprzewodzących i oporowych.
W4	Budowa i właściwości jądra atomowego. Momenty elektryczne i magnetyczne jąder. Sprzężenie pomiędzy momentem pędu a momentem magnetycznym w atomie i jądrze atomowym. Oddziaływanie spin-orbita. Rozszczepienie poziomów atomowych i jądrowych w polu magnetycznym – zjawisko Zeemana. Moment magnetyczny a spin jądra, magneton jądrowy. Ruch precesyjny jądra w polu magnetycznym, częstość Larmora, współczynnik giromagnetyczny.
W5	Kwantowe i klasyczne ujęcie zjawiska rezonansu jądrowego. Warunki rezonansu. Relaksacja jąder wodoru po pobudzeniu falą radiową. Relaksacja podłużna i poprzeczna. Sens fizyczny czasów relaksacji.
W6	Spektroskopia NMR – metoda indukcyjna Blocha i metoda fali ciągłej. Metoda impulsowa Hahna jako podstawa tomografii MRI. Sygnał FID i jego transformata Fouriera. Metody pomiaru czasów relaksacji (Saturation and Recovery, Inversion and Recovery, Spin Echo). Czasy relaksacji jako parametr diagnostyczny stanów chorobowych. Środki kontrastowe – podział i zastosowania.
W7	Budowa tomografu MRI – charakterystyka elementów składowych. Rozdzielczość metody. Zastosowania diagnostyczne rezonansu magnetycznego. Hybrydowe tomografy MRI z CT i PET. Aspekty bezpieczeństwa w rezonansie magnetycznym.
W8	Akwizycja i rekonstrukcja obrazu – zastosowanie gradientów pola magnetycznego, woksel. Metoda projekcji-rekonstrukcji, metoda fourierowska, metoda echa planarnego. Szybkie techniki rejestracji obrazu. Parametry obrazowania.

Forma zajęć – laboratoria	
	Treści programowe
L1	Zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium. Przyrządy miernicze i zasady dokonywania pomiarów w pracowni zjawisk rezonansowych. Ocena niepewności wyników pomiarów.
L2	Badanie rezonansu fal akustycznych. Badanie rezonansu elektrycznego w obwodach RLC.
L3	Magnetyczny rezonans jądrowy w polistyrenie, glicerynie i teflonie.
L4	Wyznaczanie indukcji pola magnetycznego przy pomocy hallotronu i wyznaczanie stałej Halla. Badanie rozkładu pola magnetycznego wewnątrz solenoidu i cewek Helmholtza.
L5	Podsumowanie zdobytych wiadomości teoretycznych i praktycznych oraz umiejętności analizy i opracowania wyników pomiarów uzyskanych z doświadczeń.

Metody dydaktyczne	
1	Wykład z prezentacją multimedialną
2	Praca w laboratorium – samodzielne wykonywanie doświadczeń i pomiarów.

Metody i kryteria oceny		
Symbol metody oceny	Opis metody oceny	Próg zaliczeniowy
O1	Egzamin pisemny z wykładu	51%
O2	Zaliczenie na podstawie sprawozdań z wykonanych doświadczeń laboratoryjnych	100%

Literatura podstawowa	
1	Obrazowanie magnetyczno-rezonansowe. Zasady fizyczne i możliwości diagnostyczne. B. Gonet; Wydawnictwo Lekarskie PZWL Warszawa 1997.
2	Fizyczne metody diagnostyki medycznej i terapii. Red. A. Hryniewicz, E. Rokita; PWN Warszawa 2000.
3	Rezonans magnetyczny. Podstawy fizyczne, obrazowanie, ułożenie pacjenta, protokoły. M. Elmaoglu, A. Celik; Red. naukowy wydania polskiego R. Pietura; Medipage 2015.
4	Wstęp do fizyki jądra atomowego. A. Strzałkowski; PWN Warszawa 1979.
5	Skrypt PL: Podstawy rachunku błędów w pracowni fizycznej, B. Kuśmiderska, J. Meldizon, red. E. Śpiewła, Wydawnictwo Uczelniane PL, Lublin 1997.

Literatura uzupełniająca	
1	Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000. Red. M. Nałęcz; Tom 8 Obrazowanie biomedyczne red. L. Chmielewski, J. L. Kulikowski, A. Nowakowski; Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT 2003.
2	Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000. Red. M. Nałęcz; Tom 9 Fizyka Medyczna red. G. Pawlicki, T. Pałko, N. Golnik, B. Gwiazdowska, L. Królicki; Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT 2002.
3	Metody eksperymentalne fizyki ciała stałego. Andrzej Oleś; Wydawnictwa Naukowo-Techniczne Warszawa 1983.

4	E. Jartych: Oddziaływania nadsubtelne w materiałach nanokrystalicznych. Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej 2003. ISBN 83-89246-70-8 (134 strony).
---	--

Obciążenie pracą studenta	
Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z wykładowcą, w tym:	45
Udział w wykładach	30
Aktywny udział na zajęciach w laboratorium	15
Praca własna studenta, w tym:	55
Przygotowanie do laboratorium w oparciu o wiedzę zdobytą na wykładzie i podaną literaturę przedmiotu	15
Samodzielne przygotowanie sprawozdania z wykonanego eksperymentu	20
Samodzielne przygotowanie do egzaminu	20
Łączny czas pracy studenta	100
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	4

Macierz efektów uczenia się					
Efekt uczenia się	Odniesienie danego efektu uczenia się do efektów zdefiniowanych dla kierunku studiów	Cele przedmiotu	Treści programowe	Metody dydaktyczne	Metody oceny
EK 1	IB1A_W02 IB1A_U01	C1	W1, W2, W3, W4, W5, W6, L2, L3, L4	1, 2	O1, O2
EK 2	IB1A_W02 IB1A_W13 IB1A_W21 IB1A_U01	C1, C2	W6, W7, W8	1	O1
EK 3	IB1A_W02 IB1A_W13 IB1A_U01	C1, C2	W6, W7, W8	1	O1
EK 4	IB1A_W17 IB1A_U06 IB1A_U08	C1, C3	L1, L2, L3, L4	2	O2
EK 5	IB1A_W02 IB1A_U06 IB1A_U08 IB1A_U11	C1, C3	L2, L3, L4	2	O2
EK 6	IB1A_U06 IB1A_U08	C1, C3	L1, L2, L3, L4, L5	2	O2
EK 7	IB1A_W19 IB1A_W26 IB1A_U11	C1, C2	W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7, W8, L1,	1, 2	O1, O2

	IB1A_K01		L2, L3, L4, L5		
EK 8	IB1A_W21 IB1A_U08 IB1A_K02 IB1A_K03	C3	W1, W2,W3, W4, W5, W6, W7, W8, L1, L2, L3, L4, L5	1, 2	O1, O2

Autor programu:	Dr hab. Elżbieta Jartych
Adres e-mail:	e.jartych@pollub.pl
Jednostka organizacyjna:	Instytut Elektroniki i Technik Informacyjnych WEiI PL