

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Module name: Applications of nuclear magnetic resonance in physics, chemistry, geophysics and biomedical sciences

Academic year: 2019/2020 Code: ZSDA-3-0145-s ECTS credits: 4

Faculty of: Szkoła Doktorska AGH

Field of study: Szkoła Doktorska AGH Specjalty: —

Study level: Third-cycle studies Form and type of study: Full-time studies

Lecture language: Polski i Angielski Profile of education: Academic (A) Semester: 0

Course homepage: <http://home.agh.edu.pl/~klodowsk/>

Responsible teacher: dr inż. Kłodowski Krzysztof (Krzysztof.Klodowski@fis.agh.edu.pl)

Module summary

Zajęcia dotyczą omówienie zjawiska magnetycznego rezonansu jądrowego oraz jego zastosowań w fizyce, chemii, geofizyce i geologii oraz naukach biomedycznych.

Description of learning outcomes for module

MLO code	Student after module completion has the knowledge/ knows how to/is able to	Connections with FLO	Method of learning outcomes verification (form of completion)
Social competence: is able to			
M_K001	Uczestnik potrafi zaproponować i przeprowadzić pomiary laboratoryjne NMR i MRI zarówno indywidualnie jak i w zespole.	SDA3A_K01, SDA3A_K03, SDA3A_K02	Execution of laboratory classes
Skills: he can			
M_U001	Uczestnik potrafi przeprowadzić pomiary NMR i MRI, dobierając właściwie parametry pomiaru oraz przeprowadzić analizę uzyskanych wyników i zaprezentować je w formie ustnej oraz pisemnej, wyciągając na ich podstawie wnioski.	SDA3A_U06, SDA3A_U02, SDA3A_U01	Execution of laboratory classes
Knowledge: he knows and understands			
M_W001	Uczestnik posiada wiedzę na temat podstaw fizycznych zjawiska magnetycznego rezonansu jądrowego.	SDA3A_W01	Test

Module card - Applications of nuclear magnetic resonance in physics, chemistry, geophysics and biomedical sciences

M_W002	Uczestnik posiada wiedzę dotyczącą zastosowań zjawiska magnetycznego rezonansu jądrowego w badaniach naukowych.	SDA3A_W02	Test
M_W003	Uczestnik posiada wiedzę na temat metodologii pomiarów NMR i MRI.	SDA3A_W03	Report

Number of hours for each form of classes

Suma	Form of classes										
	Lectures	Auditorium classes	Laboratory classes	Project classes	Conversation seminar	Seminar classes	Practical classes	Fieldwork classes	Workshops	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
45	30	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0

FLO matrix in relation to forms of classes

MLO code	Student after module completion has the knowledge/ knows how to/is able to	Form of classes										
		Lectures	Auditorium classes	Laboratory classes	Project classes	Conversation seminar	Seminar classes	Practical classes	Fieldwork classes	Workshops	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Social competence: is able to												
M_K001	Uczestnik potrafi zaproponować i przeprowadzić pomiary laboratoryjne NMR i MRI zarówno indywidualnie jak i w zespole.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Skills: he can												
M_U001	Uczestnik potrafi przeprowadzić pomiary NMR i MRI, dobierając właściwie parametry pomiaru oraz przeprowadzić analizę uzyskanych wyników i zaprezentować je w formie ustnej oraz pisemnej, wyciągając na ich podstawie wnioski.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Knowledge: he knows and understands												
M_W001	Uczestnik posiada wiedzę na temat podstaw fizycznych zjawiska magnetycznego rezonansu jądrowego.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Uczestnik posiada wiedzę dotyczącą zastosowań zjawiska magnetycznego rezonansu jądrowego w badaniach naukowych.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

M_W003	Uczestnik posiada wiedzę na temat metodologii pomiarów NMR i MRI.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Student workload (ECTS credits balance)

Student activity form	Student workload
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	45 h
Preparation for classes	15 h
przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	15 h
Realization of independently performed tasks	30 h
Examination or Final test	2 h
Contact hours	2 h
Summary student workload	109 h
Module ECTS credits	4 ECTS

Additional information

Module content

Lectures

Wykład

Wykład:

- Wprowadzenie do NMR (2 godziny)
- Poziomy energetyczne (2 godziny)
- Model wektorowy NMR (2 godziny)
- Relaksacja (2 godziny)
- Aparatura (2 godziny)
- Sekwencje impulsowe (2 godziny)
- Transformata Fouriera (2 godziny)
- Opis kwantowo mechaniczny NMR (4 godziny)
- NMR próbek ciekłych (2 godziny)
- NMR ciał stałych (2 godziny)
- NMR materiałów porowatych (2 godziny)
- NMR w badaniach biomedycznych (2 godziny)
- Obrazowanie NMR (MRI) (4 godziny)

Laboratory classes

Laboratoria

- Spektrometria impulsowa i relaksometria
- Spektrometria impulsowa i relaksometria w polu ziemskim
- Obrazowanie magnetyczno-rezonansowe (MRI)

Teaching methods and techniques:

Lectures: Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej w połączeniu z klasycznym wykładem tablicowym.

Laboratory classes: W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci samodzielnie rozwiązują zadany problem praktyczny, dobierając odpowiednie narzędzia. Prowadzący stymuluje grupę do refleksji nad problemem, tak by otrzymane wyniki miały wysoką wartość merytoryczną.

Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:

Zaliczenie laboratorium wymaga zaliczenia wszystkich ćwiczeń podanych w treści modułu.

Warunkiem uzyskania zaliczenia z pojedynczego ćwiczenia jest:

- uzyskanie pozytywnej oceny z przygotowania teoretycznego
- poprawnie wykonane pomiary
- zaliczone sprawozdanie z opracowaniem wyników

Warunkiem przystąpienia do testu z materiału omówionego na wykładzie jest wcześniejsze uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń laboratoryjnych.

Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa:

Lectures:

- Attendance is mandatory: No

- Participation rules in classes: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Słuchacze winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

Laboratory classes:

- Attendance is mandatory: Yes

- Participation rules in classes: Uczestnicy wykonują ćwiczenia laboratoryjne zgodnie z materiałami udostępnionymi przez prowadzącego. Uczestnik jest zobowiązany do przygotowania się w przedmiocie wykonywanego ćwiczenia, co może zostać zweryfikowane kolokwium w formie ustnej lub pisemnej. Zaliczenie zajęć odbywa się na podstawie zaprezentowania rozwiązania postawionego problemu. Zaliczenie modułu jest możliwe po zaliczeniu wszystkich zajęć laboratoryjnych.

Method of calculating the final grade

Oceny z testu (T) oraz z laboratoriów (L) obliczane są następująco: procent uzyskanych punktów przeliczany jest na ocenę zgodnie z Regulaminem Studiów AGH.

Ocena końcowa (OK) obliczana jest jako średnia ważona ocen z testu wiedzy uzyskanej na wykładach (T) i oceny z laboratorium (L):

$$OK = 0.6 \times T + 0.4 \times L$$

Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:

Ćwiczenia laboratoryjne:

Pod koniec semestru przewidziany jest dodatkowy termin ćwiczeń (ogłaszany 2 tygodnie wcześniej przez prowadzącego), w którym można wykonać pomiary, których uczestnik z przyczyn losowych nie mógł wykonać w pierwotnym terminie. Uczestnicy mogą wówczas odrabiać ćwiczenia po uprzednim uzyskaniu zgody prowadzącego zajęcia.

Prerequisites and additional requirements

Prerequisites and additional requirements not specified

Recommended literature and teaching resources

- James Keeler, Understanding NMR Spectroscopy, John Wiley & Sons Ltd 2006.
- Malcolm H. Levitt, Spin Dynamics, John Wiley & Sons Ltd 2008.
- A complete introduction to modern NMR spectroscopy, Roger S. Macomber, John Wiley & Sons 1998.
- NMR Logging - Principles and applications, George R. Coates, Lizhi Xiao, Manfred G. Prammer,

Halliburton Energy Services 1999.

- Donald W. McRobbie, Elizabeth A. Moore, Martin J. Graves, Martin R. Prince, MRI - from picture to proton, Cambridge University Press 2006.

Scientific publications of module course instructors related to the topic of the module

K. Kłodowski, et al. "Micro-imaging of implanted scaffolds using combined MRI and micro-CT", Computerized Medical Imaging and Graphics, 38(6) 2014, 458-468.

K. Kłodowski, A. Krzyżak, "Innovative anisotropic phantoms for calibration of diffusion tensor imaging sequences", MRI, 34(4) 2014, 404-409.

K. Borkowski, K. Kłodowski, H. Figiel, A. Krzyżak, "A theoretical validation of the B-matrix spatial distribution approach to diffusion tensor imaging", MRI, 36 2016, 1-6.

Additional information

None