

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu:	Wprowadzenie do rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej				
Rok akademicki:	2017/2018	Kod:	JFT-1-032-s	Punkty ECTS:	4
Wydział:	Fizyki i Informatyki Stosowanej				
Kierunek:	Fizyka Techniczna	Specjalność:	—		
Poziom studiów:	Studia I stopnia	Forma i tryb studiów:	Stacjonarne		
Język wykładowy:	Polski	Profil kształcenia:	Ogólnoakademicki (A)	Semestr:	0
Strona www:	—				
Osoba odpowiedzialna:	dr inż. Wróbel Paweł (Pawel.Wrobel@fis.agh.edu.pl)				
Osoby prowadzące:	dr inż. Wróbel Paweł (Pawel.Wrobel@fis.agh.edu.pl)				

Krótką charakterystyka modułu

Celem modułu jest zapoznanie z zarówno teoretycznymi ale przede wszystkim praktycznymi aspektami rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej.

Opis efektów kształcenia dla modułu zajęć

Kod EKM	Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi	Powiązania z EKK	Sposób weryfikacji efektów kształcenia (forma zaliczeń)
Wiedza			
M_W001	Student posiada wiedzę o podstawach fizycznych fluorescencyjnej analizy rentgenowskiej.	FT1A_W03, FT1A_W05, FT1A_W05, FT1A_W03, FT1A_W01, FT1A_W01	Egzamin
M_W002	Student zna potencjalne pole zastosowań rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej - jej możliwości oraz ograniczenia.	FT1A_W08, FT1A_W07, FT1A_W07	Egzamin
Umiejętności			
M_U001	Student potrafi zastosować poznane procedury analityczne do wybranych typów próbek oraz umie przeanalizować oraz zweryfikować otrzymane wyniki	FT1A_U06, FT1A_U06, FT1A_U13	Aktywność na zajęciach
Kompetencje społeczne			
M_K001	Student angażuje się w dyskusję w grupie, również z prowadzącym, potrafi formułować odpowiednie argumenty i bronić ich w trakcie dyskusji.	FT1A_K01, FT1A_K01	Aktywność na zajęciach

Matryca efektów kształcenia w odniesieniu do form zajęć

Kod EKM	Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi	Forma zajęć										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Inne	E-learning
Wiedza												
M_W001	Student posiada wiedzę o podstawach fizycznych fluorescencyjnej analizy rentgenowskiej.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Student zna potencjalne pole zastosowań rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej - jej możliwości oraz ograniczenia.	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Umiejętności												
M_U001	Student potrafi zastosować poznane procedury analityczne do wybranych typów próbek oraz umie przeanalizować oraz zweryfikować otrzymane wyniki	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Kompetencje społeczne												
M_K001	Student angażuje się w dyskusję w grupie, również z prowadzącym, potrafi formułować odpowiednie argumenty i bronić ich w trakcie dyskusji.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-

Treść modułu zajęć (program wykładów i pozostałych zajęć)**Wykład**

1) Podstawy fizyczne metody XRF (4 h)

Oddziaływanie promieniowania X z materia, emisja promieniowania charakterystycznego, natężenie promieniowania charakterystycznego, efekty drugorzędowe, własności optyczne promieniowania X.

2) Źródła promieniowania X (4 h)

Hamowanie cząstek naładowanych, lampy rentgenowskie, synchrotrony, źródła radioizotopowe.

3) Spektrometria promieniowania X 1 (3 h)

Granice wykrywalności, metody modyfikacji wiązki pierwotnej, EDXRF i WDXRF

4) Spektrometria promieniowania X 2 (3 h)

Detektory promieniowania X, analiza widm XRF.

5) Analiza ilościowa (3 h)

Próbki cienkie oraz grube, próbki pośrednie, metoda parametrów fundamentalnych, inne algorytmy analizy ilościowej, metoda Monte-Carlo.

6) Obrazowanie XRF (3 h)

Metody ogniskowania promieniowania X, skaningowa mikroanaliza XRF, konfokalna XRF, full-field XRF, tomografia XRF.

7) Metody oparte na całkowitym odbiciu i fali stojącej, spektrometrie kątowno-rozdzielcze (TXRF, GIXRF) (3 h)

8) Praktyczne zastosowania metod opartych na XRF (7 h)

Zajęcia warsztatowe

W ramach zajęć warsztatowych studenci będą mogli zapoznać się z praktyczną stroną metod opartych na fluorescencji rentgenowskiej.

1. Preparatyka próbek (3 h – pracownia chemiczna)
2. Analiza widm XRF (3 h – pracownia komputerowa)
3. Symulacja widm XRF (3 h – pracownia komputerowa)
4. Analiza jakościowa (3 h – pracownia rentgenowska)
5. Analiza ilościowa (3 h – pracownia rentgenowska)
6. Mikroanaliza XRF (3 h – pracownia rentgenowska)
7. Analiza śladowa (3 h – pracownia rentgenowska)

Sposób obliczania oceny końcowej

Oceną końcową jest ocena z egzaminu.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Podstawowe wiadomości z zakresu fizyki

Zalecana literatura i pomoce naukowe

Bohdan Dziunikowski "Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Analysis"
Andrzej Markowicz, Rene van Grieken "Handbook of X-Ray Spectrometry"
B. Bekhoff et al. "Handbook of Practical X-Ray Fluorescence Analysis"
Ron Jenkins "X-Ray Fluorescence Spectrometry"
Richard Feynman "Feynmana wykłady z fizyki"

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

1. "Monte Carlo simulation code for confocal 3D micro-beam X-ray fluorescence analysis of stratified materials" Czyżycki M, Wegrzynek D, Wrobel P, Lankosz A; X-Ray Spectrometry 40(2) (2011) 88-95
2. "LabVIEW control software for scanning micro-beam X-ray fluorescence spectrometer" Wrobel P, Czyżycki M, Furman L, Kolasinski K, Lankosz M, Mrenca A, Samek L, Wegrzynek D; Talanta 2012, 93, 186-192
3. "Direct deconvolution approach for depth profiling of element concentrations in multi-layered materials by confocal micro-beam X-ray fluorescence spectrometry" Wrobel P, Czyżycki M; Talanta 2013, 113, 62-67
4. "X-ray fluorescence imaging system for fast mapping of pigment distributions in cultural heritage paintings" Zielinska A, Dabrowski W, Fiutowski T, Mindur B, Wiacek P, Wrobel P; Journal Of Instrumentation 2013, 8, P10011
5. "Depth profiling of element concentrations in stratified materials by confocal micro-beam X-ray fluorescence spectrometry with polychromatic excitation" Wrobel P, Wegrzynek D, Czyżycki M, Lankosz M; Analytical Chemistry 2014, 86, 11275–11280
6. "New approaches for correction of inter-layer absorption effects in X-ray fluorescence imaging of paintings." P. Wróbel, P. Frączek, M. Lankosz; Analytical Chemistry 2016, 88, 1661-1666
7. „LabVIEW interface with Tango control system for a multi-technique X-ray spectrometry IAEA beamline end-station at Elettra Sincrotrone Trieste" P.M. Wrobel, M. Bogovac, H. Sghaier, J.J. Leani, A. Migliori, R. Padilla-Alvarez, M. Czyżycki, J. Osan, R.B. Kaiser; Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 2016, 833, 105–109
8. "Combined micro-XRF and TXRF methodology for quantitative elemental imaging of tissue samples" Paweł M. Wróbel, Sławomir Bała, Mateusz Czyżycki, Magdalena Golasik, Tadeusz Librowski, Beata Ostachowicz, Wojciech Piekoszewski, Artur Surówka, Marek Lankosz; Talanta 2017, 162, 654–659
9. "Application of GEM-based detectors in full-field XRF imaging" W. Dąbrowski, T. Fiutowski,

P. Frączek, S. Koperny, M. Lankosz, A. Mendys, B. Mindur, K. Swientek, P. Wiącek and P.M. Wróbel;
Journal of Instrumentation 2016, 11

Informacje dodatkowe

Obecność na wykładach nie jest obowiązkowa. Obecność na zajęciach warsztatowych jest obowiązkowa – akceptowana jest jedna nieobecność.

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w wykładach	30 godz
Udział w zajęciach warsztatowych	21 godz
Dodatkowe godziny kontaktowe z nauczycielem	4 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	43 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	100 godz
Punkty ECTS za moduł	4 ECTS