

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu: Laboratorium nowoczesnych materiałów i technologii

Rok akademicki: 2017/2018 Kod: JFT-1-708-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: 7

Strona www: —

Osoba odpowiedzialna: dr hab. Gondek Łukasz (lgondek@agh.edu.pl)

Osoby prowadzące: dr hab. inż. Tarasiuk Jacek (tarasiuk@agh.edu.pl)
dr hab. Gondek Łukasz (lgondek@agh.edu.pl)
dr inż. Wroński Sebastian (wronski@fis.agh.edu.pl)
prof. dr hab. inż. Baczmanski Andrzej
(andrzej.baczmanski@fis.agh.edu.pl)
dr hab. inż. Ślęzak Tomasz (slezak@agh.edu.pl)
dr inż. Michalik Jan (jmichali@agh.edu.pl)

Krótką charakterystyka modułu

Zajęcia praktyczne przeprowadzane w różnych laboratoriach naukowych pozwalające zapoznać się z różnymi technikami pomiarowymi, urządzeniami i metodami syntezy materiałów.

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 zna wybrane techniki badań i wybrane metody pomiarowe stosowane w fizyce ciała stałego i fizyce materii skondensowanej	FT1A_W06, FT1A_W06, FT1A_W11	Aktywność na zajęciach, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
Umiejętności			
M_U001	Student potrafi wykonać pomiary złożonych wielkości fizycznych na podstawie dostarczonej dokumentacji odpowiednich procedur	FT1A_U06, FT1A_U07, FT1A_U13, FT1A_U07, FT1A_U06	Aktywność na zajęciach, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych

M_U002	Student potrafi oszacować nakład pracy i czasu niezbędny do wykonania określonych badań oraz potrafi w trakcie ich realizacji stosować niezbędne zasady bezpieczeństwa	FT1A_U12, FT1A_U14, FT1A_U13	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U003	Student potrafi przeprowadzić analizę danych pomiarowych, w tym statystyczne opracowanie wyników używając metod i technik odpowiednich do badanego problemu	FT1A_U10, FT1A_U02, FT1A_U02, FT1A_U17	Sprawozdanie
Kompetencje społeczne			
M_K001	Student potrafi pracować w zespole, określić w nim swoją rolę i właściwie rozplanować podział pracy wykonując ją w przewidzianym terminie	FT1A_K09, FT1A_K03, FT1A_K03, FT1A_K06, FT1A_K01, FT1A_K01	Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych

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 zna wybrane techniki badań i wybrane metody pomiarowe stosowane w fizyce ciała stałego i fizyce materii skondensowanej	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności												
M_U001	Student potrafi wykonać pomiary złożonych wielkości fizycznych na podstawie dostarczonej dokumentacji odpowiednich procedur	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Student potrafi oszacować nakład pracy i czasu niezbędny do wykonania określonych badań oraz potrafi w trakcie ich realizacji stosować niezbędne zasady bezpieczeństwa	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U003	Student potrafi przeprowadzić analizę danych pomiarowych, w tym statystyczne opracowanie wyników używając metod i technik odpowiednich do badanego problemu	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne												

M_K001	Student potrafi pracować w zespole, określić w nim swoją rolę i właściwie rozplanować podział pracy wykonując ją w przewidzianym terminie	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Treść modułu zajęć (program wykładów i pozostałych zajęć)

Ćwiczenia laboratoryjne

Otrzymywanie cienkich warstw metalicznych

Nanoszenie warstw różnej grubości na podłoże szklane lub kwarcowe metodą rozpylania magnetronowego. Pomiar grubości warstw metodą absorpcji światła i za pomocą rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej. Pomiar przewodnictwa elektrycznego naniesionych cienkich warstw.

Efekty kształcenia:

- student zapoznaje się z techniką magnetronową nanoszenia cienkich warstw
- student poznaje metody pomiaru grubości cienkich warstw, ich właściwości optycznych i przewodnictwa elektrycznego.

Otrzymywanie i charakteryzacja nanoproszków

Studenci wykonują syntezę nanoproszków za pomocą mielenia materiałów w wysokoenergetycznym młynie planetarnym. Z otrzymanych materiałów wykonywane będą kompozyty na bazie grafitu/aluminium lub ferro-fluidy. Otrzymane materiały będą badane metodą dyfrakcji rentgenowskiej oraz analizy fluorescencji rentgenowskiej.

Efekty kształcenia:

- student zapoznaje się z techniką syntezy mechanicznej i stosowanym sprzętem (kulowy młyn planetarny);
- student poznaje zastosowanie metod dyfrakcyjnych w badaniach nanomateriałów;
- student potrafi oszacować rozmiar ziaren w oparciu o metody dyfrakcyjne.

Dyfrakcyjne wyznaczanie tekstury krystalograficznej oraz naprężeń własnych w materiałach polikrystalicznych

Stosując dyfrakcję rentgenowską studenci samodzielnie zmierzają teksturę krystalograficzną oraz naprężenia w próbce uprzednio poddanej odkształceniu plastycznemu. Następnie zbadają oni zmienność tekstury i naprężeń dla serii próbek wygrzewanych lub rozciąganych (to zadanie wykonane będzie w grupach).

Efekty kształcenia:

- student umie wykonać dyfrakcyjny pomiar naprężeń oraz zmierzyć teksturę krystalograficzną
- student potrafi wykonać analizę otrzymanych danych doświadczalnych wraz z określeniem niepewności pomiarów oraz wskazaniem przyczyn tych niepewności

Badania strukturalne materiałów porowatych i kompozytowych

W trakcie laboratorium studenci zapoznają się z techniką rentgenowskiej mikrotomografii komputerowej. Celem ćwiczenia będzie wykonanie pomiaru i analizy uzyskanych danych dla kilku wybranych materiałów (polimery, ceramiki, drewno, kości). Badana będzie trójwymiarowa struktura wewnętrzna materiału, jego topologia, rozkład gęstości poszczególnych frakcji próbki itp. Końcowym etapem będzie odtworzenie trójwymiarowego modelu badanego materiału z uwzględnieniem wizualizacji wybranych parametrów.

Efekty kształcenia:

- student zna zasadę działania mikrotomografii rentgenowskiej
- student potrafi przeprowadzić prostą analizę topologiczną zmierzonej trójwymiarowej struktury
- student potrafi w podstawowym stopniu obsługiwać wybrane programy do trójwymiarowej analizy i wizualizacji danych

Metoda Magnetoptycznego Efektu Kerra w pomiarach pętli histerezy magnetycznej cienkich warstw metali 3d (Fe, Co).

Stosując metodę Magnetoptycznego Efektu Kerra studenci samodzielnie mierzą pętle histerezy magnetycznej cienkich warstw Fe lub Co. W ten sposób określają orientację osi łatwej namagnesowania oraz wielkość pola anizotropii magnetycznej. Planowane jest wykonanie pomiarów w funkcji temperatury przy użyciu kriostatu optycznego.

Efekty kształcenia:

- student zna podstawowe wiadomości dotyczące materiałów ferromagnetycznych
- student rozumie pojęcie pętli histerezy magnetycznej i znaczenie jej parametrów takich jak pole koercji, pole nasycenia namagnesowanie remanencji
- student potrafi wykonać pomiar pętli histerezy magnetycznej metodą Magnetoptycznego Efektu Kerra
- student potrafi korzystać z kriostatu optycznego

Sposób obliczania oceny końcowej

Z każdego laboratorium wystawiana jest ocena punktowa w zakresie od 0 do 10. Ocena końcowa obliczana jest na podstawie średniej z ocen ze wszystkich laboratoriów z zastrzeżeniem, że każde musi być zaliczone na co najmniej 5 punktów.

Ew. możliwość odrabiania zajęć uzgadniana jest z prowadzącymi.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Ukończone moduły:

- Podstawy fizyki ciała stałego
- Podstawy fizyki ciała stałego 2
- Rzeczywista struktura materii

Zalecana literatura i pomoce naukowe

- K. Wierzbanowski; Materiały pomocnicze z Rzeczywistej struktury materiałów; na stronie:

<http://www.ftj.agh.edu.pl/~wierzbanowski/Rsm.htm>

(rozdziały: Tekstura krystalograficzna i Naprężenia wewnętrzne)

- http://en.wikipedia.org/wiki/X-ray_computed_tomography
- <http://www.ndt.net/article/wcndt00/papers/idn399/idn399.htm>

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

1. Ł.Gondek, K.Koźlak, J.Czub, J.Przewoźnik, A.Kupczak, W.Sikora, A.Hoser, O.Prokhnenko, N.Tsapatsaris, Do the RPdIn (R = rare earth) deuterides break the Switendick rule? Acta Materialia, 81 (2014) 161-172
2. A.Takasaki, A.Żywczak, Ł.Gondek, H.Figiel, Hydrogen storage characteristics of Ti45Zr38Ni17-xCox (x= 4,8) alloy and quasicrystal powders produced by mechanical alloying, Journal of Alloys and Compounds, 580 (2013) 216-218
3. A.Żywczak, Ł.Gondek, H.Figiel, J.Żukrowski, J.Czub, A.Takasaki, Structural and hyperfine properties of Ti48Zr7Fe18 nano-compounds and its hydrides, Journal of Alloys and Compounds, 509 (2011) 3952-3957
4. A.Żywczak, D.Rusinek, J.Czub, M.Sikora, J.Stępień, Ł.Gondek, A.Takasaki, A.Hoser, Amorphous hydrides of the Ti45Zr38Ni17-xCox nano-powders, International Journal of Hydrogen Energy, 40 (2015) 15534-15539

5. D.Rusinek, J.Czub, J.Niewolski, Ł.Gondek, M.Gajewska, A.Takasaki, A.Hoser, A.Żywczak, Structural phase transitions in the Ti₄₅Zr₃₈Ni₁₇-xFex nano-alloys and their deuterides, *Journal of Alloys and Compounds*, 646 (2015) 90-95
6. M.Marciszko, A.Baczmański, M.Wróbel, W.Seiler, C.Braham, S.Wroński, R.Wawszczak, Problem of elastic anisotropy and stacking faults in stress analysis using multireflection grazing-incidence X-ray diffraction, *Journal of Applied Crystallography*, 48 (2015) 492-509
7. M.Wroński, K.Wierzbanowski, M.Wróbel, S.Wroński, B.Bacroix, Effect of Rolling Asymmetry on Selected Properties of Grade 2 Titanium Sheet, *Metals and Materials International*, 21/5 (2015) 805-814
8. S.Wroński, B.Bacroix, Microstructure evolution and grain refinement in asymmetrically rolled aluminium, *Acta Materialia*, 76 (2014) 404-412
9. K.Kłodowski, J.Kamiński, K.Nowicka, J.Tarasiuk, S.Wroński, M.Świątek, M.Błazewicz, H.Figiel, K.Turek, T.Szponder, Micro-imaging of implanted scaffolds using combined MRI and micro-CT, *Computerized Medical Imaging and Graphics*, 38 (2014) 458-468
10. J. M. Michalik, S. Roddaro, L. Casado, M. R. Ibarra and J. M. De Teresa, Quantification and minimization of disorder caused by FEBID deposition on graphene, *Microelectronic Engineering* 88, 8, 2063-2065 (2011)
11. M. Romera, M. Munoz, M. Maicas, J.M. Michalik, J.M. de Teresa, C. Magen and J. L. Prieto, Enhanced exchange and reduced magnetization of Gd in an Fe/Gd/Fe trilayer, *Physical Review B* 84, 9, 094456 (2011)
12. D. C. Leitao, J. Ventura, J. M. Teixeira, C. T. Sousa, S. Pinto, J. B. Sousa, J. M. Michalik, J. M. De Teresa, M. Vazquez, J. P. Araujo, Correlations among magnetic, electrical and magneto-transport properties of NiFe nanohole arrays, *Journal of Physics Condensed Matter*. 25, 66007-9 (2013)

Informacje dodatkowe

W razie nieobecności student może zaliczyć poszczególne ćwiczenia po uprzednim uzgodnieniu formy zaliczenia z prowadzącym.

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Przygotowanie do zajęć	30 godz
Udział w ćwiczeniach laboratoryjnych	45 godz
Przygotowanie sprawozdania, pracy pisemnej, prezentacji, itp.	30 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	105 godz
Punkty ECTS za moduł	4 ECTS