

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu: Kriogenika

Rok akademicki: 2018/2019 Kod: JIS-2-009-AD-s Punkty ECTS: 4

Wydział: Fizyki i Informatyki Stosowanej

Kierunek: Informatyka Stosowana Specjalność: Modelowanie i analiza danych

Poziom studiów: Studia II stopnia Forma i tryb studiów: Stacjonarne

Język wykładowy: Polski Profil kształcenia: Ogólnoakademicki (A) Semestr: 0

Strona www: —

Osoba odpowiedzialna: prof. dr hab. inż. Tarnawski
Zbigniew (tarnawsk@agh.edu.pl)

Osoby prowadzące: prof. dr hab. inż. Tarnawski
Zbigniew (tarnawsk@agh.edu.pl)
mgr inż. Zalecki Ryszard (zalecki@agh.edu.pl)

Krótką charakterystyka modułu

moduł pozwala poznać metody otrzymywania niskich temperatur, ich pomiaru i zapoznać się z obserwowanymi w tych temperaturach zjawiskami fizycznymi, metodami badawczymi i ich znaczeniem w fizyce.

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	Zna zasady i prawa termodynamiki klasycznej i statystycznej dotyczące metod otrzymywania i pomiaru niskich temperatur	IS2A_W03, IS2A_W07	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji, Wynik testu zaliczeniowego, Zaangażowanie w pracę zespołu
M_W002	Posiada wiedzę z zakresu kriofizyki: przewodnictwo ciepła, -nadciekłość helu He3 i He4, -kwantowy efekt Halla, -nadprzewodnictwo nisko- i wysokotemperaturowe.	IS2A_W03, IS2A_W07	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Odpowiedź ustna, Wynik testu zaliczeniowego
Umiejętności			

M_U001	Potrafi opisać metody otrzymywania niskich temperatur: termometria opornościowa, -termopary, -pomiar ciśnienia par - manometry, - termometrie: magnetyczna, jądrowa i szumowa.	IS2A_W03, IS2A_W07	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Zaliczenie laboratorium
M_U002	Potrafi opisać działanie termopar, termometrów oporowy i innych użytecznych w badaniach kriogenicznych	IS2A_W03, IS2A_W07	Aktywność na zajęciach, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Zaliczenie laboratorium
M_U003	Potrafi posługiwać się urządzeniami kriogenicznymi w szczególności obsługiwać kriostaty z ciekłym azotem i helem	IS2A_W03, IS2A_W07	Aktywność na zajęciach, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Zaliczenie laboratorium
Kompetencje społeczne			
M_K001	potrafi współpracować w zespole rozwiązującym problemy laboratoryjne	IS2A_W03, IS2A_W07	Aktywność na zajęciach, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Zaangażowanie w pracę zespołu
M_K002	Angażuje się w dyskusję w grupie, także z prowadzącym, potrafi sformułować swoje argumenty	IS2A_W03, IS2A_W07	Aktywność na zajęciach, Odpowiedź ustna, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Zaangażowanie w pracę zespołu

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	Zna zasady i prawa termodynamiki klasycznej i statystycznej dotyczące metod otrzymywania i pomiaru niskich temperatur	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Posiada wiedzę z zakresu kriofizyki: przewodnictwo ciepła, -nadciekłość helu He3 i He4, -kwantowy efekt Halla, -nadprzewodnictwo nisko- i wysokotemperaturowe.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności												
M_U001	Potrafi opisać metody otrzymywania niskich temperatur: termometria opornościowa, -termopary, -pomiar ciśnienia par - manometry, - termometrie: magnetyczna, jądrowa i szumowa.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

M_U002	Potrafi opisać działanie termopar, termometrów oporowy i innych użytecznych w badaniach kriogenicznych	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U003	Potrafi posługiwać się urządzeniami kriogenicznymi w szczególności obsługiwać kriostaty z ciekłym azotem i helem	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne												
M_K001	potrafi współpracować w zespole rozwiązującym problemy laboratoryjne	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_K002	Angażuje się w dyskusję w grupie, także z prowadzącym, potrafi sformułować swoje argumenty	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

Treść modułu zajęć (program wykładów i pozostałych zajęć)

Wykład

Kriogenika (z Elementami Kriofizyki)

1. Elementy termodynamiki klasycznej i statystycznej-6 godz.

przypomnienie:statystyki Maxwella, energii wewnętrznej, energii swobodnej Gibbsa i Helmholtza,entalpii oraz entropii cieplnej i statystyczno-konfiguracyjnej, a także podstawowych procesów i zasad termodynamiki.

2. Metody otrzymywania niskich temperatur: 10 godz.

-przemiany gazowe rozprężanie i sprężanie gazów,

chłodziarka helowa o cyklu zamkniętym Mac Mahona Gifforda,

-użycie skroplonych gazów oraz skraplarki helowe i azotowe -efekt Joule'a

Thomsona, z wykorzystaniem ciepła parowania, adiabaticzne rozmagnesowanie paramagnetyczne i jądrowe, -chłodziarka rozcieńczalnikowa He3-He4,

-chłodzenie laserowe do nanokelwinów.

3.Metody pomiaru niskich temperatur: -4 godz.

-termometria opornościowa,

-termopary, -pomiar ciśnienia par - manometry,

- termometrie: magnetyczna, jądrowa i szumowa.

4. Elementy Kriofizyki; 10 godz.

-przewodnictwo ciepła,

-nadciekłość helu He3 i He4,

-kwantowy efekt Halla,

-nadprzewodnictwo nisko i wysokotemperaturowe.

Ćwiczenia laboratoryjne

Ćwiczenia laboratoryjne:15 godz.= 5 ćwiczeń po 3 godz. w grupach maksimum 10 osobowych

Ćw.1. Właściwości ciekłego i gazowego helu i azotu, obsługa dewarów i kriostatów, odzysk helu.

Ćw.2. Chłodziarka helowa w obiegu zamkniętym; budowa i zasada działania, pomiar temperatury w eunkcji czasu schładzania.

Ćw.3. Termometry ; oporowe metaliczne i półprzewodnikowe, kalibracja i pomiar

temperatury.

Ćw.4. Termopary; kalibracja i pomiar temperatury.

Ćw.5. Pokaz nadciekłości He4 i oporowego przejścia nadprzewodzącego ołowiu w kriostacie szklanym.

Sposób obliczania oceny końcowej

Ocena końcowa (OK) obliczana jest jako średnia ważona ocen z kolokwium (K) i z ćwiczeń laboratoryjnych (L):

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

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość podstaw termodynamiki i fizyki ciała stałego.

Zalecana literatura i pomoce naukowe

1. A.Kołodziejczyk- Materiały pomocnicze do przedmiotu: Kriogenika na stronie <http://home.agh.edu.pl/~akolo/>
2. B.Dziunikowski, Wstęp do fizyki niskich temperatur, Skrypt AGH nr 1203, Kraków 1990 i literatura podana tamże
3. Instrukcja obsługi chłodziarki helowej w cyklu zamkniętym Mac Mahona Gifforda
4. E.Trojnar, Kriofizyka, w Encyklopedia Fizyki Współczesnej, PWN, Warszawa, 1983
5. Rozdziały w książkach z Fizyki Ciała Stałego

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

1. Specific heat and magnetization of $\text{RMn}_2(\text{H,D})_2$, Z. Tarnawski, L. Kolwicz-Chodak, H. Figiel, N.-T. H. Kim-Ngan, L. Havela, K. Miliyanchuk, V. Sechovský, E. Santavá, J. Sebek, *Journal of Alloys and Compounds* ; ISSN 0925-8388. — 2007 vol. 442 s. 372-374.
2. Structural, magnetic and thermal properties of $\text{CaMn}_{0.99}\{\text{57}\}\text{Fe}_{0.01}\text{O}_{3-6}$, J. Przewoźnik, J. Chmist, L. Kolwicz-Chodak, Z. Tarnawski, Cz. Kapusta, A. Kołodziejczyk, *Journal of Alloys and Compounds* ; ISSN 0925-8388. — 2007 vol. 442 s. 194-196
3. H.P. van der Meulen, J.J.M. Franse, Z. Tarnawski, K. Kadowaki, J.C.P. Klaasse and A.A. Menovsky Low temperature specific heat of $\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ in magnetic field up to 5T (Re=Y, Pr, Sm, Eu, Gd, Dy, Ho, Er, Tm, Yb and Lu), *Physica C* 152 (1988) 65.
4. A.J. Dirkmät, T. Endstra, E.A. Knetesch, G.J. Nieuwenhuys, J.A. Maydosh, A.A. Menovsky, F.R. de Boer and Z. Tarnawski, Thermal and transport properties of $\text{U}_{1-x}\text{R}_x\text{R}_2\text{Si}_2$, *Phys. Rev. B* 41 (1990) 2584.
5. H.P. van der Meulen, Z. Tarnawski, A. de Visser, J.J.M. Franse, J.A.A.J. Perenboom, D. Althof and H. van Kempen, Field effect on the specific heat of UPt_3 , *Physica B* 163 (1990) 385.
6. R. Cubitt, E.M. Forgan, G. Yang, M. Warden, S.L. Lee, P.H. Kes, T.W. Li, A.A. Menovsky and Z. Tarnawski, Direct observation of magnetic flux lattice melting and decomposition in the high- T_c superconductor $\text{Bi}_{2.15}\text{Sr}_{1.95}\text{CaCu}_2\text{O}_{8+z}$, *Nature* 365 (London) (1993) 407-411
7. A. Gerber, Z. Tarnawski, V.H.M. Duijn and J.J.M. Franse, Magnetocaloric approach to type-II superconductors, *Phys. Rev. B* 49 (1994) 3492-3495.
8. M. Krupska N.-T. H. Kim-Ngan, S. Sowa, M. Paukov, I. Tkach, D. Drozdenko, L. Havela, Z. Tarnawski Structure, Electrical Resistivity and Superconductivity of Low-alloyed γ -U Phase Retained to Low Temperatures by Means of Rapid Cooling; *Acta Metallurgica Sinica (English Letters)*, 29 (2016) 388-398,

Informacje dodatkowe

zaległości związane z nieobecnością na zajęciach laboratoryjnych zostaną odrobione w dodatkowo ustalonym terminie z prowadzącym zajęcia.

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w wykładach	30 godz
Udział w ćwiczeniach laboratoryjnych	15 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	40 godz
Przygotowanie do zajęć	20 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	107 godz
Punkty ECTS za moduł	4 ECTS