



Nazwa modułu: Podstawy fizyki ciała stałego 2

Rok akademicki: 2017/2018 Kod: JFT-1-609-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: 6

Strona www: —

Osoba odpowiedzialna: prof. dr hab. inż. Tobiła Janusz (tobola@fis.agh.edu.pl)

Osoby prowadzące:

Krótką charakterystyka modułu

Tematyka Fizyki Ciała Stałego II dotyczy własności elektronowych ciał stałych, czyli takich własności materii skondensowanej, które można zrozumieć jako wynik istnienia elektronów i ich oddziaływania ze strukturą atomową. Wykład jest przeglądem metod teoretycznych i technik eksperymentalnych umożliwiających badanie i interpretację własności elektrycznych, termicznych, magnetycznych, optycznych oraz nadprzewodzących 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_W005	Student posiada wiedzę o sekwencji modeli teoretycznych (od modelu fluidu przewodzącego do teorii pasmowej) opisujących własności elektronowe ciała stałego.	FT1A_W08, FT1A_W09, FT1A_W01, FT1A_W06, FT1A_W01, FT1A_W06	Egzamin
M_W006	Student posiada wiedzę o zastosowaniu tych modeli do zrozumienia własności fizycznych metali i półprzewodników, oraz znaczenie tych własności dla zastosowań tych materiałów	FT1A_W08, FT1A_W09, FT1A_W01, FT1A_W06, FT1A_W01, FT1A_W06	Egzamin
Umiejętności			

M_U004	Student potrafi prowadzić obliczenia związane z tematyką przedmiotu	FT1A_U01, FT1A_U04, FT1A_U04, FT1A_U01	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Udział w dyskusji, Wykonanie ćwiczeń
Kompetencje społeczne			
M_K004	Student angażuje się w dyskusję w grupie, jak również z prowadzącym, i potrafi dobrze sformułować swoje argumenty	FT1A_K04, FT1A_K01, FT1A_K01	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji

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_W005	Student posiada wiedzę o sekwencji modeli teoretycznych (od modelu fluidu przewodzącego do teorii pasmowej) opisujących własności elektronowe ciała stałego.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W006	Student posiada wiedzę o zastosowaniu tych modeli do zrozumienia własności fizycznych metali i półprzewodników, oraz znaczenie tych własności dla zastosowań tych materiałów	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności												
M_U004	Student potrafi prowadzić obliczenia związane z tematyką przedmiotu	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne												
M_K004	Student angażuje się w dyskusję w grupie, jak również z prowadzącym, i potrafi dobrze sformułować swoje argumenty	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Treść modułu zajęć (program wykładów i pozostałych zajęć)

Wykład

Tematem przedmiotu Podstawy Fizyki Ciała Stałego 2 są szeroko rozumiane własności elektronowe materii skondensowanej (przede wszystkim kryształów), czyli te

własności materiałów (np. przewodnictwo elektryczne i ciepłne, magnetyzm, nadprzewodnictwo) oraz wielkości fizyczne je opisujące, które można zrozumieć jako wynik istnienia elektronów "wędrownych" i ich oddziaływania ze strukturą atomów (jąder oraz pozostałych elektronów).

Tematy wykładów

1. Klasyczny i kwantowy model elektronów swobodnych (2 h).
2. Elektrony w potencjale periodycznym i sieć odwrotna (2 h).
3. Metale, półprzewodniki, półmetale i izolatory w świetle teorii pasmowej (2 h).
4. Metody obliczeń struktury elektronowej (2 h).
5. Przewodnictwo elektryczne metali czystych i stopów nieuporządkowanych (2 h).
6. Własności optyczne i termiczne metali (2 h).
7. Magnetyzm elektronów wędrownych (2 h).
8. Półprzewodniki samoistne i domieszkowane (2 h).
9. Konwersja energii w materii skondensowanej (efekt termoelektryczny i magnetokaloryczny) (2 h).
10. Złącze p-n, diody oraz tranzystory (2 h).
11. Granice modelu pasmowego oraz efekty wielociałowe i relatywistyczne (2 h).
12. Fizyka powierzchni i międzypowierzchni (2 h).
13. Nadprzewodnictwo kryształów (2 h).
14. Oddziaływania nadsztywne (2 h).
15. Zastosowanie modelu swobodnych fermionów w astrofizyce (2 h) - opcjonalnie.

Ćwiczenia audytoryjne

1. Modele gazu elektronowego (3 godz.)

Efekty kształcenia:

- student potrafi obliczyć koncentrację elektronów dla danej struktury krystalicznej
- student potrafi wykonać obliczenia związane z rozwiązaniem kwantowego modelu elektronów swobodnych,
- student potrafi uzyskać pasma energetyczne w ramach modelu ciasnego wiązania,

2. Teoria pasmowa kryształów (3 godz.)

Efekty kształcenia:

- student potrafi zinterpretować wyniki numerycznych obliczeń struktury pasmowej,
- student potrafi określić możliwość/konieczność stanu metalu/niemetalu/izolatora dla danej struktury,
- student potrafi rozróżnić strukturę elektronową ferro- i antyferro- i ferrimagnetyka.

3. Własności elektronowe metali (3 godz.)

Efekty kształcenia:

- student potrafi zinterpretować wyniki spektroskopii fotoemisji,
- student potrafi obliczyć parametry mikroskopowe (czas relaksacji, droga swobodna) na podstawie parametrów transportowych,
- student potrafi powiązać kształt powierzchni Fermiego prostych metali z wynikami efektu Halla.

4. Własności elektronowe i transportowe półprzewodników (3 godz.)

Efekty kształcenia:

- student potrafi oszacować koncentrację elektronów i dziur w półprzewodniku samoistnym i domieszkowym,
- student potrafi określić pierwiastki domieszkowe potrzebne do uzyskania określonych funkcji (typ n/p, szerokość przerwy),
- student potrafi zinterpretować wyniki pomiarów określających parametry półprzewodników.

5. Własności nadprzewodzące (3 godz.)

- student potrafi określić istotne wielkości elektronowe związane ze stanem

nadprzewodzącym,

- student potrafi powiązać wyniki eksperymentalne z parametrami teorii BCS.

Sposób obliczania oceny końcowej

Oceny z ćwiczeń rachunkowych C oraz z egzaminu E obliczane są następująco: procent uzyskanych punktów przeliczany jest na ocenę zgodnie z Regulaminem Studiów AGH.

Ocena końcowa (OK) obliczana jest jako średnia arytmetyczna ocen z egzaminu E i z ćwiczeń rachunkowych C:

$$OK = 0.5 \times E + 0.5 \times C$$

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość rachunku różniczkowego i całkowego w zakresie podstawowym

Znajomość podstaw fizyki kwantowej

Zalecenie przedmiotu „Fizyka ciała stałego I”

Zalecana literatura i pomoce naukowe

Kittel, C., Wstęp do fizyki ciała stałego, PWN 1999. (ew. wydanie 1970)

Ibath H., Lüth H., Fizyka ciała stałego, PWN 1996

Ascroft N. W., Mermin N. D., Fizyka ciała stałego, PWN Warszawa 1986

Zięba A., Kosturek R., opracowanie Teoria Pasmowa (na serwerze OEN AGH)

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

Tytuł An Sn-induced resonant level in beta-As₂Te₃

Autorzy Bartłomiej WIENDŁOCHA, Jean-Baptiste Vaney, Christophe Candolfi, Anne Dauscher, Bertrand Lenoir, Janusz TOBOŁA

Źródło Physical Chemistry Chemical Physics. — 2018 vol. 20 iss. 18, s. 12948-12957. — tekst: <http://pubs-1rsc-1org-1wu2bf6dz01e6.wbg2.bg.agh.edu.pl/en/content/articlepdf/2018/cp/c8cp00431e?page=search>

Tytuł Correlation between electronic structure, transport and electrochemical properties of a LiNi_{1-y-z}CoyMnzO₂ cathode material

Autorzy Janina MOLENDĄ, Anna MILEWSKA, Wojciech ZAJĄC, Michał RYBSKI, Janusz TOBOŁA

Źródło Physical Chemistry Chemical Physics. — 2017 vol. 19 iss. 37, s. 25697-25706. — tekst: <https://goo.gl/iL2QTa>

Tytuł Effect of isovalent substitution on the electronic structure and thermoelectric properties of the solid solution alpha-As₂Te_{3-x}Sex (0 ≤ x ≤ 1.5)

Autorzy Jean-Baptiste Vaney, [et al.], Bartłomiej WIENDŁOCHA, Janusz TOBOŁA, [et al.]

Źródło Inorganic Chemistry. — 2017 vol. 56 iss. 4, s. 2248-2257

Tytuł Electronic structure and magnetism of Li_x(Ni-Co-Mn)O₂ in view of KKR-CPA calculations

Autorzy M. RYBSKI, J. TOBOŁA, S. KAPRZYK, J. MOLENDĄ

Źródło Solid State Ionics. — 2018 vol. 321, s. 23-28. — tekst: <https://www-1sciencedirect-1com-1000027az027d.wbg2.bg.agh.edu.pl/science/article/pii/S0167273817310081/pdf?md5=208483fd6c1ad4d0833a3b17c858b66f&pid=1-s2.0-S0167273817310081-main.pdf>

Tytuł Impact of crystal structure singularity on transport and electrochemical properties of Li_x(Li_yFe_zV_{1-y-z})O₂ - electrode material for lithium batteries

Autorzy Bartłomiej GĘDZIOROWSKI, Janusz TOBOŁA, Artur Braun, Janina MOLENDĄ

Źródło Functional Materials Letters. — 2016 vol. 9 no. 4, art. no. 1641006, s. 1641006-1-1641006-12

Tytuł Interplay of crystal structure preference and magnetic ordering in high entropy CrCoFeNiAl alloys

Autorzy K. JASIEWICZ, S. KAPRZYK, J. TOBOŁA

Źródło Acta Physica Polonica. A. — 2018 vol. 133 no. 3, s. 511-513. — tekst: <http://przyrbwn-1icm-1edu-1pl-1g71sbrdz00ef.wbg2.bg.agh.edu.pl/APP/PDF/133/app133z3p054.pdf>

Tytuł Interplay of electronic, structural and magnetic properties as the driving feature of high-entropy CoCrFeNiPd alloys

Autorzy M. Calvo-Dahlborg, J. Cornide, J. TOBOŁA, D. Nguyen-Manh, J.S. Wróbel, J. Juraszek, S. Jouen, U. Dahlborg

Źródło Journal of Physics. D, Applied Physics. — 2017 vol. 50 no. 18 art. no. 185002, s. [1], 1-12. — tekst: <https://goo.gl/8YKoLm>

Tytuł Magnetic properties of sigma-phase FeCrX (X=Co,Ni) alloys: experimental and theoretical study

Autorzy: J. CIEŚLAK, J. TOBOŁA, M. Reissner

Źródło: Acta Materialia. — 2017 vol. 123, s. 35-43. — tekst: <http://www-1sciencedirect-1com-1atoz.wbg2.bg.agh.edu.pl/science/article/pii/S1359645416307650>

Tytuł: Magnetization, high pressure, and magnetocaloric studies of MnRuxRh1-xAs (x=0.05,0.1): experimental and theoretical approaches

Autorzy: D. Szymański, R. Zach, W. Chajec, R. Duraj, J. TOBOŁA, M. Guillot, S. Haj-Khlifa, D. Fruchart

Źródło: Journal of Alloys and Compounds. — 2019 vol. 776, s. 59-70. — tekst: <https://www-1sciencedirect-1com-1000027pp006c.wbg2.bg.agh.edu.pl/science/article/pii/S0925838818338052/pdf?md5=99dd91d2054a50114e5d8e0b95c8cc30&pid=1-s2.0-S0925838818338052-main.pdf>

Informacje dodatkowe

Brak

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w wykładach	30 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	45 godz
Udział w ćwiczeniach audytoryjnych	15 godz
Przygotowanie do zajęć	28 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	120 godz
Punkty ECTS za moduł	4 ECTS