

Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Laboratorium fizyczne , PG_00182330						
Kierunek studiów	Fizyka (O)						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2026 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu			2026/2027		
Poziom kształcenia	II stopnia	Grupa zajęć			Grupa zajęć obowiązkowych z zakresu kierunku studiów Grupa zajęć fakultatywnych		
Forma studiów	stacjonarne	Sposób realizacji			na uczelni		
Rok studiów	1	Język wykładowy			polski		
Semestr studiów	2	Liczba punktów ECTS			6.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki	Forma zaliczenia			zaliczenie		
Jednostka prowadząca	Rektor -> Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki -> Instytut Fizyki Doświadczalnej -> Zakład Spektroskopii Fazy Skondensowanej						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot		dr inż. Tadeusz Leśniewski				
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu						
Formy zajęć	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	0.0	0.0	75.0	0.0	0.0	75
	W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0						
Aktywność studenta i liczba godzin pracy	Aktywność studenta	Udział w zajęciach dydaktycznych, objętych planem studiów		Udział w konsultacjach		Praca własna studenta	RAZEM
	Liczba godzin pracy studenta	75		0.0		75.0	150
Cel przedmiotu	Doświadczalna weryfikacja zjawisk fizycznych omawianych na wykładach z podstaw fizyki, mechaniki kwantowej i elektrodynamice, fizyce ciała stałego, fizyce atomu i cząsteczek, fizyce laserów, informacji kwantowej. Pogłębianie rozumienia podstawowych zjawisk fizycznych występujących w przyrodzie oraz istoty zjawisk kwantowych. Nauka wykonywania eksperymentów wspomaganych komputerowo, korzystania z najnowszego oprogramowania w tym z Lab View. Nauka przeprowadzania eksperymentów fizycznych, analizy uzyskanych wyników oraz niepewności pomiarowych i interpretacji uzyskanych wyników.						

Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[FIZMU2_U09] potrafi pracować samodzielnie lub w zespole	Student potrafi: – samodzielnie zrealizować powierzony etap badań; – efektywnie współdziałać w grupie (podział ról, komunikacja); – stosować się do uzgodnionych procedur.	[SU1] wypowiedź ustna/rozmowa/diskusja [SU2] prezentacja/projekt/referat/raport
	[FIZMU2_W01] ma zaawansowaną wiedzę z fizyki ogólnej oraz pogłębioną z różnych obszarów fizyki; zna historię rozwoju fizyki i jej znaczenie dla postępu nauk ścisłych i przyrodniczych, poznania świata i rozwoju społecznego	Student wie/zna: – prawidłowości zjawisk fizycznych (elektromagnetyzm, optyka falowa, budowa materii, spektroskopia atomowa i molekularna, fizyka laserów, fizyka ciała stałego, mechanika i informacja kwantowa); – przykłady ich eksperymentalnej weryfikacji; – zasadę działania wybranych przyrządów pomiarowych.	[SW1] wypowiedź ustna/rozmowa/diskusja [SW2] prezentacja/projekt/referat/raport
	[FIZMU2_U03] potrafi dokonać krytycznej analizy wyników pomiarów, obserwacji lub obliczeń teoretycznych wraz z oceną dokładności wyników	Student potrafi: – oszacowywać niepewności pomiarowe; – analizować i wyjaśniać procesy i zjawiska fizyczne w oparciu o podstawy empiryczne; – dokonywać krytycznej selekcji informacji w oparciu o posiadaną wiedzę; – prezentować wnioski w sposób precyzyjny.	[SU1] wypowiedź ustna/rozmowa/diskusja [SU2] prezentacja/projekt/referat/raport
	[FIZMU2_U02] posiada umiejętności planowania i przeprowadzenia podstawowych oraz zaawansowanych eksperymentów lub obserwacji w określonych obszarach fizyki lub jej zastosowań	Student potrafi: – projektować układy doświadczalne i sposób pomiaru wielkości fizycznych; – dobrać i przygotować aparaturę; – korzystać z komputerowego sterowania pomiarami; – posługiwać się układem jednostek SI.	[SU1] wypowiedź ustna/rozmowa/diskusja [SU2] prezentacja/projekt/referat/raport
	[FIZMU2_U04] potrafi znajdować niezbędne informacje w literaturze fachowej, zarówno w bazach danych jak i w innych źródłach; potrafi odtworzyć tok rozumowania lub przebieg eksperymentu opisanego w literaturze z uwzględnieniem poczynionych założeń i przybliżeń	Student potrafi: – wyszukiwać i analizować opisy doświadczeń oraz metody badawcze; – odtworzyć tok rozumowania i procedurę eksperymentu, uwzględniając założenia i przybliżenia; – porównać uzyskane wyniki z danymi literaturowymi.	[SU1] wypowiedź ustna/rozmowa/diskusja [SU2] prezentacja/projekt/referat/raport
	[FIZMU2_U06] potrafi zaadaptować wiedzę i metodykę fizyki a także stosowane metody doświadczalne i teoretyczne do pokrewnych dyscyplin naukowych	Student potrafi: – przenieść poznane techniki pomiarowe i obliczeniowe na zagadnienia z dziedzin pokrewnych; – dobrać metodykę do specyfiki problemu; – ilustrować wyniki komputerową analizą i wizualizacją danych.	[SU1] wypowiedź ustna/rozmowa/diskusja [SU2] prezentacja/projekt/referat/raport
	[FIZMU2_W08] zna i rozumie uwarunkowania prawne i etyczne związane z działalnością naukową i dydaktyczną	Student wie/zna: – zasady rzetelności badań i etyki publikacyjnej; – podstawy ochrony danych i bezpieczeństwa pracy w laboratorium; – dobre praktyki cytowania i dokumentowania badań.	[SW1] wypowiedź ustna/rozmowa/diskusja [SW2] prezentacja/projekt/referat/raport
	[FIZMU2_K07] ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie (zespołowo) realizowane zadania badawcze	Student wykształcił: – kulturę pracy indywidualnej i zespołowej w laboratorium; – odpowiedzialność za wspólne wyniki; – umiejętność merytorycznej dyskusji i precyzyjnego formułowania wypowiedzi.	[SK1] wypowiedź ustna/rozmowa/diskusja [SK2] prezentacja/projekt/referat/raport
	[FIZMU2_U07] potrafi przedstawić wyniki badań (eksperymentalnych, teoretycznych lub numerycznych) w formie pisemnej, ustnej, prezentacji multimedialnej lub plakatu	Student potrafi: – sporządzać sprawozdania z badań; – przygotować i wygłosić prezentację multimedialną; – jasno i logicznie przedstawić metody, wyniki i wnioski.	[SU1] wypowiedź ustna/rozmowa/diskusja [SU2] prezentacja/projekt/referat/raport
	[FIZMU2_W09] zna i rozumie pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego oraz konieczność zarządzania zasobami własności intelektualnej; zna zasady korzystania z zasobów informacji patentowej	Student wie/zna: – zasady korzystania z baz patentowych; – ochronę własności intelektualnej w kontekście wyników laboratoriów; – reguły wykorzystania cudzych materiałów w sprawozdaniach i prezentacjach.	[SW1] wypowiedź ustna/rozmowa/diskusja [SW2] prezentacja/projekt/referat/raport

	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[FIZMU2_W07] zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w stopniu pozwalającym na samodzielną pracę w obszarze odpowiadającym dyscyplinie	Student wie/zna: – zasady BHP w laboratoriach fizycznych wyposażonych w nowoczesny sprzęt pomiarowy; – procedury postępowania w sytuacjach niebezpiecznych; – wymagania dot. środków ochrony i ergonomii stanowiska.	[SW1] wypowiedź ustna/rozmowa/diskusja [SW2] prezentacja/projekt/referat/raport
	[FIZMU2_W04] zna zasadę działania układów pomiarowych i aparatury badawczej specyficznych dla obszaru fizyki związanego z wybraną specjalizacją lub zna zaawansowane metody fizyki teoretycznej i matematycznej	Student wie/zna: – budowę i zasadę działania nowoczesnej aparatury (m.in. źródła światła, detektory, mierniki); – zasadę działania konkretnych zestawów doświadczalnych.	[SW1] wypowiedź ustna/rozmowa/diskusja [SW2] prezentacja/projekt/referat/raport
	[FIZMU2_W03] zna techniki doświadczalne, obserwacyjne i numeryczne pozwalające zaplanować i wykonać złożony eksperyment fizyczny lub symulację komputerową	Student wie/zna: – nowoczesne techniki badawcze i metody komputerowego sterowania pomiarami; – środowisko graficzne LabVIEW oraz możliwości programów Excel i Origin; – metody analizy danych i oceny niepewności wyników.	[SW1] wypowiedź ustna/rozmowa/diskusja [SW2] prezentacja/projekt/referat/raport
	[FIZMU2_K02] ma świadomość rozstrzygającej roli eksperymentu w weryfikacji teorii fizycznych; ma świadomość istnienia metody naukowej w gromadzeniu wiedzy	Student wykształcił: – proinnowacyjną postawę dzięki znajomości i obsłudze nowoczesnej aparatury; – świadomość licznych zastosowań fizyki w dziedzinach pokrewnych; – potrzebę samokształcenia i samodzielnego docierania do informacji.	[SK1] wypowiedź ustna/rozmowa/diskusja [SK2] prezentacja/projekt/referat/raport

## Treści przedmiotu

- Doświadczalna weryfikacja zjawisk fizycznych z omawianych na mechanice kwantowej, elektrodynamice, fizyce ciała stałego, atomu i cząsteczki, fizyce laserów, informacji kwantowej.
- Pogłębianie rozumienia klasycznych zjawisk fizycznych oraz istoty zjawisk kwantowych.
- Nauka wykorzystania poznanych modeli zjawisk, procesów fizycznych, formalizmów matematycznych, metodyki badań do konkretnych zadań doświadczalnych wykonywanych w laboratorium fizycznym.
- Poznanie nowoczesnego sprzętu, aparatury, urządzeń pomiarowych: budowy, zasady działania, obsługi.
- Nauka wykonywania eksperymentów wspomaganym/sterowanym komputerowo, nauka najnowszego oprogramowania informatycznego w tym Lab View.
- Nauka analizy i interpretacji uzyskanych w doświadczeniach wyników oraz ich niepewności pomiarowych.

### Lista ćwiczeń laboratoryjnych

1. Dyfrakcja światła laserowego na szczelinie i otworze kołowym
2. Badanie własności fizycznych światłowodów
3. Analiza obrazów ugięciowych światła laserowego na fali ultradźwiękowej
4. Badanie własności krzemowego modułu fotowoltaicznego
5. Wyznaczanie współczynnika sprawności kolektora słonecznego w różnych warunkach eksploatacji
6. Badanie własności pompy ciepła
7. Badanie własności wodorowych ogniw paliwowych (PEM)
8. Wyznaczanie parametrów technicznych silnika Stirlinga
9. Optyczna symulacja rentgenogramu  $\beta$ -DNA
10. Wyznaczanie prędkości przepływu cząstek metodą dopplerowskiej anemometrii laserowej
11. Badanie pracy serca metodami EKG i FKG
12. Dyfrakcja wiązki elektronów na polikrystalicznej warstwie grafitu
13. Wyznaczanie potencjału wzbudzenia atomów Hg i Ne w doświadczeniu Francka-Hertza
14. Wyznaczanie ładunku właściwego  $e/m$  elektronu
15. Zjawisko fotoelektryczne i wyznaczenie stałej Plancka
16. Pomiar względnych natężeń linii widmowych o strukturze dubletowej i trypletowej
17. Wyznaczanie energii dysocjacji jodu na podstawie widma absorpcji
18. Wyznaczanie momentów dipolowych drobin polarnych w stanie podstawowym
19. Badanie absorpcji światła molekuł wieloatomowych
20. Badanie właściwości optycznych materiałów domieszkowanych jonami metali przejściowych; badanie fluorescencji barwników organicznych
21. Pomiar widm Ramana monokryształów krzemu (Si) i diamentu (C)

	<p>22. Badanie własności laserów na ciele stałym</p> <p>23. Badanie spektralnych własności filtrów optycznych; rejestracja emisyjnych widm liniowych za pomocą spektrografu siatkowego</p> <p>24. Efekt Halla w domieszkowanym germanie typu p i typu n</p> <p>25. Badanie własności ferromagnetyków na podstawie pętli histerezy</p> <p>26. Identyfikacja przejść fazowych w kryształach ferroelektrycznych</p> <p>27. Wyznaczanie charakterystyk termistorów</p> <p>28. Magnetoptyczny efekt Faradaya</p> <p>29. Normalny i anomalny efekt Zeemana</p> <p>30. Wyznaczanie czynnika Landégo metodą elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR)</p> <p>31. Efekt Kerra w elektroptycznej ceramice PLZT</p> <p>32. Badanie natężenia charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego miedzi (Cu) i molibdenu (Mo)</p> <p>33. Struktura subtelna promieniowania rentgenowskiego rozszczepienie dubletu Ka molibdenu</p> <p>34. Wyznaczanie stałej sieciowej metodą DebyeScherrera</p> <p>35. Badanie struktury monokryształu chlorku sodu za pomocą promieniowania rentgenowskiego</p> <p>36. Określanie położenia i wymiarów metalowego obiektu na podstawie radiogramu</p> <p>37. Topografia powierzchni materiałów przy pomocy skaningowego mikroskopu elektronowego</p> <p>38. Wyznaczanie wskaźnika jakości polaryzacyjnego splątania par fotonów</p> <p>39. Łamanie nierówności Bella (CHSH) dla polaryzacyjnie splątanych par fotonów</p> <p>40. Interferencja dwóch skorelowanych fotonów</p> <p>41. Identyfikacja stanu splątanego polaryzacji dwóch fotonów i wyznaczanie wskaźnika jakości splątania</p> <p>42. Wyznaczanie wartości ładunku e elektronu w doświadczeniu Millikana</p>									
<p>Wymagania wstępne i dodatkowe</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A. Wymagania formalne: brak</li> <li>• B. Wymagania wstępne: znajomość podstaw fizyki, matematyki, programowania, elektrodynamiki, fizyki ciała stałego, mechaniki kwantowej na poziomie studiów licencjackich, umiejętność analizy i opracowywania wyników pomiarowych na poziomie Pracowni fizycznej II</li> </ul>									
<p>Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sposób oceniania (składowe)</th> <th>Próg zaliczeniowy</th> <th>Składowa oceny końcowej</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>sprawozdania</td> <td>51.0%</td> <td>50.0%</td> </tr> <tr> <td>odpowiedzi ustne</td> <td>51.0%</td> <td>50.0%</td> </tr> </tbody> </table>	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej	sprawozdania	51.0%	50.0%	odpowiedzi ustne	51.0%	50.0%
Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej								
sprawozdania	51.0%	50.0%								
odpowiedzi ustne	51.0%	50.0%								

Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Literatura studiowana samodzielnie przez studenta:</li> <li>• 1. A. Barbacki Mikroskopia elektronowa, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej , 2007.</li> <li>• 2. A. Chełkowski Fizyka dielektryków, PWN, Warszawa 1993.</li> <li>• 3. A. K. Wróblewski, J. A. Zakrzewski Wstęp do fizyki. T. 1. i 2. , PWN, Warszawa 1990.</li> <li>• 4. A. Kowski Fotoluminescencja roztworów, PWN, 1992.</li> <li>• 5. A. Kopytyńska Wykłady z fizyki atomu, PWN, Warszawa 1989.</li> <li>• 6. A. Kujawski, P. Szczepański Lasery. Podstawy fizyczne, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999.</li> <li>• 7. A. Peres Quantum Theory: Concepts and Methods, Kluwer Academic Publishers, 1993.</li> <li>• 8. A. Śliwiński Ultradźwięki i ich zastosowanie, Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa 1993.</li> <li>• 9. A.N. Matwiejew Fizyka cząsteczkowa, PWN, Warszawa, 1989.</li> <li>• 10. B. Ziętek Lasery, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2009.</li> <li>• 11. B. Ziętek Optoelektronika, Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń 2005.</li> <li>• 12. C. Kittel Wstęp do fizyki ciała stałego PWN, Warszawa 1999.</li> <li>• 13. Cz. Bobrowski Fizyka krótki kurs, Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa 1998.</li> <li>• 14. D. Dehlinger, M.W. Mitchell Entangled photon apparatus for the undergraduate laboratory, Am. J. Phys. 70, 989 901 (2002).</li> <li>• 15. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker Podstawy fizyki, PWN, Warszawa 2003.</li> <li>• 16. E. Klugman, E. Klugmann Radziemska Ogniwa i moduły fotowoltaiczne oraz inne niekonwencjonalne źródła energii, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok 2005.</li> <li>• 17. F. Kaczmarek Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki dla zaawansowanych, PWN, Warszawa 1986.</li> <li>• 18. F. Wolańczyk Termodynamika, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, 2007.</li> <li>• 19. G. Barrow Chemia fizyczna, PWN, Warszawa 1978.</li> <li>• 20. G. Johnson A Shortcut Through Time: the Path to the Quantum Computer, Knopf, N.Y. 2003.</li> <li>• 21. H. A. Enge, M. R. Wehr, J. A. Richards Wstęp do fizyki atomowej, PWN, Warszawa 1983.</li> <li>• 22. H. Abramczyk Introduction to Laser Spectroscopy, Elsevier Science, Amsterdam 2005.</li> <li>• 23. H. Haken, H. C. Wolf Fizyka molekularna z elementami chemii kwantowej, PWN, Warszawa 2010.</li> <li>• 24. H. Haken, H. Chr. Wolf Atomy i kwanty. Wprowadzenie do współczesnej spektroskopii atomowej, PWN, Warszawa 1998.</li> <li>• 25. H. Ibach, H. Luth Fizyka ciała stałego, PWN, Warszawa 1996.</li> <li>• 26. H. Paul Introduction Quantum Optics from Light Quanta to Teleportation, Cambridge University Press, Cambridge 2004.</li> <li>• 27. H. Szydłowski Pracownia fizyczna wspomaganą komputerem, PWN, Warszawa 2003.</li> <li>• 28. Handbook Laboratory Experiments Physics, Phywe System GmbH &amp; Co. K.G.</li> <li>• 29. I. W. Sawieliew Wykłady z fizyki, T.1.- 3., PWN, Warszawa 2002.</li> <li>• 30. J. A. Buck Fundamentals of Optical Fibres, NJ: Wiley Interscience, Hoboken, 2004.</li> <li>• 31. J. A. Weil, J.R. Bolton Electron Paramagnetic Resonance: Elementary Theory and Practical Applications, Wiley, New York 2001.</li> <li>• 32. J. Ginter Fizyka fal, Tom Fale w ośrodkach jednorodnych, PWN, Warszawa 1993.</li> <li>• 33. J. Ginter Wstęp do fizyki atomu , cząsteczki i ciała stałego, PWN, Warszawa 1986.</li> <li>• 34. J. H. Moore, Ch. C. Davies, M.A. Coplan Building Scientific Apparatus, Westview Press, 2003.</li> <li>• 35. J. Kączkowski Podstawy biochemii, Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa 1999.</li> <li>• 36. J. Laminie, A. Dicks Fuel Cell Systems Explained, Wiley, 2003.</li> <li>• 37. J. Młochowski Podstawy chemii, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 1999.</li> <li>• 38. J. Orear Fizyka, T.1. i 2., Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa 1998.</li> <li>• 39. J. P. Simons Fotochemia i spektroskopia, PWN, Warszawa 1982.</li> <li>• 40. J. R. Ferraro, K. Nakamoto, C. W. Brown Introductory Raman Spectroscopy, Elsevier, 2003.</li> <li>• 41. J. Stankowski Wstęp do spektroskopii rezonansów magnetycznych, PWN, Warszawa 2005.</li> <li>• 42. K. Booth, M. Kathryn Optoelektronika, Wyd. Komun. i Łączności, Warszawa 2001.</li> <li>• 43. K. Joon Fuel Cells a 21stCentury Power System, Journal of Power Sources, 1998, 71.</li> <li>• 44. K. Pigoń, Z. Ruziewicz Chemia fizyczna, PWN, Warszawa 2005.</li> </ul>
-----------------------	-------------------------	--

- 45. K. Shimoda Wstęp do fizyki laserów, PWN, Warszawa 1993.
- 46. K. W. Szalimowa Fizyka półprzewodników, PWN, Warszawa 1974.
- 47. L. Andr en Solar Installations. Practical Applications for the Built Environment, James&James Science Publishers, London 2003.
- 48. L. Mandel, E. Wolf Optical Coherence and Quantum Optics, Cambridge 1995.
- 49. M. Alicka, R. Alicki Pracownia Informatyki Kwantowej / Quantum Information Laboratory, skrypt Uniwersytetu Gdańskiego, 2011.
- 50. M. Born, E. Wolf Principles of Optics, Cambridge University Press, Cambridge 1999.
- 51. M. Le Bellac Wstęp do informatyki kwantowej, PWN, Warszawa 2011.
- 52. M. M. Kash, G.C. Shields Using the Franck-Hertz Experiment to Illustrate Quantization, J. Chem. Educ. 71, 466, 1994.
- 53. M. Nielsen, I. Chuang Quantum Computation and Quantum Communication, Cambridge, London 2000.
- 54. N. W. Ashcroft, N.D. Mermin Fizyka ciała stałego, PWN, Warszawa 1986.
- 55. P. Kowalczyk Fizyka cząsteczek, PWN, Warszawa 2000.
- 56. P. Suppan Chemia i światło, PWN, Warszawa 1997.
- 57. P. W. Atkins Molekularna mechanika kwantowa, PWN, Warszawa 1974.
- 58. PHYWE Laboratory Experiments Physics, 2010.
- 59. R. Eisberg, R. Resnick Fizyka kwantowa atomów, cząsteczek, ciał stałych, jąderek i cząstek elementarnych, PWN, Warszawa 1983.
- 60. R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands Feynmana wykłady z fizyki, PWN, 2004.
- 61. R. T. Morrison, R.N. Boyd Chemia organiczna, Tom 2, PWN, Warszawa 1999.
- 62. T. Penkala Zarys krystalografii, PWN Warszawa 1983.
- 63. W. Ashcroft Fizyka ciała stałego, PWN, Warszawa 1986.
- 64. W. Demtr der Spektroskopia laserowa, PWN, Warszawa 1993.
- 65. W. J. Croft Under the Microscope. A Brief History of Microscopy, Hackensack & London: World Scientific, 2006.
- 66. W. Kołos, J. Sadlej Atom i cząsteczka, WNT, Warszawa 1998.
- 67. W. S.C. Chang Principles of Lasers and Optics, Cambridge University Press, 2005.
- 68. W. Świątkowski Doświadczenie Francka i Hertza: 85 lat później, Postępy Fizyki, Tom 49, zeszyt 4, 1998.
- 69. Z. Bojarski, M. Gigla, K. Str c , M. Surowiec Krystalografia, PWN, Warszawa 2007.
- 70. Z. Kęcki Podstawy spektroskopii molekularnej, PWN, Warszawa 1982.
- 71. Z. Kleszczewski Podstawy fizyczne elektroniki ciała stałego, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000. 72. Z. Kleszczewski Wybrane zagadnienia z optyki falowej, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2003.

	Uzupełniająca lista lektur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1. Renewable Energy Sources for Fuels and Electricity, Island Press, Washington 1993.</li> <li>• 2. Solid State Physics. Pt. B, Electrical, Magnetic, and Optical Properties ed. by K. Lark-Horovitz and Vivian A. Johnson, London : Academic Press, New York 1959.</li> <li>• 3. A. A. Lucas, PH. Lambin, R. Mairesse and M. Mathot Revealing the Backbone Structure of DNA from Laser Optical Simulations of its X Ray Diffraction Diagram, 1997.</li> <li>• 4. A. Dąbrowski Elektrokaradiogramy, opisy i komentarze, Medycyna Praktyczna, Kraków 2003.</li> <li>• 5. A. Dobrowolski Technika wielkich częstotliwości, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2001.</li> <li>• 6. A. Dubik Zastosowania laserów, WNT, 1991.</li> <li>• 7. A. Feldzensztajn, L. Pacuła, J. Pusz Wodór paliwem przyszłości, Instytut Wdrożeń Technicznych, Gdańsk, 2003.</li> <li>• 8. A. Hrynkiewicz, E. Rokita Fizyczne metody diagnostyki medycznej i terapii, PWN, Warszawa 2000.</li> <li>• 9. A. J. Camm Dynamic Electrocardiography, Eimsford: Blac well/ Futura, 2004.</li> <li>• 10. A. Lipson, S.G. Lipson, H. Lipson Optical Physics, Cambridge University Press, 2011.</li> <li>• 11. A. Małek, M. Wendeker Ogniwa paliwowe typu PEM teoria i praktyka, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin 2010.</li> <li>• 12. A. Zeilinger ŚWIAT NAUKI, Lipiec 2000.</li> <li>• 13. A. Łoziński Światłowodowy telekomunikacyjne, Akademia Morska, Gdynia 2009.</li> <li>• 14. D. A. Rand Clean Energy, Springer, 2005.</li> <li>• 15. D. M. Pozar Microwave Engineering, John Wiley &amp; Sons Inc., NY 1998.</li> <li>• 16. E. Klugman, E. Klugmann Radziemska Ogniwa i moduły fotowoltaiczne oraz inne niekonwencjonalne źródła energii, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok 2005.</li> <li>• 17. J. Laminie, A. Dicks Fuel Cell Systems Explained, Wiley, 2003.</li> <li>• 18. K. Joon Fuel Cells a 21stCentury Power System, Journal of Power Sources, 1998, 71.</li> <li>• 19. L. Andrèn Solar Installations. Practical Applications for the Built Environment, James&amp; James Science Publishers, London 2003.</li> <li>• 20. M. A.Green Solar Cells Operating Principles, Technology and System Applications, Ed. Univ. of New South Wales, 1992.</li> <li>• 21. S. Zator Laserowe przepływomierze dopplerowskie, Politechnika Opolska, 2007.</li> <li>• 22. W. Świątkowski Doświadczenie Francka i Hertza: 85 lat później, Postępy Fizyki, Tom 49, zeszyt 4, 1998.</li> </ul>
	Adresy eZasobów	
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	brak	
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy	

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.