

Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Laboratorium fizyczne , PG_00182330						
Kierunek studiów	Fizyka (O)						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2025 r.		Rok akademicki realizacji przedmiotu		2025/2026		
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	Effekt kierunkowy	Effekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[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/ dyskusja [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/ dyskusja [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/ dyskusja [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/ dyskusja [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/ dyskusja [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/ dyskusja [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/ dyskusja [SK2] prezentacja/projekt/referat/ raport
	[FIZMU2_U09] potrafi pracować samodzielnie i 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/ dyskusja [SU2] 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/ dyskusja [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/ dyskusja [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 wspomaganych/sterowanych 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 β-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 wyznaczanie 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)
-------------------	--

	22. Badanie własności laserów na ciele stałym 23. Badanie spektralnych własności filtrów optycznych; rejestracja emisyjnych widm liniowych za pomocą spektrografu siatkowego 24. Efekt Halla w domieszkowanym germanie typu p i typu n 25. Badanie własności ferromagnetyków na podstawie pętli histerezy 26. Identyfikacja przejść fazowych w kryształach ferroelektrycznych 27. Wyznaczanie charakterystyk termistorów 28. Magnetoptyczny efekt Faradaya 29. Normalny i anomalny efekt Zeemana 30. Wyznaczanie czynnika Landégo metodą elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR) 31. Efekt Kerra w elektroptycznej ceramice PLZT 32. Badanie natężenia charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego miedzi (Cu) i molibdenu (Mo) 33. Struktura subtelna promieniowania rentgenowskiego rozszczepienie dubletu Ka molibdenu 34. Wyznaczanie stałej sieciowej metodą DebyeScherrera 35. Badanie struktury monokryształu chlorku sodu za pomocą promieniowania rentgenowskiego 36. Określanie położenia i wymiarów metalowego obiektu na podstawie radiogramu 37. Topografia powierzchni materiałów przy pomocy skaningowego mikroskopu elektronowego 38. Wyznaczanie wskaźnika jakości polaryzacyjnego splątania par fotonów 39. Łamanie nierówności Bella (CHSH) dla polaryzacyjnie splątanych par fotonów 40. Interferencja dwóch skorelowanych fotonów 41. Identyfikacja stanu splątanego polaryzacji dwóch fotonów i wyznaczanie wskaźnika jakości splątania 42. Wyznaczanie wartości ładunku e elektronu w doświadczeniu Millikana									
Wymagania wstępne i dodatkowe	A. Wymagania formalne: brak 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									
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	<table><tr><td>Sposób oceniania (składowe)</td><td>Próg zaliczeniowy</td><td>Składowa oceny końcowej</td></tr><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></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	
		• Literatura studiowana samodzielnie przez studenta: • 1. A. Barbacki Mikroskopia elektronowa, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej , 2007. • 2. A. Chełkowski Fizyka dielektryków, PWN, Warszawa 1993. • 3. A. K. Wróblewski, J. A. Zakrzewski Wstęp do fizyki. T. 1. i 2. , PWN, Warszawa 1990. • 4. A. Kowski Fotoluminescencja roztworów, PWN, 1992. • 5. A. Kopytńska Wykłady z fizyki atomu, PWN, Warszawa 1989. • 6. A. Kujawski, P. Szczepański Lasery. Podstawy fizyczne, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999. • 7. A. Peres Quantum Theory: Concepts and Methods, Kluwer Academic Publishers, 1993. • 8. A. Śliwiński Ultradźwięki i ich zastosowanie, Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa 1993. • 9. A.N. Matwiejew Fizyka cząsteczkowa, PWN, Warszawa, 1989. • 10. B. Ziętek Lasery, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2009. • 11. B. Ziętek Optoelektronika, Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń 2005. • 12. C. Kittel Wstęp do fizyki ciała stałego PWN, Warszawa 1999. • 13. Cz. Bobrowski Fizyka krótki kurs, Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa 1998. • 14. D. Dehlinger, M.W. Mitchell Entangled photon apparatus for the undergraduate laboratory, Am. J. Phys. 70, 989 901 (2002). • 15. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker Podstawy fizyki, PWN, Warszawa 2003. • 16. E. Klugman, E. Klugmann Radziemska Ogniwa i moduły fotowoltaiczne oraz inne niekonwencjonalne źródła energii, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok 2005. • 17. F. Kaczmarek Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki dla zaawansowanych, PWN, Warszawa 1986. • 18. F. Wolańczyk Termodynamika, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, 2007. • 19. G. Barrow Chemia fizyczna, PWN, Warszawa 1978. • 20. G. Johnson A Shortcut Through Time: the Path to the Quantum Computer, Knopf, N.Y. 2003. • 21. H. A. Enge, M. R. Wehr, J. A. Richards Wstęp do fizyki atomowej, PWN, Warszawa 1983. • 22. H. Abramczyk Introduction to Laser Spectroscopy, Elsevier Science, Amsterdam 2005. • 23. H. Haken, H. C. Wolf Fizyka molekularna z elementami chemii kwantowej, PWN, Warszawa 2010. • 24. H. Haken, H. Chr. Wolf Atomy i kwanty. Wprowadzenie do współczesnej spektroskopii atomowej, PWN, Warszawa 1998. • 25. H. Ibach, H. Luth Fizyka ciała stałego, PWN, Warszawa 1996. • 26. H. Paul Introduction Quantum Optics from Light Quanta to Teleportation, Cambridge University Press, Cambridge 2004. • 27. H. Szydłowski Pracownia fizyczna wspomagana komputerem, PWN, Warszawa 2003. • 28. Handbook Laboratory Experiments Physics, Phywe System GmbH & Co. K.G. • 29. I. W. Sawieliew Wykłady z fizyki, T.1.- 3., PWN, Warszawa 2002. • 30. J. A. Buck Fundamentals of Optical Fibres, NJ: Wiley Interscience, Hoboken, 2004. • 31. J. A. Weil, J.R. Bolton Electron Paramagnetic Resonance: Elementary Theory and Practical Applications, Wiley, New York 2001. • 32. J. Ginter Fizyka fal, Tom Fale w ośrodkach jednorodnych, PWN, Warszawa 1993. • 33. J. Ginter Wstęp do fizyki atomu , cząsteczki i ciała stałego, PWN, Warszawa 1986. • 34. J. H. Moore, Ch. C. Davies, M.A. Coplan Building Scientific Apparatus, Westview Press, 2003. • 35. J. Kączkowski Podstawy biochemii, Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa 1999. • 36. J. Laminie, A. Dicks Fuel Cell Systems Explained, Wiley, 2003. • 37. J. Młochowski Podstawy chemii, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 1999. • 38. J. Orear Fizyka, T.1. i 2., Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa 1998. • 39. J. P. Simons Fotochemia i spektroskopia, PWN, Warszawa 1982. • 40. J. R. Ferraro, K. Nakamoto, C. W. Brown Introductory Raman Spectroscopy, Elsevier, 2003. • 41. J. Stankowski Wstęp do spektroskopii rezonansów magnetycznych, PWN, Warszawa 2005. • 42. K. Booth, M. Kathryn Optoelektronika, Wyd. Komun. i Łączności, Warszawa 2001. • 43. K. Joon Fuel Cells a 21stCentury Power System, Journal of Power Sources, 1998, 71. • 44. K. Pigoń, Z. Ruziewicz Chemia fizyczna, PWN, Warszawa 2005.

- 45. K. Shimoda Wstęp do fizyki laserów, PWN, Warszawa 1993.
- 46. K. W. Szalimowa Fizyka półprzewodników, PWN, Warszawa 1974.
- 47. L. Andr  n 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 Informacji 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. Kolos, 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. K  ci 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	1. Renewable Energy Sources for Fuels and Electricity, Island Press, Washington 1993. 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. 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. 4. A. Dąbrowski Elektrokarđiogramy, opisy i komentarze, Medycyna Praktyczna, Kraków 2003. 5. A. Dobrowolski Technika wielkich częstotliwości, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2001. 6. A. Dubik Zastosowania laserów, WNT, 1991. 7. A. Feldzensztajn, L. Pacuła, J. Pusz Wodór paliwem przyszłości, Instytut Wdrożeń Technicznych, Gdańsk, 2003. 8. A. Hrynkiewicz, E. Rokita Fizyczne metody diagnostyki medycznej i terapii, PWN, Warszawa 2000. 9. A. J. Camm Dynamic Electrocardiography, Eimsford: Blac well/ Futura, 2004. 10. A. Lipson, S.G. Lipson, H. Lipson Optical Physics, Cambridge University Press, 2011. 11. A. Małek, M. Wendeker Ogniwa paliwowe typu PEM teoria i praktyka, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin 2010. 12. A. Zeilinger ŚWIAT NAUKI, Lipiec 2000. 13. A. Łoziński Światłowody telekomunikacyjne, Akademia Morska, Gdynia 2009. 14. D. A. Rand Clean Energy, Springer, 2005. 15. D. M. Pozar Microwave Engineering, John Willey & Sons Inc., NY 1998. 16. E. Klugman, E. Klugmann Radziemska Ogniwa i moduły fotowoltaiczne oraz inne niekonwencjonalne źródła energii, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok 2005. 17. J. Laminie, A. Dicks Fuel Cell Systems Explained, Wiley, 2003. 18. K. Joon Fuel Cells a 21stCentury Power System, Journal of Power Sources, 1998, 71. 19. L. Andr��n Solar Installations. Practical Applications for the Built Environment, James& James Science Publishers, London 2003. 20. M. A.Green Solar Cells Operating Principles, Technology and System Applications, Ed. Univ. of New South Wales, 1992. 21. S. Zator Laserowe przepływomierze dopplerowskie, Politechnika Opolska, 2007. 22. W. Świątkowski Doświadczenie Francka i Hertza: 85 lat później, Postępy Fizyki, Tom 49, zeszyt 4, 1998.
	Adresy eZasobów	Podstawowe https://dlf.ug.edu.pl/cwiczenia/ - instrukcje do ćwiczeń oraz materiały dodatkowe
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	brak	
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy	

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.