

**KAPITAŁ LUDZKI**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCIProjekt współfinansowany przez
Unię Europejską w ramach
Europejskiego Funduszu
Społecznego**UNIA EUROPEJSKA**
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Nazwa przedmiotu		Kod ECTS	
Laboratorium fizyczne		13.2.0159	
Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot			
Instytut Fizyki Doświadczalnej			
Studia			
wydział	kierunek	poziom	drugiego stopnia
Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki	Fizyka	forma	stacjonarne
		moduł	fizyka
		specjalnościowy specjalizacja	Podstawowa
Nazwisko osoby prowadzącej (osób prowadzących)			
dr Maria Alicka; dr Justyna Barzowska; mgr Agata Lazarowska			
Formy zajęć, sposób ich realizacji i przypisana im liczba godzin		Liczba punktów ECTS	
Formy zajęć		8 Przedmiot w wymiarze 75h laboratorium	
Ćw. laboratoryjne			
Sposób realizacji zajęć			
zajęcia w sali dydaktycznej			
Liczba godzin			
Ćw. laboratoryjne: 75 godz.			
Cykl dydaktyczny			
2016/2017 letni			
Status przedmiotu		Język wykładowy	
obowiązkowy		polski	
Metody dydaktyczne		Forma i sposób zaliczenia oraz podstawowe kryteria oceny lub wymagania egzaminacyjne	
<ul style="list-style-type: none"> - Wykonywanie doświadczeń - praca własna - opracowywanie wyników doświadczeń 		Sposób zaliczenia	
		Zaliczenie na ocenę	
		Formy zaliczenia	
		ustalenie oceny zaliczeniowej na podstawie ocen cząstkowych otrzymywanych w trakcie trwania semestru	
		Podstawowe kryteria oceny	
		Zaliczenie zajęć laboratoryjnych wymaga pełnej obecności studenta na zajęciach, zaliczenia wstępnych zagadnień teoretycznych, poprawnego wykonania wyznaczonych studentowi doświadczeń wraz z ich opracowaniami oraz uzyskania oceny co najmniej dostatecznej z każdego wykonanego ćwiczenia.	
Sposób weryfikacji założonych efektów kształcenia			

zakładany efekt kształcenia	Wykonanie ćwiczeń i opracowań	mtd. dydakt 2	mtd. dydakt 3	mtd. dydakt 4	mtd. dydakt 5	mtd. dydakt 6	mtd. dydakt 7	mtd. dydakt 8
Wiedza								
K_W03	+							
K_W04	+							
K_W07	+							
Umiejętności								
K_U01	+							
K_U02	+							
K_U03	+							
K_U06	+							
K_U07	+							
K_U09	+							
Kompetencje								
K_K02	+							
K_K03	+							
K_K07	+							
K_K09	+							

Określenie przedmiotów wprowadzających wraz z wymogami wstępnymi

A. Wymagania formalne

B. Wymagania wstępne

Wymagana jest znajomość podstaw fizyki, matematyki i programowania z zakresu licencjatu, elektrodynamiki, podstaw fizyki ciała stałego oraz mechaniki kwantowej i umiejętność analizy i opracowywania wyników pomiarowych na poziomie Pracowni fizycznej II

Cele kształcenia

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 wykorzystania przyswojonych opisów zjawisk, procesów, metodyki badań i formalizmów do konkretnych zadań doświadczalnych wykonywanych w laboratorium fizycznym.

Zapoznanie studenta z nowoczesnym sprzętem i urządzeniami pomiarowymi - ich budową, zasadą działania i obsługą.

Nauka wykonywania eksperymentów wspomaganym komputerowo, korzystania z najnowszego oprogramowania w tym z Lab View.

Nauka poprawnego przeprowadzania eksperymentów fizycznych, właściwej analizy uzyskanych wyników oraz błędów pomiarowych i interpretacji uzyskanych wyników.

Treści programowe

Wykaz ćwiczeń wykonywanych w ramach zajęć w Laboratorium Fizycznym:

1. Dyfrakcja światła laserowego na szczelinie i otworze kołowym.
2. Badanie własności fizycznych światłowodów.
3. Badanie fizycznych własności mikrofal. Lokalizacja satelitów telekomunikacyjnych.
4. Analiza obrazów ugięciowych światła laserowego na fali ultradźwiękowej.
5. Badanie własności krzemowego modułu fotowoltaicznego.
6. Wyznaczanie współczynnika sprawności kolektora słonecznego w różnych warunkach eksploatacji.
7. Badanie własności pompy ciepła współpracującej z kolektorem słonecznym.
8. Badanie własności wodorowych ogniw paliwowych (PEM).
9. Optyczna symulacja rentgenogramu β – DNA.
10. Wyznaczanie prędkości przepływu cząstek metodą dopplerowskiej anemometrii laserowej.
11. Dyfrakcja wiązki elektronów na polikrystalicznej warstwie grafitu.
12. Wyznaczanie potencjału wzbudzenia atomów Hg i Ne w doświadczeniu Francka-Hertza.
13. Wyznaczanie ładunku właściwego e/m elektronu.
14. Zjawisko fotoelektryczne i wyznaczenie stałej Plancka.
15. Pomiar względnych natężeń linii widmowych o strukturze dubletowej i trypletowej.
16. Wyznaczanie energii dysocjacji jodu na podstawie widma absorpcji.
17. Wyznaczanie momentów dipolowych drobin polarnych w stanie podstawowym.
18. Badanie absorpcji światła molekuł wieloatomowych na przykładzie p-quaterfenylu.

19. Badanie właściwości optycznych materiałów domieszkowanych jonami metali przejściowych.
20. Pomiar widm Ramana monokryształów krzemu (Si) i diamentu ©.
21. Badanie własności laserów na ciele stałym.
22. Rejestracja emisyjnych widm liniowych za pomocą spektrografu siatkowego.
23. Efekt Halla w domieszkowanym germanie typu p i typu n.
24. Badanie własności ferromagnetyków na podstawie pętli histerezy.
25. Identyfikacja przejść fazowych w kryształach ferroelektrycznych.
26. Wyznaczanie charakterystyk termistorów.
27. Magnetoptyczny efekt Faradaya.
28. Normalny i anomalny efekt Zeemana.
29. Wyznaczanie czynnika Landego metodą elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR).
30. Efekt Kerra w elektroptycznej ceramice PLZT.
31. Badanie natężenia charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego miedzi (Cu) i molibdenu (Mo).
32. Struktura subtelna promieniowania rentgenowskiego-rozszczepienie dubletu $K\alpha$ molibdenu.
33. Wyznaczanie stałych sieci miedzi (Cu), molibdenu (Mo) i chlorku potasu (KCl) metodą Debye'a-Scherrera.
34. Badanie struktury monokryształu chlorku sodu za pomocą promieniowania rentgenowskiego.
35. Topografia powierzchni materiałów przy pomocy skaningowego mikroskopu elektronowego.
36. Wyznaczanie wskaźnika jakości polaryzacyjnego splątania par fotonów.
37. Łamanie nierówności Bella (CHSH) dla polaryzacyjnie splątanych par fotonów.
38. Interferencja dwóch skorelowanych fotonów.
39. Identyfikacja stanu splątanego polaryzacji dwóch fotonów i wyznaczanie wskaźnika jakości splątania.

Wykaz literatury

Studenci korzystają z licznych podręczników dotyczących fizyki atomowej, molekularnej, ciała stałego, laserów, wybranych zagadnień biofizyki i akustyki. Instrukcje do ćwiczeń zawierają spisy wymaganych podręczników w zależności od tematyki ćwiczenia.

A. Literatura wymagana do ostatecznego zaliczenia zajęć:

A.1. Wykorzystywana podczas zajęć

1. Obszerne instrukcje do wszystkich ćwiczeń.
2. „Encyklopedia Fizyki Współczesnej”, PWN, Warszawa 1983.
3. „Encyklopedia Techniki. Chemia” – praca zbiorowa, WNT, Warszawa 1993.
4. A. Baran – „Wyznaczanie charakterystyk krzemowego modułu fotowoltaicznego”, praca magisterska, UG, 2009.
5. A. Berendt – „Efekt Kerra w elektroptycznej ceramice PLZT”, praca magisterska, UG, 2008.
6. B.D. Cullity – „Podstawy dyfrakcji promieni rentgenowskich”, PWN, Warszawa 1964.
7. J. Sobelman – „Atomic Spectra and Radiative Transitions”, Springer, 1979.
- 8.A. Barbacki – „Mikroskopia elektronowa”, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2007.
- 9.A. Śliwiński – „Ultradźwięki i ich zastosowanie”. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1993.
10. T. Wicka – „Wyznaczanie ładunku właściwego e/m elektronu”, praca magisterska, UG, 2009.
11. J. H. Moore, Ch. C. Davies, M.A. Coplan – „Building Scientific Apparatus”, Westview Press, 2003.
12. K. Dasiak – „Dyfrakcja wiązki elektronów na polikrystalicznej warstwie grafitu.”, praca magisterska, UG, 2007.
13. W. Demtrder – „Spektroskopia laserowa”, PWN, Warszawa 1993.
14. J.P. Simons – „Fotochemia i spektroskopia”, PWN, Warszawa 1982.
15. K. Hermbecker – Handbook „Physics X – Ray Experiments”, Phywe – Serie of Publication, 2010.
16. Poradniki fizykochemiczne.
17. Tablice wielkości fizycznych.
18. Poradniki matematyczne.

A.2. Sudiowana 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. Kawski – „Fotoluminescencja roztworów”, PWN, 1992.
5. A. Kopystyńska – „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.N. Matwiejew – „Fizyka cząsteczkowa”, PWN, Warszawa, 1989.
- 9.B. Ziętek – „Lasery”, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2009.
- 10.B. Ziętek – „Optoelektronika”, Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń 2005.
- 11.C. Kittel – „Wstęp do fizyki ciała stałego” PWN, Warszawa 1999.
- 12.Cz. Bobrowski – „Fizyka – krótki kurs”, Wydawnictwo Naukowo – Techniczne, Warszawa 1998.
- 13.D. Dehlinger, M.W. Mitchell – “Entangled photon apparatus for the undergraduate laboratory”, Am. J. Phys. 70, 989 – 901 (2002).
- 14.D. Halliday, R. Resnick, J. Walker – „Podstawy fizyki”, PWN, Warszawa 2003.

- 15.E. Klugman, E. Klugmann–Radziemska – „Ogniwa i moduły fotowoltaiczne oraz inne niekonwencjonalne źródła energii”, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok 2005.
- 16.F. Kaczmarek – „Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki dla zaawansowanych”, PWN, Warszawa 1986.
- 17.F. Wolańczyk – „Termodynamika”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, 2007.
- 18.G. Barrow – „Chemia fizyczna”, PWN, Warszawa 1978.
- 19.G. Johnson – “A Shortcut Through Time: the Path to the Quantum Computer”, Knopf, N.Y. 2003.
- 20.H. A. Enge, M. R. Wehr, J. A. Richards – „Wstęp do fizyki atomowej”, PWN, Warszawa 1983.
- 21.H. Abramczyk – “Introduction to Laser Spectroscopy”, Elsevier Science, Amsterdam 2005.
- 22.H. Haken, H. C. Wolf – „Fizyka molekularna z elementami chemii kwantowej”, PWN, Warszawa 2010.
- 23.H. Haken, H. Chr. Wolf – “Atomy i kwanty. Wprowadzenie do współczesnej spektroskopii atomowej”, PWN, Warszawa 1998.
- 24.H. Ibach, H. Luth – „Fizyka ciała stałego”, PWN, Warszawa 1996.
- 25.H. Paul – “Introduction Quantum Optics from Light Quanta to Teleportation”, Cambridge University Press, Cambridge 2004.
- 26.H. Szydłowski – „Pracownia fizyczna wspomagana komputerem”, PWN, Warszawa 2003.
- 27.Handbook “Laboratory Experiments Physics”, Phywe System GmbH&Co. K.G.
- 28.I. W. Sawieliew – „Wykłady z fizyki”, T.1.- 3., PWN, Warszawa 2002.
- 29.J. A. Buck – “Fundamentals of Optical Fibres”, NJ: Wiley – Interscience, Hoboken, 2004.
- 30.J. A. Weil, J.R. Bolton – “Electron Paramagnetic Resonance: Elementary Theory and Practical Applications”, Wiley, New York 2001.
- 31.J. Ginter – „Fizyka fal”, Tom „Fale w ośrodkach jednorodnych”, PWN, Warszawa 1993.
- 32.J. Ginter – „Wstęp do fizyki atomu , cząsteczki i ciała stałego”, PWN, Warszawa 1986.
- 33.J. H. Moore, Ch. C. Davies, M.A. Coplan – “Building Scientific Apparatus”, Westview Press, 2003.
- 34.J. Kączkowski – „Podstawy biochemii”, Wydawnictwo Naukowo–Techniczne, Warszawa 1999.
- 35.J. Laminie, A. Dicks– “Fuel Cell Systems Explained”, Wiley, 2003.
- 36.J. Młochowski – „Podstawy chemii”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 1999.
- 37.J. Orear – „Fizyka”, T.1. i 2., Wydawnictwo Naukowo – Techniczne, Warszawa 1998.
- 38.J. R. Ferraro, K. Nakamoto, C. W. Brown – “Introductory Raman Spectroscopy”, Elsevier, 2003.
- 39.J. Stankowski – „Wstęp do spektroskopii rezonansów magnetycznych”, PWN, Warszawa 2005.
- 40.K. Booth, M. Kathryn– „Optoelektronika”, Wyd. Komun. i Łączności, Warszawa 2001.
- 41.K. Joon– “ Fuel Cells– a 21stCentury Power System”, “Journal of Power Sources”, 1998, 71.
- 42.K. Pigoń, Z. Ruziewicz – „Chemia fizyczna”, PWN, Warszawa 2005.
- 43.K. Shimoda – „Wstęp do fizyki laserów”, PWN, Warszawa 1993.
- 44.K. W. Szalimowa–„Fizyka półprzewodników”, PWN, Warszawa 1974.
- 45.L. Andr en – “Solar Installations. Practical Applications for the Built Environment”, James& James Science Publishers, London 2003.
- 46.L. Mandel, E. Wolf – “Optical Coherence and Quantum Optics”, Cambridge 1995.
- 47.M. Alicka, R. Alicki – „Pracownia Informatyki Kwantowej / Quantum Information Laboratory”, skrypt Uniwersytetu Gdańskiego, 2011.
- 48.M. Born, E. Wolf – “Principles of Optics”, Cambridge University Press, Cambridge 1999.
- 49.M. Le Bellac – „Wstęp do informatyki kwantowej”, PWN, Warszawa 2011.
- 50.M. M. Kash, G.C. Shields – “Using the Franck-Hertz Experiment to Illustrate Quantization”, J. Chem. Educ. 71, 466, 1994.
- 51.M. Nielsen, I. Chuang – “Quantum Computation and Quantum Communication”, Cambridge, London 2000.
- 52.N. W. Ashcroft, N.D. Mermin – „Fizyka ciała stałego”, PWN, Warszawa 1986.
- 53.P. Kowalczyk – „Fizyka cząsteczek”, PWN, Warszawa 2000.
- 54.P. Suppan – „Chemia i światło”, PWN, Warszawa 1997.
55. Z. Leś – „Podstawy fizyki atomu”, PWN, Warszawa 2014.
56. Z. Kleszczewski – „Wybrane zagadnienia z optyki falowej”, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2003.
- 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, jąder 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. Stróć , 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.

B. Literatura uzupełniająca

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 β – DNA from Laser Optical Simulations of its X – Ray Diffraction Diagram", 1997.
4. A. Dobrowolski – „Technika wielkich częstotliwości”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2001.
5. A. Dubik – „Zastosowania laserów”, WNT, 1991.
6. A. Feldzensztajn, L. Pacuła, J. Pusz – „Wodór „paliwem” przyszłości”, Instytut Wdrożeń Technicznych, Gdańsk, 2003.
7. A. Hrynkiewicz, E. Rokita – „Fizyczne metody diagnostyki medycznej i terapii”, PWN, Warszawa 2000.
8. W. Świątkowski – „Doświadczenie Francka i Hertza: 85 lat później”, „ Postępy Fizyki”, Tom 49, zeszyt 4, 1998.
9. 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 21st Century Power System”, “Journal of Power Sources”, 1998, 71.
19. L. Andrèn – “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.

Efekty kształcenia (obszarowe i kierunkowe)

K_W03 zna zaawansowane techniki doświadczalne, obserwacyjne i numeryczne pozwalające zaplanować i wykonać złożony eksperyment fizyczny lub symulację komputerową

K_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

K_W07 zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w stopniu pozwalającym na samodzielnie pracę w obszarze odpowiadającym obranej specjalizacji

K_U01 potrafi zastosować metodę naukową w rozwiązywaniu problemów fizycznych, realizacji eksperymentów i wnioskowaniu

K_U02 posiada umiejętności planowania i przeprowadzenia podstawowych oraz zaawansowanych eksperymentów lub obserwacji w określonych obszarach fizyki lub jej zastosowań

K_U03 potrafi dokonać krytycznej analizy wyników pomiarów, obserwacji lub obliczeń teoretycznych wraz z oceną dokładności wyników

K_U06 potrafi zaadaptować wiedzę i metodykę fizyki a także stosowane metody doświadczalne i teoretyczne do pokrewnych dyscyplin naukowych

K_U07 potrafi przedstawić wyniki badań (eksperymentalnych, teoretycznych lub numerycznych) w formie pisemnej, ustnej, prezentacji multimedialnej lub plakatu

K_U09 potrafi pracować samodzielnie i w zespole

K_K02 ma świadomość rozstrzygającej roli eksperymentu w weryfikacji teorii fizycznych; ma świadomość istnienia metody naukowej w gromadzeniu wiedzy

K_K03 potrafi pracować indywidualnie i w zespole; ma

Wiedza

Student zna:

- prawa fizyki ze szczególnym uwzględnieniem takich działów jak elektromagnetyzm, optyka falowa, budowa materii, spektroskopia atomowa i molekularna, lasery, fizyka ciała stałego, mechanika kwantowa, kwantowa informacja
- podstawy empiryczne interpretacji zjawisk fizycznych
- budowę i zasadę działania nowoczesnych urządzeń pomiarowych stosowanych w laboratoriach fizycznych w instytucjach związanych z fizyką i pokrewnymi jej dziedzinami
- zasadę działania konkretnych zestawów doświadczalnych
- nowoczesne techniki badawcze wykorzystywane w fizyce i naukach pokrewnych oraz metody komputerowego sterowania pomiarami
- środowisko graficzne Lab View i możliwości programów Excel i Origin
- metody analizy danych pomiarowych i oceny niepewności ich wyników.

Umiejętności

Student potrafi:

- analizować i objaśniać procesy i zjawiska fizyczne w przyrodzie opierając się przy tym na podstawach empirycznych.
- obsługiwać nowoczesne źródła światła, detektory, mierniki pomiarowe
- potrafi stosować się do zasad BHP w laboratoriach fizycznych wyposażonych w nowoczesny sprzęt pomiarowy
- projektować układy doświadczalne i zaproponować sposób pomiaru w celu przeprowadzenia eksperymentów fizycznych
- korzystać z komputerowego sterowania pomiarami oraz komputerowej analizy i ilustracji danych pomiarowych
- oszacowywać niepewności pomiarowe
- posługiwać się układem jednostek SI
- dokonywać krytycznej selekcji informacji w oparciu o uzyskaną wiedzę
- prezentować w sposób ścisły przedstawiane lub omawiane przez niego fakty.

Kompetencje społeczne (postawy)

Student zyskał umiejętność i wykształcił potrzebę samokształcenia. Wykazuje umiejętność samodzielnego dotarcia do informacji koniecznych do rozwiązania postawionego problemu.

<p>świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania</p> <p>K_K07 ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie (zespołowo) realizowane zadania badawcze</p> <p>K_K09 potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy</p>	<p>Ma nastawienie proinnowacyjne dzięki znajomości i umiejętności obsługi nowoczesnej aparatury pomiarowej.</p> <p>Ma świadomość licznych zastosowań fizyki w dziedzinach pokrewnych i przygotowanie do podjęcia pracy także w tych dziedzinach</p> <p>Student wykształcił kulturę pracy przy obsłudze nowoczesnych urządzeń pomiarowych.</p> <p>Poznał i stosuje zasady bezpiecznej pracy w laboratorium fizycznym zarówno dla użytkownika jak i dla środowiska naturalnego.</p> <p>Potrafi oceniać informacje, prowadzić dyskusje, formułować swoje wypowiedzi w sposób ścisły.</p> <p>Jest przygotowany do pracy w laboratoriach fizycznych w kraju i na świecie.</p>
<p>Kontakt</p> <p>fizam@ug.edu.pl</p>	