

SYLABUS
dotyczy cyklu kształcenia 2022/2023–2023/2024
(skrajne daty)
 Rok akademicki 2022/23, 2023/24

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Zajęcia badawcze w CiITWTP, CIT, CMiN, ICMK, w Kolegium Nauk Medycznych
Kod przedmiotu*	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Centra badawcze Kolegium Nauk Przyrodniczych UR: Centrum Innowacji i Transferu Wiedzy Techniczno – Przyrodniczej, Centrum Innowacyjnych Technologii, Centrum Dydaktyczno – Naukowe Mikroelektroniki i Nanotechnologii, Interdyscyplinarne Centrum Modelowania Komputerowego; Kolegium Nauk Medycznych
Kierunek studiów	Fizyka
Poziom studiów	studia drugiego stopnia, po studiach inż.
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	studia stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	I rok, semestr 1, 2
Rodzaj przedmiotu	przedmiot specjalnościowy: Fizyka medyczna
Język wykładowy	polski
Koordinator	dr hab. Małgorzata Sznajder, prof. UR
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	dr hab. Rafał Hakalla, prof. UR; dr hab. Andrzej Dziedzic, prof. UR; dr Anna Cisek

* -opcjonalnie, zgodnie z ustaleniami w Jednostce

1.1. Formy zajęć dydaktycznych, wymiar godzin i punktów ECTS

Semestr (nr)	Wykł.	Ćw.	Konw.	Lab.	Sem.	Zajęcia badawcze	Prakt.	Projekt	Liczba pkt. ECTS
1, 2						8 tyg. (2 x 15h)			8

1.2. Sposób realizacji zajęć

- ☒ zajęcia w formie tradycyjnej
☐ zajęcia realizowane z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość

1.3 Forma zaliczenia przedmiotu (z toku) (egzamin, zaliczenie z oceną, zaliczenie bez oceny)

Zaliczenie z oceną

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Znajomość głównych technik eksperymentalnych stosowanych w laboratorium fizycznym na poziomie studiów drugiego stopnia. Znajomość podstawowych metod obliczeniowych i technik informatycznych. Ogólna wiedza z fizyki w zakresie materii skondensowanej, fizyki atomu i cząsteczki oraz spektroskopii na poziomie studiów drugiego stopnia.

3. CELE, EFEKTY UCZENIA SIĘ, TREŚCI PROGRAMOWE I STOSOWANE METODY DYDAKTYCZNE

3.1 Cele przedmiotu

C ₁	Zapoznanie się z wybranymi problemami badawczymi centrów naukowych Kolegium Nauk Przyrodniczych lub Kolegium Nauk Medycznych UR
C ₂	Zapoznanie się z technikami badawczymi, stanowiskami pomiarowymi oraz specjalistyczną aparaturą badawczą centrów naukowych Kolegiów
C ₃	Poznanie prawnych i etycznych aspektów działalności naukowej
C ₄	Nabycie umiejętności sprawnego wyszukiwania i analizy informacji w czasopismach naukowych z zakresu fizyki i nauk pokrewnych
C ₅	Udoskonalenie nabytych technik eksperymentalnych oraz poznanie nowych metod badawczych
C ₆	Przygotowanie do pracy naukowej poprzez uczestnictwo w badaniach prowadzonych w centrach naukowych Kolegiów

3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu	Odniesienie do efektów kierunkowych ¹
EK_01	Student zna i rozumie techniki doświadczalne, obserwacyjne i numeryczne oraz metody budowy modeli matematycznych właściwych dla fizyki, stosowanych w danym laboratorium, wchodzącym w skład centrów naukowych UR	K_Wo3
EK_02	Student zna i rozumie teoretyczne podstawy funkcjonowania aparatury naukowej z zakresu fizyki, będące na wyposażeniu danego laboratorium, wchodzącego w skład centrów naukowych UR	K_Wo5
EK_03	Student zna i rozumie aktualne kierunki rozwoju i najnowsze odkrycia w zakresie fizyki odpowiednie dla danego laboratorium, wchodzącego w skład centrów naukowych UR	K_Wo6
EK_04	Student zna i rozumie ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości	K_W10
EK_05	Student potrafi planować i wykonywać badania oraz doświadczenia dotyczące treści kształcenia w ramach	K_U01

¹ W przypadku ścieżki kształcenia prowadzącej do uzyskania kwalifikacji nauczycielskich uwzględnić również efekty uczenia się ze standardów kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela.

	fizyki, odpowiednie dla danego laboratorium wchodzącego w skład centrów naukowych UR, przestrzegając przepisy BHP	
EK_o6	Student potrafi w sposób krytyczny ocenić wyniki eksperymentów i obliczeń teoretycznych, a także przedyskutować błędy pomiarowe otrzymane w danym laboratorium	K_Uo2
EK_o7	Student jest gotów do uznania społecznego znaczenia aspektów praktycznego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności oraz związanej z tym odpowiedzialności	K_Ko1
EK_o8	Student jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy wykorzystując elementy procesu badawczego w fizyce	K_Ko3
EK_o9	Student jest gotów do prawidłowego identyfikowania i rozstrzygania dylematów związanych z wykonywaniem zawodu fizyka	K_Ko5
EK_10	Student jest gotów do systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi i popularnonaukowymi, podstawowymi dla fizyki, w celu poszerzania i pogłębiania wiedzy oraz rozwijania dorobku zawodowego	K_Ko6
EK_11	Student jest gotów do przestrzegania zasad etyki zawodowej	K_Ko7

3.3 Treści programowe

A. Problematyka zajęć praktycznych

Treści merytoryczne
Student realizuje treści adekwatne do wybranego centrum badawczego: 1. Zastosowanie i rozwój metod spektroskopii w podczerwieni w diagnostyce medycznej oraz nowoczesnych metod obrazowania w biologii i medycynie 2. Wytwarzanie i badanie materiałów szklanych i ceramicznych dla potrzeb fotoniki podczerwieni, sensorów biomedycznych i przyrządów optoelektronicznych 3. Nanokompozytowe materiały, powłoki antybakteryjne, antywirusowe, odporne na zużycie tribologiczne oraz o innych właściwościach biomedycznych 4. Fourierowska i laserowa spektroskopia UV/VIS/IR oraz modelowanie molekularne w badaniach cząsteczek o istotnym znaczeniu w eksploracji kosmosu, ochronie środowiska naturalnego, ochronie zdrowia oraz przemyśle <i>high-tech</i> 5. Obliczenia <i>ab initio</i>, modelowanie wzrostu oraz zjawisk fizycznych w półprzewodnikowych strukturach niskowymiarowych 6. Numeryczne symulacje przepływów oraz drgań mechanicznych 7. Analiza własności spektralnych i transportowych układów nanoskopowych 8. Rozwój detektorów promieniowania na bazie emisji wtórnych elektronów z nowoczesnych nanomateriałów 9. Ilościowe charakterystyki układów złożonych 10. Warstwowe ogniwa fotowoltaiczne 11. Właściwości niskowymiarowych/nanoskopowych układów spinowych 12. Promieniowanie i rozpraszanie fal akustycznych w płynach

13. Projektowanie i otrzymywanie trójwymiarowych nanokatalizatorów anodowych dla zastosowań w ogniach paliwowych
14. Oddziaływania leptonów, hadronów i jąder atomowych w obszarze wysokich energii
15. Termodynamiczna ewolucja jąder kometarnych
16. Wytwarzanie i charakteryzacja nanomateriałów i bionanomateriałów do zastosowań analitycznych i biomedycznych
17. Fotochemiczne i spektroskopowe aspekty generowania reaktywnych form tlenu w celu eliminacji komórek nowotworowych
18. Pomiary fotokonsumpcji tlenu w tkance nowotworowej za pomocą Magnetycznego Rezonansu Jądrowego (MRI) i synteza fotouczulających środków kontrastowych dedykowanych do obrazowania molekularnego
19. Detektory podczerwieni na bazie związków AIIIBV (InAs/GaSb, InAs/AlSb oraz InAs/GaSb/AlSb/GaSb) w architekturze T2SL
20. Izolatory topologiczne na bazie HgCd(Mn)Te
21. Wspomaganie diagnostyki medycznej przy pomocy uczenia maszynowego
22. Opracowanie spektroskopowych widm referencyjnych dla wybranych jednostek chorobowych przy wykorzystaniu uczenia maszynowego
23. Konstrukcja algorytmów informatycznych różnicujących widma spektroskopowe

3.4 Metody dydaktyczne

W zależności od rodzaju centrum badawczego: wykonywanie lub projektowanie doświadczeń, modelowanie komputerowe, projekt badawczy lub praktyczny, praca w grupie oraz praca z literaturą fachową.

4. METODY I KRYTERIA OCENY

4.1 Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Symbol efektu	Metody oceny efektów uczenia się (np.: kolokwium, egzamin ustny, egzamin pisemny, projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć)	Forma zajęć dydaktycznych (w., ćw., ...)
EK_01	obserwacja w trakcie zajęć	ZAJĘCIA BADAWCZE
EK_02	obserwacja w trakcie zajęć	ZAJĘCIA BADAWCZE
EK_03	obserwacja w trakcie zajęć	ZAJĘCIA BADAWCZE
EK_04	obserwacja w trakcie zajęć	ZAJĘCIA BADAWCZE
EK_05	obserwacja w trakcie zajęć	ZAJĘCIA BADAWCZE
EK_06	obserwacja w trakcie zajęć	ZAJĘCIA BADAWCZE
EK_07	obserwacja w trakcie zajęć	ZAJĘCIA BADAWCZE
EK_08	obserwacja w trakcie zajęć	ZAJĘCIA BADAWCZE
EK_09	obserwacja w trakcie zajęć	ZAJĘCIA BADAWCZE
EK_10	obserwacja w trakcie zajęć	ZAJĘCIA BADAWCZE
EK_11	obserwacja w trakcie zajęć	ZAJĘCIA BADAWCZE

4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Warunkiem zaliczenia jest uczestnictwo w zajęciach badawczych, wykonanie powierzonych badań i sporządzenie sprawozdania, zaakceptowanego przez prowadzącego

zajęcia/kierownika laboratorium. Oryginały sprawozdań przechowywane są w laboratorium naukowym.

5. CAŁKOWITY NAKŁAD PRACY STUDENTA POTRZEBNY DO OSIĄGNIĘCIA ZAŁOŻONYCH EFEKTÓW W GODZINACH ORAZ PUNKTACH ECTS

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny z harmonogramu studiów	30
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, badaniach)	30
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, napisanie sprawozdania, udział w badaniach)	140
SUMA GODZIN	200
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS	8

* Należy uwzględnić, że 1 pkt ECTS odpowiada 25-30 godzin całkowitego nakładu pracy studenta.

6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

wymiar godzinowy	n.d.
zasady i formy odbywania praktyk	n.d.

7. LITERATURA

Literatura podstawowa: zgodna z tematyką badawczą danego centrum naukowego, przedstawiana przez opiekuna naukowego, spośród:

Przykładowa literatura właściwa dla CiITWTP, CIT, CMiN, ICMK:

1. Joanna Depciuch, Edyta Barnaś, Joanna Skręt-Magierło, Andrzej Skręt, Ewa Kaznowska, Kornelia Łach, Paweł Jakubczyk, Józef Cebulski, Spectroscopic evaluation of carcinogenesis in endometrial cancer, Scientific Reports 11 (1), 9079, (2001)
2. Joanna Depciuch, Izabela Zawlik, Marzena Skrzypa, Justyna Pająk, Natalia Potocka, Kornelia Łach, Halina Bartosik-Psujek, Anna Kozirowska, Ewa Kaznowska, Józef Cebulski, FTIR spectroscopy of cerebrospinal fluid reveals variations in the lipid: protein ratio at different stages of Alzheimer's disease, Journal of Alzheimer's Disease 68 (1), 281-293, (2019)
3. Radosław Chaber, Kornelia Łach, Christopher J Arthur, Anna Raciborska, Elżbieta Michalak, Krzysztof Ciebiera, Katarzyna Bilska, Katarzyna Drabko, Józef Cebulski, Prediction of Ewing Sarcoma treatment outcome using attenuated tissue reflection FTIR tissue spectroscopy, Scientific Reports 8 (1), 12299 (2018)
4. Y. Shpotyuk, Y. Liu, C. Beck, R. Golovchak, Structural characterization, optical and PAL spectroscopy studies of Er³⁺-doped Ge₂OGa₅Sb₁₀S₆₅ glasses, Optical Materials 105 (2020) 109919-1-6.
5. A. Lucheckho, Y. Shpotyuk, O. Kravets, O. Zaremba, K. Szmuc, J. Cebulski, A. Ingram, R. Golovchak, O. Shpotyuk. Microstructure and luminescent properties of Eu³⁺-activated MgGa₂O₄:Mn²⁺ ceramic phosphors, Journal of Advanced Ceramics 9 (2020) 432-443
6. A. Dziedzic, W. Bochnowski, S. Adamiak, Ł. Szyller, J. Cebulski, I. Virt, M. Kus-Liśkiewicz, M. Marzec, P. Potera, A. Żaczek, B. Zdeb, Structure and antibacterial properties of Ag and N doped titanium dioxide coatings containing Ti₂.85O₄N phase, prepared by

- magnetron sputtering and annealing Surface and Coatings Technology 393 (2020) 125844, <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2020.125844>
7. B. Skóra, U. Krajewska, A. Nowak, A. Dziedzic, A. Barylyak, M. Kus-Liskiewicz, Noncytotoxic silver nanoparticles as a new antimicrobial strategy, Scientific Reports (2021) 11:13451, DOI: 10.1038/s41598-021-92812-w
 8. R. Hakalla, T. M. Trivikram, A. N. Heays, E. J. Salumbides, N. de Oliveira, R. W. Field, W. Ubachs, Precision spectroscopy and comprehensive analysis of perturbations in the $A_1\Pi(u=0)$ state of $^{13}\text{C}^{18}\text{O}$, Molecular Physics, 117, 79-96 (2019), DOI: 10.1080/00268976.2018.1495848
 9. J. Krełowski, G. A. Galazutdinov, P. Gnaciński, R. Hakalla, W. Szajna, R. Siebenmorgen, Broadened profiles of diffuse interstellar bands, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 508, 4241–4248 (2021), DOI: 10.1093/mnras/stab2774
 10. M. Sznajder, DFT-based modelling of carbon adsorption on the AlN surfaces and influence of point defect on the stability of diamond/AlN interfaces Diamond & Related Materials 103, 107694, 10pp (2020)
 11. R. Hrytsak, P. Kempisty, E. Grzanka, M. Leszczynski, M. Sznajder, DFT study on point defects migration through the pseudomorphic and lattice-matched InN/GaN interfaces, Computational Materials Science, 186, 110039, 11pp (2021)
 12. G. Górski, K. Kucab and T. Domański, Magnetic field effect on trivial and topological bound states of superconducting quantum dot, J. Phys.: Condens. Matter 32 (2020) 445803.
 13. G. Górski and K. Kucab, Transport properties of proximitized double quantum dots, Physica E 126, 114459 (2021).
 14. K. Kucab and G. Górski, Power Efficiency of Energy Harvester Driven by Harmonic Excitation with Amplitude Perturbation, Advances in Materials Science and Engineering, (2019), 8564346.
 15. Cholewa Marian, Grędyś Anna, Pozaruk Andrii, et al., Investigating the Secondary Electron Emission of Nanomaterials Induced by a High-Resolution Proton Beam, Physica Status Solidi (B), 2022 : Vol. 259, Iss. 4, id. art. 2100445.
 16. Boutachkov P., Voss K.O., Lee K., Song M.S., Yi C., Cappellazzo M., Kondziołka Wioletta, Liskowicz A., Cholewa Marian, An investigation of secondary electron emission from ZnO based nanomaterials for future applications in radiation detectors, Scientific Reports, 2021., Vol. 11, iss. 1, id. art. 737
 17. Obrzut Marzanna, Atamaniuk Vitaliy, Chen Jun, Obrzut Bogdan, Ehman Richard L., Cholewa Marian, Palusińska Agnieszka, Gutkowski Krzysztof, Postprandial hepatic stiffness changes on magnetic resonance elastography in healthy volunteers, Scientific Reports, 2021, Vol. 11, id. art. 19786
 18. Kaczor M., Tralle Igor, Jakubczyk Paweł, Stagraczyński S., Chotorlishvili L., Switching of the information backflow between a helical spin system and non-Markovian bath, Annals of Physics, 2022: Vol. 552, id. art. 168918
 19. Kaczor Michał, Jakubczyk Paweł, Numerical analysis of bipartite entanglement evolution in simple cubic 1/2-spin system with additional spin 1 dopant, Quantum Information Processing, 2023: Vol. 22, iss. 4, id. art. 168.
 20. Sawicka-Chudy, P. et al. Review of the development of copper oxides with titanium dioxide thin-film solar cells, AIP Advances 10, 010701 (2020).
 21. Wisz, G. et al. $\text{TiO}_2\text{:ZnO/CuO}$ thin film solar cells prepared via reactive direct-current (DC) magnetron sputtering, Applied Materials Today 29, 101673 (2022).
 22. Wong, T., Zhuk, S., Masudy-Panah, S. & Dalapati, G. Current Status and Future Prospects of Copper Oxide Heterojunction Solar Cells, Materials, 9, 271 (2016).
 23. Grzegorz Gruzeł, Kamil Szmuc, Elżbieta Drzymała, Przemysław Piekarczyk, Anna Pajor-Świerzy, Andrzej Budziak, Elena Pastor, International Journal of Hydrogen Energy, 2022, Volume 47, Issue 33, 14823-14835

24. Kai Wang, Hongyu Du, Rinrada Sriphathoorat, Pei Kang Shen, *Advanced Materials*, 2018, Volume 30, Issue 45, 1804074
25. Juan Bai, Danye Liu, Jun Yang, Yu Chen, *ChemSusChem*, 2019, Volume 12, Issue 10, 2117-2132
26. Wojciech P. Rdzanek, Krzysztof Szemela, Paweł Ligezka, Sound transmission through annular cylindrical apertures using rapidly converging expansion series, *J. Acoust. Soc. Am.* Vol. 148, Iss. 3, 2020, pp. 1372–1379. <https://doi.org/10.1121/10.0001932>
27. Wojciech P. Rdzanek, Krzysztof Szemela, Jerzy Wiciak, Marek Pawelczyk, Sound radiation by a vibrating circular plate located at the bottom of a non-rigid flanged circular cylindrical tube, *Journal of Sound and Vibration*, Vol. 547, 2023, Art. No. 117525, <https://doi.org/10.1016/j.jsv.2022.117525>.
28. R. Rak, E. Rak, The Fractional Preferential Attachment Scale-Free Network Model, *Entropy*, 22(5), 509 (2020).
29. R. Rak, E. Rak, Multifractality of complex networks is also due to geometry: a Geometric SandBox algorithm, *Entropy*, 25(9), 1324 (2023).
30. B. Linek, M. Łuszczak, W. Schafer, A. Szczurek, Production of $e+e-$ in proton-lead collision: photon-photon fusion, *Phys.Rev.D* 106 (2022) 9, 094034 e-Print: [2208.11621](https://arxiv.org/abs/2208.11621) [hep-ph] ; [2208.11621.pdf \(arxiv.org\)](https://arxiv.org/abs/2208.11621.pdf)
31. M. Łuszczak, L. Forthomme, W. Schafer, A. Szczurek, Production of $t\bar{t}$ pairs via $\gamma\gamma$ fusion with photon transverse momenta and proton dissociation, *Journal of High Energy Physics* 02 (2019), 100, [\[1810.12432\]](https://arxiv.org/abs/1810.12432) Production of $t\bar{t}$ pairs via $\gamma\gamma$ fusion with photon transverse momenta and proton dissociation (arxiv.org)
32. Wesołowski M., 2020, Change in the brightness of interstellar comet 2I/Borisov, *Planetary and Space Science* 194, article id. 105117.
33. Wesołowski M., 2020, Cryovolcanism as a cause of changes in the brightness of comet 174P/Echeclus, *Icarus* 351, article id. 113950.
34. Ł. Ciura, Paweł Śliż, D. Jarosz, P. Krzemiński and Michał Marchewka, "Evaluation of Metal–Semiconductor Contact Quality: Correlation of $1/f$ Noise and Nonlinearity," in *IEEE Transactions on Electron Devices*, Volume: 69, Issue: 12, 6999 – 7004, 2022, doi: <https://doi.org/10.1109/TED.2022.3218492>
35. Ł. Ciura, P. Śliż, D. Jarosz, P. Krzemiński, M. Ruszała and M. Marchewka, *ACTA PHYSICA POLONICA A*, No. 5 Vol. 142 (2022).
36. Marchewka, M.; Jarosz, D.; Ruszała, M.; Juś, A.; Krzemiński, P.; Płoch, D.; Maś, K.; Wojnarowska-Nowak, R. Strain-Balanced InAs/AlSb Type-II Superlattice Structures Growth on GaSb Substrate by Molecular Beam Epitaxy. *Materials* (2023), 16, 1968 <https://doi.org/10.3390/ma16051968>
37. M. Marchewka, P. Krzemiński, M. Ruszała, *New J. Phys.* 23, 093029 (2021), <https://doi.org/10.1088/1367-2630/ac22e8>
38. M. Marchewka, P. Śliż, I. Rogalska, The engineering of Weyl nodes and Dirac-like energy dispersion for topological surface states in $\text{Hg}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ under structure and interface inversion asymmetry, *Surface Science* 700 (2020) 121653, <https://doi.org/10.1016/j.susc.2020.121653>
39. M. Marchewka, P. Śliż, Optical absorption in the terahertz region in $\text{HgTe}/\text{HgCd}(\text{Mn})\text{Te}$ double quantum well structures with a topological phase and structural inversion asymmetry, *Surface Science* 706 (2021) 121780, <https://doi.org/10.1016/j.susc.2020.121780>
40. T. Kavetsky, O. Smutok, O. Demkiv, I. Matko, H. Švajdlenková, O. Šauša, I. Novák, D. Berek, K. Čechová, M. Pecz, O. Nykolaishyn-Dytso, R. Wojnarowska-Nowak, D. Broda, M. Gonchar, B. Zgardzińska, Microporous carbon fibers as electroconductive immobilization matrixes: Effect of their structure on operational parameters of laccase-based amperometric biosensor, *Materials Science & Engineering C* 109 (2020) 110570
41. R. Wojnarowska-Nowak, J. Polit and E. M. Sheregii, Interaction of gold nanoparticles with cholesterol oxidase enzyme in bionanocomplex - determination of the protein

- structure by Fourier transform infrared spectroscopy, *Journal of Nanoparticle Research* (2020) <https://doi.org/10.1007/s11051-020-04858-y>
42. Lubczak R., Szczęch D., Broda D., Wojnarowska-Nowak R., Kus-Liśkiewicz M., Dębska B., Lubczak J., Polyetherols and polyurethane foams from starch, *Polymer Testing*, 93, 106884 (2021); <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2020.106884>
 43. Smutok O., Kavetsky T., Prokopiv T., Serkiz R., Wojnarowska-Nowak R., Šauša O., Novák I., Berek D., Melman A., Gonchar M., New micro/nanocomposite with peroxidase-like activity in construction of oxidases-based amperometric biosensors for ethanol and glucose analysis, *Analytica Chimica Acta*, 1143, 201-209 (2021); <https://doi.org/10.1016/j.aca.2020.11.052>
 44. D. Żak, W. Strupinski, T. Ciuk, R. Wojnarowska-Nowak, P. Śliż, G. Tomaka, D. Ploch, and E. M. Sheregii, Magnetophonon resonance on the phonon frequency difference in quasi-free-standing graphene" *Phys. Rev. B* 103, 035432 (2021), <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.103.035432>
 45. Kulpa-Greszta Magdalena, Tomaszewska Anna, Michalicha Anna, Sikora Daniel, Dziedzic Andrzej, Wojnarowska-Nowak Renata, Belcarz Anna, Pązik Robert, Alternating magnetic field and NIR energy conversion on magneto-plasmonic Fe₃O₄@APTES-Ag heterostructures with SERS detection capability and antimicrobial activity, *RSC Advances*, 2022: Vol. 12, iss. 42, p. 27396-27410, <https://doi.org/10.1039/D2RA05207E>
 46. Kisała J., Wojnarowska-Nowak R., Bobitski Y., Layered MoS₂: effective and environment-friendly nanomaterial for photocatalytic degradation of methylene blue, (2023) *Scientific Reports*, 13 (1), art. no. 14148, DOI: [10.1038/s41598-023-41279-y](https://doi.org/10.1038/s41598-023-41279-y)
 47. Guleken Zozan, Jakubczyk Paweł, Paja Wiesław Andrzej, Pancierz Krzysztof, Wosiak Agnieszka, Yaylım İlhan, Gültekin Güldal İnâl, Tarhan Nevzat, Hakan Mehmet Tolgahan, Sönmez Dilara, Sarıbal Devrim, Arkan Soykan, Depciuch Joanna, An application of raman spectroscopy in combination with machine learning to determine gastric cancer spectroscopy marker, *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 2023: Vol. 234, id. art. 107523, DOI: [10.1016/j.cmpb.2023.107523](https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2023.107523)
 48. Guleken Zozan, Suna Gizem, Karaca Şahika Burcu, Bulut Huri, Ayada Ceylan, Pancierz Krzysztof, Paja Wiesław Andrzej, Jakubczyk Paweł, Wróbel Tomasz P., Cebulski Józef, Depciuch Joanna, FTIR, RAMAN and biochemical tools to detect reveal of oxidative Stress-Related lipid and protein changes in fibromyalgia, *Infrared Physics & Technology*, 2023 : Vol. 133, id. art. 104793
 49. Depciuch Joanna, Jakubczyk Paweł, Paja Wiesław Andrzej, Pancierz Krzysztof, Wosiak Agnieszka, Kula-Maximenko Monika, Yaylım İlhan, Gültenkin Güldal İnâl, Tarhan Nevzat, Hakang Mehmet Tolgahan, Sönmez Dilara, Sarıbal Devrim, Arkan Soykan, Guleken Zozan, Correlation between human colon cancer specific antigens and Raman spectra. Attempting to use Raman spectroscopy in the determination of tumor markers for colon cancer, *Nanomedicine: Nanotechnology Biology and Medicine*, 2023 : Vol. 48, id. art. 102657.

Przykładowa literatura właściwa dla KNM:

50. Truszkiewicz A, Bartusik-Aebisher D, Wojtas Ł, Cieślak G, Kawczyk-Krupka A, Aebisher D. Neural Network in the Analysis of the MR Signal as an Image Segmentation Tool for the Determination of T₁ and T₂ Relaxation Times with Application to Cancer Cell Culture. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023. 24(2):1554
51. Bartusik-Aebisher D, Żołyński A, Barnaś E, Machorowska-Pieniążek A, Oleś P, Kawczyk-Krupka A, Aebisher D. The Use of Photodynamic Therapy in the Treatment of Brain Tumors-A Review of the Literature. *Molecules*, 2022 Oct 13;27(20):6847.
52. Aebisher D, Osuchowski M, Bartusik-Aebisher D, Krupka-Olek M, Dynarowicz K, Kawczyk-Krupka A. An Analysis of the Effects of In Vitro Photodynamic Therapy on

- Prostate Cancer Tissue by Histopathological Examination and Magnetic Resonance Imaging. *International Journal of Molecular Sciences*, 2022, 26;23(19):11354
53. Bartusik-Aebischer D, Mielnik M, Cieřlar G, Chodurek E, Kawczyk-Krupka A, Aebischer D. Photon Upconversion in Small Molecules. *Molecules*, 2022, 27(18), 5874
 54. Olek M, Machorowska-Pieniężek A, Stós W, Kalukin J, Bartusik-Aebischer D, Aebischer D, Cieřlar G, Kawczyk-Krupka A. Photodynamic Therapy in Orthodontics: A Literature Review, *Pharmaceutics*, 2021. 14;13(5):720
 55. Aebischer D, Bartusik-Aebischer D, Belh SJ, Ghosh G, Durantini AM, Liu Y, Xu Q, Lyons AM, Greer A. Superhydrophobic Surfaces as a Source of Airborne Singlet Oxygen Through Free Space for Photodynamic Therapy. *ACS Appl. Bio Mater.* 2020, 3, 4, 2370–2377

Literatura uzupełniająca: zgodnie z tematyką badawczą danego centrum naukowego, przedstawiana przez opiekuna naukowego.

Przykładowa literatura właściwa dla CiITWTP, CIT, CMiN, ICMK:

1. Dziedzic A., Kształtowanie struktury i właściwości mechanicznych oraz antybakteryjnych powłok ditlenku tytanu modyfikowanego srebrem i azotem w procesie fizycznego osadzania z fazy gazowej, Rozprawy Monografie 340, Wydawnictwa AGH, Kraków 2018, ISBN 978-83-66016-45-3, (monografia udostępniana przez prowadzącego zajęcia)
2. Prada, E., San-Jose, P., de Moor, M.W.A. et al. From Andreev to Majorana bound states in hybrid superconductor–semiconductor nanowires. *Nat. Rev. Phys.* 2, 575–594 (2020).
3. B. Ambroźkiewicz, Z. Czyż, P. Karpiński, P. Stąćzek, G. Litak, Ł. Grabowski Ceramic-Based Piezoelectric Material for Energy Harvesting Using Hybrid Excitation, *Materials*, 2021, vol. 14, nr 19, s. 1-15
4. Bowen, C.R.; Kim, H.A. Weaver, P.M.; Dunn, S. Piezoelectric and ferroelectric materials and structures for energy harvesting applications. *Energy Environ. Sci.* 2014, 7, 25–44.
5. Jastrzębska, G. Ogniwa słoneczne: budowa, technologia i zastosowanie. (Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 2014) ISBN: 978-83-206-1847-1
6. Klaus-Dieter Kreuer (editor), Fuel Cells Selected Entries from the Encyclopedia of Sustainability Science and Technology, Springer Science+Business Media, New York 2013, <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4614-5785-5>
7. Jerry H. Ginsberg, Acoustics-A Textbook for Engineers and Physicists. Vol. I: Fundamentals and Vol. II: Applications, ASA, Springer 2018. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-56844-7> <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-56847-8>
8. J Kwapien, S Drożdż, Physical approach to complex systems, *Physics Reports* 515 (3-4), 115-226, (2012).
9. Frank Close; Sandy Donnachie; Graham Shaw, [Electromagnetic Interactions and Hadronic Structure](#), Cambridge University Press, 2007, Typ publikacji: Książka elektroniczna,
10. Wesołowski M., 2021, The influence of the size of ice-dust particles on the amplitude of the change in the brightness of a comet caused by an outburst, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 505, Issue 3, pp. 3525-3536.
11. Huebner, W. F., i inni, 2006, Heat and Gas Diffusion in Comet Nuclei, Published for The International Space Science Institute, Bern, Switzerland, by ESA Publications Division, Noordwijk, The Netherlands, <https://www.issibern.ch/PDF-Files/SR-004.pdf>
12. A. Rogalski, Z. Bielecki, „Detection of optical signals” DOI: 10.1201/9781003263098, <https://www.perlego.com/book/3467886/detection-of-optical-signals-pdf>
13. Dawid Jarosz, Marcin Stachowicz, Piotr Krzeminski, Marta Ruzsala, Anna Jus, Pawel Sliz, Dariusz Ploch and Michal Marchewka, Initial Optimization of the Growth Conditions of GaAs Homo-Epitaxial Layers after Cleaning and Restarting the Molecular Beam Epitaxy Reactor, <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c04777>

14. Sztuczna inteligencja od podstaw / Feliks Kurp. - Gliwice : Helion, copyright 2023.
15. Machine learning, Python i data science: wprowadzenie / Andreas C. Müller, Sarah Guido; przekład: Michał Sternik. - Gliwice : Helion, © 2021.
16. Sztuczna inteligencja: nowe spojrzenie. T. 1 / Stuart Russell, Peter Norvig, przekład: Andrzej Grażyński, Gliwice: Helion, copyright 2023.
17. Uczenie maszynowe: elementy matematyki w analizie danych / Leszek Albrzykowski, Gliwice: Helion, copyright 2023.
18. Metody ekstrakcji cech w uczeniu maszynowym: nowe trendy inżynierii cech / Mariusz Topolski, Warszawa: Akademicka Oficyna Wydawnicza Exit, 2023.
19. Matematyka dyskretna dla praktyków: algorytmy i uczenie maszynowe w Pythonie / Ryan T. White, Archana Tikayat Ray, przekład: Filip Kamiński, Gliwice: Wydawnictwo Helion, copyright 2022.
20. Praktyczne uczenie maszynowe w języku R / Fred Nwanganga, Mike Chapple, przekład: Natalia Chounlamany-Turalska, Warszawa: APN PROMISE, 2022.

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej