

SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2023/24 – 2024/25

(skrajne daty)

Rok akademicki 2023/2024, 2024/2025

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Zajęcia badawcze w CiITWTP, CIT, CMiN, ICMK
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
Kierunek studiów	Fizyka
Poziom studiów	studia II stopnia, po studiach inż.
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	studia stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	I rok, semestr 1, 2
Rodzaj przedmiotu	specjalnościowy: Fizyka laserów i optoelektronika
Język wykładowy	polski
Koordynator	dr hab. Małgorzata Sznajder, prof. UR
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	

* -opcjonalnie, zgodnie z ustaleniami w Jednostce

1.1. Formy zajęć dydaktycznych, wymiar godzin i punktów ECTS

Semestr (nr)	Wykt.	Ćw.	Konw.	Lab.	Sem.	ZP	Prakt.	Projekt	Liczba pkt. ECTS
1				15					4
2				15					4

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 podstawowych 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.

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

3.1 Cele przedmiotu

C ₁	Zapoznanie się z problemami badawczymi centrów naukowych Kolegium Nauk Przyrodniczych UR
C ₂	Zapoznanie się z technikami badawczymi, stanowiskami pomiarowymi oraz specjalistyczną aparaturą badawczą centrów naukowych Kolegium Nauk Przyrodniczych UR
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 Kolegium Nauk Przyrodniczych UR

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

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

EK_04	Student zna i rozumie ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości	K_W10
EK_05	Student potrafi planować i wykonywać badania, doświadczenia lub obserwacje dotyczące treści kształcenia w ramach fizyki, odpowiednie dla danego laboratorium wchodzącego w skład centrów naukowych UR, przestrzegając przepisy BHP	K_U01
EK_06	Student potrafi w sposób krytyczny ocenić wyniki eksperymentów, obserwacji i obliczeń teoretycznych, a także przedyskutować błędy pomiarowe otrzymane w danym laboratorium	K_U02
EK_07	Student jest gotów do uznania społecznego znaczenia aspektów praktycznego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności oraz związanej z tym odpowiedzialności	K_K01
EK_08	Student jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy wykorzystując elementy procesu badawczego w fizyce	K_K03
EK_09	Student jest gotów do prawidłowego identyfikowania i rozstrzygania dylematów związanych z wykonywaniem zawodu fizyka	K_K05
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_K06
EK_11	Student jest gotów do przestrzegania zasad etyki zawodowej	K_K07

3.3 Treści programowe

A. Problematyka ćwiczeń laboratoryjnych

<p>Treści merytoryczne</p> <p>Student realizuje zadania badawcze w poszczególnych laboratoriach (kierownik laboratorium badawczego przypisuje studentom określone zadania, wdrażając studenta do pracy naukowej).</p> <p>Centrum Innowacji i Transferu Wiedzy Techniczno – Przyrodniczej (CIiTWT-P)</p> <p>Tematy zadań badawczych:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analiza harmoniczna nieskończenie wymiarowa i spektralna teoria operatorów oraz ich zastosowania. 2. Klasy operatorów agregacji i ich własności. 3. Teoria asymptotyczna i topologia różniczkowa nieskończenie wymiarowych. 4. Równania i nierówności funkcyjne oraz ich zastosowania. 5. Nieliniowe zagadnienia brzegowe i początkowe dla równań różniczkowych. 6. Geometryczna teoria funkcji analitycznych i harmonicznych. 7. Metody ciągowe w teorii funkcji uogólnionych i teorii krat. 8. Odwzorowania konforemne i ich uogólnienia. 9. Struktura przestrzeni Frecheta nad ciałami niearchimedesowymi oraz własności ciągłych operatorów liniowych na tych przestrzeniach. 10. Zagadnienie ilorazu ośrodkowego dla pewnych klas przestrzeni lokalnie wypukłych.

11. Kształtowanie postaw i zachowań nauczycieli poprzez rozumienie matematyki jako ludzkiej aktywności.
12. Technologia PLD wytwarzania cienkich warstw dla potrzeb ochrony środowiska, spintroniki i biofizyki.
13. Wpływ korelacji elektronowych na nadprzewodnictwo i uporządkowania magnetyczne.
14. Zastosowanie metod obrazowania i analiz w biologii i medycynie.
15. Opracowanie nowych powłok i warstw o założonych właściwościach fizycznych, elektronicznych, mechanicznych i eksploatacyjnych.
16. Spektroskopowa oraz kwantowa charakterystyka wybranych molekuł o dużym znaczeniu dla procesów biologicznych i fizykochemicznych, badań materiałów i środowiska naturalnego z wykorzystaniem spektroskopii UV, VIS i FTIR oraz modelowania molekularnego.
17. Aktywność komet (ewolucja fizyczna małych ciał Układu Słonecznego ze szczególnym uwzględnieniem ewolucji termodynamicznej jąder kometarnych).
18. Badanie splątania kwantowego w transporcie balistycznym w strukturach niskowymiarowych.
19. Ilościowe charakterystyki układów złożonych.
20. Oddziaływania nukleonów w zderzeniach wysokoenergetycznych.
21. Modelowanie wieloskładnikowych metamateriałów, oraz obliczenia ab initio struktur niskowymiarowych i procesów rekonstrukcji zachodzących na międzypowierzchniach.
22. Właściwości niskowymiarowych/nanoskopowych układów spinowych.
23. Analiza i przetwarzanie sygnałów i obrazów.
24. Modelowanie i analiza danych przy zastosowaniu metod odkrywania wiedzy oraz metod formalnych.
25. Metody pozyskiwania i dystrybuowania informacji w procesach transferu wiedzy.
26. Wpływ pola elektromagnetycznego na komórki połączone w regulacje funkcji układu rozrodczego.
27. Wykorzystanie rachunku ułamkowego rzędu w sieciach neuronowych.
28. Zastosowania sztucznych sieci neuronowych oraz modelowania matematycznego w informatyce i elektrotechnice.
29. Modelowanie i sterowanie wybranych systemów mechatronicznych.
30. Promieniowanie dźwięku źródeł powierzchniowych w układach odgród.

Centrum Innowacyjnych Technologii (CIT)

Tematy zadań badawczych:

1. Inżynieria powierzchni – modelowe i eksploatacyjne zagadnienia technologii obróbki powierzchniowej.

Centrum Dydaktyczno – Naukowe Mikroelektroniki i Nanotechnologii (CDNMin)

Tematy zadań badawczych:

1. Oddziaływanie konstruowanych nanocząsteczek z materiałami biologicznymi.
2. Wytwarzanie i badanie własności struktur 3D i 2D na bazie związków II-VI.
3. Wytwarzanie, badanie i aplikacja struktur dla potrzeb systemów detekcji w zakresie podczerwieni na bazie związków III-V.
4. Badanie centrów barwnych i magnetycznych w domieszkowanych kryształach tlenkowych i półprzewodnikowych.

Interdyscyplinarne Centrum Modelowania Komputerowego (ICMK)

Tematy zadań badawczych:

1. Metody konstruowania klasyfikatorów dla złożonych pojęć czasowo-przestrzennych.
2. Modelowanie matematyczne w procesach podejmowania decyzji.
3. Modelowanie nowoczesnych systemów zarządzania.
4. Opracowanie hierarchicznej wersji języka modelowania XCCS.
5. Rola kultury matematycznej we Lwowie i Krakowie w okresie autonomii galicyjskiej i dwudziestolecia międzywojennego w rozwoju nauki i życia społecznego.
6. Uwarunkowania techniczne i ekonomiczne grupy bilansującej na rynku energii.
7. Metody rozpoznawania zachowań człowieka w oparciu o analizę sekwencji obrazów cyfrowych.
8. Modelowanie i wizualizacja zjawisk medycznych w czasie rzeczywistym.
9. Optyczne przetwarzanie informacji.

3.4 Metody dydaktyczne

W zależności od rodzaju centrum badawczego: wykonywanie lub projektowanie doświadczeń, 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	LAB.
EK_02	obserwacja w trakcie zajęć	LAB.
EK_03	obserwacja w trakcie zajęć	LAB.
EK_04	obserwacja w trakcie zajęć	LAB.
EK_05	obserwacja w trakcie zajęć	LAB.
EK_06	obserwacja w trakcie zajęć	LAB.
EK_07	obserwacja w trakcie zajęć	LAB.
EK_08	obserwacja w trakcie zajęć	LAB.
EK_09	obserwacja w trakcie zajęć	LAB.
EK_10	obserwacja w trakcie zajęć	LAB.
EK_11	obserwacja w trakcie zajęć	LAB.

4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Warunkiem zaliczenia jest uczestnictwo w zajęciach badawczych, wykonanie powierzonych badań i sporządzenie sprawozdania (na ocenę), zaakceptowanego przez 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	10

(udział w konsultacjach, egzaminie)	
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	160
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, Jozef Cebulski, Spectroscopic evaluation of carcinogenesis in endometrial cancer, *Scientific Reports* 11 (1), 9079, (2001)
2. Joanna Depciuch, Izabela Zawlik, Marzena Skrzyba, Justyna Pająk, Natalia Potocka, Kornelia Łach, Halina Bartosik-Psujek, Anna Koziorowska, 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. Luzechko, 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. Dziejczak, 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. Dziejczak, A. Barylyak, M. Kus-Liśkiewicz, 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 Gruzef, 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/pdf/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](https://arxiv.org/abs/1810.12432))
32. Wesołowski M., 2020, Change in the brightness of interstellar comet 21/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 $Hg_{1-x}Mn_xTe$ 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 $HgTe/HgCd(Mn)Te$ 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. Maťko, H. Švajdenková, 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 Inal, Tarhan Nevzat, Hakan Mehmet Tolgahan, Sönmez Dilara, Sarıbal Devrim, Arıkan 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 Inal, Tarhan Nevzat, Hakang Mehmet Tolgahan, Sönmez Dilara, Sarıbal Devrim, Arıkan 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.

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. Ambrożkiewicz, Z. Czyż, P. Karpiński, P. Stączek, 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. Ogniw 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 Drozd, 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-oo4.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 Ruszala, 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