

**Propozycje tematów prac magisterskich dla studentów
kierunku Inżynieria Biomedyczna
Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej PG
Maj 2026**

Temat pracy dyplomowej magisterskiej (jęz. pol.)	Analiza dawek biologicznych otrzymywanych podczas skojarzonego leczenia nowotworu szyjki macicy
Temat pracy dyplomowej magisterskiej (jęz. ang.)	Analisis of biological doses received during combined treatment of cervical cancer
Opiekun pracy	Dr n.med. Paweł Czajkowski
Konsultant pracy	
Cel pracy	Celem pracy jest analiza dawki biologicznej w porównaniu do dawki fizycznej w radioterapii, na przykładzie leczenia skojarzonego nowotworu szyjki macicy. Magistrant ma na celu, na podstawie analizowanych schematów leczenia nowotworu szyjki macicy, określić i porównać skutki leczenia promieniowaniem jonizującym wiązkami zewnętrznymi oraz przy użyciu brachyterapii.
Zadania do wykonania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Przeprowadzić studium literatury zagadnienia 2. Zebrać i opisać dane statystyczne dla przypadków nowotworu szyjki macicy 3. Opisać metodę leczenia nowotworu szyjki macicy przy użyciu akceleratora liniowego 4. Opisać metodę leczenia nowotworu szyjki macicy za pomocą brachyterapii 5. Wyznaczyć dawki biologiczne dla pkt. 3 oraz 4 6. Porównać otrzymane wyniki, sformułować wnioski 7. Przygotować pracę dyplomową
Źródła	<ol style="list-style-type: none"> 1. Haie-Meder, Christine, et al. "Recommendations from Gynaecological (GYN) GEC-ESTRO Working Group(I): concepts and terms in 3D image based 3D treatment planning in cervix cancer brachytherapy with emphasis on MRI assessment of GTV and CTV." Radiotherapy and oncology 74.3 (2005): 235-245. 2. Tan, Li-Tee, et al. "Education and training for image-guided adaptive brachytherapy for cervix cancer—The (GEC)-ESTRO/EMBRACE perspective." Brachytherapy 19.6 (2020): 827-836. 3. Williamson, C. W., et al. "Advances in external beam radiation therapy and brachytherapy for cervical cancer." Clinical Oncology 33.9 (2021): 567-578.
Efekt prac na zakończenie semestru przeddyplomowego (do ostatniego dnia zajęć)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Raport z zadania 1 2. Wstępny wybór danych do analizy
Liczba wykonawców	1
Uwagi	Specjalność: Fizyka Medyczna

Temat pracy dyplomowej magisterskiej (jęz. pol.)	Analiza dawki i LET oraz ocena skuteczności osłon radiacyjnych dla astronautów na orbicie
Temat pracy dyplomowej magisterskiej (jęz. ang.)	Analysis of dose and LET, and evaluation of shielding effectiveness for astronauts in the orbital radiation environment
Opiekun pracy	Dr Brygida Mielewska, prof. PG
Konsultant pracy	
Cel pracy	Celem pracy jest ilościowa analiza pola promieniowania kosmicznego na niskiej orbicie okołoziemskiej z uwzględnieniem dawki pochłoniętej oraz rozkładów LET. W szczególności istotne jest określenie, które składniki promieniowania dominują w strukturze LET i wnoszą największy wkład do dawki. Dodatkowo celem jest ocena skuteczności wybranych materiałów osłonowych w redukcji LET i dawki w warunkach orbitalnych.
Zadania do wykonania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Przegląd literatury dotyczącej środowiska promieniowania kosmicznego i wielkości dozymetrycznych. 2. Zapoznanie się z narzędziami EXPACS i OLTARIS oraz pakietami estar, pstar, astar i SRIM. 3. Definicja scenariuszy obliczeniowych: (a) LEO, HEO, (b) minimum i maksimum aktywności słonecznej oraz zdarzenie SPE. 4. Wyznaczenie widm promieniowania oraz obliczenie dawki pochłoniętej i równoważnej i LET dla różnych cząstek i energii typowych dla 3(a) i 3(b). 5. Identyfikacja wkładu cząstek wysoko-LET do całkowitej dawki w scenariuszach obliczeniowych 3(a) i 3(b). 6. Analiza współczynników osłabiania materiałów ochronnych (a) aluminium, (b) polietylen względem analizowanych scenariuszy. 7. Ocena wpływu grubości materiału na redukcję dawki i zmianę widma LET. 8. Analiza powstawania promieniowania wtórnego w osłonach. 9. Analiza zachowania materiałów osłonowych w warunkach niskiego ciśnienia (próżni) i wpływu tych warunków na ich właściwości fizyczne oraz efektywność ekranowania. 10. Prezentacja wniosków i napisanie pracy dyplomowej
Źródła	<ol style="list-style-type: none"> 1. L. Narici et al., Radiation risk mitigation in human space exploration: a primer, a vision, and the state of the art. Eur. Phys. J. Plus (2026) 141:100 2. L.W. Townsend et al. Solar particle event storm shelter requirements for missions beyond low Earth orbit, Life Sciences in Space Research, Volume 17 (2018) pp32-39 3. A. Bartlioni et al., Dose-Effects Models for Space Radiobiology: an overview on Dose-Effect Relationship, 73 rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 18-22 September 2022. 4. Emmanuel et al., A comparison of radiation shielding effectiveness of materials for highly elliptical orbits, Advances in Space Research, Volume 53, Issue 7, (2014) pp. 1143-52 5. S. Baatout ed. Radiobiology Textbook, Springer Open

	Access (2023)
Efekt prac na zakończenie semestru przeddyplomowego (do ostatniego dnia zajęć)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Raport z przeglądu literatury (zad.1.) 2. Wstępne zapoznanie się z bazami i pakietami obliczeniowymi (zad. 2)
Liczba wykonawców	<p>1 lub 2</p> <p>w przypadku pracy jednoosobowej opracowany zostaje scenariusz obliczeniowy LEO+ min/max aktywności;</p> <p>w przypadku 2 wykonawców w pracy powstają scenariusze obliczeniowe (a) i (b) i w zadaniach 4-9 wykonawcy wykonują odrębne analizy dla swoich scenariuszy</p>
Uwagi	Specjalność: Fizyka medyczna

Temat pracy dyplomowej magisterskiej (jęz. pol.)	Analiza mikrodozymetryczna heterogenicznych rozkładów atomów boru z wykorzystaniem symulacji Monte Carlo PHITS na potrzeby terapii borowo-neutronowej
Temat pracy dyplomowej magisterskiej (jęz. ang.)	Microdosimetric analysis of heterogenic boron distribution with the use of MC PHITS for Boron-Neutron Capture Therapy
Opiekun pracy	Dr Brygida Mielewska, prof. PG
Konsultant pracy	
Cel pracy	Projekt dotyczy mikrodozymetrycznej analizy terapii wychwytu neutronów przez bor, gdzie wskutek wychwytu neutronu przez izotop ^{10}B dochodzi do emisji cząstek o bardzo krótkim zasięgu i wysokim LET. W pracy zostanie opracowany voxelowy model tkanki nowotworowej w skali komórkowej umożliwiający analizę wpływu heterogenicznego rozkładu boru na lokalną depozycję energii w komórkach. Celem projektu jest określenie, w jaki sposób niejednorodny rozkład boru wpływa na mikrodozymetryczny rozkład dawki i potencjalną skuteczność biologiczną terapii BNCT.
Zadania do wykonania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Studium literatury nt. fizyki BNCT, radiobiologii i mikrodozymetrii. 2. Zapoznanie się z pakietem PHITS i opracowanie modelu geometrycznego tkanki w skali komórkowej 3. Dobór różnych scenariuszy heterogenicznego rozkładu boru (adekwatnie do stosowanych nośników typu BPA, BSH). 4. Uruchomienie symulacji Monte Carlo w kodzie PHITS, obejmujących transport neutronów epitermicznych 5. Analiza mikrodozymetryczna wyników symulacji - obliczenie rozkładów energii specyficznej oraz udziału poszczególnych komponentów dawki w BNCT. 6. Interpretacja radiobiologiczna wyników 7. Przygotowanie pracy dyplomowej.
Źródła	<ol style="list-style-type: none"> 1. V. Conte et al., Microdosimetry in BNCT Health and Technology (2024) 14:1029–1036 2. R. Zhou et al. Boron neutron capture therapy in the context of tumor heterogeneity: progress, challenges, and future perspectives, Frontiers in Oncology (2025) 15:1601013. 3. S. Baatout ed. Radiobiology Textbook, Springer Open Access (2023)
Efekt prac na zakończenie semestru przeddyplomowego (do ostatniego dnia zajęć)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Raport z przeglądu literatury (zad.1.) 2. Wstępne zapoznanie się z pakietem PHITS i stworzenie wstępnego modelu (zad. 2)
Liczba wykonawców	1
Uwagi	Specjalność: Fizyka medyczna

Temat pracy dyplomowej magisterskiej (jęz. pol.)	Analiza porównawcza metod weryfikacji planów leczenia w stereotaktycznej radioterapii na systemie ZAP-X
Temat pracy dyplomowej magisterskiej (jęz. ang.)	Comparative analysis of treatment plan verification methods in stereotactic radiotherapy using the ZAP-X system
Opiekun pracy	Dr Brygida Mielewska, prof. PG
Konsultant pracy	Mgr Jerzy Kierzkowski (Szpital Copernicus)
Cel pracy	Celem pracy jest porównanie wybranych metod weryfikacji planów leczenia w stereotaktycznej radioterapii realizowanej na systemie ZAP-X oraz ocena zgodności uzyskiwanych wyników dla przypadków o różnej charakterystyce geometrycznej i klinicznej.
Zadania do wykonania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Przegląd literatury pod kątem metod stosowanych w weryfikacji planów leczenia. 2. Analiza zagadnień związanych z planowaniem leczenia w stereotaktycznej radioterapii oraz specyfiki systemu ZAP-X. 3. Dobór reprezentatywnych przypadków klinicznych oraz przygotowanie modeli fantomowych do analizy. 4. Opracowanie planów leczenia dla wybranych przypadków. 5. Przeprowadzenie weryfikacji planów leczenia z wykorzystaniem wybranych metod. 6. Analiza i porównanie uzyskanych wyników z zastosowaniem odpowiednich kryteriów oceny zgodności. 7. Ocena wpływu charakterystyki planu leczenia na wyniki weryfikacji. 8. Sformułowanie wniosków dotyczących przydatności analizowanych metod w praktyce klinicznej. 9. Przygotowanie pracy dyplomowej
Źródła	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hugo Palmans, Pedro Andreo, M. Saiful Huq, Jan Seuntjens, Karen Christaki, & Ahmed Meghzifene (2018). Dosimetry of small static fields used in external photon beam radiotherapy: Summary of TRS-483, the IAEA-AAPM international Code of Practice for reference and relative dose determination. Medical Physics, 45. https://doi.org/10.1002/mp.13208 2. Shands James, Ahmad Al-Basheer, Eric Elder, Chulhaeng Huh, Christopher Ackerman, John Barrett, Russell Hamilton, & Farshad Mostafaei (2023). Evaluation of commercial devices for patient specific QA of stereotactic radiotherapy plans. Journal of Applied Clinical Medical Physics, 24(8), e14009. https://doi.org/10.1002/acm2.14009 3. Tiziana Malatesta, Alessandro Scaggion, Francesca Romana Giglioli, Gina Belmonte, Michelina Casale, Paolo

	<p>Colleoni, Maria Daniela Falco, Alessia Giuliano, Stefania Linsalata, & Carmelo Marino (2023). Patient specific quality assurance in SBRT: A systematic review of measurement-based methods. <i>Physics in Medicine & Biology</i>, 68(21), 21TR01. https://doi.org/10.1088/1361-6560/acf43a</p>
Efekt prac na zakończenie semestru przeddyplomowego (do ostatniego dnia zajęć)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Raport z zadania 1 i 2 2. Wstępny dobór przypadków klinicznych
Liczba wykonawców	1
Uwagi	Specjalność: Fizyka Medyczna

Temat pracy dyplomowej magisterskiej (jęz. pol.)	Analiza wpływu mikrosolvatacji na przekroje czynne na jonizację cząsteczki formamidu przez pozytony
Temat pracy dyplomowej magisterskiej (jęz. ang.)	Analysis of the influence of microsolvation on the cross sections for the ionization of the formamide molecule by positrons
Opiekun pracy	Dr Małgorzata Franz
Konsultant pracy	Dr hab. Jan Franz
Cel pracy	Celem pracy jest analiza wpływu otoczenia wodnego na proces jonizacji formamidu jako modelowej cząsteczki o znaczeniu biologicznym. Badania obejmą obliczenia parametrów elektronowych cząsteczki izolowanej oraz wybranych klastrów formamid-woda i zastosowanie ich w modelu BEB dla pozytonów do wyznaczenia przekrojów czynnych na jonizację. Uzyskane wyniki pozwolą ocenić, w jakim stopniu obecność cząsteczek wody może modyfikować prawdopodobieństwo jonizacji w środowisku zbliżonym do biologicznego.
Zadania do wykonania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Studium stanu wiedzy dotyczącej tematu pracy wraz z przeglądem literatury. 2. Wykonanie optymalizacji cząsteczki formamidu oraz wybranych klastrów formamid-woda. 3. Wyznaczenie parametrów elektronowych niezbędnych do obliczenia przekrojów czynnych na jonizację. 4. Obliczenie przekrojów czynnych na jonizację dla izolowanej cząsteczki formamidu i wybranych klastrów formamid-woda z wykorzystaniem modelu BEB dla pozytonów. 5. Porównanie wpływu liczby i położenia cząsteczek wody na energię jonizacji oraz kształt, próg i maksimum przekrojów czynnych. 6. Porównanie uzyskanych wyników z dostępnymi danymi literaturowymi. 7. Przygotowanie pracy magisterskiej.
Źródła	<ol style="list-style-type: none"> 1. M. Franz, K. Wiciak-Pawłowska, J. Franz, Binary-Encounter Model for Direct Ionization of Molecules by Positron-Impact, <i>Atoms</i> 9, 99, (2021) 2. S. Blanco et al., Microsolvation of Formamide: A Rotational Study, <i>J. Am. Chem. Soc.</i> 128, 12111, (2006). 3. H. A. Suarez-Moreno et al., Electron ionization of clusters containing the formamide molecule, <i>Eur. Phys. J. D</i>, 75, 274, (2021). 4. P. A. S. Randi et al., Electron scattering by formamide: Elastic and electronically inelastic cross sections up to 179 energetically open states, <i>Phys. Rev. A</i> 107, 012806 (2023). 5. S. Mahla, B. Antony, Positron scattering from structurally related biomolecules, <i>RSC Adv.</i> 14, 1397-1406, (2024).

Efekt prac na zakończenie semestru przeddyplomowego (do ostatniego dnia zajęć)	1. Wykonanie optymalizacji cząsteczki formamidu oraz wybranych klastrów formamid–woda. 2. Wyznaczenie parametrów elektronowych niezbędnych do obliczenia przekrojów czynnych na jonizację.
Liczba wykonawców	1
Uwagi	Specjalność:

Temat pracy dyplomowej magisterskiej (jęz. pol.)	Modelowanie emisji promieniowania Czerenkowa generowanego przez pozytony w pozytonowej tomografii emisyjnej
Temat pracy dyplomowej magisterskiej (jęz. ang.)	Modeling emission of Cherenkov radiation generated by positrons in positron emission tomography
Opiekun pracy	Dr hab. Jan Franz, prof. uczelni
Konsultant pracy	Dr Małgorzata Franz
Cel pracy	Celem projektu jest opracowanie modelu umożliwiającego obliczanie natężenia promieniowania Czerenkowa generowanego przez pozytony emitowane w pozytonowej tomografii emisyjnej (PET). Promieniowanie Czerenkowa powstaje, gdy naładowana cząstka, np. pozyton, porusza się w ośrodku materialnym, np. w wodzie, szybciej niż światło w tym ośrodku. Zjawisko to jest istotne w kontekście PET, ponieważ pozyton jest emitowany przed anihilacją i może wytworzyć słaby sygnał optyczny powiązany ze znacznikiem promieniotwórczym. Symulacje Monte Carlo są kosztowne obliczeniowo, a metody sztucznej inteligencji wymagają dużych zbiorów danych treningowych. Dlatego w pracy zostanie opracowany prosty model fizyczny, oparty na znanych zależnościach teoretycznych i danych tablicowych, który może stanowić punkt odniesienia dla bardziej zaawansowanych metod. Model zostanie wykorzystany do obliczenia zależności natężenia promieniowania Czerenkowa od energii pozytonu oraz do porównania wybranych radionuklidów stosowanych w PET. Wyniki zostaną zweryfikowane przez porównanie z opublikowanymi obliczeniami Monte Carlo oraz, tam gdzie będzie to możliwe, z danymi eksperymentalnymi dostępnymi w literaturze. Oczekiwany rezultatem pracy jest porównanie różnych radionuklidów PET oraz ocena, w jakim stopniu prosty model fizyczny może opisywać generację promieniowania Czerenkowa w warunkach istotnych dla PET.
Zadania do wykonania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Studium stanu wiedzy dotyczącej tematu pracy wraz z przeglądem literatury. 2. Opracowanie i implementacja modelu. 3. Wykonanie obliczeń dla wybranych energii pozytonów oraz radionuklidów stosowanych w PET i porównanie uzyskanych wyników z dostępnymi danymi literaturowymi. 4. Przygotowanie pracy magisterskiej.
Źródła	<ol style="list-style-type: none"> 1. H. H. Ross, "Measurement of β-emitting nuclides using Cerenkov radiation," <i>Analytical Chemistry</i> 41, 1260 - 1265 (1969). DOI: 10.1021/ac60279a011 2. R. K. Gill, G. S. Mitchell, and S. R. Cherry, "Computed Cerenkov luminescence yields for radionuclides used in biology and medicine," <i>Physics in Medicine and Biology</i> 60, 4263 - 4280 (2015). DOI: 10.1088/0031-9155/60/11/4263. 3. E. Ciarrocchi and N. Belcari, "Cerenkov luminescence imaging: physics principles and potential applications in biomedical sciences," <i>EJNMMI Physics</i> 4, 14 (2017).

	<p>DOI: 10.1186/s40658-017-0181-8.</p> <p>4. G. S. Mitchell, R. K. Gill, D. L. Boucher, C. Li, and S. R. Cherry, "In vivo Cerenkov luminescence imaging: a new tool for molecular imaging," <i>Philosophical Transactions of the Royal Society A</i> 369, 4605 - 4619 (2011). DOI: 10.1098/rsta.2011.0271.</p> <p>5. C. Trigila, G. Ariño-Estrada, S. I. Kwon, and E. Roncali, "The accuracy of Cerenkov photons simulation in Geant4/Gate depends on the parameterization of primary electron propagation," <i>Frontiers in Physics</i> 10, 891602 (2022). DOI: 10.3389/fphy.2022.891602.</p>
Liczba wykonawców	1
Efekt prac na zakończenie semestru (do ostatniego dnia zajęć)	<p>1. Przegląd literatury i zebranie danych.</p> <p>2. Opracowanie i implementacja modelu.</p>
Uwagi	

Temat projektu/pracy dyplomowej magisterskiej (jęz. pol.)	Optymalizacja rozmieszczenia wokseli w obrazowaniu metodą spektroskopii magnetycznego rezonansu jądrowego
Temat projektu/pracy dyplomowej magisterskiej (jęz. ang.)	Optimization of voxel placement in nuclear magnetic resonance spectroscopy imaging
Opiekun pracy	Agnieszka Sabisz
Konsultant pracy	
Cel pracy	Spektroskopia MRI to zaawansowana technika badawcza, która wykorzystuje zjawisko magnetycznego rezonansu jądrowego do analizy składu chemicznego tkanek. Dzięki niej możemy uzyskać szczegółowe informacje o obecności i stężeniu metabolitów, co jest szczególnie przydatne w diagnostyce różnych schorzeń, zwłaszcza nowotworów i chorób neurologicznych. Optymalizacja ułożenia warstwy lub pojedynczego woksela jest kluczowa do uzyskania rzetelnej informacji, która może służyć do predykcji tkankowej. Praca polegałaby na stworzeniu oprogramowania bazującego na segmentowanych obrazach guzów mózgu, które wskazywałoby najwłaściwszą lokalizację rozmieszczenia woksela lub wokseli podczas planowanej akwizycji
Zadania do wykonania	Praca polegałaby na stworzeniu oprogramowania bazującego na segmentowanych obrazach guzów mózgu, które wskazywałoby najwłaściwszą lokalizację rozmieszczenia woksela lub wokseli podczas planowanej akwizycji Zadania: - stworzenie ścieżki pracy prospektywnej przy badaniach MRS z wykorzystaniem segmentowanych obrazów MRI - optymalizacja planowania spektroskopii MR - stworzenie narzędzia podpowiadającego najwłaściwszą lokalizację do wykonania akwizycji MRS
Źródła	<ol style="list-style-type: none"> 1. MRI from Picture to Proton, Third Edition, Donald W. McRobbie , Elizabeth A. Moore , Martin J. Graves , Martin R. Prince, Cambridge University Press 2. In Vivo NMR Spectroscopy: Principles and Techniques, Robin A. de Graaf, John Wiley & Sons Ltd. 3. http://s-provencher.com/lcmodel.shtml
Efekt praktycznych prac na zakończenie semestru 6 (do ostatniego dnia zajęć)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Przegląd literatury 2. Opracowanie wstępnego modelu ścieżki pracy prospektywnej.
Liczba wykonawców	1
Uwagi	