

Zgłoszenie tematu pracy dyplomowej inżynierskiej
(semestr dyplomowy – zimowy 2025/2026)

1. Podstawowe informacje na temat pracy dyplomowej inżynierskiej <i>Basic information about the Eng. diploma thesis</i>	
Tytuł w jęz. polskim <i>Title in Polish</i>	Wpływ rozmiaru protonu na dokładność obliczeń potencjału kulombowskiego w fizyce jądrowej
Tytuł w jęz. angielskim <i>Title in English</i>	The influence of proton size on the accuracy of coulomb potential calculations in nuclear physics
Promotor <i>Thesis supervisor</i>	Dr hab. inż. Gabriel Wlazłowski, prof. uczelni gabriel.wlazlowski@pw.edu.pl
Drugi promotor <i>Second supervisor</i>	---
Uzasadnienie powołania drugiego promotora <i>Justification for the appointment of the second supervisor</i>	---
Kierunek <i>Field of study</i>	<input type="checkbox"/> Fizyka techniczna <input type="checkbox"/> Fotonika <i>proszę zaznaczyć nazwę kierunku studiów, dla którego dedykowany jest temat pracy dyplomowej</i> <i>please indicate the name of the field of study for which the thesis title is dedicated</i>
Specjalność <i>Specialty</i>	<i>w przypadku kierunku Fizyka Techniczna proszę wskazać przynajmniej jedną specjalność</i> <i>please indicate at least one specialty from the following in the case of Technical Physics</i>
	<input type="checkbox"/> Fizyka komputerowa <input type="checkbox"/> Fizyka medyczna <input type="checkbox"/> Materiały i nanostruktury <input type="checkbox"/> Optoelektronika

2. Opis pracy

Thesis description (in Polish; English version is acceptable only with the Dean's consent)

Postęp w fizyce obliczeniowej otwiera nowe możliwości dla dokładnego modelowania złożonych procesów kwantowych w skali mikroskopowej. Przykładowo, w 2024 roku opublikowane zostało nowe oprogramowanie dla społeczności astrofizyków, dzięki któremu można skutecznie badać skorupę gwiazd neutronowych i zachodzącą w nich dynamikę nadciekłą [1]. Kod opiera się na zależnej od czasu teorii funkcjonału gęstości: metodzie, która została już pomyślnie zastosowana w wielu dziedzinach, takich jak chemia kwantowa i fizyka materii skondensowanej. Kody tego typu są projektami długoterminowymi, rozwijanymi przez wiele lat, w których stopniowo uwzględnia się kolejne efekty fizyczne w celu osiągnięcia coraz to dokładniejszego odzwierciedlenia procesów fizycznych. Grupa z Wydziału Fizyki PW rozwija kod tego typu dla badań w fizyce jądrowej o nazwie *W-BSk Toolkit* [2].

W ramach pracy inżynierskiej, student(ka) zbada wpływ skończonych rozmiarów protonów na dokładność obliczeń potencjału kulombowskiego generowanego przez rozkłady protonów w niejednorodnej materii jądrowej. W obecnej wersji kodu *W-BSk Toolkit*, zakłada się, że protony są cząstkami punktowymi. Z drugiej strony, wiadome jest, że uwzględnienie poprawek wynikających z skończonych rozmiarów protonów jest istotnym elementem w celu uzyskania dobrej zgodności pomiędzy teorią a wynikami eksperymentalnymi w przypadku badania struktury jądra atomowego, przykładowo: wyznaczanie kształtu i rozmiaru jądra atomowego [4,5]. Z tego powodu spodziewane jest również pojawienie się zauważalnego wpływu tej poprawki na wyniki obliczeń w kontekście niejednorodnej materii jądrowej.

Praca inżynierska ma charakter programistyczno-badawczy. Celem pracy będzie zaimplementowanie metody obliczenia potencjału kulombowskiego z uwzględnieniem poprawki na skończone rozmiary protonu. Następnie student(ka) wykona szereg testów w celu określenia wpływu tej poprawki na rozkłady protonów i neutronów dla wybranych konfiguracji spodziewanych w skorupie gwiazdy neutronowej. Docelowo, zmodyfikowany kod do obliczenia potencjału kulombowskiego zostanie dodany do pakietu *W-BSk Toolkit*.

3. Zakres zadań do wykonania przez dyplomanta

The scope of tasks to be performed by the graduate student (in Polish; English version is acceptable only with the Dean's consent)

1. Zapoznanie się z podstawami metody teorii funkcjonału gęstości oraz jej zastosowaniami w kontekście obliczeń dla fizyki jądrowej [1].
2. Zapoznanie się z metodami obliczenia potencjału kulombowskiego dla zdanego rozkładu ładunku wraz z poprawkami na skończone rozmiary ładunku [3-6].
3. Numeryczna implementacja metody obliczenia potencjału kulombowskiego (preferowany język programistyczny to C, do celów testowych student(ka) może wybrać inny język programowania).
4. Zbadanie wpływu poprawki na rozkłady protonów i neutronów w niejednorodnej materii jądrowej.
5. Napisanie pracy inżynierskiej, dodanie zmodyfikowanej metody obliczenia potencjału kulombowskiego do pakietu *W-BSk Toolkit*.

4. Bibliografia

Bibliography

1. D. Pęczak, A. Zdanowicz, N. Chamel, P. Magierski, G. Wlazłowski, *Time-dependent nuclear energy-density functional theory toolkit for neutron star crust: Dynamics of a nucleus in a neutron superfluid*, *Phys. Rev. X* **14**, 041054 (2024)
2. *W-BSk Toolkit*. <https://wbsk.fizyka.pw.edu.pl>
3. Jackson, John D. (1999). *Classical Electrodynamics* (3rd ed.). New York: John Wiley & Sons. ISBN 978-0-471-30932-1. OCLC 925677836.
4. I. Sick, *On the rms-radius of the proton*, *Physics Letters B* **576**.1-2 (2003): 62-67.
5. John W Negele, *Structure of finite nuclei in the local-density approximation*, *Physical Review C* **1.4** (1970): 1260.
6. N. Chamel, S. Goriely, and J. Pearson, *Further explorations of Skyrme–Hartree–Fock–Bogoliubov mass formulas. IX: Constraint of pairing force to 1S0 neutron-matter gap*, *Nuclear Physics A* **812**, 72 (2008)

<p>5. Czy przewidywana jest publikacja związana z pracą dyplomową? <i>Is there any publication related to the thesis planned?</i></p>	<input type="checkbox"/> TAK (yes)
<p>6. Czy temat jest zarezerwowany dla konkretnego studenta? <i>Is the topic reserved for a specific student?</i></p>	<input type="checkbox"/> TAK (yes)
<p>7. Czy temat był zgłaszany w poprzednich naborach? <i>Was the topic submitted in the previous calls?</i> Jeśli tak, proszę podać rok poprzedniego zgłoszenia. <i>If so, please provide the year of the previous submission.</i></p>	<input type="checkbox"/> TAK (yes) ROK (year):