

**OPIS PRZEDMIOTU/MODUŁU KSZTAŁCENIA (SYLABUS)**

1.	Nazwa przedmiotu/modułu w języku polskim <b>Silnie oddziałujące gazy Fermiego</b>	
2.	Nazwa przedmiotu/modułu w języku angielskim <b>Strongly interacting Fermi gases</b>	
3.	Jednostka prowadząca przedmiot <b>Wydział Fizyki i Astronomii</b>	
4.	Kod przedmiotu/modułu <b>24-FZ-S2-E1-wm.SiFg</b>	
5.	Rodzaj przedmiotu/modułu ( <i>obowiązkowy lub fakultatywny</i> ) <b>fakultatywny</b>	
6.	Kierunek studiów <b>Fizyka</b>	
7.	Poziom studiów ( <i>I lub II stopień lub jednolite studia magisterskie</i> ) <b>magisterskie</b>	
8.	Rok studiów ( <i>jeśli obowiązuje</i> ) <b>1 i 2</b>	
9.	Semestr ( <i>zimowy lub letni</i> ) <b>zimowy</b>	
10.	Forma zajęć i liczba godzin <b>Wykład, 10 godzin</b>	
11.	Imię, nazwisko, tytuł/stopień naukowy osoby prowadzącej zajęcia <b>Marcus Bluhm, dr</b>	
12.	Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych dla przedmiotu/modułu oraz zrealizowanych przedmiotów <b>•Mechanika i Mechanika kwantowa (kurs podstawowy)</b> <b>•Termodynamika i fizyka statystyczna (kurs podstawowy)</b> <b>•Angielski w mowie i piśmie</b>	
1.	Cele przedmiotu <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Wstęp do silnie oddziałujących układów kwantowych</b></li> <li>• <b>Doskonały gaz Fermiego, zderzenia dwuciałowe i problem wielu ciał</b></li> <li>• <b>Techniki doświadczalne</b></li> <li>• <b>Rezonans Feshbacha</b></li> <li>• <b>Oddziałujący gaz Fermiego, unitarność i niezmienniczość skalowania</b></li> <li>• <b>Teoria przejścia BEC-BCS</b></li> <li>• <b>Kondensacja i nadciekłość</b></li> </ul>	
1.	Zakładane efekty kształcenia <b>Studenci zyskają gruntowną wiedzę dotyczącą podstaw, a także rozwoju historycznego i obecnego stanu wiedzy na temat przedmiotu.</b>	Symbole kierunkowych efektów kształcenia:

	<p><b>Na wykładzie przedstawione zostaną podstawowe oraz inne ważne aspekty matematyczne tego działu fizyki.</b></p> <p><b>Studenci poznają zarówno historyczny punkt widzenia, jak i nowoczesne aspekty, zgodne z najnowszymi osiągnięciami naukowymi.</b></p> <p><b>Kolokwia w trakcie wykładu oraz zadania indywidualne zmuszą studentów do zweryfikowania niektórych obliczeń teoretycznych oraz nauczą ich krytycznego myślenia.</b></p> <p><b>Pod koniec niektórych wykładów studenci dostaną do przeczytania krótkie artykuły naukowe, co zmusi ich do samodzielnej pracy oraz pozwoli im zapoznać się z najnowocześniejszymi badaniami naukowymi.</b></p> <p><b>Szeroki zakres wykładu ma na celu pokazanie studentom bliskich związków pomiędzy różnymi działami fizyki.</b></p>	<p>K2_W01, K2_W02, K2_W06, K2_U02, K2_U03, K2_U05, K2_K01</p>
2.	<p>Treści programowe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Gazy Fermiego i Bosego, gazy doskonałe i oddziałujące</b></li> <li>• <b>Techniki doświadczalne, rezonans Feshbacha i unitarność</b></li> <li>• <b>Przejście BEC-BCS</b></li> <li>• <b>Dynamika i nadciekłość</b></li> </ul>	
1.	<p>Zalecana literatura (<i>podręczniki</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>“Statistical Physics, Part 1”, Landau-Lifshitz vol. 5 (Pergamon, Oxford, 1980)</b></li> <li>• <b>“Statistical Physics, Part 2”, Landau-Lifshitz vol. 9 (Pergamon, Oxford, 1981)</b></li> <li>• <b>“The BCS-BEC Crossover and the Unitary Fermi gas”, Lecture Notes in Physics, vol. 836 (Springer, Berlin, Heidelberg, 2012)</b></li> <li>• <b>“An Introduction to the Theory of Superfluidity”, Khalatnikov (Westview Press, 2000)</b></li> </ul>	
1.	<p>Forma zaliczenia poszczególnych komponentów przedmiotu/modułu, sposób sprawdzenia osiągnięcia zamierzonych efektów kształcenia:</p> <p>wykład: <b>test (5 minut – 5 pytań) w 1. oraz 2. tygodniu kursu</b></p> <p>seminarium:</p> <p>laboratorium:</p> <p>konwersatorium:</p> <p>inne:</p>	
2.	<p>Język wykładowy</p> <p><b>angielski</b></p>	
3.	<p>Obciążenie pracą studenta</p> <p style="text-align: center;">Forma aktywności studenta</p> <p>Godziny zajęć (wg planu studiów) z nauczycielem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wykład: <b>10</b></li> <li>- ćwiczenia:</li> <li>- laboratorium:</li> <li>- inne:</li> </ul> <p>Praca własna studenta np.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- przygotowanie do zajęć:</li> <li>- opracowanie wyników:</li> <li>- czytanie wskazanej literatury: <b>15</b></li> <li>- napisanie raportu z zajęć:</li> <li>- przygotowanie do testu: <b>5</b></li> </ul>	

	Suma godzin <b>30</b>
	Liczba punktów ECTS <b>1</b>

\*objaśnienie symboli:

K (przed podkreśleniem) - kierunkowe efekty kształcenia

W - kategoria wiedzy

U - kategoria umiejętności

K (po podkreśleniu) - kategoria kompetencji społecznych

01, 02, 03 i kolejne - numer efektu kształcenia

## COURSE/MODULE DESCRIPTION (SYLLABUS)

1.	Course/module <b>Strongly interacting Fermi gases</b>	
2.	University department <b>Faculty of Physics and Astronomy</b>	
3.	Course/module code <b>24-FZ-S2-E1-wm.SiFg</b>	
4.	Course/module type – mandatory (compulsory) or elective (optional) <b>optional</b>	
5.	University subject (programme/major) <b>Physics</b>	
6.	Degree: ( <i>master, bachelor</i> ) <b>master</b>	
7.	Year <b>1 and 2</b>	
8.	Semester ( <i>autumn, spring</i> ) <b>autumn</b>	
9.	Form of tuition and number of hours <b>lecture 10 hours</b>	
10.	Name, Surname, academic title <b>Marcus Bluhm, dr</b>	
11.	Initial requirements (knowledge, skills, social competences) regarding the course/module and its completion <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mechanics and Quantum Mechanics (basic knowledge)</b></li> <li>• <b>Thermodynamics/Statistical Physics (basic knowledge)</b></li> <li>• <b>English prose/oral</b></li> </ul>	
1.	Objectives <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Introduction to strongly interacting quantum systems</b></li> <li>• <b>Ideal Fermi gas, two-body collisions and the many-body problem</b></li> <li>• <b>Experimental techniques</b></li> <li>• <b>Feshbach resonances</b></li> <li>• <b>Interacting Fermi gas, unitarity and scale invariance</b></li> <li>• <b>Theory of the BEC-BCS crossover</b></li> <li>• <b>Condensation and superfluidity</b></li> </ul>	
1.	Learning outcomes <b>Students will obtain profound knowledge on the foundations, the historical and modern developments. They will learn basic and relevant aspects in mathematics. Students will learn both historical point of view and modern aspects, which are state-of-the-art in recent scientific developments. The in-class tests and other individual questions will force the students to critically validate certain theoretical calculations and train them in critical</b>	Outcome symbols: <i>K2_W01,</i> <i>K2_W02,</i> <i>K2_W06,</i> <i>K2_U02,</i> <i>K2_U03,</i> <i>K2_U05,</i> <i>K2_K01</i>

	<p><b>thinking.</b></p> <p><b>Small reading assignments will be given at the end of some lectures forcing students to learn individually. Connections with recent articles will draw the students attention to cutting edge research.</b></p> <p><b>The broad scope of the lecture intends to show students the tight connection to various domains in physics.</b></p>															
2.	<p>Content</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fermi and Bose gases, ideal and interacting gas</b></li> <li>• <b>Experimental techniques, Feshbach resonances and unitarity</b></li> <li>• <b>BEC-BCS crossover</b></li> <li>• <b>Dynamics and superfluidity</b></li> </ul>															
1.	<p>Recommended literature</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>"Statistical Physics, Part 1", Landau-Lifshitz vol. 5 (Pergamon, Oxford, 1980)</b></li> <li>• <b>"Statistical Physics, Part 2", Landau-Lifshitz vol. 9 (Pergamon, Oxford, 1981)</b></li> <li>• <b>"The BCS-BEC Crossover and the Unitary Fermi gas", Lecture Notes in Physics, vol. 836 (Springer, Berlin, Heidelberg, 2012)</b></li> <li>• <b>"An Introduction to the Theory of Superfluidity", Khalatnikov (Westview Press, 2000)</b></li> </ul>															
1.	<p>Ways of earning credits for the completion of a course /particular component, methods of assessing academic progress</p> <p>lecture: <b>"5-minutes 5-questions" written test during class hours 5 and 10</b></p> <p>class:</p> <p>laboratory:</p> <p>seminar:</p> <p>other:</p>															
2.	<p>Language of instruction</p> <p><b>English</b></p>															
3.	<p>Student's workload</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Activity</td> </tr> <tr> <td>Hours of instruction (as stipulated in study programme)</td> </tr> <tr> <td>- lecture: <b>10</b></td> </tr> <tr> <td>- classes:</td> </tr> <tr> <td>- laboratory:</td> </tr> <tr> <td>- other:</td> </tr> <tr> <td>student's own work, e.g.,</td> </tr> <tr> <td>- preparation before class (lecture, etc.)</td> </tr> <tr> <td>- research outcomes:</td> </tr> <tr> <td>- reading set literature: <b>15</b></td> </tr> <tr> <td>- writing course report:</td> </tr> <tr> <td>- preparing for test: <b>5</b></td> </tr> <tr> <td>Hours <b>30</b></td> </tr> <tr> <td>Number of ECTS <b>1</b></td> </tr> </table>	Activity	Hours of instruction (as stipulated in study programme)	- lecture: <b>10</b>	- classes:	- laboratory:	- other:	student's own work, e.g.,	- preparation before class (lecture, etc.)	- research outcomes:	- reading set literature: <b>15</b>	- writing course report:	- preparing for test: <b>5</b>	Hours <b>30</b>	Number of ECTS <b>1</b>	
Activity																
Hours of instruction (as stipulated in study programme)																
- lecture: <b>10</b>																
- classes:																
- laboratory:																
- other:																
student's own work, e.g.,																
- preparation before class (lecture, etc.)																
- research outcomes:																
- reading set literature: <b>15</b>																
- writing course report:																
- preparing for test: <b>5</b>																
Hours <b>30</b>																
Number of ECTS <b>1</b>																

\* Key to symbols:

K (before underscore) - learning outcomes for the programme  
W - knowledge  
U - skills  
K (after underscore) - social competences  
01, 02, 03 and subsequent - consecutive number of learning outcome