

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

<b>1.</b>	Nazwa przedmiotu/modułu w języku polskim <b>Dynamika płynów w zderzeniach ciężkich jonów</b>	
<b>2.</b>	Nazwa przedmiotu/modułu w języku angielskim <b>Applications of fluid dynamics to heavy ion collisions</b>	
<b>3.</b>	Jednostka prowadząca przedmiot <b>Wydział Fizyki i Astronomii</b>	
<b>4.</b>	Kod przedmiotu/modułu <b>24-FZ-S2-Wm.Afd</b>	
<b>5.</b>	Rodzaj przedmiotu/modułu ( <i>obowiązkowy lub fakultatywny</i> ) <b>fakultatywny</b>	
<b>6.</b>	Kierunek studiów <b>Fizyka</b>	
<b>7.</b>	Poziom studiów ( <i>I lub II stopień lub jednolite studia magisterskie</i> ) <b>magisterskie</b>	
<b>8.</b>	Rok studiów ( <i>jeśli obowiązuje</i> ) <b>1, 2</b>	
<b>9.</b>	Semestr ( <i>zimowy lub letni</i> ) <b>letni</b>	
<b>10.</b>	Forma zajęć i liczba godzin <b>Wykład, 10 godzin</b>	
<b>11.</b>	Imię, nazwisko, tytuł/stopień naukowy osoby prowadzącej zajęcia <b>Pasi Huovinen, dr</b>	
<b>12.</b>	Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych dla przedmiotu/modułu oraz zrealizowanych przedmiotów <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mechanika i Mechanika kwantowa (kurs podstawowy)</b></li> <li>• <b>Termodynamika i fizyka statystyczna (kurs podstawowy)</b></li> <li>• <b>Angielski w mowie i piśmie</b></li> </ul>	
<b>13.</b>	Cele przedmiotu <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>ultrarelatywistyczne zderzenia ciężkich jonów: cel, obserwable oraz podstawowe koncepcje</b></li> <li>• <b>Modelowanie zderzeń ciężkich jonów przy użyciu dynamiki płynów; zalety oraz wady</b></li> <li>• <b>Etapy modelowania zderzeń ciężkich jonów, początkowa produkcja cząstek, ekspansja i zamrożenie stopni swobody</b></li> <li>• <b>Równania ruchu w dynamice płynów</b></li> <li>• <b>Idealna i lepka ciecz oraz przepływ</b></li> <li>• <b>Teoria kinetyczna i dynamika płynów</b></li> </ul>	
<b>14.</b>	Zakładane efekty kształcenia	Symbole kierunkowych

	<p><b>ma rozszerzoną wiedzę w dziedzinie zderzeń ciężkich jonów</b></p> <p><b>ma ogólną wiedzę o kierunkach rozwoju i najnowszych odkryciach w dziedzinie zderzeń ciężkich jonów</b></p> <p><b>potrafi uczyć się samodzielnie; umie znaleźć w literaturze specjalistycznej informacje niezbędne do poznania lub pogłębienia nowego zagadnienia, zrozumieć je i krytycznie ocenić</b></p> <p><b>potrafi krytycznie oceniać doniesienia dotyczące najnowszych odkryć naukowych w dziedzinie zderzeń ciężkich jonów</b></p>	<p>efektów kształcenia:</p> <p><b>K2_W01,</b></p> <p><b>K2_W06,</b></p> <p><b>K2_U03,</b></p> <p><b>K2_K01</b></p>
<b>15.</b>	<p>Treści programowe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>geometria jądrowa, podstawowe zmienne i koncepcje</b></li> <li>• <b>moel Glaubera</b></li> <li>• <b>Jądrowe równanie stanu w wysokich temperaturach I niskiej gęstości</b></li> <li>• <b>dynamika relatywistycznej idealnej i lepkiej cieczy, równania ruchu</b></li> <li>• <b>analityczne i numeryczne rozwiązania równań ruchu</b></li> <li>• <b>powiązanie z teorią kinetyczną</b></li> </ul>	
<b>16.</b>	<p>Zalecana literatura (<i>podręczniki</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>“Phenomenology of Ultra-relativistic Heavy-Ion Collisions”, Florkowski (World Scientific, 2010)</b></li> <li>• <b>“Relativistic kinetic theory: principles and applications”, de Groot, van Leeuwen, van Weert (Elsevier North-Holland, 1980)</b></li> </ul>	
<b>17.</b>	<p>Forma zaliczenia poszczególnych komponentów przedmiotu/modułu, sposób sprawdzenia osiągnięcia zamierzonych efektów kształcenia:</p> <p>wykład: <b>test (5 minut – 5 pytań) na końcu wykładu, niewymagające zadanie końcowe</b></p> <p>seminarium:</p> <p>laboratorium:</p> <p>konwersatorium:</p> <p>inne:</p>	
<b>18.</b>	<p>Język wykładowy</p> <p><b>angielski</b></p>	
<b>19.</b>	<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>10</b></li> <li>- napisanie raportu z zajęć:</li> <li>- przygotowanie do egzaminu: <b>10</b></li> </ul> <p>Suma godzin <b>30</b></p> <p>Liczba punktów ECTS <b>1</b></p>	

\*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)**

<b>1.</b>	Course/module <b>Applications of fluid dynamics to heavy ion collisions</b>	
<b>2.</b>	University department <b>Faculty of Physics and Astronomy</b>	
<b>3.</b>	Course/module code <b>24-FZ-S2-Wm.Afd</b>	
<b>4.</b>	Course/module type – mandatory (compulsory) or elective (optional) <b>optional</b>	
<b>5.</b>	University subject (programme/major) <b>Physics</b>	
<b>6.</b>	Degree: ( <i>master, bachelor</i> ) <b>master</b>	
<b>7.</b>	Year <b>1, 2</b>	
<b>8.</b>	Semester ( <i>autumn, spring</i> ) <b>spring</b>	
<b>9.</b>	Form of tuition and number of hours <b>lecture 10 hours</b>	
<b>10.</b>	Name, Surname, academic title <b>Pasi Huovinen, dr</b>	
<b>11.</b>	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>	
<b>12.</b>	Objectives <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ultrarelativistic heavy-ion collisions: objectives, observables and basic concepts</b></li> <li>• <b>Modeling of heavy-ion collisions using fluid dynamics, advantages and limitations</b></li> <li>• <b>Stages of modeling heavy-ion collisions, initial particle production, expansion and freeze-out</b></li> <li>• <b>Fluid dynamical equations of motion</b></li> <li>• <b>Ideal and viscous fluids, flow</b></li> <li>• <b>Kinetic theory and fluid dynamics</b></li> </ul>	
<b>13.</b>	Learning outcomes <p><b>Students have knowledge in branches of physics connected with heavy-ion physics</b></p> <p><b>Students have general knowledge about directions of research and development and about recent discoveries in heavy-ion physics</b></p> <p><b>Students are able to learn unassisted and find in the heavy-ion physics publications information necessary to get acquainted with or explore a new problem, can understand a new problem and</b></p>	Outcome symbols: <b>K2_W01,</b>  <b>K2_W06,</b>  <b>K2_U03,</b>

	<b>scrutinize it</b> <b>Students can critically assess reports about latest heavy-ion results</b>	<b>K2_K01</b>
<b>14.</b>	Content <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Nuclear geometry, basic variables and concepts</b></li> <li>• <b>Glauber model</b></li> <li>• <b>Nuclear equation of state at large temperatures and low densities</b></li> <li>• <b>Ideal and viscous relativistic fluid dynamics, Fluid dynamical equations of motion</b></li> <li>• <b>Analytic and numerical solutions to equations of motion</b></li> <li>• <b>Connection to kinetic theory</b></li> </ul>	
<b>15.</b>	Recommended literature <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>"Phenomenology of Ultra-relativistic Heavy-Ion Collisions", Florkowski (World Scientific, 2010)</b></li> <li>• <b>"Relativistic kinetic theory: principles and applications", de Groot, van Leeuwen, van Weert (Elsevier North-Holland, 1980)</b></li> </ul>	
<b>16.</b>	Ways of earning credits for the completion of a course /particular component, methods of assessing academic progress  lecture: <b>5-minutes--5-questions written test during lecture hours, simple final homework task</b> class: laboratory: seminar: other:	
<b>17.</b>	Language of instruction  <b>English</b>	
<b>18.</b>	Student's workload	
	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>10</b> - writing course report: - preparing for exam: <b>10</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