

## OPIS PRZEDMIOTU/MODUŁU KSZTAŁCENIA (SYLABUS)

1.	Nazwa przedmiotu/modułu w języku polskim oraz angielskim <b>Fizyka Słońca / Solar Physics</b>
2.	Dyscyplina <b>Astronomia</b>
3.	Język wykładowy <b>Polski</b>
4.	Jednostka prowadząca przedmiot <b>Wydział Fizyki i Astronomii, Instytut Astronomiczny</b>
5.	Kod przedmiotu/modułu <b>FSL</b>
6.	Rodzaj przedmiotu/modułu ( <i>obowiązkowy lub do wyboru</i> ) <b>Obowiązkowy</b>
7.	Kierunek studiów (specjalność/specjalizacja) <b>Astronomia</b>
8.	Poziom studiów ( <i>I lub II stopień, jednolite studia magisterskie, studia doktoranckie</i> ) <b>II stopień</b>
9.	Rok studiów ( <i>jeśli obowiązuje</i> ) <b>1</b>
10.	Semestr ( <i>zimowy lub letni</i> ) <b>Zimowy</b>
11.	Forma zajęć i liczba godzin <b>Wykład, 30 godzin + konwersatorium, 45 godzin</b> Metody kształcenia/nauczania
12.	Imię, nazwisko, tytuł/stopień naukowy osoby prowadzącej zajęcia <b>Prof. dr hab. Michał Tomczak</b>
13.	Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych dla przedmiotu/modułu <b>Znajomość zagadnień omawianych na wykładach ze wstępu do fizyki Słońca, z budowy i ewolucji gwiazd, z teorii atmosfer gwiazdowych i z elektryczności i magnetyzmu</b>
14.	Cele przedmiotu <b>Zapoznanie z procesami fizycznymi zachodzącymi w atmosferze Słońca, zdobycie umiejętności interpretowania zjawisk obserwowanych w różnych zakresach widma fal elektromagnetycznych i diagnozowania plazmy słonecznej, kompleksowe przedstawienie zjawiska aktywności magnetycznej gwiazd</b>
15.	Treści programowe <ul style="list-style-type: none"><li><b>Czynniki mające wpływ na obserwowany poziom aktywności magnetycznej gwiazd: wiek (prędkość rotacji), grubość warstwy konwektywnej; liczba</b></li></ul>

Rossby'ego, rotacja różnicowa Słońca, propagacja fal akustycznych na Słońcu, założenia heliosejzmologii, profil rotacji wewnętrznej Słońca

- Zjawisko granulacji i supergranulacji jako przykład ruchów konwektywnych, rola konwekcji w generowaniu fal akustycznych i tworzeniu hierarchicznej struktury pola magnetycznego, charakterystyczne struktury widoczne na poziomie chromosfery, chromosfery gwiazdowe
- Budowa i ewolucja plamy słonecznej, związek z wpływem dużych koncentracji pola magnetycznego spod powierzchni Słońca, metody zdalnej detekcji pola magnetycznego: efekt Zeemana, magnetogramy Słońca, układ linii pola magnetycznego w obrębie plamy, model atmosfery ponad plamą, detekcja plam gwiazdowych
- Klasyfikacja grup plam, ewolucja grupy plam, prawidłowości w występowaniu plam słonecznych w dłuższej skali czasowej: prawa Schwabego, Spönera, Hale'a i Joy'a, liczba Wolfa i inne wskaźniki aktywności magnetycznej, minimum Maundera, model dynamiki słonecznej, pływalność rur magnetycznych
- Wartość parametru beta plazmowego w atmosferze słonecznej i wynikające z tego konsekwencje, koncepcja budowy atmosfery słonecznej jako konglomeratu mini-atmosfer izolowanych polem magnetycznym, metody ekstrapolowania fotosferycznego rozkładu pola magnetycznego na wyższe warstwy atmosfery, potencjalność pól koronalnych
- Historyczne obserwacje korony słonecznej, wygląd korony w świetle białym: korona K, korona F i korona E; charakterystyczne struktury widoczne w koronie w zakresie promieniowania emitowanego przez gorącą plazmę: dziury koronalne, korona spokojna, jasne punkty, obszary aktywne, rozbłyski; metody diagnozowania plazmy koronalnej, korony gwiazdowe
- Typowe układy pętli magnetycznych obserwowanych w obszarach aktywnych: arkady, sigmoidy; stacjonarność rury magnetycznej – prawo skalujące Rosnera, Tuckera i Vaiana, hydrodynamiczna reakcja rury magnetycznej na dodatkowy depozyt energii, niestabilności hydrodynamiczne i magnetohydrodynamiczne zachodzące w rurach magnetycznych
- Podstawowe charakterystyki rozbłysków słonecznych, główne schematy klasyfikacyjne, częstotliwość występowania, bilans energetyczny, specyfika obserwacji w różnych zakresach długości fal elektromagnetycznych: światło białe, linia H $\alpha$  wodoru, miękkie promieniowanie rentgenowskie; hydrodynamika fazy impulsowej, porównanie z rozbłyskami gwiazdowymi
- Przełączanie linii pola magnetycznego w warstwach prądowych jako źródło energii rozbłysków, model Sweeta-Parkera, model Petschka, chaotyzacja procesu przełączania, typowe konfiguracje, w których mogą wystąpić rozbłyski: model standardowy (CHSKP), model wynurzającego się pola magnetycznego, model kwadrupolowy
- Mechanizmy emisji twardego promieniowania rentgenowskiego (HXR), mechanizmy przyspieszania cząstek, propagacja cząstek w strukturze rozbłysku, pułapki magnetyczne, rozbłyaskowe źródła HXR, model grubej i cienkiej tarczy, ewolucja widma w zakresie HXR: soft-hard-soft, soft-hard-harder; detekcja i obrazowanie HXR
- Historia obserwacji koronalnych wyrzutów materii (CME), technika obserwacji, częstotliwość występowania, parametry opisujące CME, schematy klasyfikacyjne, wyznaczanie masy, kinematyka i bilans energetyczny CME, związek z rozbłyskami, modele wyjaśniające powstanie i propagację CME
- Pozostałe zjawiska dynamiczne obserwowane w koronie słonecznej: protuberancje, rentgenowskie wyrzuty plazmy, dimmings, fale koronalne i fale Moretona, wybuchy radiowe, promieniowanie kosmiczne pochodzenia słonecznego (SEP); możliwości diagnostyczne dostarczane przez te

	<p><b>zjawiska, ich związek z rozbłyskami i CME</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Bilans energetyczny dla chromosfery i korony słonecznej, mechanizmy odpowiedzialne za grzanie: fale akustyczne, fale MHD, nanorozbłyski, ocena efektywności proponowanych mechanizmów w kontekście aktywności magnetycznej innych gwiazd</b></li> <li>• <b>Stabilność korony słonecznej, dynamiczny model korony Parkera, modyfikacje modelu Parkera, parametry wiatru słonecznego, heliosfera i jej granice, magnetosfery planet, wpływ Słońca na magnetosferę ziemską (pogoda kosmiczna) i na klimat Ziemi</b></li> </ul>	
16.	<p>Zakładane efekty uczenia się</p> <p><b>A2_W10: Ma wiedzę z zakresu magnetohydrodynamiki i jej zastosowania w fizyce Słońca i astrofizyce.</b></p> <p><b>A2_W12: Zna teoretyczne podstawy głównych technik obserwacyjnych stosowanych w astronomii.</b></p> <p><b>A2_U02: Potrafi w sposób krytyczny ocenić wyniki obserwacji i obliczeń teoretycznych.</b></p> <p><b>A2_K01: Rozumie konieczność śledzenia na bieżąco najnowszych osiągnięć w uprawianej dziedzinie oraz poszerzania wiedzy i doskonalenia umiejętności przy rozwiązywaniu nowych problemów.</b></p>	<p>Symbole odpowiednich kierunkowych efektów uczenia się: np.: <i>K_W01*</i>, <i>K_U05</i>, <i>K_K03</i></p>
17.	<p>Literatura obowiązkowa i zalecana (<i>źródła, opracowania, podręczniki itp.</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>M. J. Aschwanden, Physics of the Solar Corona, Springer Praxis, 2009.</b></li> <li>2. <b>C. J. Schrijver i G. L. Siscoe (red.), Heliophysics, Cambridge Univ. Press, 2010.</b></li> <li>3. <b>K. J. H. Phillips, Guide to the Sun, Cambridge Univ. Press, 1995.</b></li> <li>4. <b>M. Goossens, An Introduction to Plasma Astrophysics and Magnetohydrodynamics, Kluwer Academic Publishers, 2003.</b></li> <li>5. <b>R. Kippenhahn, Na tropie tajemnic Słońca, Prószyński i S-ka, Warszawa, 1997.</b></li> <li>6. <b>J. T. Schmelz i J. C. Brown (red.), The Sun: A Laboratory for Astrophysics, Kluwer Academic Publishers, 1992.</b></li> <li>7. artykuły przeglądowe w: Living Reviews in Solar Physics, Annual Review in Astronomy and Astrophysics, Astronomy and Astrophysics Review, Space Science Review, Solar Physics</li> </ol>	
18.	<p>Metody weryfikacji zakładanych efektów uczenia się:</p> <p>np.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- egzamin ustny lub pisemny, <b>TAK</b></li> <li>- końcowa praca socjalna,</li> <li>- pisemna praca semestralna (indywidualna lub grupowa),</li> <li>- przygotowanie wystąpienia ustnego (indywidualnego lub grupowego), <b>TAK</b></li> <li>- przygotowanie i zrealizowanie projektu (indywidualnego lub grupowego) <b>TAK</b></li> </ul>	

19.	Warunki i forma zaliczenia poszczególnych komponentów przedmiotu/modułu: np. - ciągła kontrola obecności i kontroli postępów w zakresie tematyki zajęć, <b>TAK</b> - praca kontrolna (końcowa), - pisemna praca semestralna (indywidualna lub grupowa), - wystąpienie ustne (indywidualne lub grupowe), <b>TAK</b> - przygotowanie i zrealizowanie projektu (indywidualnego lub grupowego), - napisanie raportu z zajęć, <b>TAK</b> - egzamin (pisemny lub ustny). <b>TAK</b>	
20.	20. Nakład pracy studenta/doktoranta	
	forma działań studenta/doktoranta	liczba godzin na realizację działań
	Zajęcia (wg planu studiów) z prowadzącym: - wykład: <b>30</b> - konwersatorium: <b>45</b> - laboratorium: - inne:	
	Praca własna studenta, doktoranta (w tym udział w pracach grupowych) np.: - przygotowanie do zajęć: <b>15</b> - opracowanie wyników: <b>25</b> - czytanie wskazanej literatury: <b>20</b> - przygotowanie prac/wystąpień/projektów: - napisanie raportu z zajęć: <b>25</b> - przygotowanie do sprawdzianów i egzaminu: <b>20</b>	
	łącznie liczba godzin <b>180</b>	
	Liczba punktów ECTS <b>6</b>	