



UNIwersytet  
IM. ADAMA MICKIEWICZA  
W POZNANIU

## Astrofizyka wewnątrz gwiazdowych

### Sylabus zajęć

#### Informacje podstawowe

|                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Kierunek studiów</b><br>Astronomia<br><b>Specjalność</b><br>-<br><b>Jednostka organizacyjna</b><br>Wydział Fizyki<br><b>Poziom studiów</b><br>studia drugiego stopnia<br><b>Forma studiów</b><br>studia stacjonarne<br><b>Profil studiów</b><br>profil ogólnoakademicki |                                                                                                                                                                        | <b>Cykl dydaktyczny</b><br>2023/24<br><b>Kod zajęć</b><br>04ASTS.28K.04579.23<br><b>Języki wykładowe</b><br>polski<br><b>Obligatoryjność</b><br>Obowiązkowy<br><b>Blok zajęciowy</b><br>Przedmioty kierunkowe |
| <b>Koordynator zajęć</b>                                                                                                                                                                                                                                                   | Krzysztof Kamiński, Justyna Gołębiewska                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Prowadzący zajęcia</b>                                                                                                                                                                                                                                                  | Krzysztof Kamiński                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Okres</b><br>Semestr 4                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Forma zajęć / liczba godzin / forma zaliczenia</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Wykład: 30, Egzamin</li><li>Laboratorium: 30, Zaliczenie z oceną</li></ul> | <b>Liczba punktów ECTS</b><br>7                                                                                                                                                                               |

#### Cele kształcenia dla zajęć

| Kod | Cel                                                                                                                                              |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1  | Pogłębione zapoznanie studentów z procesami fizycznymi odpowiedzialnymi za strukturę i stabilność na różnych etapach ewolucji gwiazd.            |
| C2  | Poznanie przyczyn i skutków zaburzeń równowagi termicznej i mechanicznej gwiazd.                                                                 |
| C3  | Zapoznanie się z symulacjami numerycznymi ewolucji gwiazd pojedynczych i podwójnych oraz opanowanie narzędzi niezbędnych do ich przeprowadzenia. |
| C4  | Analiza i interpretacja danych obserwacyjnych w kontekście ewolucji gwiazd.                                                                      |

## Wymagania wstępne

Znajomość obserwacyjnej i teoretycznej astrofizyki gwiazdowej na podstawowym poziomie.

## Efekty uczenia się dla zajęć

| Kod                               | Efekty uczenia się dla zajęć w zakresie                                                                                       | Efekty uczenia się dla kierunku          | Metody weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się dla zajęć |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>Wiedzy - Student/ka:</b>       |                                                                                                                               |                                          |                                                              |
| W1                                | Rozumie zjawiska fizyczne determinujące mechaniczną i termiczną równowagę gwiazd oraz jej stabilność.                         | AST_K2_W01,<br>AST_K2_W02                | Egzamin pisemny                                              |
| W2                                | Zna fizykę plazmy, materii zdegenerowanej oraz ich oddziaływania z promieniowaniem.                                           | AST_K2_W02,<br>AST_K2_W06                | Egzamin pisemny                                              |
| W3                                | Zna wzory opisujące statyczny i ewolucyjny model pojedynczej gwiazdy oraz narzędzia stosowanych do symulacji ewolucji gwiazd. | AST_K2_W02,<br>AST_K2_W04,<br>AST_K2_W06 | Egzamin pisemny                                              |
| W4                                | Posiada wiedzę na temat przyczyn, ewolucji i znaczenia pulsacji gwiazd.                                                       | AST_K2_W02                               | Egzamin pisemny                                              |
| W5                                | Zna i rozumie ewolucyjne zmiany zachodzące we wnętrzach gwiazd o różnych masach.                                              | AST_K2_W01,<br>AST_K2_W02                | Egzamin pisemny                                              |
| <b>Umiejętności - Student/ka:</b> |                                                                                                                               |                                          |                                                              |
| U1                                | Umie powiązać reakcje termojądrowe ze stabilnością i ewolucją gwiazd.                                                         | AST_K2_U02                               | Egzamin pisemny                                              |
| U2                                | Umie powiązać obserwowane własności gwiazd z ich budową wnętrza dla obiektów pojedynczych i w gromadach.                      | AST_K2_U01,<br>AST_K2_U02                | Raport                                                       |
| U3                                | Potrafi generować ścieżki ewolucyjne gwiazd pojedynczych i w układzie podwójnym.                                              | AST_K2_U01                               | Raport                                                       |
| U4                                | Umie analizować pulsacje gwiazd w podstawowym zakresie.                                                                       | AST_K2_U02                               | Raport                                                       |
| U5                                | Potrafi opracować i zaprezentować wyniki przeprowadzonych analiz.                                                             | AST_K2_U04                               | Raport                                                       |

## Treści programowe dla zajęć

| Lp. | Treści programowe dla zajęć                                                                                                           | Efekty uczenia się dla zajęć | Formy zajęć          |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------|
| 1.  | Obserwacje astronomiczne istotne dla zrozumienia budowy gwiazd.                                                                       | U2, U5                       | Wykład, Laboratorium |
| 2.  | Równowaga hydrostatyczna i jej stabilność.                                                                                            | W1, W2, W3                   | Wykład               |
| 3.  | Równania stanu gazu istotne w ewolucji gwiazd (gaz doskonały, politropa, materia zdegenerowana, materia zdominowana promieniowaniem). | W2                           | Wykład               |
| 4.  | Transport energii w gwiazdach: promieniowanie, konwekcja, przewodnictwo cieplne.                                                      | W1, W2, W3, W5               | Wykład               |

| Lp. | Treści programowe dla zajęć                                           | Efekty uczenia się dla zajęć | Formy zajęć          |
|-----|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------|
| 5.  | Metody obliczeniowe stosowane w modelowaniu budowy i ewolucji gwiazd. | W3, W4, W5, U1, U2, U3       | Wykład, Laboratorium |
| 6.  | Nieprzezroczystość i oddziaływanie promieniowania z materią.          | W2                           | Wykład               |
| 7.  | Reakcje termojądrowe i tempo produkcji energii.                       | W4, U1, U3                   | Wykład, Laboratorium |
| 8.  | Modelowanie powstawania gwiazd.                                       | W5, U1                       | Wykład               |
| 9.  | Późne stadia ewolucji gwiazd.                                         | W3, W5                       | Wykład               |
| 10. | Pulsacje gwiazd różnych typów.                                        | W4, U4                       | Wykład, Laboratorium |

### Informacje dodatkowe

| Forma zajęć  | Metody i formy prowadzenia zajęć                                       |
|--------------|------------------------------------------------------------------------|
| Wykład       | Wykład z prezentacją multimedialną wybranych zagadnień                 |
| Laboratorium | Rozwiązywanie zadań (np.: obliczeniowych, artystycznych, praktycznych) |

| Forma zajęć  | Warunki zaliczenia zajęć                           |
|--------------|----------------------------------------------------|
| Wykład       | Zdobycie min 50% punktów na egzaminie.             |
| Laboratorium | Opracowanie raportu ocenionego na min 50% punktów. |

### Literatura

#### Obowiązkowa

1. J. Christensen Dalsgaard, "Lecture Notes on Stellar Structure and Evolution"

#### Dodatkowa

1. W. Dziembowski, „Budowa i Ewolucja gwiazd”

### Nakład pracy studenta i punkty ECTS

| Rodzaje zajęć studenta        | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Wykład                        | 30                                                                  |
| Laboratorium                  | 30                                                                  |
| Czytanie wskazanej literatury | 30                                                                  |
| Przygotowanie raportu         | 45                                                                  |
| Przygotowanie do egzaminu     | 40                                                                  |

|                                     |                             |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b> | <b>Liczba godzin</b><br>175 |
| <b>Liczba punktów ECTS</b>          | <b>ECTS</b><br>7            |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Efekty uczenia się dla kierunku

| Kod        | Treść                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AST_K2_U01 | Absolwent/ka potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę do planowania i wykonywania badań i obserwacji dotyczących zagadnień poznawczych z zakresu astronomii i fizyki, przy użyciu właściwie obranych metod i narzędzi                          |
| AST_K2_U02 | Absolwent/ka potrafi formułować i testować hipotezy związane z prostymi problemami badawczymi, w sposób krytyczny ocenić wyniki eksperymentów, obserwacji i obliczeń teoretycznych, a także przedyskutować błędy pomiarowe                 |
| AST_K2_U04 | Absolwent/ka potrafi komunikować się ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców i w sposób przystępny przedstawiać wyniki odkryć z dziedziny astronomii i fizyki, w tym w zakresie obszarów leżących na pograniczu pokrewnych dyscyplin naukowych |
| AST_K2_W01 | Absolwent/ka zna i rozumie fizyczne podstawy zjawisk astronomicznych w zakresie niezbędnym do ich opisu, badania i zrozumienia                                                                                                             |
| AST_K2_W02 | Absolwent/ka zna i rozumie w pogłębionym stopniu wybrane zagadnienia z zakresu zaawansowanej wiedzy z astrofizyki                                                                                                                          |
| AST_K2_W04 | Absolwent/ka zna i rozumie w pogłębionym stopniu współczesne narzędzia, techniki i metody astronomii obserwacyjne                                                                                                                          |
| AST_K2_W06 | Absolwent/ka zna i rozumie w pogłębionym stopniu metody matematyki wyższej w zakresie niezbędnym do ilościowego opisu, zrozumienia i modelowania zjawisk oraz rozwiązywania problemów z zakresu astronomii i fizyki                        |