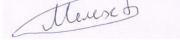


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Фізичний факультет
Кафедра астрофізики

Затверджено
на засіданні кафедри астрофізики
фізичного факультету
Львівського національного університету імені
Івана Франка
(протокол № 1 від 30 серпня 2023р.)

Завідувач кафедри  Богдан МЕЛЕХ

Силабус з навчальної дисципліни
«Спостереження та аналіз спектрів астрофізичних об'єктів»,
що викладається в межах ОНП «Експериментальна фізика»
другого (магістерського) рівня вищої освіти для здобувачів зі
спеціальності 104 «Фізика та астрономія»

Львів 2023 р.

| | |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Назва курсу | Спостереження та аналіз спектрів астрофізичних об'єктів |
| Адреса викладання курсу | Вул. Кирила і Мефодія 8, 79005, Львів |
| Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна | Фізичний факультет, кафедра астрофізики |
| Галузь знань, шифр та назва спеціальності | Галузь знань – 10 Природничі науки, Спеціальність – 104 Фізика та астрономія |
| Викладач дисципліни | Ваврух Маркіян Васильович, докт. ф.-м. н., професор, професор кафедри астрофізики |
| Контактна інформація викладача | markiyan.vavrukh@lnu.edu.ua https://physics.lnu.edu.ua/employee/vavrukh-markiyan-vasylovych |
| Консультації з курсу відбуваються | Консультації в день проведення лекцій та лабораторних занять (за попередньою домовленістю). |
| Сторінка курсу | https://physics.lnu.edu.ua/course/sposterezhennia-ta-analiz-spektriv-astrofizychnykh-ob-iektyv |
| Інформація про дисципліну | Дисципліна «Спостереження та аналіз спектрів астрофізичних об'єктів» є вибірковою дисципліною в галузі знань 10 Природничі науки зі спеціальності 104 Фізика та астрономія для підготовки магістрів, яка викладається в 2 семестрі в обсязі 3 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS) |
| Коротка анотація дисципліни | «Спостереження та аналіз спектрів астрофізичних об'єктів» є дисципліною для підготовки магістрів, яка викладається в 2 семестрі. Під час її вивчення студенти засвоюють методи спостережень спектрів різних небесних об'єктів, їх обробку та класифікацію, аналіз особливостей фраунгоферових спектрів та спектру неперервного поглинання як нормальних зір, так і білих карликів різних спектральних класів, теорію формування спектрів та вплив густини атмосфер, магнітних полів і міжчастинкових взаємодій; методи розрахунку залежності коефіцієнта неперервного поглинання від концентрації частинок та температури; теорію перенесення випромінювання в зоряних атмосферах; роботу з каталогами зоряних спектрів. |
| Мета та цілі дисципліни | Мета дисципліни — дати студентам поглиблені знання про методи спостережень і обробки спектрів зір різних типів та спектральних класів; теорію формування спектральних ліній та коефіцієнта неперервного поглинання, перенесення випромінювання в атмосферах зір. |
| Література для вивчення дисципліни | <p>Базова література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вакарчук І.О. Теорія зоряних спектрів. Львів: Вид-во Львів. Ун-ту, 2002. - 358 с. 2. Aller L. H. Atoms, Stars, and Nebulae. - Cambridge University Press. - 1991. - 384 p. 3. Ваврух М.В., Стельмах О.М. Ефект депресії у неперервному випромінюванні Сонця. Львів: Вид-во «Растр-7», 2022. - 240 с. 4. Merrill Paul W. Lines of the chemical elements in astronomical spectra. - 1956. - Washington, Carnegie Institution Washington Publication. - 191 p. 5. Ваврух М.В., Стельмах О.М. Поперечний переріз фотоіонізації від'ємних іонів водню // Вісник Львів. Ун-ту. Серія фізична. - 2012. Випуск 47. 6. Chandrasekhar S. On the continuous absorption coefficient of the negative hydrogen ion // Astrophys. Journ. - 1945. - V. 102, P. 223. |

| | |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>7. Komarov N.S. The Spectrophotometric Star Katalogue / Komarov N.S., Dragunova A.V. at all // Odessa Astronomical Publication. - 1995. - V. 8. - P.3.</p> <p>8. Гуртовенко Е.А., Костик Р.І. Профілі вибраних фраунгоферових ліній для різних положень центр — край на диску Сонця. - Київ: Наук. Думка, 1975. - 221 с.</p> <p>Допоміжна література:</p> <p>1. Geltman S. The bound-free absorption coefficient of the hydrogen negative ion // Phys. Rev. - 1962. - V.136, P. 935.</p> <p>2. Kenneth R. Lang. Astrophysical formulae. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg,, New Yourk. - 1974. - 348 p.</p> <p>3. Karzas W.J. , Latter R. Electron radiative transitions in a Coulomb field // Ap. JS. - 1961. - V.6, P. 167.</p> <p>4. Neckel H., Labs D. The solar radiation between 3300 and 12500 A. // Solar Physics. - 1984. - V.74, N 90, P.205.</p> <p>5. Stewart A.L. A perturbation-variation study of photodetachment from H- // Jorn. Phys. B: Atom. Molec. Phys. - 1978. - V. 11, P. 3851.</p> <p>6. Ваврух М.В., Стельмах О.М. Явище депресії у спектрі неперервного випромінювання зір. // Монографія Львів: Растр. - 2021. - 280 с. (у друці).</p> <p>Інформаційні ресурси:</p> <p>1. Alekseeva G.A., Arkharov A.A. and all. The Pulkovo Spectrophotometric Catalog of Bright Stars in the Range from 320 to 1080 nm. // Baltic Astronomy. - 1996. - V. 5, pp. 603-838.</p> |
| Тривалість курсу | Один семестр |
| Обсяг курсу | 90 годин, з яких 32 години аудиторних занять, з них 16 годин лекцій, 16 годин лабораторних занять та 58 годин самостійної роботи. |
| Очікувані результати навчання | <p>Після завершення курсу студент буде :</p> <p>знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методи спостережень зоряних спектрів та їх обробки, - теорію процесів випромінювання та його перенесення в атмосферах нормальних зір, - особливості спектрів вироджених карликів, - сучасну класифікацію спектрів небесних тіл. <p>вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - розраховувати поперечні перерізи взаємодії фотонів з мікрочастинками атмосфер та іонізаційну рівновагу, - розраховувати коефіцієнт поглинання в лініях і неперервному спектрі, - визначати термодинамічні параметри зоряних атмосфер за особливостями спектрів. |
| Ключові слова | Спектрографи, лінійчаті спектри Фраунгофера, спектр неперервного поглинання, канали реакцій мікрочастинок з фотонами, поперечні перерізи зіткнень фотонів з мікрочастинками, рівняння перенесення випромінювання, механізми розширення спектральних ліній, особливості спектрів вироджених карликів, явище депресії у неперервному спектрі, термодинамічні параметри зоряних атмосфер, |
| Формат курсу | Очний |
| | Проведення лекцій, лабораторних робіт і консультацій для кращого розуміння вивченого матеріалу. |
| Теми | Наведено у табл.1 |
| Підсумковий | Залік в кінці семестру |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| контроль, форма | |
| Пререквізити | Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін курсу загальної фізики та математичного аналізу, загальної астрономії та астрофізики, теорії диференціальних рівнянь, теорії зоряних спектрів. |
| Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу | Презентації, лекції, дискусія, робота з комп'ютером, підготовка рефератів. |
| Необхідне обладнання | Персональний комп'ютер, відкриті спеціальні комп'ютерні програми для моделювання, діагностики та візуалізації даних, каталоги зоряних спектрів, операційна системи Linux, проектор. |
| Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності) | <p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • написання реферату на задану викладачем тему для кожного зі змістовних модулів (ЗМ) : 25 (ЗМ 1) + 15 (ЗМ 2) = 40 балів. <p>Розподіл балів зручніше подавати у відсотках від максимальної кількості балів, які можна отримати за відповідну роботу: 91–100% — реферат охоплює всі важливі аспекти обраної теми, матеріал викладено правильно (90%) + макс. 10% за акуратність оформлення; 51–90% — реферат охоплює всі важливі аспекти обраної теми, однак матеріал викладено неповно (якщо відсоток < 90%); 1–50% — реферат містить помилки, викладення неповне; 0% — робота не виконана або виконана повністю неправильно. <ul style="list-style-type: none"> • контрольні роботи з двох ЗМ: 40 (ЗМ 1) + 20 (ЗМ 2) = 60 балів. <p>кожна контрольна містить два теоретичних питання, кожне з яких у першій роботі оцінюється за 20-бальною шкалою, відповідно до таких критеріїв: 20 — питання викладено правильно і повністю; 12–19 — повнота викладення недостатня; 1–11 — рівень володіння матеріалом дуже низький, або ж низький; 0 — студент повністю неправильно виклав питання, або ж зовсім не надав на нього відповіді; у другій роботі кожне з двох питань оцінюється за 10-бальною шкалою: 10 — питання викладено правильно і повністю; 6–9 — повнота викладення недостатня; 1–5 — рівень володіння матеріалом дуже низький, або ж низький; 0 — студент повністю неправильно виклав питання, або ж зовсім не надав на нього відповіді;</p> <p>Додаткові бали можна отримати за результатами неформального та/або інформального навчання по тематиці даного курсу. Визнання та зарахування результатів такого навчання відбувається у відповідності до наданих документів про неформальне та/або інформальне навчання. Також до 10 додаткових балів включно можна отримати через наукову роботу здобувача, куди входить написання тез, статей, участь у міжнародних, всеукраїнських та/або інших заходах або конкурсах за тематикою навчальної дисципліни.</p> <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p> <p>Академічна доброчесність здобувачами вищої освіти передбачає самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання. Списування, втручання в</p> </p> |

| | |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій чи усній роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів обману.</p> <p>Відвідування занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідують усі лекції і лабораторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків, визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.</p> <p>Література. Усю література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надано викладачем виключно в освітніх цілях без права її передавання третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали, набрані на лабораторних заняттях та поточному тестуванні. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях, не пов'язаних із навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Жодні форми академічної недоброчесності не толеруються.</p> |
| Опитування | Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано після завершення курсу |

Таблиця 1

Схема дисципліни «Спостереження та аналіз спектрів астрофізичних об'єктів»

| Тиждень | Тема занять (перелік питань) | Форма діяльності та обсяг годин | Література | Термін виконання |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------|
| 1-4 | 1. Методи спостережень і обробки зоряних спектрів. Колориметрія. 2. Сучасна спектральна класифікація зір. | Лекції – 4 год, лаборат. заняття – 4 год, самостійна робота – 14 год. | Б:1-8; Д: 1-6. | 4 тижні |
| 5-8 | 3. Зіткнення фотонів з мікрочастинками. Поперечні перерізи у різних каналах реакцій. 4. Природна ширина спектральних ліній і основні механізми розширення. | Лекції – 4 год, лаборат. заняття – 3 год, контрольна робота – 1 год, самостійна робота – 14 год. | Б:1-8; Д: 1-6. | 4 тижні |
| 9-12 | 5. Вплив термодинамічних чинників на особливості форми спектральних ліній. 6. Перенесення випромінювання в атмосферах зір. | Лекції – 4 год, лаборат. заняття – 4 год, самостійна робота – 15 год. | Б:1-8; Д: 1-6. | 4 тижні |
| 13-16 | 7. Коефіцієнт неперервного поглинання і його спектральна, концентраційна та температурна залежність. 8. Особливості інтенсивності випромінювання в неперервному спектрі нормальних зір спектральних класів А, F, G та білих карликів. | Лекції – 4 год, лаборат. заняття – 3 год, контрольна робота – 1 год, самостійна робота – 15 год. | Б:1-8; Д: 1-6. | 4 тижні |