

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І.І.МЕЧНИКОВА
Кафедра фізики та астрономії



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної роботи

Олександр ЗАПОРОЖЧЕНКО

Вересня 2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВБ 9.2 «Теоретична астрофізика і магнітна гідродинаміка»

Рівень вищої освіти	перший (освітньо-професійний)
Галузь знань	10 – Природничі науки
Спеціальність	104 - Фізика та астрономія
Освітньо-професійна програма	Фізика та астрономія

ОНУ
Одеса
2022

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, Спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		Очна (денна) форма навчання
Загальна кількість кредитів – 7 годин – 210 (120+90) змістовних модулів – 6 (3+3)	Галузь знань 10 – Природничі науки Спеціальність: 104 – Фізика та астрономія Рівень вищої освіти: <u>Перший (освітньо-професійний)</u>	Вибіркова дисципліна
		Рік підготовки:
		4-й
		Семестр
		7, 8-й
		Лекції
		60 (30+30) год.
		Практичні, семінарські
		44 (30+14) год.
		Лабораторні
		0 год.
		Самостійна робота
		106 (60+46) год.
Форма підсумкового контролю: залік, іспит		

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Теоретична астрофізика і магнітна гідродинаміка» є ознайомлення студентів з класичними та сучасними теоріями щодо джерел зоряної енергії, фізичних процесів у фотосферах та атмосферах зір на різних стадіях еволюції, особливостями формування неперервного спектру, виникнення ліній поглинання та випромінювання; методами визначення хімічного складу зір, дослідження внутрішньої будови зір, теоретичними методами вивчення темностей та міжзоряного середовища, а також ознайомлення студентів з процесами, що протікають у плазмі з урахуванням магнітного поля.

Завданням вивчення дисципліни є формування у студентів матеріалістичного світогляду, вміння використовувати фізичні закони для пояснення явищ природи. Вивчення дисципліни передбачає отримання знань та вмінь, які необхідні бакалавру в його майбутній професійній діяльності, а саме: засвоєння основних понять та методів теоретичної астрофізики та вміння застосовувати знання в астрофізичних дослідженнях.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних компетентностей:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та/або астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та/або астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

- K01.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- K02.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- K03.** Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- K04.** Здатність бути критичним і самокритичним.
- K05.** Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- K11.** Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.

Спеціальні (фахові) компетентності:

- K18.** Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.
- K21.** Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси.
- K24.** Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.
- K25.** Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей.

K28. Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук.

K29. Здатність здобувати додаткові компетентності через вибіркові складові освітньої програми, самоосвіту, неформальну та і формальну освіту.

Програмні результати навчання:

ПР02. Знати і розуміти фізичні основи астрономічних явищ: аналізувати, тлумачити, пояснювати і класифікувати будову та еволюцію астрономічних об'єктів Всесвіту (планет, зір, планетних систем, галактик тощо), а також основні фізичні процеси, які відбуваються в них.

ПР06. Оцінювати вплив новітніх відкриттів на розвиток сучасної фізики та астрономії.

ПР07. Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації.

ПР08. Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшукувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань.

ПР11. Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки.

ПР12. Вміти представляти одержані наукові результати, брати участь у дискусіях стосовно змісту і результатів власного наукового дослідження.

ПР25. Мати навички самостійного прийняття рішень стосовно своїх освітньої траєкторії та професійного розвитку.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен

знати:

- особливості формування неперервного спектру, вид рівняння переносу і неперервності та методи розв'язування;
- гіпотеза про локальну термодинамічну рівноваги ЛТР, її наслідки та використання;
- моделі фотосфер;
- особливості збурення та іонізація атомів, поглинання та випромінювання;
- явища, що впливають на контури спектральних ліній;
- методи врахування відхилень від умов локальної термодинамічної рівноваги;

- методи визначення температур, густини і хімічного складу зоряних атмосфер;
- теоретичне співвідношення маса-світність-радіус-хімічний склад зір;
- джерела зоряної енергії на різних стадіях еволюції;
- рівняння внутрішньої будови та моделі зір;
- методи визначення фізичних умов в газових туманностях та міжзоряному середовищі;
- особливості магнітного поля у плазмі;
- умові вмороженості, силові трубки, та дифузію магнітного поля у плазмі;
- Магнітне число Рейнольда;
- поняття магнітного тиску;
- звукові хвилі у плазмі;
- Альфвенівські хвилі;
- Альфвенівські хвилі густини;
- Магнітоакустичні хвилі.

вміти:

- проводити розрахунки для визначення інтенсивності випромінювання, що виходить з поверхні зорі;
- розв'язувати рівняння переносу випромінювання різними методами;
- проводити оцінку параметрів зоряної атмосфери за спектральними лініями;
- визначати електронні температури і концентрації;
- визначати вигляд силових ліній на підставі відомих компонентів магнітного поля;
- розрахувати конфігурацію магнітного поля;
- визначити характер еволюції магнітогідродинамічного середовища;
- розраховувати значення магнітного числа Рейнольдса, характерний час дифузії і швидкість дифузії магнітного поля.
- визначити компоненти сил, що діють на плазму у магнітному полі.

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Теорія зоряних фотосфер.

Тема 1. Зоряні фотосфери.

Вступ. Зоряні фотосфери. Рівняння переносу випромінювання, його загальне розв'язання. Рівняння неперервності. Наслідки. Рівняння переносу для "тонкої" та "протяжної" фотосфери, його розв'язання.

Тема 2. Теорія фотосфер при коефіцієнті поглинання, що не залежить від частоти.

Теорія фотосфер при коефіцієнті поглинання, що не залежить від частоти. "Сіра" матерія. Вид рівняння переносу і неперервності. Методи розв'язання Шустера-Шварцшільда, Еддінгтона, Чандрасекара і Хопфа. Використання квадратурних формул. Інтегральне рівняння Мілна. Розподіл яскравості по диску зорі.

Тема 3. Локальна термодинамічна рівновага.

Локальна термодинамічна рівновага (ЛТР). Поле випромінювання при термодинамічній рівновазі. Припущення про ЛТР в фотосфері зір. Розрахунок інтенсивності випромінювання, що виходить з поверхні. Залежність температури та густини від глибини. Світовий тиск в фотосфері.

Тема 4. Залежність коефіцієнта поглинання від частоти.

Залежність коефіцієнта поглинання від частоти. Випромінювання та поглинання в неперервному спектрі. Поглинання атомами водню. Поглинання негативними іонами водню. Розсіяння світла вільними електронами. Середній коефіцієнт поглинання.

Тема 5. Теорія фотосфер при коефіцієнті поглинання, що залежить від частоти.

Теорія фотосфер при коефіцієнті поглинання, що залежить від частоти. Моделі фотосфер. Порівняння теорії і спостережень. Спеціальні питання теорії фотосфер. Конвективні процеси. Покривний ефект, відбиття світла. Гарячі зорі. Холодні зорі. Фотосфери при відсутності ЛТР.

Змістовний модуль 2. Зоряні атмосфери.

Тема 1. Зоряні атмосфери.

Коефіцієнт поглинання в спектральній лінії. Ейнштейнівські коефіцієнти переходу. Коефіцієнт поглинання, зумовлений затуханням випромінювання та тепловим рухом атомів. Ефекти тиску. Ефект Штарка. Лінії поглинання при ЛТР. Головні формули. Сили осциляторів. Механізми розширення ліній, їх сумісна дія, функція Фойгта. Визначення профілів ліній. Слабкі лінії та крила сильних ліній. Відхилення від ЛТР.

Тема 2. Лінії поглинання при когерентному та некогерентному розсіянні.

Лінії поглинання при когерентному розсіянні. Модель Шварцшільда-Шустера. Модель Еддінгтона. Лінії поглинання при некогерентному розсіянні. Перерозподіл випромінювання по частотам всередині лінії. Рівняння переносу випромінювання та його вирішення. Центральні інтенсивності ліній поглинання. Зміни профілів ліній по диску Сонця.

Тема 3. Хімічний склад зоряних атмосфер.

Лінії водню. Численність хімічних елементів. Спеціальні питання. Лінії випромінювання. Умови стаціонарності, населеність рівнів, міра емісії. Світіння заборонених ліній. Визначення температур, густини і хімічного складу за ними. Метод Занстра. Дифузія квантів.

Тема 4. Фізичні умови в атмосферах.

Збудження та іонізація атомів. Концентрація вільних електронів. Турбулентність в атмосферах. Обертання зір. Магнітні поля. Залежність спектра від температури. Вплив прискорення сили тяжіння. Зорі ранніх спектральних класів. Зорі пізніх спектральних класів.

Змістовний модуль 3. Внутрішня будова зір. Джерела зоряної енергії.

Тема 1. Внутрішня будова зір.

Середні коефіцієнти непрозорості і молекулярна вага. Теорема Фохта-Рессела. Теоретичне співвідношення маса-світність-радіус-хімічний склад. Густина, тиск та температура в надрах зір. Фізичні процеси в надрах зір. Рівняння стану речовини зір. Виродження газу. Перенос енергії в зірі.

Тема 2. Джерела зоряної енергії.

Гравітаційне стиснення. Контракційна шкала часу. Термоядерні джерела енергії: протон-протонний, вуглецево-азотний, гелієвий цикли та інші реакції. Змінювання хімічного складу зоряних надр.

Тема 3. Рівняння внутрішньої будови зір.

Моделі Емдена і Еддінгтона. Стійкість зоряних моделей. Хімічно однорідні та неоднорідні моделі.

Тема 4. Еволюція зір.

Стадії розвитку: протозоря, стадія головної послідовності, етап гігантів і надгігантів, кінцеві етапи еволюції. Еволюція подвійних зір. Еволюція хімічних елементів.

Змістовний модуль 4. Сонце.

Тема 1. Фізика Сонця. Фотосфера Сонця.

Будова. Методи вивчення. Рівняння Абеля. Фотосфера Сонця. Конвекція та грануляція. Сонячні плями. Сонячна активність.

Тема 2. Хромосфера та корона Сонця.

Розподіл атомів з висотою. Збудження атомів в хромосфері. Проблеми рівноваги хромосфери, турбуленція, зміна температури. Моделі хромосфери. Нестационарні явища в хромосфері. Корона сонця. Розподіл речовини з висотою, рівняння Абеля і Баумбаха. Корональні лінії. Походження

неперервного спектру. Температура корони. Ультрафіолетовий спектр Сонця. Лінія $L\alpha$ в спектрі Сонця. Рентгенівське випромінювання Сонця. Моделі корони. Радіовипромінювання Сонця. Надкорона Сонця. Сонячний вітер. Моделі Паркера і Чепмена.

Змістовний модуль 5. Туманності та міжзоряне середовище.

Тема 1. Газові туманності.

Механізми світіння туманностей. Спостережні дані. Причина світіння туманностей. Теорема Росселанда. Іонізація атомів. Число рекомбінацій. Ступень іонізації в туманності. Іонізація в туманності великої оптичної товщини. Енергетичний баланс вільних електронів. Збудження атомів. Збудження при фотоіонізаціях та рекомбінаціях. Заборонені лінії, їхня інтенсивність. Необхідні умови для появи заборонених ліній. Електронні температури та концентрації. Хімічний склад туманностей.

Тема 2. Міжзоряне середовище.

Міжзоряний газ. Іонізація міжзоряного водню. Іонізація інших атомів. Міжзоряні лінії поглинання. Фізичний стан міжзоряної речовини. Рух міжзоряного газу. Міжзоряний пил. Зв'язок між зорями та туманностями. Світіння пилових туманностей. Природа пилових часток. Поляризація світла зір.

Тема 3. Космічне радіовипромінювання.

Випромінювання зон НІІ. Нетеплове випромінювання. Монохроматичне радіовипромінювання. Лінії поглинання в радіодіапазоні спектра. Реліктове радіовипромінювання.

Змістовний модуль 6. Магнітна гідродинаміка

Тема 1. Основні рівняння магнітної гідродинаміки

Основні співвідношення векторної алгебри. Теорема Остроградського-Гаусса, теорема Стокса, рівняння Максвелла у нерелятивістському наближенні, перетворення Лоренца. Закон Ома. Електродинамічні умови на поверхнях розриву. Рівняння збереження електричного заряду, імпульсу і енергії електромагнітного поля. Пондеромоторна сила, тензор густини потоку імпульсу, густина потоку енергії, густина роботи поля над речовиною.

Тема 2. Інтегральні і диференціальні рівняння

Інтегральні і диференціальні рівняння збереження маси, імпульсу і енергії речовини. Умови на поверхні розриву. Магнітогідродинамічним наближення, фізичні обмеження і оцінка головних членів в рівняннях

Максвелла. Силкові трубки. Фундаментальні рівняння. Рівняння індукції, вмороженість і дифузія магнітного поля. Магнітне число Рейнольдса. Сила Лоренца Критерії подібності магнітної гідродинаміки.

Тема 3. Поверхні розриву.

Співвідношення на поверхнях розриву. Класифікація поверхонь розриву. Прямий стрибок в ідеально провідному середовищі, ставлення густин і допустимі початкові швидкості. Ударна адіабата для ідеального газу.

Тема 4. Магнітостатика

Рівновага плазменної квазірідини в магнітному полі. Умова рівноваги обмеженого обсягу. Рівноважні циліндричні конфігурації, z-пинч і θ -пинч. Завдання стійкості скінерованного z - пинча. Постановка завдання і лінеаризація рівнянь. Рівняння руху в присутності гравітаційного поля. Рівняння магнітостатичного балансу. Плазмовий бета-параметр.

Тема 5. Магнітогідродинамічні хвилі.

Незбурений стан і лінеаризація рівнянь. Альфвенівські хвилі. Альфвенівські хвилі густини. Магнітозвукові хвилі. Векторні діаграми магнітогідродинамічних хвиль. Дисипативне загасання альфвенівських хвиль.

4. Структура навчальної дисципліни

Назва тем	Кількість годин				
	Очна денна форма				
	Усього	у тому числі			
		Лек.	Пр.	Лаб.	СР
1	2	3	4	5	6
7-й семестр					
Змістовий модуль 1. Теорія зоряних фотосфер.					
Тема 1. Зоряні фотосфери.	8	2	2		4
Тема 2. Теорія фотосфер при коефіцієнті поглинання, що не залежить від частоти.	8	2	2		4
Тема 3. Локальна термодинамічна рівновага.	8	2	2		4
Тема 4. Залежність коефіцієнта поглинання від частоти.	8	2	2		4
Тема 5. Теорія фотосфер при	8	2	2		4

коефіцієнті поглинання, що залежить від частоти.					
Разом за змістовним модулем 1	40	10	10		20
Змістовий модуль 2. Зоряні атмосфери.					
Тема 1. Зоряні атмосфери.	8	2	2		4
Тема 2. Лінії поглинання при когерентному та некогерентному розсіянні.	8	2	2		4
Тема 3. Хімічний склад зоряних атмосфер.	8	2	2		4
Тема 4. Фізичні умови в атмосферах.	8	2	2		4
Разом за змістовним модулем 2	32	8	8		16
Змістовий модуль 3. Внутрішня будова зір. Джерела зоряної енергії.					
Тема 1. Внутрішня будова зір.	8	2	2		4
Тема 2. Джерела зоряної енергії.	8	2	2		4
Тема 3. Рівняння внутрішньої будови зір.	8	2	2		4
Тема 4. Еволюція зір.	8	2	2		4
Разом за змістовним модулем 3	32	8	8		16
Змістовний модуль 4. Сонце.					
Тема 1. Фізика Сонця. Фотосфера Сонця.	8	2	2		4
Тема 2. Хромосфера та корона Сонця.	8	2	2		4
Разом за змістовним модулем 4	16	4	4		8
Всього	120	30	30		60
8-й семестр					
Змістовний модуль 5. Туманності та міжзоряне середовище.					
Тема 1. Газові туманності.	12	4	2		6
Тема 2. Міжзоряне середовище	12	4	2		6

Тема 3. Космічне радіовипромінювання.	10	4	2		4
Разом за змістовним модулем 5	34	12	6		16
Змістовний модуль 6. Магнітна гідродинаміка					
Тема 1. Основні рівняння магнітної гідродинаміки	10	2	2		6
Тема 2. Інтегральні і диференціальні рівняння	10	4			6
Тема 3. Поверхні розриву.	12	4	2		6
Тема 4. Магнітостатика	12	4	2		6
Тема 5. Магнітогідродинамічні хвилі.	12	4	2		6
Разом за змістовним модулем 6	56	18	8		30
Всього	90	30	14		46
Усього годин	210	60	46		106

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені навчальним планом.

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
7-й семестр		
1	Рівняння переносу для "тонкої" та "протяжної" фотосфери, його розв'язання.	2
2	Інтегральне рівняння Мілна.	2
3	Залежність температури та щільності від глибини.	2
4	Залежність коефіцієнта поглинання від частоти.	2
5	Моделі фотосфер.	2
6	Визначення профілів ліній.	2
7	Модель Еддінгтона.	2
8	Визначення температур, густини і хімічного складу	2
9	Залежність спектра від температури.	2
10	Рівняння стану речовини зорі.	2
11	Гравітаційне стиснення.	2

12	Реакції термоядерного синтезу як джерело енергії зір.	2
13	Моделі Емдена і Еддінгтона.	2
14	Рівняння Абеля.	2
15	Моделі корони Сонця	2
	Всього	30
8-й семестр		
1	Механізми світіння туманностей.	2
2	Поляризація світла зір.	2
3	Нетеплове випромінювання.	2
4	Рівняння збереження електричного заряду, імпульсу і енергії електромагнітного поля.	2
5	Рух плазми у магнітному полі.	2
6	Співвідношення на поверхнях розриву.	2
7	Магнітоакустичні хвилі.	2
	Всього	14
	Разом	44

7. Темі лабораторних робіт

Лабораторні заняття не передбачені навчальним планом.

8. Завдання для самостійної роботи

№	Назва теми/Питання для підготовки, завдання	Кількість годин
7-й семестр		
1	Фізичні процеси в надрах зір (підготовка до практичних занять).	4
2	Теорія фотосфер при коефіцієнті поглинання, що не залежить від частоти (доповідь).	4
3	Локальна термодинамічна рівновага (реферат).	4
4	Залежність коефіцієнта поглинання від частоти. Теорія фотосфер при коефіцієнті поглинання, що залежить від частоти (доповідь).	4
5	Теорія фотосфер при коефіцієнті поглинання, що залежить від частоти (підготовка до практичних занять)..	4
6	Зоряні атмосфери. Коефіцієнт поглинання в спектральній лінії (підготовка до практичних занять)..	4
7	Лінії поглинання при когерентному та	4

	некогерентному розсіянні (доповідь).	
8	Хімічний склад зоряних атмосфер (реферат).	4
9	Фізичні умови в атмосфера (реферат).	4
10	Внутрішня будова зір. Теорема Фохта-Рессела. Теоретичне співвідношення маса-світність-радіус-хімічний склад. Перенос енергії в зорі (доповідь).	4
11	Джерела зоряної енергії (реферат).	4
12	Рівняння внутрішньої будови зір. Хімічно однорідні та неоднорідні моделі (підготовка до практичних занять)..	4
13	Еволюція зір. Еволюція подвійних зір. Еволюція хімічних елементів (підготовка до практичних занять).	4
14	Фізика Сонця. Фотосфера Сонця. Сонячна активність (доповідь).	4
15	Хромосфера та корона Сонця. Нестаціонарні явища в хромосфері та короні. Корональні лінії. Температура корони (реферат).	4
	Всього	60
	8-й семестр	
1	Газові туманності (реферат).	6
2	Міжзоряне середовище. Міжзоряний газ. Міжзоряний пил.	6
3	Космічне радіовипромінювання. Випромінювання зон НШ. Нетеплове випромінювання. Реліктове радіовипромінювання (доповідь).	4
4	Теорема Остроградського-Гаусса, теорема Стокса, рівняння Максвелла у нерелятивістському наближенні, перетворення Лоренца. Закон Ома. поля над речовиною (підготовка до практичних занять).	6
5	Інтегральні і диференціальні рівняння збереження маси, імпульсу і енергії речовини. Умови на поверхні розриву. Магнітогідродинамічним наближення, фізичні обмеження і оцінка головних членів в рівняннях Максвелла. Силові трубки. Фундаментальні рівняння. Рівняння індукції, вмороженість і дифузія магнітного поля. Магнітне	6

	число Рейнольдса. Сила Лоренца Критерії подібності магнітної гідродинаміки (доповідь).	
6	Поверхні розриву. Співвідношення на поверхнях розриву. Класифікація поверхонь розриву. Прямий стрибок в ідеально провідному середовищі, ставлення густин і допустимі початкові швидкості. Ударна адиабата для ідеального газу (підготовка до практичних занять).	6
7	Магнітостатика Рівновага плазменної квазірідини в магнітному полі. Умова рівноваги обмеженого обсягу. Рівноважні циліндричні конфігурації, z-пинч і θ -пинч. Завдання стійкості скінерованного z-пинча. Постановка завдання і лінеаризація рівнянь. Рівняння руху в присутності гравітаційного поля. Рівняння магнітостатичного балансу. Плазмовий бета-параметр (доповідь).	6
8	Магнітогідродинамічні хвилі. Незбурений стан і лінеаризація рівнянь. Альфвенівські хвилі. Альфвенівські хвилі густини. Магнітозвукові хвилі. Векторні діаграми магнітогідродинамічних хвиль. Дисипативне загасання альфвенівських хвиль (доповідь).	6
	Всього	46
	Разом	106

10. Форми контролю та методи оцінювання

Поточний контроль здійснюється за результатами виконання практичних завдань за змістовними модулями, захисту індивідуального завдання. Оцінюється також активність студента в процесі занять: усне опитування на лекції, розв'язання практичних задач. Підсумковий контроль: 7 семестр – залік, 8 семестр – іспит.

Критерії оцінювання виконання самостійної роботи

Результати індивідуального завдання представляються у вигляді доповіді (7-10 хв), що супроводжується презентацією (5-7 слайдів).

Критеріями оцінювання є: повнота представленої матеріалу, якість доповіді та презентації, відповідей на запитання викладача та однокурсників.

Критерії оцінювання виконання практичних завдань.

Студент повинен виконати всі практичні заняття. За виконання розрахунків та оформлення результатів у 7 семестрі нараховується до 4 балів за кожне заняття. За помилки в обчисленнях або у виведенні формул знімається до 3 балів. За більш об'ємні завдання 8-го семестру нараховується до 7 або 8 балів та відповідно знімається до 5 балів. При виставленні підсумкової оцінки за семестр береться сума всіх оцінок.

Критерії оцінювання виконання самостійної роботи

Результати самостійної роботи представляються у вигляді доповіді (7-10 хв.), що супроводжується презентацією (5-7 слайдів) або у вигляді рефератів (7-10 хвилин).

Критеріями оцінювання є: повнота представленого матеріалу, якість доповіді та презентації, відповідей на запитання викладача та однокурсників.

Критерії оцінювання підсумкового контролю

Підсумковий семестровий контроль (залік, іспит) проводиться в усній формі. На заліку студенту пропонуються 2 теоретичних питання, яке оцінюється окремо за 10 бальною шкалою. Екзаменаційний білет містить два теоретичних питання, кожне з яких оцінюється окремо за 15 бальною шкалою.

Критерії оцінювання екзаменаційного питання:

- повна розгорнута відповідь – 15 балів;
- повна, але не розгорнута відповідь – 12 балів;
- повна, але не розгорнута відповідь, яка містить незначну помилку чи суперечність – 10 балів, за кожну наступну незначну помилку чи суперечність знімається 1 бал;
- неповна відповідь, яка не містить критичних помилок чи суперечностей – 8 балів,
- за кожну наступну незначну помилку чи суперечність знімається 1 бал;
- відповідь, що містить критичну помилку чи неточність, або відсутність відповіді оцінюється в 0 балів.

Кількість балів, що здобувач отримав на заліку/іспиті, є сумою балів, що були отримані за кожне теоретичне питання.

Кінцева оцінка виставляється за сумою балів поточного та підсумкового контролю за шкалою, що наведена нижче (п.12).

11. Питання для поточного та підсумкового контролю

7-й семестр

1. Зоряні фотосфери. Рівняння переносу випромінювання, його загальне розв'язання.
2. Рівняння неперервності. Наслідки.
3. Рівняння переносу для "тонкої" фотосфери, його розв'язання.
4. Рівняння переносу для "протяжної" фотосфери, його розв'язання.
5. Теорія фотосфер при коефіцієнті поглинання, що не залежить від частоти. "Сіра" матерія.
6. Вид рівняння переносу і неперервності.
7. Метод розв'язання рівняння переносу Шустера-Шварцшільда
8. Метод розв'язання рівняння переносу Еддінгтона,
9. Методи розв'язання рівняння переносу Чандрасекара і Хопфа.
10. Використання квадратурних формул.
11. Інтегральне рівняння Мілна.
12. Розподіл яскравості по диску зорі.
13. Локальна термодинамічна рівновага (ЛТР).
14. Поле випромінювання при термодинамічній рівновазі.
15. Припущення про ЛТР в фотосфері зір.
16. Розрахунок інтенсивності випромінювання, що виходить з поверхні.
17. Залежність температури та щільності від глибини.
18. Світовий тиск в фотосфері.
19. Залежність коефіцієнта поглинання від частоти. Випромінювання та поглинання в неперервному спектрі.
20. Поглинання атомами водню. Поглинання негативними іонами водню.
21. Розсіяння світла вільними електронами. Середній коефіцієнт поглинання.
22. Теорія фотосфер при коефіцієнті поглинання, що залежить від частоти.
23. Моделі фотосфер. Порівняння теорії і спостережень.
24. Спеціальні питання теорії фотосфер. Конвективні процеси.
25. Покривний ефект, відбиття світла.
26. Гарячі зорі. Холодні зорі.
27. Фотосфери при відсутності ЛТР.
28. Коефіцієнт поглинання в спектральній лінії. Ейнштейнівські коефіцієнти переходу.
29. Коефіцієнт поглинання, зумовлений затуханням випромінювання та тепловим рухом атомів.
30. Ефекти тиску. Ефект Штарка.
31. Лінії поглинання при ЛТР. Головні формули. Сили осциляторів.
32. Механізми розширення ліній, їх сумісна дія, функція Фойгта.
33. Визначення профілей ліній.
34. Слабкі лінії та крила сильних ліній. Відхилення від ЛТР.

35. Лінії поглинання при когерентному розсіянні. Модель Шварцшильда-Шустера.
36. Модель Еддінгтона.
37. Лінії поглинання при некогерентному розсіянні.
38. Перерозподіл випромінювання по частотам всередині лінії.
39. Рівняння переносу випромінювання та його вирішення.
40. Центральні інтенсивності ліній поглинання. Зміни профілей ліній по диску Сонця.
41. Лінії водню. Численність хімічних елементів. Спеціальні питання.
42. Лінії випромінювання. Умови стаціонарності, населеність рівнів, міра емісії.
43. Світіння заборонених ліній. Визначення температур, густини і хімічного складу за ними. Метод Занстра. Дифузія квантів.
44. Збудження та іонізація атомів. Концентрація вільних електронів. Турбулентність в атмосферах.
45. Обертання зір. Магнітні поля. Залежність спектра від температури. Вплив прискорення сили тяжіння.
46. Зорі ранніх спектральних класів. Зорі пізніх спектральних класів.
47. Середні коефіцієнти непрозорості і молекулярна вага.
48. Теорема Фохта-Рессела. Теоретичне співвідношення маса-світність-радіус-хімічний склад.
49. Густина, тиск та температура в надрах зорі. Фізичні процеси в надрах зір.
50. Рівняння стану речовини зорі. Виродження газу. Перенос енергії в зорі.
51. Гравітаційне стиснення. Контракційна шкала часу.
52. Термоядерні джерела енергії: протон-протонний, вуглецево-азотний цикли.
53. Гелієвий цикл та інші реакції. Змінювання хімічного складу зоряних надр.
54. Моделі Емдена і Еддінгтона. Стійкість зоряних моделей.
55. Хімічно однорідні та неоднорідні моделі.
56. Стадії розвитку: протозоря, стадія головної послідовності,
57. Етап гігантів і надгігантів.
58. Кінцеві етапи еволюції.
59. Еволюція подвійних зірок.
60. Еволюція хімічних елементів.
61. Будова Сонця. Методи вивчення. Рівняння Абеля.
62. Фотосфера Сонця. Конвекція та грануляція. Сонячні плями. Сонячна активність.

63. Хромосфера Сонця. Розподіл атомів з висотою. Збудження атомів в хромосфері. Проблеми рівноваги хромосфери, турбуленція, зміна температури.
64. Моделі хромосфери. Нестационарні явища в хромосфері.
65. Корона сонця. Розподіл речовини з висотою, рівняння Абеля і Баумбаха. Корональні лінії.
66. Походження неперервного спектру. Температура корони.
67. Ультрафіолетовий спектр Сонця. Лінія $L\alpha$ в спектрі Сонця.
68. Рентгенівське випромінювання Сонця. Моделі корони.
69. Радіовипромінювання Сонця. Надкорона Сонця.
70. Сонячний вітер. Моделі Паркера і Чепмена.

8-й семестр

1. Механізми світіння туманностей. Спостережні дані.
2. Причина світіння туманностей. Теорема Росселанда.
3. Іонізація атомів. Число рекомбінацій. Ступень іонізації в туманності. Іонізація в туманності великої оптичної товщини.
4. Енергетичний баланс вільних електронів. Збудження атомів. Збудження при фотоіонізаціях та рекомбінаціях.
5. Заборонені лінії, їхня інтенсивність. Необхідні умови для появи заборонених ліній.
6. Електронні температури та концентрації. Хімічний склад туманностей.
7. Міжзоряний газ. Іонізація міжзоряного водню. Іонізація інших атомів.
8. Міжзоряні лінії поглинання.
9. Фізичний стан міжзоряної речовини. Рух міжзоряного газу.
10. Міжзоряний пил. Зв'язок між зорями та туманностями.
11. Світіння пилових туманностей. Природа пилових часток. Поляризація світла зір.
12. Випромінювання зон НІІ. Нетеплове випромінювання.
13. Монохроматичне радіовипромінювання.
14. Лінії поглинання в радіодіапазоні спектра. Реліктове радіовипромінювання.
15. Основні співвідношення векторної алгебри. Теорема Остроградського-Гаусса, теорема Стокса, рівняння Максвелла у нерелятивістському наближенні, перетворення Лоренца.
16. Закон Ома. Електродинамічні умови на поверхнях розриву. Рівняння збереження електричного заряду, імпульсу і енергії електромагнітного поля.

Пондеромоторна сила, тензор густини потоку імпульсу, густина потоку енергії, густина роботи поля над речовиною.

17. Інтегральні і диференціальні рівняння збереження маси, імпульсу і енергії речовини.

18. Силкові трубки. Фундаментальні рівняння. Рівняння індукції, вмороженість і дифузія магнітного поля. Магнітне число Рейнольдса. Сила Лоренца Критерії подібності магнітної гідродинаміки.

19. Співвідношення на поверхнях розриву. Класифікація поверхонь розриву. Прямий стрибок в ідеально провідному середовищі, ставлення густин і допустимі початкові швидкості. Ударна адіабата для ідеального газу.

20. Рівновага плазменної квазірідини в магнітному полі. Умова рівноваги обмеженого обсягу. Рівноважні циліндричні конфігурації, z-пинч і θ -пинч. Завдання стійкості скінерованного z-пинча. Постановка завдання і лінеаризація рівнянь.

21. Рівняння руху в присутності гравітаційного поля. Рівняння магнітостатичного балансу. Плазмовий бета-параметр.

22. Незбурений стан і лінеаризація рівнянь.

23. Альфвенівські хвилі. Альфвенівські хвилі густини.

24. Магнітозвукові хвилі. Векторні діаграми магнітогідродинамічних хвиль. Дисипативне загасання альфвенівських хвиль.

12. Розподіл балів, які отримують студенти (7 семестр)

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання					Підсумковий контроль (залік)	Сума балів				
					Контрольна робота	Індивідуальні завдання	Практичні заняття	Разом		
Змістовний модуль 1 Поточний контроль на лекціях										
T1	T2	T3	T4	T5			20	80	20	100
1	1	1	1	1						

Змістовний модуль 2				5	16			
Поточний контроль на лекціях								
T1	T2	T3	T4					
1	1	1	1					
Змістовний модуль 3								
Поточний контроль на лекціях								
T1	T2	T3	T4					
1	1	1	1					
Змістовний модуль 4				8				
T1		T2						
1		1						

Розподіл балів, які отримують студенти (8 семестр)

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання					Підсумковий контроль (іспит)	Сума балів		
	Контрольна робота	Індивідуальні завдання	Практичні заняття	Работи				
Змістовний модуль 5					9	21		
Поточний контроль на лекціях								
T1	T2	T3						
1	1	1						

Змістовний модуль 6							32	70	30	100
Поточний контроль на лекціях										
T1	T2	T3	T4	T5						
1	1	1	1	1						

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для для екзамену, курсового проекту (роботу), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	незадовільно	не зараховано
1-34	F		

13. Навчально-методичне забезпечення

Навчально-методичне забезпечення: робоча програма навчальної дисципліни; силабус, конспекти лекцій; презентації; методичні вказівки, первинний інструктаж з техніки безпеки.

14. Рекомендована література

Основна

1. Александров Ю. В. Астрофізика / Навчальний посібник. – Харків, 2014. – 216 с.
2. Андрієвський С. М., Кузьменков С. Г., Захожай В. А., Климишин І. А. Загальна астрономія / Підручник для вищих навчальних закладів. – Харків, 2019. – 523 с.

3. Банникова Е. Ю., Конторович В. М. Теоретическая астрофизика (додаткові глави для астрономів та радіоастрономів). Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2009.

5. Захожай В. А. Вступ до астрофізики та космології. – Харків, 2017.

6. Панько О. О., Сергієнко О. Г. Загальна астрономія / Навчальний посібник. – Одеса: ОНУ, 2020. – 128 с.

7. Вакарчук І.А. Теорія зоряних спектрів. Львів: Вид-во Львів. ун-ту, 2002. – 358 с.

8. Головатий В. В. Г 60 Фізика світіння газових туманностей: навч. посібник / В. В. Головатий, Б. Я. Мелех, Н. В. Гаврилова. — Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013. — 130с. ISBN 978-617-10-0022-3

Додаткова

1. Астрономічний енциклопедичний словник / За загал. ред. І. А. Климичина, А. О. Корсунь. – Львів, 2003. – 548 с.

2. Кузьменков С. Г., Зорі. Астрофізичні задачі з розв'язаннями / Навчальний посібник. – Київ: Освіта України, 2010. – 206 с.

3. Кузьменков С. Г., Сокол І. В. Сонячна система: збірник задач / Навчальний посібник. – Київ: Вища школа, 2007. – 168 с.

4. Кудря Ю., Вавилова І. Позагалактична астрономія. – Київ: Наукова думка, 2016.

5. Sobolev V.V. Course in Theoretical Astrophysics NASA Technical Translation, United States. National Aeronautics and Space Administration, Springfield, Va., 1969.

6. Каретніков В. Г., Мурніков Б. О., Кабанова Т. І. Спектральна класифікація зір // Методичні вказівки для студентів фізичного факультету спеціальності «астрономія». – Одеса: Астропринт, 2015. – 28 с.

7. Мурніков Б. О. Класифікація змінних зір // Методичні вказівки. – Одеса: «Астропринт», 2020. – 44 с.

15. Електронні інформаційні ресурси

1. <http://dspace.onu.edu.ua/>

2. phys.onu.edu.ua

3. Загальний каталог змінних зір, електронне видання GCVS

<http://simbad.u-strasbg.fr/>

4. <http://ogle.astrouw.edu.pl/atlas/terms.html>

5. [http://dspace.onu.edu.ua:8080/bitstream/123456789/32243/1/Paniko_Zag_Astronomy .pdf](http://dspace.onu.edu.ua:8080/bitstream/123456789/32243/1/Paniko_Zag_Astronomy.pdf)

6. Хаббл: Вікно у Всесвіт <https://www.youtube.com/watch?v=uCuY-fxLqGc>

7. https://physics.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/Book_5_04_2013.pdf