

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
Факультет математики, фізики та інформаційних технологій
Кафедра фізики та астрономії

Силабус курсу

Гравітаційна фізика зоряних та галактичних систем

Обсяг	3 кредити, 90 год.
Семестр, рік навчання	2 семестр, 1-й рік навчання
Дні, час, місце	за розкладом, Пастера 42
Викладач (-і)	проф. Панько О.О.
Контактний телефон	0974334518
E-mail	panko.elena@onu.edu.ua
Робоче місце	НДІ Астрономічна обсерваторія ОНУ імені І.І.Мечникова, парк Шевченка, головна будова, приміщення кафедри.
Консультації	Очні консультації: понеділок, 14.30-17.00, АО, парк Шевченка

КОМУНІКАЦІЯ

Комунікація зі студентами: E-mail: panko.elena@onu.edu.ua; Viber; очні зустрічі (Номер телефону ТІЛЬКИ для контакту у Viber).

АНОТАЦІЯ КУРСУ

Предметом вивчення навчальної дисципліни є фізичні процеси, що протікають у зоряних та галактичних системах Всесвіту.

Вивченню дисципліни «Гравітаційна фізика зоряних та галактичних систем» передують розділи курсів: «Загальна астрономія», «Методи обчислень», «Загальна астрофізика», «Небесна механіка», «Прилади та методи астрофізики», «Теоретична астрофізика та МГД», «Зоряна астрономія», «Термодинаміка і статистична фізика», «Фізика ядра та елементарних частинок», «Класична механіка», «Електродинаміка», «Математичний аналіз», «Радіоастрономія». Знання курсу «Гравітаційна фізика зоряних та галактичних систем» є основою для подальшої професійної діяльності, а також можуть знадобитися при написанні дипломних робіт магістрів.

Метою курсу навчальної дисципліни «Гравітаційна фізика зоряних та галактичних систем» є підготовка фахівців, що мають сформовану сучасну

картину Всесвіту, спроможних вільно оперувати поняттями, що пов'язані із фізичними властивостями багатокомпонентних космічних систем та процесами, що протікають при формуванні подвійних та кратних зір і планетних систем, та більш масштабних об'єктів: зоряних скупчень та галактик; формування у студентів наукових знань по відповідному розділу астрофізики; оволодіння теоретичними і експериментальними методами астрономічних досліджень; формування сучасної астрономічної картини світу як частини природничо-наукової картини світу; вироблення у студентів самостійної навчальної діяльності; розвиток у них пізнавальної потреби. У курсі розглядаються питання динаміки зоряних та галактичних систем, які ґрунтуються на фундаментальних принципах класичної теорії тяжіння. Послідовно розглянути: ідеалізовані однорідні, нескінченні неоднорідні, кінцеві сферичні та кінцеві плоскі системи у порівнянні із сучасними результатами спостережень космічних об'єктів та явищ. Майбутні фізики повинні вільно володіти відомостями та математичним апаратом, що описує утворення багатокомпонентних космічних систем. Набуті знання будуть необхідні у майбутньої професійної діяльності астрофізиків та будуть корисні для фізиків.

Завданням дисципліни є сформувати у студентів стійкі знання про динаміку зоряних та галактичних систем, які ґрунтуються на фундаментальних принципах класичної теорії тяжіння, а також вміння використовувати набуті знання у дослідженнях.

Результати навчання забезпечують можливості:

знати: основні поняття, що пов'язані з ідеалізованими однорідними гравітуючими системами; Фоккер-планковський опис гравітуючих систем; газоподібні системи; зоряні системи; взаємодія зір із газом; акреція газу на зорю, зменшення імпульсу; Джинсовська та двопотокова нестійкості; поширення хвиль у неоднорідній системі; флуктуації густини галактик; побудова двоточнової кореляційної функції для галактик; гравітаційні фазові переходи; кінцеві сферичні системи; дисипація внутрішньої енергії зір: приливне перенесення енергії; вплив моменту імпульсу на стискання зоряної системи; функція розподілу для диска, що складається з зір та що рівномірно обертається; моделі товстих дисків; походження профілів щільності еліптичних галактик.

вміти: визначати вплив акреції на еволюцію подвійної зоряної системи; будувати двоточкову кореляційну функцію для галактик; порівнювати результати наближених розрахунків зі спостережними фактами та обирати найкращу модель для опису явища або об'єкта.

ОПИС КУРСУ

Форми і методи навчання

Курс буде викладений у формі лекцій (30 год.) та організації самостійної роботи студентів (60 год.).

При викладанні дисципліни використовуються словесні методи навчання, наочні методи навчання. Головним словесним методом навчання є лекція. Під час проведення лекцій використовуються наступні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод або інформаційно-рецептивний; репродуктивний метод (репродукція – відтворення); метод проблемного викладу; частково-пошуковий, або евристичний метод. Під час самостійної роботи використовується дослідницький метод.

Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Ідеалізовані однорідні системи.

Тема 1. Ідеалізовані однорідні системи - основні поняття та повільна релаксація. Середні та флуктуючі гравітаційні поля. Повільна релаксація: характерні часи. Динаміка випадкових миттєвих сил.

Тема 2. Загальні властивості Фоккер-Планківської еволюції. Фоккер-планковський опис гравітуючих систем. Динамічні системи з пам'яттю: немарківська еволюція. Рівняння Больцмана та його деякі властивості. Теорема віріалу.

Тема 3. Загальний опис: рівняння Ліувіля та ентропія. Колективні ефекти: грексони. Колективне розсіювання. Ймовірність розсіювання. Флуктуації, кореляції, формфактори. Лінійний відгук та дисперсійні співвідношення.

Тема 4. Газоподібні системи. Зоряні системи. Взаємодія зір із газом. Акреція та зменшення імпульсу. Джинсовська та двопотокова нестійкості. Наближення точкової маси. Модель Пламмера. Вирішення основного кінетичного рівняння. Автомодельні зіткнення рівняння Больцмана. Поширення хвиль у неоднорідній системі. Акреція газу на зорю.

Змістовий модуль 2. Нескінченні неоднорідні системи.

Тема 1. Нескінченні неоднорідні системи та флуктуації густини галактик. Загальні положення. Кількісний підхід до пояснення розподілу, що спостерігається.

Тема 2. Побудова двоточної кореляційної функції для галактик. Гравітаційна нестійкість нескінченного газу, що розширюється. Гравітаційна фрагментація. Зростання двоточної кореляційної функції.

Тема 3. Енергія та початковий масштаб скупчування. Еволюція енергії космічних кореляцій. Рівняння космічної енергії. Моделювання задачі N тел. Еволюціонуючий просторовий розподіл та еволюціонуючий розподіл швидкостей.

Тема 4. Гравітація та термодинаміка. Гравітермодинамічна нестійкість. Просторові флуктуації. Флуктуації у часі. Гравітаційні фазові переходи. Термодинаміка та скупчування галактик. Гравітаційна нестійкість у багатокомпонентних системах. «Млинці» Зельдовича.

Змістовий модуль 3. Кінцеві системи.

Тема 1. Кінцеві сферичні системи: скупчення галактик, ядра галактик та кулясті зоряні скупчення. Симетрія та теорема Джинса. Квазірівноважні моделі. Політропи та ізотермічні сфери.

Тема 2. Моделі Фоккера – Планка. Застосування теореми віріалу. Динамічні властивості скупчень, що спостерігаються. Гравітермічна нестійкість. Формування подвійних зір та еволюція скупчень. Формування подвійних систем при взаємодії кількох тіл.

Тема 3. Дисипація внутрішньої енергії зір: приливне перенесення енергії. Ефект «праці». Роль центральної сингулярності. Центральний диск.

Тема 4. Зорі у щільному газі. Потенційна енергія політропи. Невідповідність між віріальною і випромінюючою масами в системі зі втратою маси. Вплив моменту імпульсу на стискання зоряної системи.

Тема 5. Кінцеві плоскі системи – дискові галактики. Динаміка галактик, що спостерігається. Рухи у галактичних координатах. Перенесення моменту імпульсу. Криві обертання та маса галактики.

Тема 6. Нестійкості систем з осью симетрії та систем з перемичкою. Спіральні нестійкості. Основні властивості спіральної структури. Самоузгоджені спіральні структури. Підтримка спіралей.

Тема 7. Трьохосні та несиметричні системи. Однорідні еліпсоїди та сфероїди Маклорена. Спрощена еволюція перемичок. Функція розподілу для диска, що складається з зір та що рівномірно обертається. Моделі товстих дисків. Походження профілів щільності еліптичних галактик.

Рекомендована література

Основна

1. Saslaw William C. Gravitational Physics of Stellar and Galactic Systems. Cambridge University Press. 1985.

<https://doi.org/10.1017/CBO9780511564239>

Додаткова

1. Кудря Ю.М., Вавилова І.Б. Позагалактична астрономія. Книга 1. Галактики: основні фізичні властивості. Навчальний посібник. К.: Наукова думка, 2016. 344 с. ISBN 978-966-00-1517-3 Режим доступу <http://mao.kiev.ua/biblio/mono/pzastr.pdf>

2. Вавилова І.Б. Великомасштабна структура Всесвіту: спостереження і методи дослідження. Навчальний посібник до спецкурсу «Позагалактична астрономія». Київ: РВЦ Київський університет, 1998. 107 с. Режим доступу <ftp://ftp.mao.kiev.ua/pub/irivav/Vavilova-Large-Scale-Structure-Universe.pdf>

Електронні інформаційні ресурси

1. <http://dspace.onu.edu.ua/>
2. phys.onu.edu.ua
3. <https://sites.astro.caltech.edu/~george/ay20/ea-steldyn.pdf>

4. <https://www.ias.ac.in/article/fulltext/pram/073/01/0193-0214>
5. <https://iopscience.iop.org/article/10.1086/177990/pdf>
6. https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/phys/particle-physics/quanz-group-dam/documents-old-s-and-p/Courses/Astrophysics_III_FS2019/astro3c3_19.pdf
7. <https://podcasts.ox.ac.uk/galaxy-dynamics-stellar-systems-new-state-matter>

ОЦІНЮВАННЯ

Навчальна дисципліна «Гравітаційна фізика зоряних та галактичних систем» оцінюється за 100-бальною шкалою.

Методи поточного контролю: поточний контроль здійснюється за результатами самостійної роботи. Оцінюється також активність студента в процесі занять: усне опитування, оцінювання доповідей, рефератів, розв'язання ситуаційних задач. Підсумковий семестровий контроль (іспит).

Форми і методи підсумкового контролю:

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання					Підсумковий контроль (екз)	Сума балів					
Поточний контроль на лекціях					Контр ольна робота	Індиві дуаль ні завдан ня	Вико нання і захис т лабор аторн их робіт	Прак- тичне зав- дання	Разо м		
Змістовий модуль 1.											
T1	T2	T3	T4								
3	3	3	3								

Змістовий модуль 2.										
T1	T2	T3	T4							
3	3	3	3		10					
Змістовий модуль 3.								70	30	100
T1	T2	T3	T4							
3	3	3	3		15					
T5	T6	T7								
3	3	3								

При оцінюванні в балах рівня засвоєння матеріалу використовуються загальні критерії оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти:

Підсумковий семестровий контроль (іспит) проводиться в усній формі. Екзаменаційний білет містить два теоретичних питання, кожне з яких оцінюється окремо за 15 бальною шкалою

Критерії оцінювання теоретичного питання:

– повна розгорнута відповідь – 15 балів;

– повна, але не розгорнута відповідь – 14 балів;

– повна, але не розгорнута відповідь, яка містить незначну помилку чи суперечність –

13 балів, за кожну наступну незначну помилку чи суперечність знімається 1 бал;

– неповна відповідь, яка не містить критичних помилок чи суперечностей – 10 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 іспиті, є сумою балів, що були отримані за кожне завдання з екзаменаційного білету.

Кінцева оцінка виставляється за сумою балів поточного та підсумкового контролю.

Самостійна робота студентів.

Формами самостійної роботи студентів є: підготовка теоретичного матеріалу (лекцій). Метою самостійної роботи студента є забезпечення твердих знань теоретичного матеріалу.

Результати завдань самостійної роботи оцінюються за відповідями на контрольні запитання та правильно виконаними обчисленнями.

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

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

ПОЛІТИКА КУРСУ

Визначається нормативними документами/Положеннями, які є чинними в ОНУ імені І.І.Мечникова (<https://onu.edu.ua/uk/geninfo/official-documents>).

Дедлайн виконання завдань з курсу визначає викладач. В разі поважних причин, перенесення терміну виконання завдань дозволяє викладач. Перескладання заборгованостей – з дозволу деканату.

Кожен студент повинен пам'ятати про академічну доброчесність що забезпечується самостійним виконанням навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю, належним посиленням на джерела інформації у разі виконання творчих робіт, дотриманням норм законодавства про авторське право і суміжні права, наданням достовірної інформації про результати власної наукової діяльності.

За порушення академічної доброчесності здобувачі освіти можуть бути притягнуті до академічної відповідальності згідно Положенню про академічну доброчесність в ОНУ імені І.І.Мечникова. (<https://onu.edu.ua/pub/bank/userfiles/files/documents/acad-dobrochesnost.pdf>).

Відвідування занять для студента 1-го курсу є обов'язковим, як і своєчасний прихід на заняття. Мобільні пристрої під час навчання повинні бути заблоковані.