

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра теоретичної фізики імені академіка І.М.Ліфшиця

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор

“ _____ ” _____ 20__ р.

Програма навчальної дисципліни

Теорія гравітації
(назва навчальної дисципліни)

напрямок _____ 6.040203 – «Фізика» _____
(шифр, назва напрямку)

спеціальність _____
(шифр, назва спеціалізації)

спеціалізація _____
(шифр, назва спеціалізації)

факультет _____ фізичний _____

2015 / 2016 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету (інституту, центру)

“ 18 ” _____ 2015 року, протокол № 7 _____

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Котвицький Альберт Тадеушевич, канд. фіз-мат. наук, доц.

Програму схвалено на засіданні кафедри

_____ теоретичної фізики імені академіка М. Ліфшиця _____

Протокол від “ 7 ” _____ вересня _____ 2015 року протокол № 8 _____

Завідувач кафедри теоретичної фізики академіка М. Ліфшиця _____

_____ (Рашба Г.І.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією

_____ фізичного факультету _____

назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “ 17 ” _____ вересня _____ 2015 року № 1 _____

Голова методичної комісії _____

_____ Макаровський М.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “**Теорія гравітації**” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки першого рівню вищої освіти – бакалавр

напряму підготовки 6.040203 – фізика
спеціальності

Предметом вивчення навчальної дисципліни “Теорія гравітації” Рух частинки у гравітаційному полі, рівняння Ейнштейна для гравітаційного поля, поля тіл, три ефекти загальної теорії відносності, гравітаційні хвилі, моделі та еволюція Всесвіту, релятивістська космологія Програма навчальної дисципліни складається з таких розділів:

Розділ 1. Загальні питання ЗТВ (Теми 1-7)

Розділ 2. Фізичні моделі ЗТВ (Теми 8-14)

Розділ 3. Космологія (Теми 15-21)

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Теорія гравітації» є формування уявлень студентів про загальну теорію відносності та її висновки.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Теорія гравітації» є навчити студентів

- основним уявленням просторово-часової картини Всесвіту,
- проводити дослідження у викривленому просторі-часі,
- розуміти та виводити рівняння ЗТВ Ейнштейна,
- обчислювати геодезичні у полі Шварцшильда та знаходити відхилення від теорії Ньютона,
- розраховувати прості моделі гравітаційних лінз,
- розуміти різницю між гравітаційними та електромагнітними хвилями,
- основним космологічним моделям та поняттям.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми студенти повинні досягти таких результатів навчання:

знати принципи і методи теорії гравітації,

вміти розраховувати основні гравітаційні ефекти та космологічні характеристики.

2. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань (предметна область), напрям, спеціальність, рівень вищої освіти / освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань (предметна область) 0402 «Фізико-математичні науки»	за вибором студента
		Рік підготовки 4-й
Індивідуальне завдання (назва)	Напрямок: 6.040203 - фізика	Семестр
Загальна кількість годин 108		7-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 2	Спеціальність: Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) бакалавр	Лекції
		72 год.
		Практичні, семінарські
		немає
		Лабораторні
		немає
		Самостійна робота
		36 год.
		Індивідуальні завдання:
		немає
Вид контролю:		
екзамен		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить (%):
для денної форми навчання – 200%

3. Виклад змісту навчальної дисципліни

Розділ 1. ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ЗТВ

- Тема 1. Гравітація і СТВ.
- Тема 2. Гравітація і темп течії часу.
- Тема 3. Тензор енергії-імпульсу в просторі-часі Мінковського.
- Тема 4. Тензор енергії-імпульсу в просторі-часі Римана.
- Тема 5. Тензор енергії-імпульсу ідеальної рідини.
- Тема 6. Фізичне виведення рівнянь Ейнштейну.
- Тема 7. Математичне виведення рівнянь Ейнштейну.

Розділ 2. ФІЗИЧНІ МОДЕЛІ ЗТВ

- Тема 8. Центральносиметричне гравітаційне поле.
- Тема 9. Радіальні геодезичні в полі Шварцшильда.
- Тема 10. Часоподібні геодезичні в полі Шварцшильда.

Тема 11. Світлоподібні геодезичні в полі Шварцшильда.

Тема 12. Гравітаційні лінзи та мікролінзи.

Тема 13. Гравітаційні хвилі.

Тема 14. Кротова нора.

Розділ 3. КОСМОЛОГІЯ

Тема 15. Рівняння ньютонівської космології.

Тема 16. Симетричні простори. Формінваріантність метрики.

Тема 17. Метрика Робертсона-Уокера.

Тема 18. Закриті і відкриті моделі.

Тема 19. Прискорене розширення Всесвіту.

Тема 20. Стандартна космологічна модель.

Тема 21. Інфляційні моделі.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	ср	
1	2	3	4	5	6	7
7 семестр						
Розділ 1. Загальні питання ЗТВ						
Тема 1	3	2				1
Тема 2	6	4				2
Тема 3	6	4				2
Тема 4	3	2				1
Тема 5	6	4				2
Тема 6	6	4				2
Тема 7	3	2				1
Розділ 2. Фізичні моделі ЗТВ						
Тема 8	6	4				2
Тема 9	6	4				2
Тема 10	3	2				1
Тема 11	6	4				2
Тема 12	6	4				2
Тема 13	3	2				1
Тема 14	6	4				2
Розділ 3. Космологія						
Тема 15	6	4				2
Тема 16	3	2				1
Тема 17	6	4				2
Тема 18	6	4				2
Тема 19	6	4				2
Тема 20	6	4				2
Тема 21	6	4				2
Усього годин	108	72				36
Екзамен						

5. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

Практичні заняття учбовим планом не передбачені.

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	Форма контролю
1	2	3	4
1.	Уповільнення часу на поверхні Землі в полі Сонця.	1	опитування
2.	Рішення парадоксу близнюків	2	опитування
3.	Розрахунок ТЕІ для скалярного та електромагнітного поля в просторі-часі Мінковського.	2	опитування
4.	Розрахунок ТЕІ для електромагнітного поля в просторі-часі Рімана.	1	опитування
5.	Рівняння стану для електромагнітного поля. Закон збереження тензора енергії-імпульсу.	2	опитування
6.	Рівняння Пуассона та нерелятивістська межа рівняння Ейнштейну.	2	опитування
7.	Принцип найменшої дії.	1	4
8.	Рішення Шварцшильда.	2	опитування
9.	Власний час та час віддаленого спостерігача для тіла, що падає в чорну діру.	2	опитування
10.	Розрахунок зміщення перигелію Меркурія.	1	опитування
11.	Розрахунок відхилення світла в полі Сонця.	2	опитування
12.	Розрахунок параметрів гравітаційних лінз. Темна матерія.	2	опитування
13.	Порівняння гравітаційних та електромагнітних хвиль..	1	опитування
14.	Кротова нора як машина часу.	2	опитування
15.	Динаміка ньютонівської космології.	2	опитування
16.	Максимально симетричні простори. Однорідність та ізотропія.	1	опитування
17.	Рішення Фрідмана.	2	опитування
18.	Критична густина Всесвіту.	2	опитування
19.	Темна енергія.	2	опитування
20.	Світність наднових зірок та будова Всесвіту.	2	опитування
21.	Квадратична та гібридна інфляція.	2	опитування
	Разом	36	

7. Індивідуальні завдання

8. Методи навчання

Лекції, самостійна робота.

9. Методи контролю

Екзамен.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену	для заліку
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

Екзамен (7 семестр)

Поточне тестування та самостійна робота			Підсумковий семестровий контроль (екзамен)	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Розділ 3		
T1-T7	T8-T14	T15-T21	40	100
20	20	20		

Для допуску до підсумкового семестрового контролю студент повинен здати 3 модулі і набрати у підсумку не менше 30 балів.

11. Рекомендоване методичне забезпечення

1. Робоча програма навчальної дисципліни.
2. Навчальні посібники, монографії, наукові статті.
3. Мультимедійні презентації деяких лекцій.

Базова література

1. Вейнберг С. Гравитация и космология.
2. Ландау Л.Д. Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: В 10 т. Т.2 Теория поля.
3. Бронников К.А., Рубин С.Г. Лекции по гравитации и космологии.
4. Блюх П.В., Минаков А.А. Гравитационные линзы.
5. Горбунов Д.С., Рубаков В.А. Введение в теорию ранней Вселенной. Теория горячего Большого взрыва.

Допоміжна література

1. Weinberg S. Cosmology.
2. Mukhanov V.F. Physical foundations of cosmology.
3. Хриплович И.Б. Общая теория относительности.
4. Архангельская И.В., Розеншталь И.Л., Чернин А.Д. Космология и физический вакуум.

Інформаційні ресурси

Сайт кафедри теоретичної фізики:

http://kaf-theor-phys.univer.kharkov.ua/ukrainian/for%20students_study_ukr.html

http://kaf-theor-phys.univer.kharkov.ua/ukrainian/for%20students_ref_ukr.html

<http://cosmolearning.org/courses/modern-physics-general-relativity/video-lectures/>

<http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-286-the-early-universe-fall-2013/video-lectures/lecture-1-inflationary-cosmology-is-our-universe-part-of-a-multiverse/>

<http://freevideolectures.com/Course/2297/Modern-Physics-Cosmology#>