



Утвърдил:

Декан
/проф. дфн Ал. Драйшу/

Дата

СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ "СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ"

Факултет: Физически

Специалност: (код и наименование)

--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ф И З И К А

УЧЕБНА ПРОГРАМА

Дисциплина:

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА КОСМОФИЗИКА

Преподавател: гл. ас. д-р В. Кожухаров

Асистент: преподавател от катедра „Атомна физика”

Учебна заетост	Форма	Хорариум
Аудиторна заетост	Лекции	45
	Семинарни упражнения	15
	Практически упражнения (хоспетиране)	0
Обща аудиторна заетост		60
Извънаудиторна заетост	Реферат	
	Доклад/Презентация	30
	Научно есе	
	Курсов учебен проект	
	Учебна екскурзия	
	Самостоятелна работа в библиотека или с ресурси	45
Обща извънаудиторна заетост		75
ОБЩА ЗАЕТОСТ		135
Кредити аудиторна заетост		2
Кредити извънаудиторна заетост		2.5
ОБЩО ЕКСТ		4.5

№	Формиране на оценката по дисциплината ¹	% от оценката
1.	Тестова проверка	50%
2.	Реферат или презентация	30%
3.	Изпит	20%

Анотация на учебната дисциплина:

Стандартния модел на елементарните частици е една от най-добре проверените теории във физиката. Описанието на микросвета от своя страна води до следствия върху параметрите на Вселената като цяло. Въпреки многобройните експериментални и теоретични модели, цялостно описание, включващо в себе си както макроскопичните наблюдения, така и резултатите по физика на елементарните частици, липсва. Курсът има за цел да предаде как съвременните резултати по ФЕЧ се отразяват на космологията. Дадена е накратко основата на двете дисциплини, които са обединени в курса – космология и елементарни частици. В детайли са разгледани асиметрията между материя и антиматерия във Вселената, наличието на тъмна материя, както и възможните интерпретации и следствия от наличието на тъмна енергия. Показана е информацията, която ни носи съотношението на леките химични елементи и техните изотопи, както е обърнато внимание на реликтовите компоненти – микровълново излъчване и неутрина. В рамките на изложението експерименталните и наблюдателните резултати са доминиращи, като е наблегнато на феноменологичното им интерпретиране.

Предварителни изисквания:

Материалът изисква основни познания по математика, обща и теоретична физика, в частност квантова механика, физика на атомното ядро и елементарните частици, основни познания за взаимодействието на йонизиращи лъчения с вещество, основи на астрономията и/или астрофизиката. Задълбочени познания по физика на елементарните частици са плюс.

Очаквани резултати:

Студентите ще придобият знания за основните космологични величини и елементарните частици и техните взаимодействия. Ще се запознаят със съвременните насоки в търсене на обяснение на асиметрията между материя и антиматерия във Вселената и същността на тъмната материя и нейните взаимодействия. Ще придобият знания за експерименталните методи в космофизиката.

¹ В зависимост от спецификата на учебната дисциплина и изискванията на преподавателя е възможно да се добавят необходимите форми, или да се премахнат ненужните.

Учебно съдържание - лекции

№	Тема:	Хорариум
1	Основни идеи на космология. Модел на Големия взрив. Метрика на Робъртсън-Токър	3
2	Базови идеи на физиката на елементарните частици. Релативистка квантова механика. Бозони и фермиони. Уравнения на Клайн-Гордон и Дирак. Съставящи на веществото. Взаимодействия и описанието им.	3
3	Барионна асиметрия на Вселената. Указания за неналичието на антиматерия и области с антиматерия. Антиматерия в космичните лъчи – позитрони и антипротони. Резултати от Pamela, Fermi и AMS.	3
4	Възможно обяснение на барионната асиметрия в рамките на Стандартния модел. Феноменологично описание на CP-нарушението. Експериментално установяване на CP-нарушението в системата на неутралните каони - ККФТ, NA48, KTeV. CP-нарушение в B-мезоните	3
5	Количество антиматерия във Вселената от Стандартния модел на елементарните частици. Възможни алтернативни обяснения. Бариогенезис през лептогенезис	3
6	Тъмна материя във Вселената. Наблюдателни данни и тяхната интерпретация.	3
7	Възможни обяснения на тъмната материя. MACHO, неутрина. „студена“, „гореща“ и „топла“ тъмна материя. WIMPs, Суперсиметрия. Анихилации на WIMPs в центъра на Галактиката. Резултати от EGRET и Fermi.	3
8	Взаимодействие на тъмната материя с частиците от Стандартния модел. Понятие за скрит сектор и портали. Тъмен фотон и модели на тъмни фотони. Следствия.	3
9	Директно регистриране на тъмна материя – експерименти по разсейване. Необяснени резултати от DAMA/Libra, CREST и CoGeNT. Ускорителни данни по търсене на лека тъмна материя и тъмни преносители на взаимодействията.	3
10	Разширение на Вселената. Изменение на темпа на разширение с времето. Свръхновите от тип 1A като стандартни свещи. Резултати.	3
11	Причини за ускоряващото се разширение. Енергия на вакуума в рамките на Стандартния Модел. Космични струни и други. Инфлационно разширение. Еволюция на ранната Вселена. Еднородност и изотропност. Генериране на вещество.	3
12	Нуклеосинтез. Видимо и невидимо вещество.	3

	Съотношение на деутерий, тритий, хелий и литий към водорода. Определяне на количеството обикновено вещество.	
13	Микровълново фоново излъчване. Неоднородности и формиране на структури. Акустични максимуми. Следствия.	3
14	Неутринна астрофизика. Момент на отделяне от термодинамичното равновесие. Ограничения върху масите на неутрината от широкомащабната структура на Вселената.	3
15	Необходими компоненти за наблюдаването на съществуващата Вселена. Обобщение. Съвременни проблеми пред построяването на единна картина за света.	3

Учебно съдържание - упражнения

№	Тема:	Хорариум
1	Връзка плътност и налягане. Уравнение на състоянието и примери.	3
2	CP нарушение. Връзка с матрицата на смесване на кварките. Величина на CP нарушението и параметър на Jarlskog.	2
2	Разпространение на високоенергетични космични лъчи. Вторично излъчване на античастици.	3
3	Енергия на вакуума в рамките на Стандартния модел	2
4	Повърхност на последно разсейване на неутрината. Неутринен хоризонт	2
5	Параметри на Хигс бозона и следствие върху стабилността на Вселената.	3

Конспект за изпит

№	Въпрос
1	Основни идеи на космология. Модел на Големия взрив. Метрика на Робъртсън-Токър
2	Базови идеи на физиката на елементарните частици. Релативистка квантова механика. Бозони и фермиони. Уравнения на Клайн-Гордон и Дирак. Съставляващи на веществото. Взаимодействия и описанието им.
3	Барионна асиметрия на Вселената. Указания за неналичието на антиматерия и области с антиматерия. Антиматерия в космичните лъчи – позитрони и антипротони. Резултати от Pamela, Fermi и AMS.

4.	Възможно обяснение на барионната асиметрия в рамките на Стандартния модел. Феноменологично описание на CP-нарушението. Експериментално установяване на CP-нарушението в системата на неутралните каони - ККФТ, NA48, KTeV. CP-нарушение в B-мезоните
5	Количество антиматерия във Вселената от Стандартния модел на елементарните частици. Възможни алтернативни обяснения. Бариогенезис през лептогенезис
6	Тъмна материя във Вселената. Наблюдателни данни и тяхната интерпретация.
7	Възможни обяснения на тъмната материя. МАСНО, неутрина. „студена“, „гореща“ и „топла“ тъмна материя. WIMPs, Суперсиметрия. Анихилации на WIMPs в центъра на Галактиката. Резултати от EGRET и Fermi.
8	Взаимодействие на тъмната материя с частиците от Стандартния модел. Понятие за скрит сектор и портали. Тъмен фотон и модели на тъмни фотони. Следствия.
9	Директно регистриране на тъмна материя – експерименти по разсейване. Необяснени резултати от DAMA/Libra, CREST и CoGeNT. Ускорителни данни по търсене на лека тъмна материя и тъмни преносители на взаимодействията.
10	Разширение на Вселената. Изменение на темпа на разширение с времето. Свръхновите от тип 1A като стандартни свещи. Резултати.
11	Причини за ускоряващото се разширение. Енергия на вакуума в рамките на Стандартния Модел. Космични струни и други. Инфлационно разширение. Еволюция на ранната Вселена. Еднородност и изотропност. Генериране на вещество.
12	Нуклеосинтез. Видимо и невидимо вещество. Съотношение на деутерий, тритий, хелий и литий към водорода. Определяне на количеството обикновено вещество.
13	Микровълново фоново излъчване. Неоднородности и формиране на структури. Акустични максимуми. Следствия.
14	Неутринна астрофизика. Момент на отделяне от термодинамичното равновесие. Повърхност на последно разсейване на неутрината. Ограничения върху масите на неутрината от широкомасабната структура на Вселената.
15	Необходими компоненти за наблюдаването на съществуващата Вселена. Обобщение. Съвременни проблеми пред построяването на единна картина за света.

Библиография

Основна:

1. У. Уилямс , Физика на ядрото и елементарните частици, Университетско издателство “Св. Кл. Охридски”, 2000
2. D.Perkins, Introduction to High Energy Physics, 4th edition, Cambridge University Press, 2000
3. R. Fleischer, Flavour Physics and CP Violation, arXiv:hep-ph/0405091

4. I. Tkachev, Astroparticle Physics, arXiv:hep-ph/0405168.
5. A. Riotto, Particle cosmology, CERN-2010-001, pp. 315-362

Допълнителна:

1. Fayyazuddin and Riazuddin, A Modern Introduction to Particle Physics, World Scientific, 2000
2. A. Dolgov, CP violation in cosmology, arXiv:hep-ph/0511213.

Дата:
23 Юни 2015

Съставил:
(гл. ас. д-р В. Кожухаров)