

**Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования Московской области
«Международный университет природы, общества и человека «Дубна»
(университет «Дубна»)**

Факультет естественных и инженерных наук

Кафедра «Ядерная физика»

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

«НУКЛЕОСИНТЕЗ»

направления 010700.68 «Физика»

Магистерская программа «Физика ядра и элементарных частиц»

Дубна, 2011 г.

УМК разработан (ученая степень, ученое звание, фамилия, имя, отчество разработчиков)
профессор кафедры «Ядерная физика», д.ф.-м.н. В.И. Загребаев

Протокол заседания кафедры «Ядерная физика»

№ _____ от « ____ » _____ 201__ г.

Заведующий кафедрой _____ /Оганесян Ю.Ц./
(подпись)

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета _____ /Деникин А.С. /
(подпись)

« ____ » _____ 201__ г.

Проректор по учебной работе _____ /Моржухина С.В. /
(подпись)

« ____ » _____ 201__ г.

СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	4
ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
1. Выписка из ГОС ВПО.....	9
2. Аннотация.....	9
3. Цели и задачи дисциплины.....	9
4. Требования к уровню освоения содержания дисциплины.....	10
5. Объем дисциплины и виды учебной работы.....	10
6. Разделы дисциплины, виды и объем занятий.....	10
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	12
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	13
9. Формы контроля и оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.....	13
Учебно-методические материалы.....	15
1. Учебно-методические материалы для студентов.....	15
2. Методические рекомендации для преподавателей.....	15
Материалы, устанавливающие содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	17
1. Вариант экзаменационного билета для проведения экзамена.....	17
2. Вопросы для самоконтроля:.....	17

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.

Целью курса «Нуклеосинтез» является изучение студентами основных процессов и возможных сценариев образования атомных ядер (т.е. химических элементов), наблюдаемых в видимой части Вселенной, модели звезд и основных направлений лабораторных исследований по синтезу новых элементов и изотопов.

В ходе данного курса студент должен получить представление о современных моделях эволюции Вселенной и звезд, основанных на описании наблюдаемой распространенности элементов в природе. В основе этих моделей лежит гипотеза о «большом взрыве», данные о параметрах расширения вселенной и стандартные сценарии появления и эволюции звезд, как основного источника синтеза тяжелых элементов. В рамках данного курса изучаются результаты лабораторных исследований основных процессов нуклеосинтеза, извлечение ядерных констант, необходимых для понимания сценариев звездной эволюции, а также возможности использования ядерных реакций термоядерного синтеза для получения энергии.

При разработке учебно-методического комплекса «Нуклеосинтез» особое внимание уделялось тому, чтобы ее содержание было ориентировано на изложение материала с учетом современного состояния предмета, а также с использованием современных компьютерных и Интернет технологий при организации учебного процесса и самостоятельной работы студентов.

Международный университет природы, общества и человека «Дубна»
УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ (КАЛЕНДАРНЫЙ) ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методическая карта дисциплины «Нуклеосинтез»

Кафедра «Ядерная физика»,

направление 010700 «Физика» Магистерская программа «Физика ядра и элементарных частиц», курс 5 семестр 10, 2011/2012 учебного года

Утверждаю:

проректор Моржухина С.В,
 «___» _____ 201__г.

Виды и содержание учебных занятий											Самостоятельная работа студентов		
Номер и дата недели	Лекции (....1.... час в неделю)*						Практические занятия (__ час в неделю)	Лабораторные работы (__ час. в неделю)		Вид задания	Содержание	часы	форма контроля
	В аудитории			Самостоятельное изучение				№	название				
	Дата лекции	час	Содержание	Исп. ТСО	Содержание и раздел учебника (глава, параграф)	Форма контроля							
1 нед		2	Карта ядер, границы стабильности. Распространенность элементов в природе. Модель «большого взрыва». Возможные реакции нуклеосинтеза и их основные характеристики.	КП	[1] Глава 10, § 1,2. [3] Материалы лекций [4] Глава 12.	КО			Р	Повторение материалов лекций. Чтение рекомендованной литературы. Подготовка реферата.	3		
2 нед		2	Расширение Вселенной. Соотношение гелия и водорода и нуклеосинтез «большого взрыва».	КП	[3] Материалы лекций [1] Глава 1. § 3-6.	КО			Р	Повторение материалов лекций. Чтение рекомендованной литературы. Подготовка реферата.	4		
3 нед		2	Образование звезд и их систематика. Эволюция звезд и взрыв сверхновых. Образование тяжелых элементов. Критическая плотность и темная материя.	КП	[3] Материалы лекций [1] Глава 1. § 7-10 [4] Глава 12.	КО			Р	Повторение материалов лекций. Чтение рекомендованной литературы. Подготовка реферата.	3		
4 нед		2	Термоядерные реакции, общие положения. Астрофизический S-фактор. Гамовский пик. Скорость термоядерных реакций, резонансные реакции.	КП	[3] Материалы лекций [2] Глава 13. § 78	КО			Р	Повторение материалов лекций. Чтение рекомендованной литературы. Подготовка реферата.	4		
5 нед		2	Стандартная солнечная модель. Основной процесс сгорания водорода. CNO-цикл сгорания водорода. Солнечные нейтрино, проблемы. Сгорание гелия, углерода и других ядер.	КП	[3] Материалы лекций [1] Глава 10, § 7,8.	КО			Р	Повторение материалов лекций. Чтение рекомендованной литературы. Подготовка реферата.	3		
6 нед		2	Завершение звездного цикла, красные гиганты и сверхновые. Нуклеосинтез в сверхновых. s-процесс. r-процесс и образование тяжелых элементов. rp-процесс. Гамма-процесс.	КП	[3] Материалы лекций [1] Глава 10, § 9,10.	КО			Р	Повторение материалов лекций. Чтение рекомендованной литературы. Подготовка реферата.	4		
7 нед		2	Характеристики основных термоядерных процессов. Горячая плазма и критерий Лоусона.	КП	[3] Материалы лекций [2] Глава 13. § 79.	КО			Р	Повторение материалов лекций. Чтение рекомендованной литературы. Подготовка реферата.	3		
8 нед		2	Гравитационный, инерционный, магнитный, пузырьковый и мюонный синтез. Принципиальная схема ТОКАМАКА и основные результаты.	КП	[3] Материалы лекций [2] Глава 13. § 78-79.	КО			Р	Повторение материалов лекций. Чтение рекомендованной литературы. Подготовка реферата.	4		
9 нед		2	Основные исторические этапы лабораторного синтеза тяжелых элементов. Остров стабильности.	КП	[3] Материалы лекций [1] Глава 6. § 12.	КО			Р	Повторение материалов лекций. Чтение рекомендованной литературы. Подготовка реферата.	3		
10 нед		2	Постановка эксперимента по синтезу сверхтяжелых элементов. «Холодные» и «горячие» реакции слияния.	КП	[3] Материалы лекций [1] Глава 6. § 12.	КО			Р	Повторение материалов лекций. Чтение рекомендованной литературы. Подготовка реферата.	4		
11 нед		2	Сечение выхода испарительных остатков. Конкуренция слияния и	КП	[3] Материалы лекций [1] Глава 6. § 12.	КО			Р	Повторение материалов лекций. Чтение рекомендованной литературы.	3		

			квазиделения. Конкуренция деления и испарения легких частиц.								туры. Подготовка реферата.		
12 нед		2	Последние экспериментальные результаты по синтезу сверхтяжелых элементов. Дальнейшие перспективы синтеза сверхтяжелых элементов.	КП	[3] Материалы лекций [1] Глава 6. § 12.	КО				Р	Повторение материалов лекций. Чтение рекомендованной литературы. Подготовка реферата.	4	
13 нед		2	г-процесс и нейтронно-избыточные ядра, их свойства и получение. гр-процесс и протонно-избыточные ядра, их свойства и получение. Извлечение ядерных астрофизических S-факторов. Получение пучков радиоактивных ядер, сепарация, эксперименты.	КП	[3] Материалы лекций [1] Глава 6. § 11.	КО				Р	Повторение материалов лекций. Чтение рекомендованной литературы. Подготовка реферата.	4	
										АЛ	Всего	46	
										КТП	Всего		

Сокращения: А - задание к практическим занятиям; Л - задание к лабораторным занятиям; К - контрольные задания; Т - типового расчет; П - курсовой проект; Р – реферат;

Учебная литература

№	Название, автор, год издания	Примечания
1	Ишханов Б.С. Частицы и атомные ядра: Учебник для вузов / Ишханов Борис Саркисович, Капитонов Игорь Михайлович, Юдин Николай Прокофьевич. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство ЛКИ, 2007. - 584с.	
2	Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика: Учебник: В 3 т.: Физика ядерных реакций / Мухин Константин Никифорович. - 6-е изд., испр. и доп. - СПб.: Лань, 2008. - 336с.	
3	В.И. Загребав, Нуклеосинтез. Курс лекций, 2009, http://nrv.jinr.ru/nucleosynthes.pdf	
4	Широков Ю.М. Ядерная физика: Учебное пособие для студентов физических специальностей вузов / Широков Юрий Михайлович, Юдин Николай Прокофьевич. - 2-е изд., перераб. - М.: Наука, 1980. - 728с.	

Дата _____ Лектор _____

Утверждаю

Практ. занятия _____

зав. кафедрой _____ /Оганесян Ю.Ц./

Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования Московской области
МЕЖДУНАРОДНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРИРОДЫ, ОБЩЕСТВА
И ЧЕЛОВЕКА «ДУБНА»
(университет «Дубна»)

Факультет естественных и инженерных наук

Кафедра «Ядерная физика»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ С. В. Моржухина

« ____ » _____ 20__ г.

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«НУКЛЕОСИНТЕЗ»

направления **010700.68 Физика**

Магистерская программа «Физика ядра и элементарных частиц»

Форма обучения: очная

Уровень подготовки: *магистр*

Курс (семестр): 5(10)

г. Дубна, 2011 г.

Программа дисциплины «Нуклеосинтез» по направлению «Физика»: Учебная программа. Автор: – Дубна: Университет «Дубна», 2011.

Автор программы:

д.ф.-м.н. В.И. Загребяев, профессор кафедры «Ядерная физика»

_____ (подпись)

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования и учебным планом по направлению подготовки 010700.68 Физика.

Программа рассмотрена на заседании кафедры «Ядерная физика»

Протокол заседания № _____ от «____» _____ 201__ г.

Заведующий кафедрой _____ /Оганесян Ю.Ц./

Рецензент: _____
(ученая степень, ученое звание, Ф.И.О., место работы, должность)

ОДОБРЕНО декан факультета _____ /Деникин А.С./

«____» _____ 201__ г.

Руководитель библиотечной системы _____ /В.Г. Черепанова/

1. Выписка из ГОС ВПО

Дисциплина «Нуклеосинтез» входит в блок дисциплин направления по выбору студента, предусмотренный государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования в рамках Основной образовательной программы по направлению подготовки магистров 510400 «Физика», магистерская программа 510401 «Физика ядра и элементарных частиц», утвержденному МО РФ пр. № 177 ен/маг от 17.03.2000 г.

2. Аннотация

2.1. Место курса в профессиональной подготовке и требования к уровню подготовки студентов

При чтении данного курса предполагается, что студенты уже изучили общие курсы «Ядерной физики» и «Квантовой механики», а также спецкурсы по ядерным реакциям с нейтронами, гамма-квантами и заряженными частицами.

Изучение курса «Нуклеосинтез» позволит студенту дополнить целостную картину строения вселенной и реди ядерных процессов в ее формировании на различных этапах развития.

2.2. Формы работы студентов

В ходе изучения дисциплины предусмотрено посещение лекционных занятий и подготовка реферата и презентации по индивидуальному заданию преподавателя. Отдельные темы теоретического курса прорабатываются студентами самостоятельно в соответствии с планом самостоятельной работы и конкретными заданиями преподавателя с учетом индивидуальных особенностей студентов.

Преподавание данной дисциплины предусматривает активное использование следующих методов обучения: мультимедийных презентаций по темам лекций; в т.ч. инновационных методов с использованием образовательных Интернет-ресурсов.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом, выполняется в ходе семестра в форме подготовки реферата по заданию преподавателя и презентации для представления своей работы.

Перечень обязательных видов работы студента:

- посещение лекционных занятий;
- ответы на теоретические вопросы на семинаре;
- подготовка реферата;
- самостоятельная работа с литературой и интернет источниками.

2.3. Форма текущего и итогового контроля

Текущий контроль заключается в проведении контрольного опроса по материалам лекций, консультировании по вопросам написания реферата.

Промежуточный контроль проводится в ходе отдельного занятия, посвященного представлению студентами рефератов. Оценка реферата включает в себя несколько критериев: (1) оценивается содержательная часть, степень раскрытия темы реферата; (2) оценивается качество подготовленной презентации; (3) оценивается умение излагать материал. Выполнение и защита реферата является необходимым условием допуска к экзамену.

В заключении изучения дисциплины студенты сдают экзамен по теоретической части. При проведении экзамена может быть учтена оценка за выполненный реферат.

3. Цели и задачи дисциплины

Целью курса «Нуклеосинтез» является изучение студентами основных процессов и возможных сценариев образования атомных ядер (т.е. химических элементов),

наблюдаемых в видимой части Вселенной, модели звезд и основных направлений лабораторных исследований по синтезу новых элементов и изотопов.

В ходе данного курса студент должен получить представление о современных моделях эволюции Вселенной и звезд, основанных на описании наблюдаемой распространенности элементов в природе. В основе этих моделей лежит гипотеза о «большом взрыве», данные о параметрах расширения вселенной и стандартные сценарии появления и эволюции звезд, как основного источника синтеза тяжелых элементов. В рамках данного курса изучаются результаты лабораторных исследований основных процессов нуклеосинтеза, извлечение ядерных констант, необходимых для понимания сценариев звездной эволюции, а также возможности использования ядерных реакций термоядерного синтеза для получения энергии.

4. Требования к уровню освоения содержания дисциплины.

Студенты, изучившие дисциплину «Нуклеосинтез», должны

- знать экспериментальные факты, лежащие в основе современных космологических теорий;
- быть ознакомлены с основными положениями теории большого взрыва;
- знать основные этапы эволюции вселенной и звезд;
- знать характерные особенности распространенности химических элементов во Вселенной;
- знать основные процессы первичного и звездного нуклеосинтеза;
- понимать роль ядерных превращений в процессе нуклеосинтеза легких, средних и тяжелых ядер;
- быть ознакомлены с современными проблемами и загадками теории нуклеосинтеза;
- иметь представление о современных экспериментальных методах синтеза и исследования новых химических элементов.

5. Объём дисциплины и виды учебной работы¹

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		10	
Общая трудоёмкость	72	72	
Аудиторные занятия:	26	26	
Лекции	26	26	
Практические занятия (ПЗ)			
Семинары			
Лабораторные работы (ЛР)			
Самостоятельная работа:	46	46	
Контрольные работы			
Реферат	20	20	
Курсовая работа			
Промежуточная аттестация		экзамен	

6. Разделы дисциплины, виды и объем занятий²

№ п.п.	Раздел дисциплины	Лекции	ПЗ(С)	ЛР	СР
1	Введение	2			4

¹ Объем часов на каждый вид учебной работы должен обязательно быть согласован с учебным планом по данной специальности.

² Для дисциплин федерального компонента (см. ГОС ВПО) разделы дисциплин и/или их содержание должны включать полное описание дисциплины, данной в ГОС ВПО.

2	Основные положения ядерной астрофизики	4			6
3	Нуклеосинтез в звездах и солнечная модель	4			8
4	Нуклеосинтез в сверхновых	2			6
5	Управляемые термоядерные реакции	4			6
6	Синтез сверхтяжелых элементов	8			10
7	Получение экзотических ядер и реакции с ними	2			6

Содержание разделов дисциплины.

1. Введение

- 1.1 Карта ядер, границы стабильности
- 1.2 Распространенность элементов в природе
- 1.3 Модель «большого взрыва»
- 1.4 Возможные реакции нуклеосинтеза и их основные характеристики

2. Основные положения ядерной астрофизики

- 2.1 Расширение Вселенной
- 2.2 Соотношение гелия и водорода и нуклеосинтез «большого взрыва»
- 2.3 Образование звезд и их систематика
- 2.4 Эволюция звезд и взрыв сверхновых
- 2.5 Образование тяжелых элементов
- 2.6 Критическая плотность и темная материя

3. Нуклеосинтез в звездах и солнечная модель

- 3.1 Термоядерные реакции, общие положения
- 3.2 Астрофизический S-фактор
- 3.3 Гамовский пик
- 3.4 Скорость термоядерных реакций, резонансные реакции
- 3.5 Стандартная солнечная модель
- 3.6 Основной процесс сгорания водорода
- 3.7 CNO-цикл сгорания водорода
- 3.8 Солнечные нейтрино, проблемы
- 3.9 Сгорание гелия, углерода и других ядер

4. Нуклеосинтез в сверхновых

- 4.1 Завершение звездного цикла, красные гиганты и сверхновые
- 4.2 Нуклеосинтез в сверхновых
- 4.3 s-процесс
- 4.4 r-процесс и образование тяжелых элементов
- 4.5 rp-процесс
- 4.6 Гамма-процесс

5. Управляемые термоядерные реакции

- 5.1 Характеристики основных термоядерных процессов
- 5.2 Горячая плазма и критерий Лоусона
- 5.3 Гравитационный, инерционный, магнитный, пузырьковый и мюонный синтез
- 5.4 Принципиальная схема ТОКАМАКа и основные результаты

6. Синтез сверхтяжелых элементов

- 6.1 Основные исторические этапы лабораторного синтеза тяжелых элементов
- 6.2 Остров стабильности
- 6.3 Постановка эксперимента по синтезу сверхтяжелых элементов
- 6.4 «Холодные» и «горячие» реакции слияния
- 6.5 Сечение выхода испарительных остатков
- 6.6 Конкуренция слияния и квазиделения
- 6.7 Конкуренция деления и испарения легких частиц
- 6.8 Последние экспериментальные результаты по синтезу сверхтяжелых элементов
- 6.9 Дальнейшие перспективы синтеза сверхтяжелых элементов

7. Получение экзотических ядер и реакции с ними

- 7.1 α -процесс и нейтронно-избыточные ядра, их свойства и получение
- 7.2 β -процесс и протонно-избыточные ядра, их свойства и получение
- 7.3 Извлечение ядерных астрофизических S-факторов
- 7.4 Получение пучков радиоактивных ядер, сепарация, эксперименты

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

Практические занятия (семинары) учебным планом не предусмотрены.

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература³

- 1. **Ишханов Б.С.** Частицы и атомные ядра: Учебник для вузов / Ишханов Борис Саркисович, Капитонов Игорь Михайлович, Юдин Николай Прокофьевич. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство ЛКИ, 2007. - 584с.
- 2. **Мухин К.Н.** Экспериментальная ядерная физика: Учебник: В 3 т.: Физика ядерных реакций / Мухин Константин Никифорович. - 6-е изд., испр. и доп. - СПб.: Лань, 2008. - 336с.

7.2 Дополнительная литература

- 4. В.И. Загребаев, Нуклеосинтез. Курс лекций, 2009, <http://nr.v.jinr.ru/nucleosynthes.pdf>
- 5. **Широков Ю.М.** Ядерная физика: Учебное пособие для студентов физических специальностей вузов / Широков Юрий Михайлович, Юдин Николай Прокофьевич. - 2-е изд., перераб. - М.: Наука, 1980. - 728с.
- 6. Вайнберг С. Первые три минуты: современный взгляд на происхождение Вселенной / Вайнберг Стивен; Пер. с англ. А.В. Беркова; Под ред., с предисл. и доп. Я.Б. Зельдовича. - М.: Энергоиздат, 1981. - 208с.
- 7. **Шкловский И.С.** Звезды: их рождение жизнь и смерть / Шкловский Иосиф Самуилович. - 3-е изд., перераб. - М.: Наука, 1984. - 384с.

7.3. Интернет-ресурсы

8. V. Zagrebaev et al., NRV: Low energy nuclear knowledge base, <http://nrv.jinr.ru/nrv>.
9. В.Н. Рыжов, Звездный нуклеосинтез - источник происхождения химических элементов, <http://www.astronet.ru/db/msg/1167293>
10. Российская астрономическая сеть, <http://www.astronet.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Мультимедийный проектор.
2. Плакаты, компьютерные презентации, наглядные пособия.

9. Формы контроля и оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины⁴

Темы рефератов:

1. Эволюция Вселенной, начиная с первовзрыва.
2. Расширение Вселенной, темная материя.
3. Эволюция звезд различной массы.
4. Оценка времени жизни Солнца.
5. Сценарий взрыва сверхновой.
6. Методы определения распространенности элементов в природе.
7. Управляемый термоядерный синтез, методы решения проблемы.
8. Принцип работы и история развития ТОКОМАКов.
9. История синтеза тяжелых и сверхтяжелых элементов.
10. Методы получения экзотических ядер.

Вопросы, выносимые на экзамен (10 семестр):

1. Карта ядер, границы стабильности. Распространенность элементов в природе.
2. Характеристики основных термоядерных процессов. Горячая плазма и критерий Лоусона.
3. Модель «большого взрыва». Возможные реакции нуклеосинтеза и их основные характеристики.
4. Гравитационный, инерционный, магнитный, пузырьковый и мюонный термоядерный синтез. Принципиальная схема ТОКАМАКа.
5. Расширение Вселенной. Соотношение гелия и водорода в природе и нуклеосинтез «большого взрыва».
6. Основные исторические этапы лабораторного синтеза тяжелых элементов. Остров стабильности.
7. Образование звезд, их систематика. Эволюция звезд и взрыв сверхновых. Образование тяжелых элементов в природе.
8. Постановка эксперимента по синтезу сверхтяжелых элементов.
9. Термоядерные реакции, общие положения. Астрофизический S-фактор. Гамовский пик.
10. «Холодные» и «горячие» реакции слияния. Сечение выхода испарительных остатков.
11. Скорость термоядерных реакций, резонансные реакции, примеры.
12. Конкуренция слияния и квазиделения в реакциях слияния тяжелых ядер. Конкуренция деления и испарения легких частиц из составного ядра.

13. Стандартная солнечная модель. Основной процесс сгорания водорода.
Солнечные нейтрино, проблемы.
14. Последние экспериментальные результаты по синтезу сверхтяжелых элементов.
Дальнейшие перспективы синтеза сверхтяжелых элементов.
15. CNO-цикл сгорания водорода. Сгорание гелия, углерода и других ядер.
16. rp-процесс. Гамма-процесс.
17. Завершение звездного цикла, красные гиганты и сверхновые. s-процесс.
18. Извлечение ядерных астрофизических S-факторов в лабораторных опытах.
19. r-процесс и образование тяжелых элементов в сверхновых.
20. Получение пучков радиоактивных ядер, сепарация, эксперименты.

Учебно-методические материалы

1. Учебно-методические материалы для студентов:

Как и прежде, студент должен приучить себя к мысли о необходимости скорейшего освоения англо-язычной ядерной терминологии, поскольку основная литература по данному курсу (как, впрочем, и по другим спецкурсам) и ядерные базы данных написаны именно на английском языке. В рамках данного курса студенту предлагается на деле применить приобретенные знания по ядерным реакциям для объяснения увлекательных космологических явлений, в том числе, происхождения самой Вселенной и горения звезд.

Рекомендации по выполнению и защите реферата:

При работе над рефератом следует использовать Методические указания, выработанные и утвержденные кафедрой «Ядерная физика» для студентов 1-5 курсов кафедры. Ознакомиться с упомянутым пособием можно на кафедре или на сайте кафедры.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов:

Рабочей программой настоящей дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- работу с Интернет-источниками;
- написание и защита реферата и презентации.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей настоящей программе дисциплины. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, сайтах и обучающих программ, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

2. Методические рекомендации для преподавателей:

Данный курс читается студентам после изучения ими основ космологии и спецкурсов по ядерным реакциям с участием нейтронов, гамма-квантов и заряженных частиц. Предполагается, что студенты знакомы с закономерностями этих реакций при низких и, в частности, подбарьерных энергиях. Основной упор сделан на обсуждении современных моделей развития Вселенной, разрабатываемых именно на основе свойств ядерных реакций нуклеосинтеза. Экспериментальным материалом здесь выступает достаточно хорошо измеренная распространенность элементов в природе и наблюдаемые закономерности эволюции звезд и Солнца. В заключительных разделах курса рассматриваются лабораторные методы исследования астрофизических реакций нуклеосинтеза

и подчеркивается экспериментальный (а не созерцательный) характер ядерной астрофизики, в отличие, скажем от космологии.

Одной из задач преподавателей, ведущих занятия по настоящему курсу является выработка у студентов осознания важности, необходимости и полезности знания дисциплины, формирования у них целостной картины эволюции вселенной. Методическая модель преподавания дисциплины основана на применении активных методов обучения.

Принципами организации учебного процесса являются:

- активное участие студентов в учебном процессе (написание и защита рефератов);
- приведение примеров применения изучаемого теоретического материала к реальным практическим ситуациям.

Применяемые методы преподавания: лекционные занятия с использованием мультимедиа технологий; индивидуальные и групповые задания при написании рефератов.

Для более глубокого изучения предмета преподаватель предоставляет студентам информацию о возможности использования по разделам дисциплины Интернет-ресурсов, кафедральной и университетской библиотеки.

Содержание занятий определяется календарным планом.

Для контроля знаний студентов по данной дисциплине необходимо проводить текущий и промежуточный контроль.

Текущий контроль заключается в проведении контрольного опроса по материалам лекций, консультировании по вопросам написания реферата.

Промежуточный контроль проводится в ходе отдельного занятия, посвященного представлению студентами рефератов. Оценка реферата включает в себя несколько критериев: (1) оценивается содержательная часть, степень раскрытия темы реферата; (2) оценивается качество подготовленной презентации; (3) оценивается умение излагать материал. Выполнение и защита реферата является необходимым условием допуска к экзамену.

Для контроля усвоения данной дисциплины учебным планом предусмотрен экзамен. На экзамене студентам предлагается ответить на 2 вопроса по материалам учебной дисциплины. Ответы на поставленные вопросы даются в устном виде. Оценка по экзамену является итоговой по курсу и проставляется в приложении к диплому.

Материалы, устанавливающие содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

1. Вариант экзаменационного билета для проведения экзамена:

Международный университет природы, общества и человека "Дубна" Кафедра «Ядерная физика»
--

Экзаменационный билет № 1

Направление: Физика

Курс 5 (семестр 10)

Дисциплина: Нуклеосинтез

1. Карта ядер, границы стабильности. Распространенность элементов в природе.
2. Характеристики основных термоядерных процессов. Горячая плазма и критерий Лоусона.

Заведующий кафедрой ядерной физики

Ю.Ц.Оганесян

2. Вопросы для самоконтроля:

1. Карта ядер, границы стабильности. Распространенность элементов в природе.
2. Характеристики основных термоядерных процессов. Горячая плазма и критерий Лоусона.
3. Модель «большого взрыва». Возможные реакции нуклеосинтеза и их основные характеристики.
4. Гравитационный, инерционный, магнитный, пузырьковый и мюонный термоядерный синтез. Принципиальная схема ТОКАМАКа.
5. Расширение Вселенной. Соотношение гелия и водорода в природе и нуклеосинтез «большого взрыва».
6. Основные исторические этапы лабораторного синтеза тяжелых элементов. Остров стабильности.
7. Образование звезд, их систематика. Эволюция звезд и взрыв сверхновых. Образование тяжелых элементов в природе.
8. Постановка эксперимента по синтезу сверхтяжелых элементов.
9. Термоядерные реакции, общие положения. Астрофизический S-фактор. Гамовский пик.
10. «Холодные» и «горячие» реакции слияния. Сечение выхода испарительных остатков.
11. Скорость термоядерных реакций, резонансные реакции, примеры.
12. Конкуренция слияния и квазиделения в реакциях слияния тяжелых ядер. Конкуренция деления и испарения легких частиц из составного ядра.
13. Стандартная солнечная модель. Основной процесс сгорания водорода. Солнечные нейтрино, проблемы.
14. Последние экспериментальные результаты по синтезу сверхтяжелых элементов. Дальнейшие перспективы синтеза сверхтяжелых элементов.
15. CNO-цикл сгорания водорода. Сгорание гелия, углерода и других ядер.
16. rp-процесс. Гамма-процесс.
17. Завершение звездного цикла, красные гиганты и сверхновые. s-процесс.
18. Извлечение ядерных астрофизических S-факторов в лабораторных опытах.
19. r-процесс и образование тяжелых элементов в сверхновых.
20. Получение пучков радиоактивных ядер, сепарация, эксперименты.