Программа итогового экзамена

по дисциплине **«Физика нейтрино и лептонов»** для студентов 1 курса специальности «6D061100 – Физика и астрономия»

Предлагаемая программа итогового экзамена по дисциплине **«Физика нейтрино и лептонов»** составлена согласно силлабуса дисциплины. Программа определяет требования к уровням усвоения учебной дисциплины, к чему студент должен быть способен в результате обучения: описать современные научные проблемы, решение которых сейчас актуально и широко обсуждается в международной научной среде; описать новые коcмологические эффекты, что обеспечивает лучшее понимание картины современной Вселенной; применять полученные широкие знания о данном предмете для дальнейшей специализации; экспертировать результаты полученные в экспериментах по регистрации элементарных частиц; объяснять явление осцилляций нейтрино в физике элементарных частиц; к критическому анализу, обобщению, оценке и синтезу новых идей в контексте современных представлений об элементарных частиц; делиться полученными результатами исследования, вступать в диалог, отстаивать свою точку зрения, объяснить основные качественные и количественные методы сбора и анализа данных; к количественной и качественной оценке значимости полученных результатов и путей использования их в дальнейших исследованиях; делать выводы по результатам исследования, решать экспериментальные и теоретические задачи различного уровня сложности; основываясь на полученных при изучении данной дисциплины знаниях принимать самостоятельные решения при решении различных теоретических задач, связанных с исследовательской темой докторанта.

**Цель курса:** сформировать у докторантов комплексное представление о трех поколениях лептонов, эффекте нейтринных осцилляций и роли нейтрино в ядерной астрофизике.

На экзамене студентам будет предложено два теоретических вопроса (по 33 балла) и

1 практический вопрос (34 балла).

**Учебные темы выносимые на экзамен:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Опишите слабое взаимодействие | Лекция № 1 |
|  | Рассмотрите Стандартную модель элементарных частиц и ее проблемы. | Лекция № 1 |
|  | Охарактеризуйте ускорительные и не ускорительные методы исследования в физике элементарных частиц. | Лекция № 1 |
|  | Дайте определение классу лептонов. Лептоны и антилептоны. Лептонный заряд. | Лекция № 2 |
|  | Проанализируйте заряженные лептоны. Открытие и основные их свойства | Лекция № 2 |
|  | Дайте определение электрону. Электронное нейтрино и антинейтрино. | Лекция № 3 |
|  | Рассмотрите открытие μ - мюона. Измерение массы μ. Проверка e-μ-τ универсальности в лептонных распадах | Лекция № 3 |
|  | Рассмотрите открытие μ и τ-лептонов. Измерение массы τ. Проверка e-μ-τ универсальности в лептонных распадах | Лекция № 3 |
|  | Дайте описание лептонов в природе. Источники электронных антинейтрино | Лекция № 3 |
|  | Классифицируйте детекторы электронных нейтрино. | Лекция № 3 |
|  | Опишите обнаружение электронного антинейтрино | Лекция № 3 |
|  | Рассмотрите массу и время жизни мюона. Распад мюона. | Лекция № 4 |
|  | Дайте определение диаграмме Фейнмана | Лекция № 4 |
|  | Решите задачу на сохранение лептонного заряда в слабых взаимодействиях | Лекция № 5 |
|  | Рассмотрите массу, время жизни и относительные вероятности распада тау-лептона. | Лекция № 5 |
|  | Рассмотрите Р-четность частиц и систем частиц. | Лекция № 5 |
|  | Рассмотрите С-четность частиц. С-четность позитрония. | Лекция № 5 |
|  | Опишите теоретическое открытие нейтрино | Лекция № 6 |
|  | Изложите экспериментальное доказательство существования нейтрино. | Лекция № 6 |
|  | Изложите экспериментальное определение спиральности нейтрино | Лекция № 6 |
|  | Обнаружение электронного нейтрино, обнаружение мюонного и тау нейтрино. | Лекция № 5 |
|  | Дать описание бета распаду | Лекция № 7 |
|  | Опишите измерение массы нейтрино. | Лекция № 7 |
|  | Опишите измерение массы мюонного и тау-нейтрино | Лекция № 5 |
|  | Рассмотрите измерение поляризации заряженных лептонов в бета-распаде и определение спиральности нейтрино | Лекция № 7 |
|  | Дайте определение спиральности тау-нейтрино. | Лекция № 7 |
|  | Обоснуйте двойной бета распад. | Лекция № 17 |
|  | Определите природу нейтрино | Лекция № 8 |
|  | Объясните наблюдение осцилляций солнечных нейтрино. | Лекция № 8 |
|  | Назовите основные моды распадов τ-лептона. Относительная вероятность лептонных распадов | Лекция № 8 |
|  | Обоснуйте наблюдение осцилляций нейтрино от реакторов | Лекция № 9 |
|  | Опишите наблюдение осцилляций нейтрино от ускорителей | Лекция № 9 |
|  | Рассмотрите основы и принципы работы нейтринных телескопов. | Лекция № 11 |
|  | Опишите наблюдение осцилляций атмосферных нейтрино | Лекция № 10 |
|  | Оцените нейтринный телескоп IceCube. | Лекция № 10 |
|  | Рассмотрите нейтринный телескоп ANTARES. | Лекция № 5 |
|  | Изложите проверку гипотезы лептонной универсальности. | Лекция № 6 |
|  | Обоснуйте природу нейтрино сверхвысоких энергий. | Лекция № 11 |
|  | Проанализируйте СР-инвариантность и ее нарушение | Лекция № 12 |
|  | Опишите регистрацию электронных нейтрино и антинейтрино | Лекция № 11 |
|  | Дайте характеристику нейтринным детекторам различного типа. | Лекция № 12 |
|  | Изложите квантовую физику нейтринных осцилляций | Лекция № 14 |
|  | Дайте изложение процессу регистрации космических нейтрино и открытия космических рентгеновских источников | Лекция № 13 |
|  | Опишите процесс проверки гипотезы лептонной универсальности. | Лекция № 14 |
|  | Проанализируйте нарушение С и Р инвариантности. | Лекция № 15 |

Политика оценивания и аттестации

**Критериальное оценивание:** оценивание результатов обучения в соотнесенности с дескрипторами (проверка сформированности компетенций на рубежном контроле и экзаменах).

**Суммативное оценивание:** оценивание присутствия и активности работы в аудитории; оценивание выполненного СРС задания, выполненной контрольной работы, коллоквиума.

Формула расчета итоговой оценки.

Ниже приведены минимальные оценки в процентах:

95% - 100%: А 90% - 94%: А- 85% - 89%: В+ 80% - 84%: В 75% - 79%: В- 70% - 74%: С+

65% - 69%: С 60% - 64%: С- 55% - 59%: D+

50% - 54%: D- 0% -49%: F

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. В.Баргер, В. Марфатиа, К. Виснант «Физика Нейтрино», 240 стр. ISBN 9780691128535, изд 2012 г.,

2. Франк Клоуз «Нейтрино», 181 стр., ISBN-13: 978-0199695997,

ISBN-10: 0199695997, изд. 2010 г.,

3. К. Джанти «Фундаментальность физики нейтрино и астрофизики», 82.87 МБ, PDF, ISBN : 0198508719, изд. Science, 2007;

4**. Л.Б.Окунь.** Лептоны и кварки, Москва, Наука, 1990

5. С.М. Биленький. [Смешивание и осцилляции нейтрино.](http://www1.jinr.ru/Pepan/1987-v18/v-18-3/pdf_obzory/v18p3_3.pdf) (pdf)

[Взаимодействие нейтрино с нуклонами](http://phys.web.ru/db/msg.html?mid=1178450&s=260000111) (pdf) Дубна, ОИЯИ, 2013