

Утверждено
решением Ученого Совета
физического факультета МГУ
от 26.12.2019 г.

Декан физического факультета МГУ
профессор Н.Н.Сысоев



Государственный экзамен по физике

Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова

Магистерская программа

«Физика атомного ядра и квантовая теория столкновений»

Билет № 1

1. Модель жидкой капли. Оценка полного энерговыделения в процессе деления ядра на два осколка равной и неравной массы. Оценка полной кинетической энергии осколков деления.
2. Метод встречных пучков и его преимущества при изучении взаимодействий в области сверхвысоких энергий. Необходимость использования накопителей в методе встречных пучков.
3. Постройте спин-флейворную волновую функцию π^+ -мезона в кварковой модели.

Билет № 2

1. Прямые ядерные реакции. Спектроскопические возможности.
2. Кварки и глюоны в сильном взаимодействии. Понятие цвета кварков. Изотопическая симметрия u- и d-кварков.
3. Найти число нейтронов, возникающих в единицу времени в урановом реакторе, тепловая мощность которого $P = 100 \text{ МВт}$, если среднее число нейтронов на каждый акт деления $v = 2,5$. Считать, что при каждом делении освобождается энергия $E = 200 \text{ МэВ}$.

Билет № 3

1. Сверхтяжелые ядра. Остров стабильности химических элементов.
2. Роль бозона Хиггса в Стандартной Модели. Основные моды распада, основные процессы рождения.
3. Для реакции срыва $^{35}\text{Cl}(\text{d},\text{p})^{36}\text{Cl}$ найти возможные значения орбитального момента l_n захваченного ядром нейтрона. Указать, исходя из простейшей оболочечной модели, какое из значений l_n реализуется, если ядро ^{36}Cl образуется в основном состоянии.

Билет № 4

1. Классификация фундаментальных частиц и фундаментальных взаимодействий.
2. Механизмы взаимодействия фотонов с ядрами в зависимости от длины волны фотона.
3. В электрон-протонном коллайдере электронный пучок с энергией E_e^* ($E_e^* \gg m_e$) сталкивается с протонным пучком энергии E_p^* ($E_p^* \gg m_p$). Рассчитать полную энергию столкновения в системе центра масс и оценить, какая энергия электронного пучка потребовалась бы для создания эквивалентной установки с фиксированной мишенью.

Билет № 5

1. Модель составного ядра.
2. S-матрица. Представление S-матрицы в виде ряда теории возмущений.
3. Почему нейтральный пион не может распасться на пару нейтрино и антинейтрино?

Билет № 6

1. Решение уравнения Дирака для свободных частиц.
2. Осцилляции нейтрино.
3. Почему нейтральный векторный ρ^0 -мезон почти со 100%-й вероятностью распадается на $\pi^+\pi^-$ - пару и никогда не распадается на $\pi^0\pi^0$ - пару?

Билет № 7

1. Основные моды рождения top-кварков на протон-протонных и протон-антипротонных коллайдерах. Важнейшие моды распада
2. Прохождение заряженных частиц через вещество. Основные закономерности.
3. Вероятность какого распада $K^{*0} \rightarrow K^+\pi^-$ или $K^{*0} \rightarrow K^-\pi^+$ выше и почему? Нарисуйте фейнмановские диаграммы обоих процессов.

Билет № 8

1. Свойства матрицы плотности чистых и смешанных состояний.
2. Треугольник унитарности. Из каких реакций экспериментально находят углы треугольника унитарности?
3. Основной канал распада π^0 -мезона это канал $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$. Его парциальная ширина близка к единице. Зная это оцените по порядку величины парциальные ширины распадов $\pi^0 \rightarrow e^+e^-\gamma$ и $\pi^0 \rightarrow e^+e^-e^+e^-$.

