

**«УТВЕРЖДАЮ»**

И.о. декана физического факультета МГУ

профессор Белокуров В.В.



---

**БИЛЕТЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА**

**Направление подготовки 03.04.02 «Физика»**

**Магистерская программа**

**«ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ СТОЛКНОВЕНИЙ»**

### Билет № 1

1. Модель жидкой капли. Оценка полного энергосвыделения 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  $\pi^+$ -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  $P = 100$  МВт, если среднее число нейтронов на каждый акт деления  $\nu = 2,5$ . Считать, что при каждом делении освобождается энергия  $E = 200$  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  $^{35}\text{Cl}(d,p)^{36}\text{Cl}$  найти возможные значения орбитального момента  $l_n$  захваченного ядром нейтрона. Указать, исходя из простейшей оболочечной модели, какое из значений  $l_n$  реализуется, если ядро  $^{36}\text{Cl}$  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  $\rho^0$ -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 топ-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  $\pi^0$ -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  $\pi^0 \rightarrow e^+e^-e^+e^-$ .