

Контрольные вопросы к лабораторной работе № 1

«Структура атомного ядра»

1. Пространственные масштабы в ядерной физике

1.1. Радиус ядра

- 1.1.1. Какие основные единицы измерения длины используются в атомной и ядерной физике и почему? Их значения выраженные в метрах?
- 1.1.2. Что такое массовое число?
- 1.1.3. Какой явный вид эмпирической формулы, описывающей зависимость радиуса ядра от массового числа? Получить зависимость $R = R(A)$ в предположении, что ядерная материя несжимаема (радиус нуклона положить равным 0.8 Фм). Что можно сказать об изменении плотности ядерной материи при образовании ядра посредством слияния отдельных нуклонов?
- 1.1.4. В каких опытах и каким образом были впервые получены численные оценки радиуса ядра? Оценить характерный размер ядра атома платины для кинетической энергии α - частиц $T = 10$ МэВ.

1.2. Свойства ядерных сил

- 1.2.1. Какие экспериментальные характеристики привлекают для исследования структуры ядерных сил?
- 1.2.2. Почему нельзя однозначно определить явный аналитический вид ядерных сил?
- 1.2.3. Почему при исследовании ядерных сил особое место занимает дейтрон?
- 1.2.4. Чему равен радиус ядерных сил?
- 1.2.5. Зависят ли ядерные силы от взаимной ориентации спинов нуклонов? Какие факты можно привести в подтверждение?
- 1.2.6. Какие силы называются центральными? Какие факты являются веским доказательством нецентрального характера ядерных сил?
- 1.2.7. Во сколько раз энергия связи дейтрона больше энергии связи электрона в атоме H_2 ? Какой можно сделать вывод?
- 1.2.8. В чем проявляется обменный характер ядерных сил? Какие факты указывают на это?
- 1.2.9. Что есть изотопическая инвариантность ядерных сил?
- 1.2.10. В чем проявляется переменный характер в поведении ядерных сил при изменении расстояния между нуклонами? Какие экспериментальные факты говорят об этом?
- 1.2.11. В чем проявляется свойство насыщения ядерных сил? Как можно объяснить указанное свойство?
- 1.2.12. Что есть тройные ядерные силы? В чем их особенность? Что известно о них сегодня?

1.2.13 Основные 2 направления развития теории ядерных сил. Границы применимости данных теорий.

2. Движение нуклона в ядре

2.1. Электрон-протонная модель ядра. Ее основные недостатки.

2.2. Модель Ферми-газа

2.2.1. Оценить величину газодинамического давления, создаваемого данным газом нуклонов на непроницаемые стенки воображаемого сосуда.

2.2.2. Оценить температуру данного газа.

2.2.3. Оценить глубину потенциальной ямы в рамках данной модели.

3. Модели атомного ядра

3.1. Почему нельзя построить единой модели атомного ядра?

3.2. Общая классификация моделей.

3.3. Коллективные модели ядра

3.3.1. Капельная модель. Ее основные особенности и область применимости. Формула Вейцекера (представить в терминах объема, площади и радиуса ядра).

3.3.2. Модель несферичного ядра. Основные достоинства модели и область применения.

3.4. Одночастичные модели ядра

3.4.1. Модель оболочек без остаточного взаимодействия; особенности и область применения.

3.4.2. Модель оболочек с феноменологическим спариванием; особенности и область применения.

3.4.3. Экспериментальное подтверждение оболочечной структуры ядра на примере реакции $p + {}^{40}\text{Ca} \rightarrow d + {}^{39}\text{Ca}$.

3.4.4. Что такое энергетическая оболочка? Какие ядра называются магическими, дважды магическими? Что определяет магическое число?

3.4.5. Какие самосогласованные потенциалы были использованы в работе? Какой из них наиболее адекватно описывает энергетический спектр нуклонов в ядре и "предсказывает" магические числа?

3.4.6. Как известно, в электронной конфигурации атома отсутствуют такие состояния как $1p$, $1d$, $1f$, $1g, \dots, 2d$, $2f$, $2g, \dots, 3f$, $3g$ и т.д. В нуклонной конфигурации ядра такие состояния существуют. Чем объяснить указанное различие?

3.4.7. Потенциальная яма ядра какого сорта нуклонов является более глубокой? Оценить разность глубин потенциальных ям для ${}^4_2\text{He}$, ${}^{16}_8\text{Ca}$, ${}^{40}_{20}\text{Ca}$.

3.5. Одночастичные модели ядра

3.5.1. Обобщенная модель со слабым взаимодействием; особенности и область применения.

3.5.2. Обобщенная модель с сильным взаимодействием; особенности и область применения.

4. Спин и четность ядра

4.1. Что такое спин ядра?

4.2. Как определяется спин ядра, отличающегося от магического на один нуклон?

4.3. Какие значения может принимать спин ядра? Его максимальное значение?

4.4. Что такое четность? Пояснить на примере четных и нечетных функций.

4.5. Доказать, что четность может принимать лишь 2 значения, используя свойства оператора инверсии.

4.6. Как определяется четность системы нуклонов?

Составитель: ассистент кафедры ОТФ _____ Ю.П. Филиппов.