

**ВОПРОСЫ ДЛЯ  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА  
ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ МАГИСТРОВ  
03.04.02 «ФИЗИКА»**

**МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА «ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И  
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА»**

**Введение в теорию кинетических уравнений**

1. Уравнение Смолуховского. Принцип детального равновесия.
2. Кинетическое уравнение Фоккера-Планка. Коэффициенты дрейфа и диффузии.
3. Применение уравнения Фоккера-Планка для описания броуновского движения. Уравнения Фоккера-Планка в пространстве скоростей и пространстве координат.
4. Важнейшие марковские процессы в случае непрерывной случайной переменной: Винеровский процесс и процесс Орштейна-Уленбека.
5. Уравнение кинетического баланса.
6. Кинетическое уравнение Больцмана.
7. Уравнение переноса Максвелла.
8. Законы сохранения массы, импульса, кинетической энергии в дифференциальной и интегральной формах. Закон возрастания энтропии.
9. Решение уравнения Больцмана в приближении времени релаксации.
10. Вычисление коэффициентов переноса неравновесных стационарных процессов: диффузии, теплопроводности, электропроводности.

**Стохастические методы в естественных науках**

1. Основные определения в теории случайных процессов.
2. Описание случайных процессов в терминах безусловных и условных плотностей распределения. Вероятность перехода.
3. Марковские случайные процессы. Уравнение Чепмена-Колмогорова.

4. Уравнение Чепмена – Колмогорова в дифференциальной форме. Основное кинетическое уравнение.
5. Уравнение Фоккера-Планка, уравнение диффузии, Винеровский процесс.
6. Описание броуновского движения уравнением Ланжевена. Характерные времена.
7. Средний квадрат скорости броуновской частицы. Амплитуда случайной силы в уравнении Ланжевена.
8. Средний квадрат смещения броуновской частицы. Формула Эйнштейна.
9. УФП в пространстве скоростей броуновской частицы. Распределение Максвелла.
10. Диффузия броуновских частиц в координатном пространстве.
11. Уравнение Крамерса. Скорость химических реакций.
12. Стохастическое интегрирование.

### **Физика и теория ядерного деления**

1. История открытия деления атомных ядер
2. Объяснение явления деления в модели жидкой капли.
3. Формула Вайцекера. Энергия деформации. Устойчивость ядра по отношению к малым деформациям.
4. Поверхность потенциальной энергии деформации делящегося ядра: основное состояние, седловая точка, понятие барьера деления, вынужденное и спонтанное деление атомных ядер, вычисление периода полураспада ядер по отношению к спонтанному делению.
5. Описание процесса распада атомных ядер в рамках статистической теории ядерных реакций. Понятие полной ширины распада, конкуренция каналов распада.
6. Метод оболочечной поправки Струтинского. Оболочечная поправка к энергии деформации ядра. Существование оболочек при больших деформациях. Двугорбый барьер деления.
7. Экспериментально наблюдаемые распределения осколков деления. Массовые и энергетические распределения осколков деления. Угловые распределения осколков деления.
8. Нейтроны, сопутствующие делению. Эволюция ядерной системы в процессе деления, источники и этапы испускания нейтронов. Описание выхода нейтронов деления

(временной масштаб нейтронной эмиссии, множественность нейтронов, спектр нейтронов деления).

9. Динамика деления возбужденных атомных ядер. Ланжевеновский процесс. Уравнение Фоккера-Планка. Приближение Вернера – Уилера для инерционного тензора.

10. Фрикционный тензор. Связь одночастичных и коллективных степеней свободы. Модельные представления о ядерной вязкости.

### **Квантовая механика атомных ядер (физика многочастичных систем с сильным взаимодействием)**

1. Общие понятия о ядре. Свойства атомных ядер: энергии связи, массы, размеры ядер, распределение плотности в ядре. Обзор коллективных и микроскопических моделей атомного ядра.

2. Атомное ядро как квантовая система: спектры атомных ядер, спин, четность, изоспин ядра и нуклонов. Формула Вайцеккера.

3. Малые поверхностные колебания сферических ядер. Колебательные спектры ядер.

4. Вращение аксиально-симметричных ядер. Вращательный спектр ядер.

5. История появления оболочечной модели ядра. Одночастичная оболочечная модель ядер. Магические числа.

6. Одночастичные состояния изотропного осциляторного потенциала. Необходимость учёта спин-орбитального взаимодействия.

7. Основные особенности сверхтекучей модели ядра. Парные корреляции в ядрах. Остаточное взаимодействие. Гамильтониан БКШ, пробная волновая функция БКШ.

8. Модель жидкой капли с резким краем поверхности ядра. Кулоновская, поверхностная, вращательная энергии ядра. Стабильность вращающейся жидкой капли.

9. Одночастичные состояния в деформированных ядрах (схема Нильсона).

10. Основные физические результаты, полученные с помощью метода Струтинского. Двугорбый барьер деления, изомеры формы. Остров стабильности сверхтяжелых ядер. Граница периодической таблицы Менделеева на сегодняшний день.

1. Группа симметрии гамильтониана и вырождение уровней энергии
2. Локальная симметрия свободного нестационарного уравнения Шредингера
3. Группа симметрии кулоновского потенциала
4. Группа симметрии квантового гармонического осциллятора.
5. Локальная симметрия уравнения Клейна - Гордона - Фока
6. Векторы Киллинга и симметрия релятивистских волновых уравнений в искривленном пространстве-времени