**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М. В. ЛОМОНОСОВА  
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Вступительный экзамен в аспирантуру по специальности**

**БИЛЕТ № 1**

**Механика**

Дайте определение материальной точки. Запишите выражения для скорости и ускорения материальной точки в декартовой, цилиндрической и сферической системах координат. Определите понятия силы и массы. Сформулируйте законы Ньютона и принцип относительности Галилея.

**Оптика**

Сформулируйте принцип Гюйгенса-Френеля. Получите выражение для радиуса *n*-ой зоны Френеля, постройте векторную диаграмму для комплексной амплитуды поля при дифракции на круглом отверстии. Изобразите амплитудную и фазовую зонные пластинки. Запишите дифракционный интеграл Кирхгофа.

**Молекулярная физика, статистическая физика и термодинамика**

Определите массу воздуха, заключенного между двумя оконными рамами, при атмосферном давлении , считая, что температура между рамами меняется по линейному закону от  до . Площадь окна равна , расстояние между рамами . Молярная масса воздуха .

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Председатель экзаменационной комиссии профессор** |  | **П.А. Форш** |

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М. В. ЛОМОНОСОВА  
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Вступительный экзамен в аспирантуру по специальности**

**БИЛЕТ № 2**

**Электродинамика**

Запишите выражения для силы и момента сил, действующих на диполь в неоднородном электрическом поле. Опишите излучение электромагнитных волн в дипольном приближении. Как выглядит угловое распределение интенсивности? Что такое радиационное трение?

**Ядерная физика**

Перечислите квантовые числа, характеризующие частицы. Что такое спин? Какие значения он может принимать? Что характеризует квантовое число внутренней четности? От чего зависит значение изоспина? Какие квантовые числа совпадают у частиц и античастиц? Какие квантовые числа сохраняются в сильном взаимодействии? В слабом и электромагнитном?

**Механика**

Заяц бежит по прямой со скоростью *V*1. Его начинает преследовать со скоростью *V*2 собака, которая в ходе погони всегда бежит в направлении строго на зайца. В начальный момент времени расстояние между ними равно *а* и направления их движения ортогональны. Найти уравнение траектории собаки в системе отсчета, связанной с зайцем.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Председатель экзаменационной комиссии профессор** |  | **П.А. Форш** |

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М. В. ЛОМОНОСОВА  
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Вступительный экзамен в аспирантуру по специальности**

**БИЛЕТ № 3**

**Биофизика**

Состав, строение, функции и основные физические характеристики живых клеток как термодинамических открытых систем.

**Электродинамика**

Запишите материальные уравнения для электромагнитного поля в среде при наличии временно́й дисперсии. Дайте определение комплексной диэлектрической проницаемости в среде и укажите её аналитические свойства. Получите формулы Крамерса-Кронига

**Механика**

Космический корабль движется по эллиптической орбите вокруг планеты массы *M,* так что минимальное расстояние до силового центра равно *а*, а максимальное равно *b.* Найти скорость, которую необходимо ему сообщить в афелии, так чтобы он стал двигаться по параболе.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Председатель экзаменационной комиссии профессор** |  | **П.А. Форш** |

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М. В. ЛОМОНОСОВА  
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Вступительный экзамен в аспирантуру по специальности**

**БИЛЕТ № 4**

**Молекулярная физика, статистическая физика и термодинамика**

Что такое термодинамическая система? Дайте определение и примеры термодинамических параметров. Определите внутреннюю энергию системы. Сформулируйте первое начало термодинамики. Дайте определения состояния равновесия и равновесного процесса.

**Оптика**

Прохождение света через границу раздела двух диэлектриков. Формулы Френеля. Явление полного внутреннего отражения. Угол Брюстера. Зависимость коэффициента отражения света от угла падения и поляризации падающего света.

**Механика**

Частица массы *m* и зарядом *e* движется по сфере радиуса *R* в поле силы тяжести и однородном постоянным магнитном поле, напряженности *H*0, направленном в противоположную сторону от силы тяжести. Построить функцию Лагранжа, найти интегралы движения и закон движения в квадратурах.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Председатель экзаменационной комиссии профессор** |  | **П.А. Форш** |

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М. В. ЛОМОНОСОВА  
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Вступительный экзамен в аспирантуру по специальности**

**БИЛЕТ № 5**

**Механика**

Сформулируйте задачу об одномерном движении материальной точки в потенциальном поле и получите закон движения в квадратурах. Исследуйте его вблизи точек поворота. Выведите формулу для периода колебаний при финитном движении.

**Электродинамика**

Получите уравнения для скалярного и векторного потенциалов электромагнитного поля в линейной однородной изотропной среде в отсутствие дисперсии. Выполните калибровочное преобразование для потенциалов и получите уравнения для потенциалов при выполнении калибровочного условия Лоренца. Запишите решение для запаздывающих потенциалов.

**Молекулярная физика, статистическая физика и термодинамика**

Найдите зависимость давления от объема для процесса, проводимого над одноатомным идеальным газом, при котором молярная теплоемкость газа меняется с температурой по закону *C* = *T*, где ** – постоянная.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Председатель экзаменационной комиссии профессор** |  | **П.А. Форш** |

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М. В. ЛОМОНОСОВА  
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Вступительный экзамен в аспирантуру по специальности**

**БИЛЕТ № 6**

**Геофизика**

Строение Земли по сейсмическим данным. Основные сейсмические границы и аномальные слои Земли. Основные структурные оболочки Земли.

**Ядерная физика**

Что такое цепная реакция? Что характеризует коэффициент размножения нейтронов? Какие процессы называются критическими, надкритическими и подкритическими? Как устроен ядерный реактор? Как осуществляется контроль скорости реакции в ядерном реакторе?

**Механика**

Частица массы *m* движется в потенциале , где *α, β > 0*. Найти смещение перигелия траектории за период для случая финитного движения.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Председатель экзаменационной комиссии профессор** |  | **П.А. Форш** |

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М. В. ЛОМОНОСОВА  
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Вступительный экзамен в аспирантуру по специальности**

**БИЛЕТ № 7**

**Механика**

Сформулируйте задачу Кеплера. Докажите первый закон Кеплера. Какие траектории возможны в данной задаче?

**Электродинамика**

Опишите структуру плоской электромагнитной волны. Что такое поляризация волны? Как преобразуется электрическое и магнитное поле электромагнитной волны при переходе к движущейся системе отсчета. В чем состоит эффект Доплера.

**Молекулярная физика, статистическая физика и термодинамика**

Найдите термодинамические потенциалы: свободную энергию  и энтальпию  для моля одноатомного идеального газа.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Председатель экзаменационной комиссии профессор** |  | **П.А. Форш** |

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М. В. ЛОМОНОСОВА  
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Вступительный экзамен в аспирантуру по специальности**

**БИЛЕТ № 8**

**Электродинамика**

Запишите уравнения Максвелла для электромагнитного поля в среде. Запишите уравнение непрерывности зарядов и токов в проводящей среде. Какой вид имеют материальные уравнения и условия на границе раздела сред для характеристик электромагнитного поля? Приведите примеры явлений, описываемых некоторыми из этих уравнений.

**Квантовая физика**

Запишите уравнение Шредингера для атома водорода и обсудите вид и основные характеристики решений этого уравнения. Объясните, что характеризуют квантовые числа.

**Механика**

К стенке прикреплена спица, на которую нанизаны две бусинки массами *3m* и *m*. Между собой бусинки соединены пружиной жесткостью *k*. Бусинка массы *3m* присоединена к стенке пружиной жесткостью *k*. При этом стенка совершает малые колебания по закону . Система находятся в горизонтальной плоскости, трением пренебречь. Найти закон установившихся вынужденных колебаний и условия резонанса.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Председатель экзаменационной комиссии профессор** |  | **П.А. Форш** |

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М. В. ЛОМОНОСОВА  
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Вступительный экзамен в аспирантуру по специальности**

**БИЛЕТ № 9**

**Оптика**

Получите из уравнений Максвелла волновое уравнение для вектора напряженности электрического поля световой волны в однородном изотропном диэлектрике без свободных зарядов. Запишите выражения для вектора Умова-Пойнтинга и объемной плотности энергии электромагнитной волны в изотропной среде.

**Механика**

Что такое интегралы движения? Как с их помощью найти закон движения? Приведите определения обобщенной энергии и обобщенного импульса. Сформулируйте и выведите условия их сохранения.

**Молекулярная физика, статистическая физика и термодинамика**

С одним молем идеального газа проводят процесс , где *а —* постоянная величина. Найдите максимально возможную температуру газа в этом процессе. Проиллюстрируйте это решение на *p-V* диаграмме.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Председатель экзаменационной комиссии профессор** |  | **П.А. Форш** |

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М. В. ЛОМОНОСОВА  
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Вступительный экзамен в аспирантуру по специальности**

**БИЛЕТ № 10**

**Электродинамика**

Опишите распространение электромагнитной волны в слабо проводящей, диспергирующей среде. Для однородной волны, получите выражения для показателя преломления и коэффициента поглощения, представив их через вещественную и мнимую части комплексной диэлектрической проницаемости среды.

**Ядерная физика**

Опишите опыт Резерфорда. Что такое ядро, каковы его характерные размеры? Каким распределением описываются плотности распределения массы и заряда ядра? Как связан радиус ядра и его массовое число? Дайте определение энергии связи ядра. Чему равен дефект массы ядра?

**Механика**

Записать функцию Лагранжа релятивистской частицы массы *m* и зарядом *e* в произвольном электромагнитном поле и построить по ней функцию Гамильтона, взяв декартовы координаты частицы в качестве обобщенных.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Председатель экзаменационной комиссии профессор** |  | **П.А. Форш** |

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М. В. ЛОМОНОСОВА  
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Вступительный экзамен в аспирантуру по специальности**

**БИЛЕТ № 11**

**Механика**

Рассмотрите задачу о движении механической системы при наличии связей. Приведите классификацию связей. Получите уравнения Лагранжа из второго закона Ньютона.

**Электродинамика**

Получите выражение для энергии электростатического поля системы, состоящей из произвольного числа заряженных проводящих тел. Результат выразите через потенциальные и ёмкостные коэффициенты. Укажите свойства этих коэффициентов.

Молекулярная физика, статистическая физика и термодинамика

Теплоизолированный цилиндрический сосуд разделен невесомым поршнем на две равные части. По одну сторону поршня находится идеальный газ массой  с молярной массой  и молярными теплоемкостями  и , не зависящими от температуры, а по другую сторону поршня – вакуум. Начальные температура и давление газа  и . Поршень отпускают, и он, свободно передвигаясь, дает возможность газу заполнить весь объем цилиндра. После этого медленно доводят объем газа до первоначальной величины. Найдите изменение внутренней энергии и энтропии.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Председатель экзаменационной комиссии профессор** |  | **П.А. Форш** |

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М. В. ЛОМОНОСОВА  
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Вступительный экзамен в аспирантуру по специальности**

**БИЛЕТ № 12**

**Механика**

Сформулируйте задачу о свободных малых колебаниях с несколькими степенями свободы. Запишите уравнения движения в приближении малых колебаний. Получите его общее решение. Что такое нормальные колебания, как определять их частоты и амплитуды?

**Ядерная физика**

Дайте определение радиоактивности. В чем заключается статистический характер распада? Выведите закон радиоактивного распада. Что такое период полураспада? Как связаны период полураспада и постоянная распада? Чем обусловлены естественная и искусственная радиоактивности?

**Электродинамика**

По круглой тонкой пластинке радиусом *R* равномерно распределен заряд *Q*. Найдите напряженность поля на оси, перпендикулярной к плоскости пластинки, как функцию расстояния от ее центра. Исследуйте полученное выражение при *z* << *R* и *z* >> *R*.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Председатель экзаменационной комиссии профессор** |  | **П.А. Форш** |

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М. В. ЛОМОНОСОВА  
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Вступительный экзамен в аспирантуру по специальности**

**БИЛЕТ № 13**

**Квантовая физика**

Выпишите явный вид операторов координаты и импульса в координатном и импульсном представлениях. Как выглядит соотношение неопределенностей Гайзенберга и каков его физический смысл? Выпишите нестационарное и стационарное уравнения Шредингера для одномерного движения материальной точки.

**Молекулярная физика, статистическая физика и термодинамика**

Сформулируйте второе начало термодинамики для неравновесных процессов. Приведите различные его формулировки и докажите их эквивалентность. Укажите механизмы возникновения необратимости.

**Оптика**

Две плоские монохроматические линейно поляризованные волны одной частоты распространяются вдоль оси *z*. Первая волна поляризована по оси *x* и имеет амплитуду *a*, а вторая поляризована по оси *y*, имеет амплитуду *b* и опережает первую по фазе на *χ*. Найдите поляризацию результирующей волны.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Председатель экзаменационной комиссии профессор** |  | **П.А. Форш** |

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М. В. ЛОМОНОСОВА  
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Вступительный экзамен в аспирантуру по специальности**

**БИЛЕТ № 14**

**Молекулярная физика, статистическая физика и термодинамика**

Определите понятие энтропии. Как изменяется энтропия при квазистатических процессах? Получите уравнение адиабаты. Как изменится энтропия в результате теплообмена между двумя идеальными газами, пришедшими к равновесию?

**Оптика**

Сформулируйте приближение Фраунгофера для дифракции волн и запишите в этом приближении интеграл для дифрагирующего светового поля. Дайте определение дальней зоны дифракции. Представьте распределение дифрагировавшего поля в дальней зоне как пространственное преобразование Фурье поля на дифракционномм отверстии.

**Электродинамика**

Заряд *q* расположен на расстоянии *a* от плоской границы раздела двух полупространств с диэлектрическими проницаемостями  и . Найдите его потенциал и действующую на него силу.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Председатель экзаменационной комиссии профессор** |  | **П.А. Форш** |

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М. В. ЛОМОНОСОВА  
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Вступительный экзамен в аспирантуру по специальности**

**БИЛЕТ № 15**

**Механика**

Сформулируйте задачу о вынужденных малых колебаниях с несколькими степенями свободы. Что представляет собой общее решение уравнений движения? Найдите закон установившихся малых колебаний. Сформулируйте условие резонанса.

**Оптика**

Объясните волновую природу давления света на примере плоской электромагнитной волны, падающей нормально на поверхность. Запишите выражения для импульса световой волны, давления света на поверхность с коэффициентом отражения *R*. Какова поляризация естественного света? Изобразите траектории конца вектора напряженности электрического поля для случаев линейной, круговой и эллиптической поляризации.

**Электродинамика**

Металлический шар радиуса  зарядили зарядом . На расстоянии  от его центра поместили точечный заряд . Чему равен потенциал шара? Чему равна сила, действующая на точечный заряд?

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Председатель экзаменационной комиссии профессор** |  | **П.А. Форш** |

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М. В. ЛОМОНОСОВА  
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Вступительный экзамен в аспирантуру по специальности**

**БИЛЕТ № 16**

**Квантовая физика**

Дайте определение чистого и смешанного состояний квантовых систем. Приведите примеры квантовых систем, находящихся в чистом и смешанном состояниях. Каковы основные свойства и физический смысл волновой функции и матрицы плотности? Что является результатом измерения физической величины? Как найти вероятность того или иного результата измерения в чистом состоянии и в смешанном состоянии? Как найти среднее значение физической величины в чистом состоянии и в смешанном состоянии?

**Оптика**

В чем заключается явление интерференции света? В случае интерференции света от двух монохроматических точечных источников (схема Юнга) получите выражения для интенсивности и ширины интерференционной полосы, запишите значения фазы и разности хода в максимуме и минимуме *m*-го порядка интерференции.

**Ядерная физика**

Оценить среднее время (в секундах) жизни нейтрального *ρ* -мезона, если ширина пика в зависимости эффективного сечения его образования от энергии составляет 150 МэВ.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Председатель экзаменационной комиссии профессор** |  | **П.А. Форш** |

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М. В. ЛОМОНОСОВА  
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Вступительный экзамен в аспирантуру по специальности**

**БИЛЕТ № 17**

**Механика**

Дайте определение абсолютно твердого тела. Сколько оно имеет степеней свободы? Введите углы Эйлера. Получите кинематические уравнения Эйлера. Запишите функцию Лагранжа симметричного волчка с неподвижной точкой.

**Оптика**

Распространение света в одноосных кристаллах. Луч и нормаль. Изобразите поверхность нормалей и объясните ее физический смысл. Изобразите взаимное расположение волнового, лучевого векторов и векторов напряженностей электрического и магнитного полей. Приведите оптическую схему получения света с круговой и эллиптической поляризацией из естественного света.

**Электродинамика**

Найдите векторный потенциал и индукцию магнитного поля, создаваемого контуром с током *I* в произвольной точке пространства на расстояниях от контура, намного больших, чем его линейные размеры.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Председатель экзаменационной комиссии профессор** |  | **П.А. Форш** |

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М. В. ЛОМОНОСОВА  
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Вступительный экзамен в аспирантуру по специальности**

**БИЛЕТ № 18**

**Молекулярная физика, статистическая физика и термодинамика**

Что такое термодинамические потенциалы? Определите энтальпию и свободную энергию системы. Приведите примеры использования термодинамических потенциалов для определения термодинамических параметров. Сформулируйте условия термодинамического равновесия и устойчивости пространственно однородной системы.

**Оптика**

Что такое пространственная когерентность? Как влияет размер теплового источника на видность интерференционной картины в опыте Юнга. Звездный интерферометр Майкельсона и измерение угловых размеров звезд.

**Ядерная физика**

Рассчитать минимальную кинетическую энергию (в МэВ) протонов в реакции рождения нейтрального пиона на неподвижной водородной мишени: .

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Председатель экзаменационной комиссии профессор** |  | **П.А. Форш** |

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М. В. ЛОМОНОСОВА  
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Вступительный экзамен в аспирантуру по специальности**

**БИЛЕТ № 19**

**Оптика**

Что такое временная когерентность света? Длина и время когерентности. Функция видности Майкельсона. Функция автокорреляции и степень когерентности. Приведите примеры длины когерентности излучения различных источников света.

**Ядерная физика**

В чем отличие адронов и лептонов? Какие частицы называются барионами? Перечислите кварки трех поколений с указанием их зарядов и ароматов. Какой кварковый состав нуклонов? Для чего было введено квантовое число «цвет»? Какие ограничения на кварковый состав и взаимодействие между кварками накладывает наличие «цвета»?

**Механика**

Вычислить переменную «действие» для одномерного гармонического осциллятора. Используя данный результат, найти как будет меняться амплитуда малых колебаний маятника при медленном изменении длины нити *l(t).*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Председатель экзаменационной комиссии профессор** |  | **П.А. Форш** |

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М. В. ЛОМОНОСОВА  
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Вступительный экзамен в аспирантуру по специальности**

**БИЛЕТ № 20**

**Молекулярная физика, статистическая физика и термодинамика**

Что такое идеальный газ? При каких условиях наблюдается отклонение газов от идеальности? Запишите разложение давления неидеального газа по степеням 1/*V* (вириальное разложение). Запишите внутреннюю энергию идеального газа и его теплоемкости при изопроцессах.

**Оптика**

Сформулируйте основные положения электронной теории дисперсии и ее приближения. Изобразите кривые дисперсии и абсорбции в окрестности линии поглощения. Укажите области нормальной и аномальной дисперсии и изобразите картину дисперсии, получаемую в скрещенных призмах. Опишите в первом приближении теории дисперсии распространение светового импульса в диспергирующей среде. Что такое групповая и фазовая скорости?

**Электродинамика**

Сфера радиусом *R* , заряженная с поверхностной плотностью , вращается вокруг оси симметрии с угловой скоростью . Найдите индукцию магнитного поля на оси вращения.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Председатель экзаменационной комиссии профессор** |  | **П.А. Форш** |

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М. В. ЛОМОНОСОВА  
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Вступительный экзамен в аспирантуру по специальности**

**БИЛЕТ № 21**

**Квантовая физика**

Найдите уровни энергии одномерного гармонического осциллятора. Как выглядят волновые функции гармонического осциллятора в координатном представлении?

**Молекулярная физика, статистическая физика и термодинамика**

Запишите каноническое распределение Гиббса. Сформулируйте приближения, при которых оно было получено. Укажите смысл всех входящих в него параметров. Что такое статистическая сумма? Как она связана со свободной и внутренней энергиями системы? Сформулируйте теорему о распределении энергии по степеням свободы.

**Оптика**

От двух когерентных точечных источников света получена интерференционная картина на экране, удаленном от источников на расстояние *L* = 2 м., и расположенном параллельно прямой, проходящей через источники. Во сколько раз изменится ширина интерференционных полос, если между источниками и экраном поместить собирающую линзу с фокусным расстоянием *f* = 40 см так, чтобы источники оказались в ее фокальной плоскости? Расстояние между источниками много меньше *f* и *L*.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Председатель экзаменационной комиссии профессор** |  | **П.А. Форш** |

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М. В. ЛОМОНОСОВА  
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Вступительный экзамен в аспирантуру по специальности**

**БИЛЕТ № 22**

**Механика**

Запишите функцию Лагранжа нерелятивистской частицы в произвольном электромагнитном поле. Выясните, что происходит с функцией Лагранжа и уравнениями Лагранжа при калибровочных преобразованиях

**Электродинамика**

Постройте ковариантное (четырехмерное) обобщение уравнений электромагнитного поля в среде. Запишите выражения для тензоров, образованных компонентами векторов и получите закон преобразования компонент этих векторов при преобразованиях Лоренца.

**Оптика**

Параллельный пучок монохроматического света с длиной волны  = 600 нм падает нормально на непрозрачный экран с круглым отверстием диаметром *D* = 1,2 мм. На расстоянии *b* = 10 см за экраном на оси отверстия наблюдается темное пятно. На какое минимальное расстояние *b* нужно отодвинуть экран от этой точки вдоль оси отверстия, чтобы в центре дифракционной картины вновь наблюдалось темное пятно?

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Председатель экзаменационной комиссии профессор** |  | **П.А. Форш** |

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М. В. ЛОМОНОСОВА  
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Вступительный экзамен в аспирантуру по специальности**

**БИЛЕТ № 23**

**Электродинамика**

Получите выражение для энергии магнитного поля системы, состоящей из произвольного числа контуров со стационарными токами. Результат представьте в двух формах: через индуктивные коэффициенты и через магнитный поток. Укажите свойства индуктивных коэффициентов.

**Оптика**

Пользуясь векторной диаграммой изобразите график изменения интенсивности плоской волны при дифракции на круглом отверстии в зависимости от расстояния. Сформулируйте приближение Френеля в теории дифракции и запишите дифракционный интеграл в этом приближении. Как работает собирающая линза?

**Молекулярная физика, статистическая физика и термодинамика**

На броуновскую частицу массой , совершающую случайные блуждания в одномерном пространстве, действует сила вязкого трения  и случайная сила толчков со стороны окружающих ее молекул. Найдите корреляционную функцию для скорости частицы.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Председатель экзаменационной комиссии профессор** |  | **П.А. Форш** |

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М. В. ЛОМОНОСОВА  
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Вступительный экзамен в аспирантуру по специальности**

**БИЛЕТ № 24**

**Механика**

Сформулируйте задачу о движении в центральном поле. Покажите, что движение в центральном поле является плоским и происходит с постоянной секторной скоростью. Получите закон движения в квадратурах. Введите понятие эффективного потенциала.

**Геофизика**

Происхождение Солнечной системы и Земли. Энергия аккреции Земли и энергия гравитационной дифференциации.

**Оптика**

Параллельный пучок монохроматического света с длиной волны = 500 нм и интенсивностью *I*0 падает на непрозрачный экран с круглым отверстием диаметром *D*=2 мм. Найдите координату точки, лежащей на оси отверстия, для которой в пределах отверстия укладывается *n* зон Френеля. Постройте приближенно график зависимости интенсивности света на оси отверстия от расстояния до точки наблюдения.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Председатель экзаменационной комиссии профессор** |  | **П.А. Форш** |

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М. В. ЛОМОНОСОВА  
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Вступительный экзамен в аспирантуру по специальности**

**БИЛЕТ № 25**

**Молекулярная физика, статистическая физика и термодинамика**

Дайте определение одночастичной функции распределения. Запишите кинетическое уравнение Больцмана. Что такое интеграл столкновений? В чем заключается приближение парных столкновений? Покажите, что при равновесном распределении вероятностей интеграл столкновений равен нулю.

**Механика**

Приведите определение функции Гамильтона. Функцией, каких независимых переменных она является? Выведите канонические уравнения Гамильтона из уравнений Лагранжа.

**Квантовая физика**

Одномерный гармонический осциллятор. Найти поправки к энергии *n*-го уровня, вызванные возмущением *αx4*.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Председатель экзаменационной комиссии профессор** |  | **П.А. Форш** |