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 имени М.В.Ломоносова

Направление "Физика" (бакалавриат)

Билет №1 ОГФ

1. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

2. Прохождение частиц через потенциальный барьер. Туннельный эффект.

3. Две бесконечные параллельные плоскости находятся на расстоянии d=0.5 см друг от друга. На плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями δ_1=0.2 мкКл/м^2 и δ_2= -0.3 мкКл/м^2. Определить разность потенциалов U между плоскостями.

Билет №2

1. Дисперсия и поглощение света. Отражение и преломление на границах двух сред.

2. Деление и синтез ядер. Ядерная энергия. Реакторы.

3. Широкий сосуд с небольшим отверстием в дне наполнен водой и керосином. Пренебрегая вязкостью, найти скорость вытекающей воды, если толщина слоя воды $h_1 = 30\ см$, а слоя керосина $h_2 = 20\ см$. Плотность воды $\rho_1 = 1000\ кг/м^3$, керосина – $\rho_2 = 800\ кг/м^3$.

Билет №3

1. Динамика системы материальных точек. Законы сохранения.

2. Уравнения Максвелла в среде. Материальные уравнения. Комплексная диэлектрическая проницаемость и показатель преломления, их пространственная и временная дисперсия.

3. Идеальный газ в количестве $\nu = 2.2\ моля$ находится в одном из двух теплоизолированных сосудов, соединенных между собой трубкой с краном. В другом сосуде – вакуум. Кран открыли, и газ заполнил оба сосуда, увеличив свой объем в $n = 3$ раза. Найти приращение энтропии газа.

Билет №4

1. Динамика абсолютно твердого тела. Тензор инерции. Уравнения Эйлера.

2. Диэлектрики, магнетики, проводники, сверхпроводники и их электромагнитные свойства.

3. Радиус сечения трубопровода монотонно уменьшается по закону $r = r_0 \exp(-\alpha \cdot x)$, где $\alpha = 0.5\ м^{-1}$, x – расстояние от начала трубопровода. Найти отношение чисел Рейнольдса в сечениях, отстоящих друг от друга на $\Delta x = 3.2\ м$

Билет №5

1. Функция Лагранжа и уравнения Лагранжа системы материальных точек. Интегралы движения.

2. Интерференция света. Временная и пространственная когерентность. Интерферометры.

3. Пространство в цилиндре под поршнем, имеющее объем $V_0 = 5\ л$, занимает один насыщенный водяной пар, температура которого $t = 100\ ^oC$. Найти массу жидкой фазы, образовавшейся в результате изотермического уменьшения объема под поршнем до $V = 1.6\ л$. Насыщенный пар считать идеальным газом.

Билет №6

1. Деформации и напряжения в твердых телах. Модули Юнга, сдвига. Коэффициент Пуассона.

2. Взаимодействие молекул. Идеальный газ. Основные газовые законы..

3. Протон, ускоренный разностью потенциалов $U = 500\ кВ$, пролетает поперечное однородное магнитное поле с индукцией $B = 0.51\ T$. Толщина области с полем $d = 10\ см$. Найти угол α отклонения протона от первоначального направления движения. Масса протона $m = 1.67 \cdot 10^{-27}\ кг$, элементарный заряд $q = 1.6 \cdot 10^{-19}\ Кл$.

Билет №7

1. Течение вязкой жидкости. Уравнение Навье - Стокса. Число Рейнольдса.

2. Распределение молекул газа по скоростям. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле.

3. В упругой однородной среде распространяются две плоские волны, одна – вдоль оси x, другая – вдоль оси y: $\xi_1 = a\cos(\omega t - k\ x)$, $\xi_2 = a\cos(\omega t - k\ y)$. Найти характер движения частиц среды в плоскости xy, если обе волны: а) поперечные и направление колебаний одинаково; б) продольные.

Билет №8

1. Спонтанные и вынужденные переходы. Лазеры.

2.Движение в центрально-симметричном поле. Законы Кеплера.

3. Найти зависимость между групповой u и фазовой v скоростями для следующих законов дисперсии: а) $v \sim \lambda^{-1/2}$; б) $v \sim k$; в) $v \sim \omega^{-2}$, где λ - длина волны, k - волновое число, ω - круговая частота.

Билет №9

1. Волны в сплошной среде. Характеристики акустических волн.

2. Прохождение частиц через потенциальный барьер. Туннельный эффект.

3. Две когерентные плоские световые волны, угол между направлениями распространения которых $\psi << 1$, падают почти нормально на экран. Амплитуды волн одинаковы. Длина волны λ. Найти расстояние между соседними максимумами на экране.

Билет №10

1. Движение относительно неинерциальных систем отсчета.

2. Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений. Температура.

3. Две бесконечные параллельные плоскости находятся на расстоянии d=0.5 см друг от друга. На плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями δ_1=0.2 мкКл/м^2 и δ_2= -0.3 мкКл/м^2. Определить разность потенциалов U между плоскостями.

Билет №11

1. Первое начало термодинамики. Циклические процессы

2. Электростатическое поле. Закон Кулона. Теорема Гаусса.

3. Широкий сосуд с небольшим отверстием в дне наполнен водой и керосином. Пренебрегая вязкостью, найти скорость вытекающей воды, если толщина слоя воды $h_1 = 30\ см$, а слоя керосина $h_2 = 20\ см$. Плотность воды $\rho_1 = 1000\ кг/м^3$, керосина – $\rho_2 = 800\ кг/м^3$.

Билет №12

1. Колебания систем с одной и многими степенями свободы. Свободные и вынужденные колебания.

2. Экспериментальные факты, лежащие в основе квантовой теории. Волновые и корпускулярные свойства материи.

3. Идеальный газ в количестве $\nu = 2.2\ моля$ находится в одном из двух теплоизолированных сосудов, соединенных между собой трубкой с краном. В другом сосуде – вакуум. Кран открыли, и газ заполнил оба сосуда, увеличив свой объем в $n = 3$ раза. Найти приращение энтропии газа.

Билет №13

1. Атом водорода по Бору.

2. Энтропия термодинамической системы. Термодинамические потенциалы.

3. Радиус сечения трубопровода монотонно уменьшается по закону $r = r_0 \exp(-\alpha \cdot x)$, где $\alpha = 0.5\ м^{-1}$, x – расстояние от начала трубопровода. Найти отношение чисел Рейнольдса в сечениях, отстоящих друг от друга на $\Delta x = 3.2\ м$.

Билет №14

1. Механика жидкостей и газов. Течение идеальной жидкости. Уравнение Эйлера.

2. Принцип неопределенности.

3. Пространство в цилиндре под поршнем, имеющее объем $V_0 = 5\ л$, занимает один насыщенный водяной пар, температура которого $t = 100\ ^oC$. Найти массу жидкой фазы, образовавшейся в результате изотермического уменьшения объема под поршнем до $V = 1.6\ л$. Насыщенный пар считать идеальным газом.

Билет №15

1. Нуклеосинтез во Вселенной. Ядерные реакции в звездах.

2. Фазовые переходы первого и второго рода. Условия устойчивости и равновесия.

3. Протон, ускоренный разностью потенциалов $U = 500\ кВ$, пролетает поперечное однородное магнитное поле с индукцией $B = 0.51\ T$. Толщина области с полем $d = 10\ см$. Найти угол α отклонения протона от первоначального направления движения. Масса протона $m = 1.67 \cdot 10^{-27}\ кг$, элементарный заряд $q = 1.6 \cdot 10^{-19}\ Кл$.

Билет №16

1. Уравнение Максвелла в вакууме. Скалярный и векторный потенциалы.

Калибровочная инвариантность.

2. Второе начало термодинамики.

3. В упругой однородной среде распространяются две плоские волны, одна – вдоль оси x, другая – вдоль оси y: $\xi_1 = a\cos(\omega t - k\ x)$, $\xi_2 = a\cos(\omega t - k\ y)$. Найти характер движения частиц среды в плоскости xy, если обе волны: а) поперечные и направление колебаний одинаково; б) продольные.

Билет №17

1. Радиоактивность.

2. Жидкости. Поверхностные явления.

3. Найти зависимость между групповой u и фазовой v скоростями для следующих законов дисперсии: а) $v \sim \lambda^{-1/2}$; б) $v \sim k$; в) $v \sim \omega^{-2}$, где λ - длина волны, k - волновое число, ω - круговая частота.

Билет №18

1. Твердые тела. Кристаллы. Симметрия кристаллов.

2. Основные постулаты квантовой механики.

3. Пылинки, взвешенные в воздухе, имеют среднюю массу $m=10^{-20}$г. Во сколько раз изменится их концентрация при изменении высоты на h=10 м? Температуру считать неизменной и равной $T=27^0$С.

Билет №19

1. Нелинейные оптические явления. Генерация гармоник, самофокусировка света.

2. Динамика материальной точки. Законы Ньютона.

3. Две бесконечные параллельные плоскости находятся на расстоянии d=0.5 см друг от друга. На плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями δ_1=0.2 мкКл/м^2 и δ_2= -0.3 мкКл/м^2. Определить разность потенциалов U между плоскостями.

Билет №20

1. Взаимодействие света и вещества. Законы фотоэффекта.

2. Статическое магнитное поле. Закон Био-Савара-Лапласа. Электромагнитная

индукция.

3. Пылинки, взвешенные в воздухе, имеют среднюю массу $m=10^{-20}$г. Во сколько раз изменится их концентрация при изменении высоты на h=10 м? Температуру считать неизменной и равной $T=27^0$С.

Билет №21

1. Ядерные силы и их свойства.

2. Вариационный принцип Гамильтона.

3. Две бесконечные параллельные плоскости находятся на расстоянии d=0.5 см друг от друга. На плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями δ_1=0.2 мкКл/м^2 и δ_2= -0.3 мкКл/м^2. Определить разность потенциалов U между плоскостями.

Билет №22 ОРФиЭ

1. Динамика материальной точки. Законы Ньютона.

2. Интерференция света. Временная и пространственная когерентность. Интерферометры.

3. Рассчитать изменение энтропии при смешивании двух порций воды одинаковой массы с разными температурами. Теплоемкость c считать постоянной и эффектами, связанными с изменением удельных объемов воды пренебречь.

Билет №23

1. Динамика системы материальных точек. Законы сохранения.

2. Дифракция света. Приближения Френеля и Фраунгофера. Спектральные приборы.

3. Объем разделен перегородкой на две части. По разные стороны от перегородки находится идеальный газ с одинаковым числом частиц и разными температурами. Рассчитать изменение энтропии при снятии перегородки и смешивании газов.

Билет №24

1. Функция Лагранжа и уравнения Лагранжа системы материальных точек. Интегралы движения.

2. Спонтанные и вынужденные переходы. Принцип работы лазера.

3. Найти стационарные состояния частицы массой m в бесконечно глубокой прямоугольной потенциальной яме шириной a.

Билет №25

1. Динамика абсолютно твердого тела. Тензор инерции. Уравнения Эйлера.

2. Отражение и преломление света на плоской границе раздела двух сред. Формулы Френеля.

3. На потенциальный порог $U(x)=\begin{cases}0, & x<0\\ U, & x>0\end{cases}$ слева падает частица массой m с энергией E. Найти коэффициент отражения частицы.

Билет №26

1. Свободные и вынужденные колебания. Резонанс.

2. Нелинейные оптические явления. Генерация второй гармоники.

3. Волновая функция электрона в атоме водорода в состоянии с наименьшей энергией имеет вид $\Psi(r)=\frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}}e^{-r/a_0}$. Найти среднее расстояние электрона от ядра.

Билет №27

1. Функция Гамильтона в классической механике. Уравнения Гамильтона.

2. Нелинейные оптические явления. Самофокусировка света.

3. Волновая функция частицы в координатном представлении имеет вид $\Psi(x) = \left(\frac{2a}{\pi}\right)^{1/4} e^{-ax^2}$. Записать волновую функцию в импульсном представлении.

Билет №28

1. Уравнения Максвелла в вакууме. Скалярный и векторный потенциалы. Калибровочная инвариантность.

2. Основные постулаты квантовой механики. Волновая функция, операторы координаты и импульса.

3. На дифракционную решетку нормально к ее поверхности падает монохроматический свет длиной волны 0,45 мкм. Период дифракционной решетки 2 мкм. Определить максимальный порядок дифракционной картины

Билет №29

1. Уравнения Максвелла в среде. Материальные уравнения. Диэлектрическая проницаемость. Пространственная и временная дисперсия.

2. Принцип неопределенности Гейзенберга.

3. Посчитать момент инерции тонкого однородного стержня массой m и длиной l относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через один из его концов.

Билет №30

1. Первое и второе начала термодинамики.

2. Описание эволюции квантовомеханических систем. Уравнения Гейзенберга и Шредингера. Стационарные состояния.

3. Через блок радиуса R, имеющий момент инерции J, перекинута невесомая, нерастяжимая нить, к концам которой прикреплены грузы с массами m_1 и m_2. Проскальзывание между нитью и блоком отсутствует. Определить ускорение грузов.

Билет №31

1. Фазовые переходы первого и второго рода.

2. Линейный квантовый гармонический осциллятор. Энергии и волновые функции стационарных состояний.

3. Полый цилиндр радиуса R скатывается без проскальзывания по наклонной плоскости, образующей угол α с горизонтом. Определить ускорение центра масс.

Билет №32

1. Энтропия термодинамической системы. Термодинамические потенциалы.

2. Прохождение частиц через потенциальный барьер в квантовой механике. Туннельный эффект.

3. Посчитать момент инерции тонкого однородного стержня массой m и длиной l относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его центр.

Билет №33

1. Идеальный газ. Основные газовые законы. Распределение Максвелла и распределение Больцмана.

2. Энергия электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга.

3. На дифракционную решетку с периодом d падает плоская монохроматическая волна с длиной волны λ. Угол падения α. Определить направление на главный максимум второго порядка дифракционной картины.

Билет №34

1. Распределения Гиббса.

2. Движение в центральном поле. Атом водорода: волновые функции и уровни энергии.

3. Шар радиуса R равномерно заряжен с объемной плотностью ρ. Найти электрическое поле внутри и вне шара.

Билет №35

1. Идеальные бозе- и ферми- газы.

2. Стационарная теория возмущений в отсутствие и при наличии вырождения. Эффекты Зеемана и Штарка.

3. По прямолинейному проводнику кругового сечения радиуса R течет ток I, равномерно распределенный по поперечному сечению. Найти магнитное поле, создаваемое током, внутри и вне проводника.

Билет №36

1. Плазменное состояние вещества. Уравнение Власова. Самосогласованное поле.

2. Теплоемкость твердых тел. Модели Дебая и Эйнштейна.

3. На дифракционную решетку с периодом d нормально падает плоская монохроматическая волна. Ширина щели дифракционной решетки в три раза меньше ее периода. Какие из главных максимумов будут иметь нулевую интенсивность?

Билет №37

1. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

2. Системы тождественных частиц. Бозоны и фермионы. Принцип Паули.

3. Найти энергию и импульс рентгеновского фотона с длиной волны 0,1 нм.

Билет №38

1. Закон Кулона. Теорема Гаусса. Мультипольное разложение потенциала.

2. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца.

3. Сплошной цилиндр радиуса R скатывается без проскальзывания по наклонной плоскости, образующей угол α с горизонтом. Определить ускорение центра масс.

Билет №39

1. Закон Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля.

2. Кинетическое уравнение Больцмана. Н-теорема.

3. Каковы длины волн де Бройля протона и электрона, энергии которых равны средней кинетической энергии теплового движения молекул при комнатной температуре?

Билет №40 ОЭиТФ

1. Законы динамики. Первый, второй и третий законы Ньютона. Понятия массы, импульса и силы в механике Ньютона. Уравнение движения и его решение. Роль начальных условий.

2. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Его дифференциальное представление. Самоиндукция и взаимная индукция.

3. Отношение концентрации молекул водорода к концентрации молекул азота вблизи поверхности Земли равно η_0, а на высоте h соответствующее отношение равно η. Найти температуру T, при которой $\eta = 2\ \eta_0$, считая T и ускорение свободного падения g не зависящими от высоты.

Билет №41

1. Импульс. Закон сохранения импульса. Центр масс. Теорема о движении центра масс. Движение тел с переменной массой.

2. Распространение света в диспергирующей среде. Фазовая и групповая скорости. Формула Рэлея.

3. При политропическом расширении одного моля аргона его температура изменилась на ΔT. Найти работу A, совершенную газом, если показатель политропы равен n.

Билет №42

1. Работа силы. Консервативные силы. Энергия системы материальных точек. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии.

2. Основные положения теории электромагнетизма Максвелла. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Материальные уравнения.

3. Один моль идеального газа с показателем адиабаты γ участвует в процессе, при котором его давление изменяется по закону $p = V\alpha$, где α – постоянная. Найти работу A, совершенную газом, при изменении его температуры на ΔT.

Билет №43

1. Неинерциальные системы отсчета. Движение материальной точки в неинерциальной системе отсчета. Силы инерции. Переносная и кориолисова силы инерции. Центробежная сила инерции.

2. Простой колебательный контур. Собственные, затухающие и вынужденные колебания в контуре. Показатель затухания и логарифмический декремент затухания. Время релаксации. Добротность.

3. В некотором политропическом процессе объем аргона увеличился в α раз. При этом давление уменьшилось в β раз. Найти молярную теплоемкость C аргона в этом процессе, считая газ идеальным.

Билет №44

1. Основные понятия теории относительности. Преобразования Лоренца. Лоренцево сокращение длины и релятивистское замедление времени. Инвариантность пространственно-временного интервала.

2. Основные свойства сверхпроводников. Эффект Мейснера. Критическое поле. Критический ток.

3. Найти КПД теплового двигателя, использующего идеальный двухатомный газ в качестве рабочего вещества. Цикл состоит из двух изохор и двух изобар. Отношение давлений на изобарах равно $\beta > 1$, отношение объемов на изохорах равно $\alpha > 1$.

Билет №45

1. Динамика твердого тела. Уравнение движения и уравнение моментов. Динамика плоского движения твердого тела. Кинетическая энергия твердого тела при плоском движении.

2. Основные свойства ферромагнетиков. Ферромагнитные домены. Гистерезис. Фазовые переходы первого и второго рода в ферромагнетиках.

3. Определить КПД двигателя внутреннего сгорания, если в цикле отношение $V_{max}/V_{min} = n$. Цикл, состоящий из двух изохор и двух адиабат, считать идеальным, показатель адиабаты γ задан.

Билет №46

1. Момент импульса твердого тела. Тензор инерции. Осевые и центробежные моменты инерции.

2. Основные свойства сегнетоэлектриков. Сегнетоэлектрические домены. Гистерезис. Фазовые переходы первого и второго рода в сегнетоэлектриках.

3. Найти приращение энтропии одного моля идеального газа с показателем адиабаты γ при изохорическом нагревании, если его термодинамическая температура увеличилась в n раз.

Билет №47

1. Основы механики деформируемых сред. Типы деформаций. Упругая и остаточная деформации. Деформации растяжения, сжатия и сдвига. Энергия деформированного твердого тела.

2. Микроскопические носители магнетизма. Магнитомеханический и механомагнитный опыты. Гиромагнитное отношение.

3. Во сколько раз следует увеличить изотермичеки объем ν молей идеального газа, чтобы его энтропия изменилась на ΔS?

Билет №48

1. Закон Гука. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Модуль сдвига. Связь между модулем Юнга и модулем сдвига.

2. Граничные условия для векторов электрического и магнитного полей. Векторы электрического и магнитного полей в узких полостях. Принципиальные методы измерения напряженности и индукции в диэлектриках и магнетиках.

3. Пучок света с длиной волны $\lambda = 500$ нм падает нормально на основание стеклянной ($n = 1.5$) биопризмы с преломляющим углом $\varphi = 10^{-2}$ рад. Найти максимальное число N интерференционных полос, которые можно наблюдать за биопризмой. Ширина основания биопризмы равна $H = 2$ см.

Билет №49

1. Основы гидро- и аэростатики. Закон Паскаля. Распределение давления в покоящейся жидкости (газе) в поле сил тяжести. Закон Архимеда. Условия устойчивого плавания тел.

2. Правила Кирхгофа для цепей переменного тока. Резонансы в цепях переменного тока. Резонанс напряжений и резонанс токов.

3. Пучок монохроматического света падает нормально на диафрагму с двумя узкими параллельными щелями, расстояние между которыми равно $d = 2.5$ мм. На экране, который параллелен диафрагме и расположен за ней на расстоянии $l = 100$ см, наблюдаются интерференционные полосы, параллельные щелям. Если одну щель перекрывают прозрачной пленкой с показателем преломления $n = 1.5$, то полосы на экране сдвигаются в поперечном направлении на $\delta x = 5$ мм. Найти толщину h пленки.

Билет №50

1. Стационарное течение жидкости (газа). Идеальная жидкость. Уравнение Бернулли. Течение вязкой жидкости по трубе. Формула Пуазейля.

2. Интерференция квазимонохроматического света. Временное описание. Функция временной корреляции. Взаимосвязь спектра и функции корреляции (теорема Винера-Хинчина).

3. Пучок монохроматического света с длиной волны λ падает на экран с круглым отверстием, которое открывает для точки наблюдения первые 2.5 зоны Френеля. С помощью стеклянной ($n = 1.5$) пластинки, имеющей форму полудиска, перекрывают нижнюю половину первой зоны. При какой толщине h пластинки интенсивность света в точке наблюдения максимальна?

Билет №51

1. Колебания. Свободные колебания системы с одной степенью свободы. Уравнения собственных незатухающих и затухающих колебаний. Показатель затухания. Логарифмический декремент затухания. Время релаксации.

2. Основные положения электронной теории. Опыты Толмена и Стюарта. Законы Ома, Джоуля-Ленца и Видемана-Франца в электронной теории. Недостатки классической электронной теории.

3. Пучок монохроматического света с длиной волны λ падает на экран с круглым отверстием, которое открывает для точки наблюдения первые 1.5 зоны Френеля. С помощью стеклянной ($n = 1.5$) пластинки, имеющей форму полудиска, перекрывают верхнюю половину первой зоны. При какой толщине h пластинки интенсивность света в точке наблюдения максимальна?

Билет №52

1. Вынужденные колебания. Уравнение вынужденных колебаний. Его решение процесс установления колебаний. Резонанс. Амплитудные и фазовые резонансные кривые.

2. Энергия системы зарядов. Энергия взаимодействия и собственная энергия. Энергия электрического поля. Ее объемная плотность.

3. Пучок монохроматического света с длиной волны λ = 0.6 мкм падает нормально на дифракционную решетку, содержащую N = 6000 штрихов (щелей) с периодом чередования d = 5 мкм. За решеткой находится собирающая линза с фокусным расстоянием f = 15 см. Найти ширину δx дифракционного максимума 1-го порядка в фокальной плоскости линзы.

Билет №53

1. Волны. Продольные и поперечные волны. Волновое уравнение. Волны смещений, скоростей, деформаций.

2. Полярные и неполярные диэлектрики. Вектор поляризации и диэлектрическая восприимчивость. Модель Ланжевена. Формула Клаузиуса-Моссотти.

3. На сколько процентов отличается групповая скорость u от фазовой скорости v для света в среде с показателем преломления n = 1.5 и дисперсией $(dn/d\lambda) = -3\cdot10^4$ м$^{-1}$ при λ = 500 нм.

Билет №54

1. Отражение волн от границы раздела двух сред. Граничные условия. Стоячие волны. Нормальные колебания струны, стержня, столба газа.

2. Законы электростатики. Теорема Остроградского-Гаусса. Ее дифференциальное представление. Примеры применения.

3. На тонкий клин из материала с показателем преломления n нормально падает пучок квазимонохроматического света ($\Delta\lambda \ll \lambda$). При наблюдении в отраженном свете интерференционная картина локализована в той области передней поверхности клина, для которой толщина клина не превышает hю найти степень немонохроматичности света $\Delta\lambda$.

Билет №55

1. Биномиальное распределение. Распределения Пуассона и Гаусса как предельные случаи биномиального распределения. Примеры их применения.

2. Электромагнитная теория света. Волновое уравнение. Плоские и сферические электромагнитные волны. Ориентация и взаимосвязь полевых векторов в плоской бегущей гармонической световой волне.

3. Шайба ***1*** скользит по шероховатой горизонтальной поверхности и сталкивается с покоящейся шайбой ***2***. После столкновения шайба ***1*** отскакивает под прямым углом к направлению своего первоначального движения. Двигаясь до полной остановки, шайбы проходят пути s_1 и s_2. Найти скорость шайбы ***1*** непосредственно перед столкновением. Масса шайбы ***1*** в n раз меньше шайбы ***2***, коэффициент трения μ.

Билет №56

1. Распределение молекул газа по скоростям (распределение Максвелла). Распределение Больцмана. Опыты, подтверждающие распределение Максвелла и Больцмана.

2. Поток энергии электромагнитной волны. Вектор Умова-Пойнтинга. Интенсивность света. Объемная плотность импульса и давление света.

3. На широте φ локомотив массой M движется с юга на север со скоростью v по железнодорожному пути. Найти величину и направление силы, с которой он действует на рельсы в направлении, перпендикулярном ходу движения.

Билет №57

1. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы. Броуновское движение. Формула Эйнштейна. Опыты Перрена.

2. Излучение радиационно затухающего осциллятора. Время затухания. Форма и естественная ширина спектральной линии излучения. Механизмы однородного и неоднородного уширений спектральной линии.

3. Гладкий горизонтальный диск вращают с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр. В центре диска поместили небольшую шайбу массой m и сообщили ей толчком горизонтальную скорость v_0. Найти модуль силы Кориолиса, действующей на шайбу в системе отсчета, связанной с диском, через время t после начала ее движения.

Билет №58

1. Явления переноса. Теплопроводность, диффузия, вязкость. Коэффициенты переноса для идеального газа.

2. Интерференция двух монохроматических световых волн. Уравнение интерференции и функция видности. Основные схемы двухволновой интерференции. Метод деления волнового фронта и метод деления амплитуды.

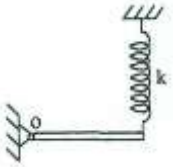
3. С одного уровня наклонной плоскости одновременно начинают скатываться без проскальзывания однородные цилиндр и шар одинаковых радиусов. Во сколько раз скорость шара будет отличаться от скорости цилиндра через время t после начала движения?

Билет №59

1. Первое начало термодинамики. Термодинамические потенциалы. Термодинамические соотношения Максвелла.

2. Интерференция квазимонохроматического света. Спектральное описание. Время и длина когерентности.

3. Найти период малых колебаний однородного тонкого стержня массой m вокруг горизонтальной оси, проходящей через его левый конец (т. О). Правый конец стержня подвешен на невесомой пружине жесткостью k. В положении равновесия стержень горизонтален.

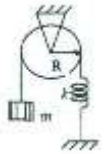


Билет №60

1. Теплоемкость. Теплоемкость идеального газа. Классическая теория теплоемкости твердых тел. Температура Дебая.

2. Интерференция света протяженного монохроматического источника. Пространственная когерентность. Радиус и угол когерентности.

3. Найти частоту малых колебаний системы, изображенной на рисунке. Радиус блока R, его момент инерции относительно оси вращения I_0, масса тела m, жесткость пружинки k. Трение в оси блока пренебрежимо мало.

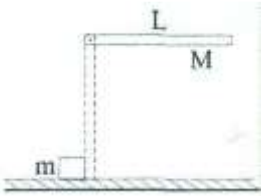


Билет №61

1. Превращение теплоты в работу. Тепловые машины. Цикл Карно. Первая и вторая теоремы Карно.

2. Многоволновая интерференция. Формулы Эйри. Интерферометр Фабри-Перо.

3. Стержень массой M и длиной L, который может свободно вращаться вокруг неподвижной горизонтальной оси, проходящей через один из его концов, под действием силы тяжести переходит из горизонтального положения в вертикальное (см. рис). Проходя через вертикальное положение, стержень своим нижним концом упруго ударяет маленький кубик массой m, лежащий на гладком горизонтальном столе. Найти скорость кубика v после удара.



Билет №62

1. Второе начало термодинамики. Формулировки Клаузиуса и Томсона (Кельвина). Их эквивалентность.

2. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля и дифракционный интеграл Френеля. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Метод зон Френеля. Радиус и площадь зоны Френеля. Число Френеля. Метод векторных диаграмм. Спираль Френеля.

3. На ступенчатый блок, состоящий из двух жестко скрепленных однородных цилиндров радиусами r и R, намотаны в противоположных направлениях две нити, к концам которых прикреплены грузы массами m_1 и m_2. Момент инерции блока относительно его оси J_0. Найти угловое ускорение ε блока. Трением в оси блока пренебречь.

Билет №63

1. Равенство Клаузиуса. Неравенство Клаузиуса. Энтропия. Энтропия идеального газа.

2. Ближняя и дальняя зоны дифракции. Дифракционная длина. Дифракционная расходимость пучка в дальней зоне.

3. Точечный заряд q находится на расстоянии H от бесконечной металлической заземленной плоскости. Найти поверхностную плотность индуцированного на плоскости заряда на расстоянии r от перпендикуляра, опущенного на нее из точки нахождения заряда.

Билет №64

1. Микро- и макросостояния системы. Термодинамическая вероятность. Статистическая трактовка энтропии. Формула Больцмана.

2. Дифракция Фраунгофера на пространственных структурах. Амплитудные и фазовые дифракционные решетки. Положение и ширина главных дифракционных максимумов дифракционной решетки.

3. Вблизи плоской границы раздела двух диэлектриков напряженность электрического поля в первом диэлектрике равна E_1 и составляет угол α с нормалью к поверхности раздела. Диэлектрические проницаемости сред равны ε_1 и ε_2. Определить поверхностную плотность связанных зарядов.

Билет №65

1. Второе начало термодинамики и энтропия. Изменение энтропии идеального газа при его адиабатическом расширении в пустоту.

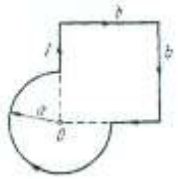
2. Спектральный анализ светового излучения. Дифракционные, интерференционные и дисперсионные спектральные приборы. Основные характеристики спектральных приборов: угловая дисперсия, разрешающая способность, свободная область дисперсии.

3. Найти величину и направление вектора индукции магнитного поля в центре прямоугольника, по которому циркулирует постоянный ток I_0. Стороны прямоугольника равны a и b.

Билет №66

1. Третье начало термодинамики. Методы получения низких температур.

2. Распространение света в диспергирующей среде. Классическая электронная теория дисперсии. Комплексный показатель преломления. Зависимость показателя преломления и коэффициента поглощения от частоты.



3. Найти индукцию магнитного поля в точке О контура с током I, который показан на рисунке. Радиусы a и сторона b известны.

Билет №67

1. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Критические параметры. Изотермы реального газа

2. Оптические явления на границе раздела изотропных диэлектриков. Законы отражения и преломления света. Эффект Брюстера. Полное внутреннее отражение.

3. Имеются два сферических распределения зарядов с плотностями $+\rho$ и $-\rho$ и центрами в точках O_1 и O_2 ($O_1O_2 < 2R$), где R – радиус сфер. Найдите напряженность поля в пространстве перекрытия зарядов.

Билет №68

1. Фазы вещества. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Диграммы равновесия фаз. Тройная точка.

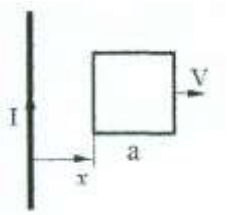
2. Распространение света в анизотропных средах. Материальное уравнение, тензор диэлектрической проницаемости. Главные оси кристалла и главные диэлектрические проницаемости. Ориентация векторов напряженности и индукции полей в световой волне в анизотропной среде.

3. Определить заряд шара, при котором модуль вектора напряженности электрического поля вне шара не будет зависеть от расстояния до его центра, если шар находится в среде, заряженной сферически симметрично с объемной плотностью $\rho = \alpha/r$, где α – постоянная, r – расстояние от центра шара, радиус шара равен R.

Билет №69

1. Кристаллы. Элементы симметрии. Кристаллическая решетка. Теплопроводность твердых тел.

2. Нелинейные оптические явления. Нелинейная поляризация среды в поле высокоинтенсивного лазерного излучения. Среды с квадратичной нелинейностью. Оптическое детектирование и генерация гармоник.



3. Квадратная рамка со стороной a и длинный прямой провод, по которому течет ток I, находятся в одной плоскости. Рамку поступательно перемещают вправо в одной плоскости. Рамку поступательно перемещают вправо с постоянной скоростью V. Найти ЭДС индукции ε в рамке как функцию расстояния x.

Билет №70 OTT_1

1. Функция Лагранжа и уравнения Лагранжа системы материальных точек. Интегралы движения.

2. Теорема Блоха. Понятие квазиимпульса. Зона Бриллюэна.

3. Два шарика с массами m1 и m2, движущиеся вдоль одной прямой со скоростями V1 и V2, испытывают упругое столкновение. Найти максимальное значение энергии упругой деформации шариков во время этого столкновения.

Билет №71

1. Первое начало термодинамики. Циклические процессы.

2. Формирование зонного спектра. Эффективная масса. Энергия Ферми и

поверхность Ферми.

3. Неподвижный наблюдатель воспринимает звук от двух камертонов, один из которых приближается, а другой с той же скоростью удаляется. При этом наблюдатель слышит биения с частотой n = 2 Гц. Найти скорость каждого камертона, если частота их колебаний ν_0 = 680 Гц и скорость звука c = 310 м/с.

Билет №72

1. Динамика системы материальных точек. Законы сохранения.

2. Колебания атомов в кристаллической решетке. Температура Дебая. Акустические и оптические фононы.

3. Идеальный газ находится в сосуде объемом V_1 под давлением P_1. Затем газ сжимают до объема $V_2 = V_1/2$ так, что его давление изменяется по закону $P \sim 1/V^2$. Определить работу газа в этом процессе.

Билет №73

1. Взаимодействие света и вещества. Законы фотоэффекта. Закон Стефана-Больцмана.

2. Теплоемкость решетки. Модель Эйнштейна и модель Дебая. Электронная теплоемкость.

3. Теплоизолированный цилиндр разделен на две секции объемом V_0 каждая невесомым поршнем, который может передвигаться без трения. Первоначально поршень закреплен, в одной секции цилиндра находится 1 моль идеального газа, а другая пуста. Затем поршень получает возможность свободно перемещаться, и происходит самопроизвольное необратимое расширение газа. Определить изменение температуры и энтропии после установления равновесного состояния.

Билет №74

1. Течение вязкой жидкости. Уравнение Навье - Стокса. Число Рейнольдса.

2. Магнитные свойства веществ. Диамагнетизм и парамагнетизм. Гиромагнитное отношение. Закон Кюри и закон Кюри-Вейсса.

3. Небольшой шарик объёма V из парамагнетика с магнитной восприимчивостью χ медленно переместили вдоль оси катушки с током из точки, где индукция магнитного поля равна B, в область, где магнитное поле практически отсутствует. Какую при этом совершили работу?

Билет №75

1. Энергия электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга.

2. Понятие об обменном взаимодействии. Обменный интеграл. Ферромагнетизм. Магнитные домены. Магноны. Антиферромагнетизм.

3. Катушка с сопротивлением R и индуктивностью L подсоединяется к источнику напряжения U. Какое количество тепла выделится в катушке через время t после подключения?

Билет №76

1. Уравнение Максвелла в вакууме. Скалярный и векторный потенциалы.

2. Сверхпроводимость. Эффект Мейсснера. Сверхпроводники 1-го и 2-го рода. Вихри Абрикосова. Критический ток.

3. Какова максимальная разрешающая сила спектрографа для средней длины волны $\lambda = 500$ нм, если полная ширина дифракционной решетки $L = 10$ см ?

Билет №77

1. Кинетическое уравнение Больцмана. Понятие об H-теореме.

2. Полупроводники. Статистика носителей заряда в полупроводниках. Электроны и дырки. Полупроводники с прямой и непрямой щелью. Оптическая и термическая активация.

3. Человек посмотрел на дно водоема в вертикальном направлении сверху вниз и определил его кажущуюся глубину *90 см*. Чему равна действительная глубина водоема?

Билет №78 ОТТ_2

1. Динамика системы материальных точек. Законы сохранения

2. Уравнения Максвелла и принцип наименьшего действия.

3. В закрытом сосуде происходит полное сгорание кусочка угля с образованием углекислого газа. После этого сосуд охлаждают до первоначальной температуры. Сравните конечное давление в сосуде с начальным. Объем угля мал по сравнению с объемом сосуда.

Билет №79

1. Функция Лагранжа и уравнения Лагранжа системы материальных точек. Интегралы движения.

2. Пределы геометрической оптики. Дифракция света. Дифракция Френеля и Фраунгофера.

3. Расстояние между обкладками плоского конденсатора, имеющего форму квадратов с площадью 400 см^2, равно 1 см. С помощью электрической батареи конденсатор заряжается до разности потенциалов 10 В, а затем отключается от нее. После этого между обкладками конденсатора вставляется широкая пластина из диэлектрика толщиной, равной толщине конденсатора, так, что остается закрытой лишь 10x20 см^2. Диэлектрическая проницаемость пластины равна 4. Чему равна сила притяжения обкладок конденсатора друг к другу?

Билет №80

1. Деформации и напряжения в твердых телах. Модули Юнга, сдвига. Коэффициент

Пуассона.

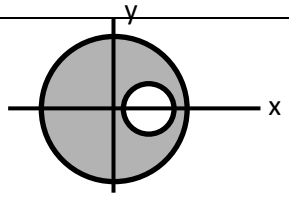
2. Основные характеристики атомных ядер. Квантовые характеристики ядерных состояний.

3. В шинах автомобиля температура воздуха $t_1 = 14$ °C, а его давление $p_1 = 500$ *кПа*. Во сколько раз уменьшится площадь соприкосновения колес с дорогой, если после поездки температура в шинах повысится до $t_2 = 57$ °C? Атмосферное давление $p_a = 100$ *кПа*. Изменением объема шины можно пренебречь.

Билет №81

1. Механика жидкостей и газов. Течение идеальной жидкости. Уравнение Эйлера.

2. Распределение молекул газа по скоростям. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле.

3. Внутри бесконечно длинного проводящего цилиндра радиусом a имеется соосная цилиндрическая полость радиусом b. Расстояние между осями – d. По проводнику течет ток, плотность которого j однородна по сечению. Чему равно магнитное поле внутри полости?	

Билет №82

1. Течение вязкой жидкости. Уравнение Навье-Стокса. Число Рейнольдса.

2. Взаимодействие света и вещества. Закон фотоэффекта.

3. Электрическая цепь состоит из параллельно соединенных сопротивления R, емкости C и самоиндукции L. Определите собственные частоты электрических колебаний в этой цепи.

Билет №83

1. Волны в сплошной среде. Характеристики акустических волн.

2. Деление и синтез ядер. Ядерная энергия. Реакторы.

3. В цилиндре под поршнем в пространстве объемом V_1=1.5 л находится воздух и насыщенный водяной пар при температуре T_1=20ºС. Какова будет относительная влажность воздуха в цилиндре, если объем уменьшить до V_2=0.1 л, а температуру повысить до T_2=100ºС? При 20ºС давление насыщенного пара $p_н$=2.3 кПа. Пар считать идеальным газом. Атмосферное давление равно p_0.

Билет №84

1. Первое начало термодинамики. Циклические процессы

2. Проводники, диэлектрики и их электромагнитные свойства.

3. Удельная мощность падающего на Землю солнечного излучения составляет $w_{уд}$ = 0.14 Вт/см^2. С какой скоростью солнце теряет свою массу? Если эта скорость сохранится и в будущем, то сколько времени еще будет существовать Солнце, масса которого в настоящий момент составляет $M_C = 1.99 \cdot 10^{30}$ кг?

Билет №85

1. Второе начало термодинамики.

2. Пьезоэлектрики, диамагнетики, сверхпроводники и их электромагнитные свойства.

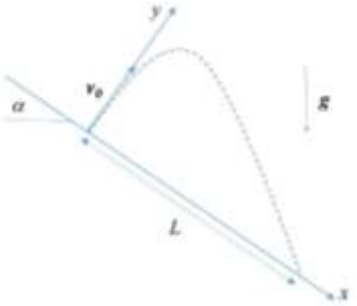
3. Протон с кинетической энергией T = 2 МэВ налетает на неподвижное ядро ^{197}Au. Определить дифференциальное сечение рассеяния $d\sigma/d\Omega$ на угол $\theta = 60°$. Как изменится величина дифференциального сечения рассеяния, если в качестве рассеивающего ядра выбрать ^{27}Al?

Билет №86

1. Теплоемкость твердых тел. Модели Дебая и Эйнштейна.

2. Магнитное поле. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитная сила, действующая на проводник с током. Закон Ампера. Электромагнитная индукция.

3. На горе с углом наклона □ к горизонту бросают мяч с начальной скоростью □$_0$ перпендикулярно склону горы. Найти время полета мяча. На каком расстоянии от точки бросания упадет мяч?

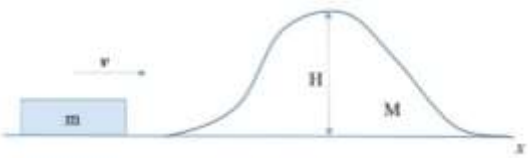


Билет №87

1. Твердые тела. Кристаллы. Симметрия кристаллов.

2. Системы тождественных частиц. Бозоны и фермионы. Принцип Паули.

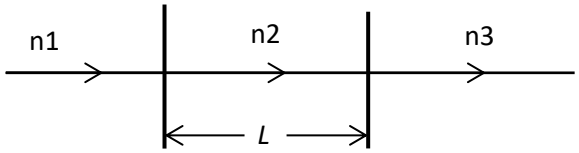
3. На пути тела массы m, скользящего по гладкому горизонтальному столу, находится незакрепленная горка массы M с высотой H. При какой минимальной скорости тело сможет преодолеть горку? Тело движется не отрываясь от горки. Трения нет.



Билет №88

1. Жидкости. Поверхностные явления.

2. Электрический заряд. Закон Кулона. Электростатический потенциал. Теорема Гаусса и дивергенция электрического поля. Диэлектрическая проницаемость, вектор поляризации и электрическое поле в присутствии диэлектрика.

3. Определите коэффициент пропускания для плоской электромагнитной волны, проходящей через трехслойный диэлектрик с коэффициентами преломления n1, n2, n3, как показано на рисунке.	

Билет №89

1. Фазовые переходы первого и второго рода. Условия устойчивости и равновесия.

2. Излучение электромагнитных волн в дипольном приближении.

3. Человек, стоя на высоком берегу, тянет находящуюся на воде лодку, выбирая веревку со скоростью v_0. Какую скорость v будет иметь лодка в момент, когда угол между веревкой и вертикалью равен α?

Билет №90

1. Энтропия термодинамической системы. Термодинамические потенциалы.

2. Экспериментальные факты, лежащие в основе квантовой теории. Волновые и корпускулярные свойства материи.

3. Плоская электромагнитная волна частоты w отражается от зеркала, движущегося со скоростью v в направлении распространения волны. С помощью уравнения Максвелла найдите частоту отраженной волны, которая регистрируется неподвижным наблюдателем.

Билет №91

1. Теория флуктуаций. Броуновское движение.

2. Излучение света атомами и молекулами. Ширина линии излучения. Спонтанные и вынужденные переходы. Принципы работы лазера.

3. Во сколько раз должна уменьшиться активность образца, содержащего изотоп углерода C^{14}, за период времени, t, в 1000, 10000 и 20000 лет, если период полураспада этого изотопа составляет $T_{1/2}$=5730 лет?

Билет №92

1. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

2. Динамика абсолютно твердого тела. Тензор инерции. Уравнения Эйлера.

3. Определить зависимость минимальной ширины линии излучения, возникающего при переходе атома из возбужденного в основное состояние, от времени жизни в возбужденном состоянии, Δt, и от длины волны излучения λ. А также получить численную оценку для значения минимальной ширины линии в случае, если $\Delta t=10^{-8}$ сек, а λ=500 нм.

Билет №93 OTT_3

1. Движение в центрально-симметричном поле. Законы Кеплера.

2. Теплоемкость твердых тел. Модели Дебая и Эйнштейна.

3. **Задача.** Однородный шар массы m и радиуса R, имеющий заряд q, равномерно распределенный по объему, вращается с постоянной угловой скоростью ω вокруг оси, проходящей через его центр. Найти магнитный момент шара и его отношение к механическому моменту.

Билет №94

1. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

2. Энергия электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга.

3. **Задача.** Точечный диполь с электрическим моментом $\vec{p}$ находится на большом расстоянии l от бесконечной проводящей плоскости, вектор $\vec{p}$ перпендикулярен плоскости. Найти силу, действующую на диполь, и энергию взаимодействия диполя с плоскостью.

Билет №95

1. Энтропия термодинамической системы. Термодинамические потенциалы.

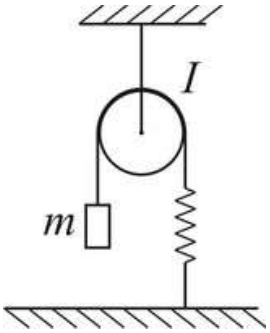
2. Идеальные бозе- и ферми - газы. Равновесное излучение.

3. **Задача.** Камешек массы m брошен с высоты H горизонтально с начальной скоростью υ_0. Через некоторое время камешек стал двигаться с постоянной скоростью. Полагая, что сила сопротивления воздуха пропорциональна скорости камешка $\vec{F} = -k\vec{\upsilon}$, найти на какое расстояние по горизонтали улетит камешек от точки бросания.

Билет №96

1. Уравнения Максвелла в среде. Материальные уравнения. Тензор диэлектрической проницаемости, пространственная и временная дисперсия компонент тензора.

2. Первое начало термодинамики. Циклические процессы.



3. **Задача.** Через неподвижный блок с моментом инерции I и радиусом r перекинута невесомая нерастяжимая нить, к одному концу которой подвешен груз массы m. Другой конец нити соединен с невесомой пружиной с закрепленным нижним концом. Коэффициент жесткости пружины равен k. Нить не скользит по поверхности блока. Найти период малых колебаний груза.

Билет №97

1. Взаимодействие молекул. Модель идеального газа. Основные газовые законы.

2. Законы фотоэффекта. Закон Стефана-Больцмана.

3. **Задача.** Работа бензинового двигателя внутреннего сгорания (карбюратора) происходит согласно циклу Отто, состоящего из двух адиабат и двух изохор. Рассчитать КПД двигателя, если известна степень сжатия газа в цикле равна n ($V_1/V_2 = n$).

Билет №98

1. Модель идеального газа. Основное уравнение молекулярно – кинетической теории. Уравнение Клапейрона – Менделеева. Термодинамика изопроцессов.

2. Атом водорода по Бору.

3. **Задача.** Вычислить частоту ларморовской прецессии ω_L магнитного момента электрона во внешнем поле Земли с индукцией $B = 20$ мкТл? К какой области электромагнитных волн относится эта частота (область видимого света, ИК диапазон, УФ диапазон, радиочастотный диапазон, микроволновый диапазон)? Заряд электрона $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ кг.

Билет №99 OTT_4

1. Интерференция света. Временная и пространственная когерентность.

2. Невырожденный газ носителей заряда.

3. Рассчитать число атомов на кубическую элементарную ячейку ГЦК структуры.

Билет №100

1. Теплоемкость твердых тел по Дебаю.

2. Амбиполярная диффузия. Длина диффузии неравновесных носителей заряда.

3. По образцу германия с поперечным сечением b x d=1мм x 2мм протекает ток 0.6А. Образец помещен в поперечное магнитное поле с индукцией 0.6 Тл. Оценить холловское напряжение, если известно, что концентрация носителей заряда равна 1017см-3. Множитель Холла считать равным единице.

Билет №101

1. Идеальный и неидеальный газ. Уравнение состояния.

2. Инжекция неосновных носителей заряда в p-n переходе.

3. Вычислить плотность тока в прямоугольном образце германия, к которому приложена разность потенциалов 1 В (размер образца вдоль приложенного поля равен 10^{-2} см. Принять, что концентрации электронов и дырок одинаковы и равны $n_i = 2,4 \cdot 10^{13}$ см-3, а их подвижности равны μ_n =3900 см2/(В с) и μ_p =1900 см2/(В с).

Билет №102

1. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля.

2. Энергетическая диаграмма p-n перехода в состоянии термодинамического равновесия.

3. К полупроводнику n-типа приложено электрическое поле напряженности 10 В/см и течет электрический ток. Оценить дрейфовую скорость электронов v_d и найти отношение дрейфовой скорости к тепловой скорости v_T при комнатной температуре, если известно, что подвижность электронов равна 1350 см2/(В с) (для оценки v_T положить эффективную массу электронов в кристалле равной массе свободного электрона в вакууме m_0. При какой напряженности поля отношение v_d / v_T становится порядка единицы?

Билет №103

1. Эффект Зеемана.

2. Колебания атомов одно- и двухатомной цепочки. Акустические и оптические фононы.

3. Плотность железа (атомный номер 56) равна 7.9 г/см3, структура – ОЦК. Найти постоянную решетки и расстояние между ближайшими соседями (атомная единица массы=1.66*10-24 г).

Билет №104

1. Идеальный ферми-газ.

2. Описать структуру цинковой обманки.

3. Найти индексы Миллера плоскости, проходящей через узлы решетки алмаза

[[^{100}]], [[^{010}]], [[^{001}]].

Билет №105

1. Природа ван-дер-ваальсовой связи.

2. Плотность состояний электронов в квантовой яме.

3. Оценить минимальную кинетическую энергия электрона, локализованного в области размером Δx =10-8 см.

Билет №106

1. Свободные электроны в периодической решетке. Распределение по энергиям и поверхность Ферми. Сверхпроводящее состояние. Сравнение идеального проводника и сверхпроводника. Энергетическая щель в сверхпроводниках.

2. Магнитные свойства сверхпроводников первого и второго рода. Уравнения Лондонов. Эффект Мейснера и глубина проникновения. Квантование магнитного потока.

3. Размер кулоновской блокады одноэлектронного транзистора Vc=50 mV. Какова емкость этого одноэлектронного транзистора?

Билет №107

1. Образование электронных пар. Модель куперовской пары. Притяжение при электрон-электронном взаимодействии. Параметр щели и энергия конденсации при T = 0 К. Возбуждения из основного состояния. Температурная зависимость параметра щели.

2. Туннельные барьеры. Туннелирование пар. Эффект Джозефсона. Стационарный и нестационарный эффекты.

3. Зарядовая энергия одноэлектронного транзистора – 100 мэВ. Каков размер участка кулоновской блокады на ВАХ этого транзистора?

Билет №108

1. Колебания. Консервативные системы. Фазовая плоскость. Идеальный маятник.

2. Кулоновская блокада туннелирования. Диаграмма стабильности одноэлектронного транзистора, ее связь с параметрами и характеристиками транзистора.

3. Размер кулоновской блокады одноэлектронного транзистора 30 мВ. Чему равна критическая температура транзистора?

Билет №109

1. Колебания под воздействием внешней силы. Резонанс.

2. Одноэлектронный транзистор: устройство, свойства, характеристики. Диаграмма стабильности одноэлектронного транзистора, ее связь с параметрами и характеристиками транзистора.

3. Суммарная емкость одноэлектронного транзистора равна 10 аФ (10^{-17} Ф). Чему равна критическая температура транзистора?

Билет №110

1. Параметрическое воздействие. Параметрический резонанс.

2. Джозефсоновский переход: общая эквивалентная схема. Резистивная модель перехода. Вольт-амперные характеристики туннельного перехода и в случае резистивной модели.

3. Критическая температура транзистора равна 100 К. Чему равна зарядовая энергия этого одноэлектронного транзистора?

Билет №111

1. Модель длинной линии. Телеграфные уравнения.

2. Воздействие внешнего высокочастотного сигнала на джозефсоновский переход. Ступени Шапиро на ВАХ. Величина ступеней.

3. Расстояние между точками вырождения на диаграмме состояний одноэлектронного транзистора равно 3В. Чему равна емкость затвора транзистора?

Билет №112

1. Магнитные свойства сверхпроводников первого и второго рода. Уравнения Лондонов. Эффект Мейсснера и глубина проникновения. Квантование магнитного потока.

2. Образование электронных пар. Модель куперовской пары. Притяжение при электрон-электронном взаимодействии. Параметр щели и энергия конденсации при T = 0 K. Возбуждения из основного состояния. Температурная зависимость параметра щели.

3. Воздействие внешнего высокочастотного сигнала на джозефсоновский переход. Ступени Шапиро на ВАХ. Величина ступеней.

Билет №113 OTT_5

1. Движение в центральном поле. Атом водорода: волновые функции и уровни энергии.

2. Методы исследования структуры твердых тел. Рентгеновская дифракция..

3. Какой заряд приобретет уединенный металлический шар радиуса R при облучении его стационарным монохроматическим световым потоком с длиной волны λ? Работа выхода равна A.

Билет №114

1. Уравнения Максвелла в вакууме. Скалярный и векторный потенциалы.

2. Колебания атомов в кристаллической решетке. Температура Дебая. Акустические и оптические фононы.

3. Короткий тонкий предмет длины L, будучи расположенным перпендикулярно главной оптической оси собирающей линзы, дает увеличенное действительное изображение длины k·L. Определить увеличение k′ этого предмета при его размещении вдоль главной оптической оси непосредственно на ней на том же расстоянии от линзы.

Билет №115

1. Линейный квантовый гармонический осциллятор. Энергии и волновые функции

2. Симметрия кристаллов. Базис и кристаллическая структура. Элементарная ячейка. Решетка Браве.

3. Найдите энергию взаимодействия двух диполей с дипольными моментами $\mathbf{p}_1$ и $\mathbf{p}_2$, находящихся на расстоянии $r >> l_i$ друг от друга (l_i – размер i - го диполя).

Билет №116

1. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

2. Теплоемкость решетки. Модель Эйнштейна и модель Дебая. Электронная теплоемкость.

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

Билет №117

1. Деформации и напряжения в твердых телах. Модули Юнга, сдвига. Коэффициент Пуассона.

2. Оптические свойства твердых тел. Спектры поглощения, отражения, люминесценции. Край собственного поглощения.

3. На какое минимальное расстояние сблизятся два электрона, движущиеся вдоль прямой навстречу друг другу, если на большом расстоянии их скорости равны V_1 и V_2? Массу m и заряд e электрона считать известными.

Билет №118

1. Динамика системы материальных точек. Законы сохранения.

2. Методы исследования структуры твердых тел. Рентгеновская дифракция.

3. Два одинаковых плоских конденсатора, один из которых заполнен диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ε, соединены параллельно и заряжены до напряжения U_0. Какую работу нужно совершить, чтобы после отключения конденсаторов от источника вытащить диэлектрическую пластину из конденсатора? Емкость конденсатора без диэлектрика равна C_0.

Билет №119

1. Динамика материальной точки. Законы Ньютона.

2. Структура твердых растворов.

3. Определить молярную теплоемкость идеального одноатомного газа, совершающего процесс расширения в соответствии с формулой $p = \alpha V$?

Билет №120

1. Движение в центрально - симметричном поле. Законы Кеплера.

2. Магнитные свойства веществ. Диамагнетизм и парамагнетизм. Гиромагнитное отношение. Закон Кюри и закон Кюри - Вейсса.

3. Найдите момент инерции одного моля классического идеального газа, помещенного в цилиндрический сосуд радиусом R, который вращается вокруг своей оси с угловой скоростью ω. Температура газа T, масса одной молекулы m_0.

Билет №121

1. Волны в сплошной среде. Характеристики акустических волн.

2. Мессбауэровская спектроскопия твердых тел. Влияние локального окружения на мессбауэровские спектры.

3. Шар массы M и радиуса R скатывается с наклонной плоскости высоты H. Определить скорость шара у основания наклонной плоскости. Шар не проскальзывает, потерями на трение – пренебречь.

Билет №122

1. Второе начало термодинамики. Циклические процессы

2.Полупроводники. Статистика носителей заряда в полупроводниках. Электроны и дырки. Оптическая и термическая активация.

3. Сходящийся пучок света падает на рассеивающую линзу с фокусным расстоянием – F и после преломления собирается в точке на фокальной плоскости линзы. Рассеивающую линзу заменяют собирающей с фокусным расстоянием +F. На каком расстоянии от линзы соберется тот же световой пучок?

Билет №123

1. Энтропия термодинамической системы. Термодинамические потенциалы.

2. Методы исследования структуры твердых тел. Дифракция электронов. Дифракция нейтронов.

3. Электрический диполь с моментом $\vec{p}$ находится на расстоянии L от бесконечной проводящей плоскости, вектор $\vec{p}$ перпендикулярен плоскости. Найти силу, действующую на диполь.

Билет №124

1. Фазовые переходы первого и второго рода.

2. Формирование зонного спектра. Энергия Ферми и поверхность Ферми. Энергетические спектры диэлектриков, полупроводников и металлов.

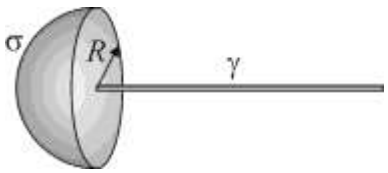
3. На пути тела массы m, скользящего по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью V0 находится незакрепленная горка высоты H и массы M. Передний склон горки плавно переходит в плоскость; горка может скользить по плоскости без трения, не отрываясь от нее. Определить конечные значения скорости тела и горки. При какой минимальной скорости тело может преодолеть горку?

Билет №125

1. Движение в центрально - симметричном поле. Законы Кеплера.

2. Комбинационное и бриллюэновское рассеяние света.

3. Найдите силу F взаимодействия непроводящей равномерно заряженной полусферы радиуса R с бесконечно длинным равномерно заряженным тонким стержнем. Один конец стержня расположен в центре полусферы, а стержень направлен вдоль оси симметрии полусферы, как показано на рисунке. Поверхностная плотность зарядов на полусфере s , линейная плотность зарядов на стержне g .



Билет №126

1. Эффект Черенкова. Циклотронное и синхротронное излучение.

2.Основные типы диаграмм состояний бинарных систем.

3. Два шарика с массами m1 и m2, движущиеся вдоль одной прямой со скоростями V1 и V2, испытывают упругое столкновение. Найти максимальное значение энергии упругой деформации шариков во время этого столкновения.

Билет №127

1. Многоэлектронный атом. Электронная конфигурация. Терм. Тонкая структура терма.

2. Методы исследования структуры твердых тел. Рентгеновская дифракция..

3. На репродукцию картины Казимира Малевича «Черный квадрат» перпендикулярно плоскости картины падает параллельный пучок света, переносящий в единицу времени через поверхность единичной площади энергию W_0. Определить силу давления света на квадрат, если сторона квадрата d известна. Изменится ли ответ, если черный квадрат заменить голубым квадратом такого же размера? Считать коэффициент отражения голубого квадрата R известным.

Билет №128

1. Расширение Вселенной. Постоянная Хаббла. Модели Фридмана. Проблема скрытой массы и темной энергии.

2. Стеклование и аморфизация. Спиновые стекла.

3. Катушка с сопротивлением R и индуктивностью L подсоединяется к источнику напряжения U. Какое количество тепла выделится в катушке через время t после подключения?

Билет №129 ОЯФ_1

1. Способы описания движения. Закон движения. Линейные и угловые скорости и ускорения.

2. Состав атомных ядер. Размеры ядер и методы их определения.

3. Золотая пластинка толщиной l=1 мкм облучается пучком ά-частиц с плотностью потока $j=10^5$ частиц/см^2·с. Кинетическая энергия ά-частиц T=5 МэВ. Сколько ά-частиц на единицу телесного угла падает в секунду на детектор, расположенный под углом 170° к оси пучка? Площадь пятна пучка на мишени S=1 см^2.

Билет №130

1. Понятия массы, импульса и силы в механике Ньютона. Законы Ньютона. Уравнение движения. Закон всемирного тяготения. Силы трения.

2. Длины волн и энергии частиц. Ускорители. Коллайдеры.

3. а).Определить минимальную (пороговую) кинетическую энергию протонов, при столкновении которых с покоящимися протонами возможно рождение π^0 мезонов: $p+p \to p+p+\pi^0$.

в).Оценить минимальную энергию сталкивающихся протонов в протон- протонном коллайдере, при которой возможна эта же реакция.

Билет №131

1. Закон сохранения и изменения импульса материальной точки и системы материальных точек. Закон сохранения механической энергии системы. Закон сохранения момента импульса.

2. Квантовое число «цвет». Рождение пар адронов и мюонов в (e^-e^+)-реакциях. Образование адронных струй.

3. Определить, какую минимальную энергию должен иметь протон, чтобы стала возможной реакция: $p + d \to p + p + n$.

Билет №132

1. Свободные колебания систем с одной степенью свободы. Гармонические колебания. Затухающие колебания. Показатель затухания. Вынужденные колебания. Резонанс.

2. β-распады ядер. Спектры продуктов β-распадов

3. Построить диаграмму Фейнмана распада Λ- бариона $\Lambda \to p + \pi^-$.Какие законы сохранения нарушаются в этом распаде?

Билет №133

1. Волны. Длина волны, период колебаний, фаза и скорость волны. Продольные и поперечные волны. Связь скорости волны с параметрами среды. Интерференция волн. Ультразвук. Эффект Доплера.

2. Ядро как квантовая система. Возбуждённые состояния ядер.

3. Идентифицировать частицу X в реакции сильного взаимодействия

$K^+p \to X K^+ K^0$

Билет №134

1. Шкала температур на основе свойств идеального газа. Уравнение состояния идеального газа. Термодинамические параметры. Нулевое начало термодинамики. Понятие термодинамического равновесия.

2. Коллективные модели ядер. Гигантский дипольный резонанс.

3. Для распада Δ^{++} резонанса ($J^P = (3/2)^+$) $\Delta^{++} \to p + \pi^+$, определить суммарный орбитальный момент испущенных адронов.

Билет №135

1. Электромагнитное поле. Вихревое электрическое поле. Взаимные превращения электрического и магнитного полей. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Электромагнитные волны. Закон сохранения энергии электромагнитного поля.

2. Зарядовая С- четность. Примеры процессов с сохранением и с нарушением С-четности.

3. Оценить среднее время жизни ρ-мезона по его ширине (Г=150 МэВ) и указать, какое из фундаментальных взаимодействий ответственно за распад.

Билет №136

1. Теплоемкость системы. Теплоемкость идеального газа. Связь теплоемкости газа с числом степеней свободы молекул. Преобразование теплоты в работу. Коэффициент полезного действия. Тепловой двигатель и холодильная машина.

2. Выделение энергии в ядерных реакциях синтеза и деления.

3. Протон с кинетической энергией T=2 МэВ налетает на неподвижное ядро ^{197}Au. Определить дифференциальное сечение рассеяния $d\sigma/d\Omega$ на угол 60°. Как изменится величина дифференциального сечения рассеяния, если в качестве рассеивающего ядра выбрать ^{27}Al?

Билет №137

1. Взаимодействие молекул. Модель идеального газа. Равновесное пространственное распределение частиц идеального газа. Основные газовые законы.

2. Энергии связи атомных ядер и модель заряженной жидкой капли.

3. Идентифицировать частицу X в реакции сильного взаимодействия

$$pp \to pX^+K^0$$

Билет №138

1. Распределения Больцмана и Максвелла. Характерные скорости молекул газа.

2. Спектр энергий и квантовые числа нуклонов в одночастичной модели оболочек.

3. По дефектам масс для ядер-изобар ^{14}C и ^{14}N ($\Delta^{14}N$)= *2.86 МэВ;* $\Delta(^{14}C)$= *3.02 МэВ)* определить верхнюю границу спектра бета-распада ядра ^{14}C и установить, относится переход к фермиевскому или гамов-теллеровскому типу распада.

Билет №139

1. Закон Кулона. Вектор напряженности электрического поля. Принцип суперпозиции электрических полей. Работа сил электростатического поля. Потенциальность электростатического поля. Потенциал.

2. Изоспин. Изоспиновые мультиплеты в физике ядра и физике частиц. Независимость сильных взаимодействий от проекций изоспинов.

3. Построить диаграмму Фейнмана распада мюона. Проанализировать законы сохранения лептонных зарядов в этом распаде.

Билет №140

1. Принцип относительности и постулат скорости света. Преобразования Лоренца и интервалы этих преобразований. Сокращение длины двигающихся отрезков и замедление темпа хода двигающихся часов. Соотношение между массой и энергией.

2. Превращения кварков в слабых взаимодействиях. Роль промежуточных бозонов W и Z. Слабые распады адронов.

3. Построить диаграмму Фейнмана для распада положительного π-мезона. Рассчитать энергии продуктов распада.

Билет №141

1. Интерференция монохроматических волн. Получение интерференционных картин делением волнового фронта и делением амплитуды. Принцип Гюйгенса-Френеля, его интегральная запись и трактовка. Зоны Френеля. Дифракция на круглом отверстии и экране. Дифракционная длина.

2. Квантовое число «цвет». «Цвета» кварков и глюонов. Структура нуклонов и Δ-резонансов.

3. Определить вероятное значение суммарного орбитального момента лептонов, испущенных при β-распаде трития : $^{3}_{1}H \rightarrow ^{3}_{2}He + e^{-} + \tilde{\nu}_e$.

Билет №142

1. Взаимодействие двухуровневой системы с излучением: спонтанные и вынужденные переходы. Явление люминесценции: основные закономерности, спектральные и временные характеристики. Лазеры – устройство и принцип работы.

2. α-распады ядер. Туннельный эффект. Роль кулоновского и центробежного барьеров в α-распаде.

3. По дефектам масс для изобар с A=13 найти верхнюю границу спектра позитронов распада ядра ^{13}**N.** ($\Delta(^{13}N)$= *5.35 МэВ;* $\Delta(^{13}C)$= *3.125 МэВ)* Определить, относится этот распад к разрешенным или запрещенным бета-распадам.

Билет №143

1. Волновые свойства частиц. Волны де-Бройля. Волновой пакет. Фазовая и групповая скорость волн де-Бройля. Соотношения неопределенности.

2. Кварковая структура адронов. Квантовые характеристики барионов и мезонов.

3. Идентифицировать частицу X в реакции сильного взаимодействия $pp \to pXK^+$

Билет №144

1. Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома и проблема устойчивости атомов. Постулаты Бора. Экспериментальное доказательство дискретной структуры атомных уровней. Опыты Франка и Герца.

2. Деление ядер.

3. С какими орбитальными моментами l_p могут вылетать протоны в реакции $^{12}C(\gamma,p)^{11}B$, если конечное ядро образуется в основном состоянии, а поглотился E2- фотон?

Билет №145

1. Законы сохранения. Аддитивные и мультипликативные законы сохранения. Связь симметрии с законами сохранения.

2. Фундаментальные частицы и взаимодействия. Радиусы взаимодействий. Спины и четности фундаментальных фермионов и бозонов.

3. Рассчитать кинетическую энергию ядра T_C ^{12}C, возникающего в результате испускания γ-кванта из первого возбужденного состояния 2^+ ядра ^{12}C (E=4.44 МэВ). Сравнить результат с шириной этого возбужденного уровня (среднее время жизни $\tau=10^{-13}$сек) и установить, возможно ли резонансное поглощение испущенного γ-кванта покоящимися ядрами ^{12}C.

Билет №146

1. Адроны как системы кварков и глюонов. «Цветные» взаимодействия кварков. «Цвета» глюонов. Конфайнмент.

2. Одночастичная модель ядерных оболочек. Самосогласованный потенциал ядра. Роль спин-орбитального взаимодействия. «Магические» ядра

3. Построить диаграмму Фейнмана для распада положительного К-мезона. Рассчитать энергии продуктов распада.

Билет №147

1. Космические лучи. Происхождение, состав и спектр энергий. Взаимодействие с атмосферой Земли и космический фон.

2. Изоспин нуклонов и ядер. Независимость ядерных сил от проекций изоспинов. Спектры «зеркальных» ядер.

3. Из закона сохранения С-четности доказать невозможность распада $\square^0$-мезона на 3 γ-кванта.

Билет №148

1. Ядро как квантовая система. Возбуждённые состояния ядер.

2. Термоядерные реакции. Нуклеосинтез. Эволюция звезд.

3. Определить активность радиоактивного препарата, полученного в результате нейтронной активации 10г стабильного изотопа ^{59}Co тепловыми нейтронами в течение времени облучения t= 1 сутки. $^{59}_{27}Co + n \rightarrow ^{60}_{27}Co$, Поток нейтронов равен $I=10^{12}\backslash c^{-1}см^{-2}$; $\sigma = 37b$ (барн) $T_{1/2}(^{60}Co)=5.2$ лет

Билет №149

1. Понятия массы, импульса и силы в механике Ньютона. Законы Ньютона. Уравнение движения. Закон всемирного тяготения. Силы трения.

2. Вероятности β -распадов. Разрешенные и запрещенные β-распады.

3. Показать, что кварк, испустив глюон, не может перейти в антикварк.

Билет №150

1. Закон сохранения и изменения импульса материальной точки и системы материальных точек. Закон сохранения механической энергии системы. Закон сохранения момента импульса.

2. Слабые взаимодействия. Промежуточные бозоны. Оценка радиуса слабого взаимодействия.

3. а).Определить минимальную (пороговую) кинетическую энергию протонов, при столкновении которых с покоящимися протонами возможно рождение пары К-мезонов: $pp \rightarrow ppK^+K^-$.б).Оценить минимальную энергию сталкивающихся протонов в протон- протонном коллайдере, при которой возможна эта же реакция.

Билет №151

1. Волны. Длина волны, период колебаний, фаза и скорость волны. Продольные и поперечные волны. Связь скорости волны с параметрами среды. Интерференция волн. Ультразвук. Эффект Доплера.

2. Ядерные реакции через составное ядро. Резонансные реакции. Связь ширин резонансов и времени протекания реакций.

3. Идентифицировать частицу X в реакции сильного взаимодействия $\pi^- + p \rightarrow X + K^0$

Билет №152

1. Шкала температур на основе свойств идеального газа. Уравнение состояния идеального газа. Термодинамические параметры. Нулевое начало термодинамики. Понятие термодинамического равновесия.

2. Р-четность. Примеры процессов с сохранением и с нарушением Р-четности.

3. С какими орбитальными моментами l_p могут вылетать протоны в реакции $^{12}C(\gamma,p)^{11}B$, если конечное ядро образуется в основном состоянии, а поглотился Е2- фотон?

Билет №153

1. Электромагнитное поле. Вихревое электрическое поле. Взаимные превращения электрического и магнитного полей. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Электромагнитные волны. Закон сохранения энергии электромагнитного поля.

2. Электромагнитные взаимодействия и диаграммы Фейнмана. Диаграмма Фейнмана для рассеяния электрона на электроне, фотоэффекта, комптон-эффекта, эффекта образования пар.

3. Определить CP-четности нейтральных систем двух и трех пионов. $J^{PC}(\pi\pi) = 0^{+}$.

Билет №154

1. Теплоемкость системы. Теплоемкость идеального газа. Связь теплоемкости газа с числом степеней свободы молекул. Преобразование теплоты в работу. Коэффициент полезного действия. Тепловой двигатель и холодильная машина.

2. Превращения кварков в слабых взаимодействиях. Роль промежуточных бозонов W и Z. Слабые распады адронов.

3. Определить вероятное значение суммарного орбитального момента лептонов, испущенных при β-распаде трития : $^{3}_{1}H \to {}^{3}_{2}He + e^{-} + \bar{\nu}$.

Билет №155

1. Взаимодействие молекул. Модель идеального газа. Равновесное пространственное распределение частиц идеального газа. Основные газовые законы.

2. Удельная энергия связи ядер ε(A). Зависимость удельной энергии связи от числа нуклонов ядра A . Влияние характеристик нуклон-нуклонных взаимодействий на ход зависимости ε (A).

3. Определить, какую минимальную энергию должен иметь протон, чтобы стала возможной реакция: $p + d \to p + p + n$.

Билет №156

1. Распределения Больцмана и Максвелла. Характерные скорости молекул газа.

2. Кварковая структура адронов. Квантовые характеристики барионов и мезонов.

3. а).Определить минимальную (пороговую) кинетическую энергию протонов, при столкновении которых с покоящимися протонами возможно рождение антинейтрона: $pp \to pp n\bar{n}$.

б).Оценить минимальную энергию сталкивающихся протонов в протон- протонном коллайдере, при которой возможна эта же реакция.

Билет №157

1. Закон Кулона. Вектор напряженности электрического поля. Принцип суперпозиции электрических полей. Работа сил электростатического поля. Потенциальность электростатического поля. Потенциал.

2. Деление ядер.

3. Определить тип мультипольность γ-квантов, возникающих при переходах ядра ^{17}O из первого возбужденного состояния $1/2^{+}$ в основное состояние. На основе модели оболочек указать конфигурационную структуру основного и возбужденного состояний ядра ^{17}O.

Билет №158

1. Волновые свойства частиц. Волны де-Бройля. Волновой пакет. Фазовая и групповая скорость волн де-Бройля. Соотношения неопределенности.

2. α-распады ядер. Туннельный эффект. Роль кулоновского и центробежного барьеров в α-распаде.

3. а).Определить минимальную (пороговую) кинетическую энергию протонов, при столкновении которых с покоящимися протонами возможно рождение антинейтрона: $pp \to pp n\bar{n}$. б).Оценить минимальную энергию сталкивающихся протонов в протон- протонном коллайдере, при которой возможна эта же реакция.

Билет №159

1. Принцип относительности и постулат скорости света. Преобразования Лоренца и интервалы этих преобразований. Сокращение длины двигающихся отрезков и замедление темпа хода двигающихся часов. Соотношение между массой и энергией.

2. Выделение энергии в ядерных реакциях синтеза и деления.

3. По дефектам масс для изобар с A=13 найти верхнюю границу спектра позитронов распада ядра ^{13}N. ($\Delta(^{13}N)= 5.35$ *МэВ;* $\Delta(^{13}C)= 3.125$ *МэВ)* Определить, относится этот распад к разрешенным или запрещенным бета-распадам.

Билет №160

1. Взаимодействие двухуровневой системы с излучением: спонтанные и вынужденные переходы. Явление люминесценции: основные закономерности, спектральные и временные характеристики. Лазеры – устройство и принцип работы.

2. Квантовое число «цвет». «Цвета» кварков и глюонов. Структура нуклонов и Δ-резонансов.

3. Определить минимальную (пороговую) кинетическую энергию протонов, при столкновении которых с покоящимися протонами возможно рождение промежуточных бозонов W: $pppp\rightarrow W^{\pm}$.

Билет №161

1. Интерференция монохроматических волн. Получение интерференционных картин делением волнового фронта и делением амплитуды. Принцип Гюйгенса-Френеля, его интегральная запись и трактовка. Зоны Френеля. Дифракция на круглом отверстии и экране. Дифракционная длина.

2. Длины волн и энергии частиц. Ускорители. Коллайдеры.

3. Построить диаграмму Фейнмана распада Λ- бариона $\Lambda \rightarrow p+\pi^-$.Какие законы сохранения нарушаются в этом распаде?

Билет №162

1. Свойства нейтрино. Регистрация электронных и мюонных нейтрино и антинейтрино. Опыт Райнеса и Коуэна.

2. Выделение энергии в ядерных реакциях синтеза и деления.

3. Показать, что в распадах $\Delta \rightarrow N+\pi$, где N-нуклон (протон либо нейтрон) сохраняется изоспин. Указать, по какому из фундаментальных взаимодействий происходит распад.

Билет №163

1. Принцип неопределенности. Ширина уровня и время распада

2. Термоядерные реакции. Нуклеосинтез. Эволюция звезд.

3. По дефектам масс для ядер-изобар ^{14}C и ^{14}N ($\Delta^{14}N$)= *2.86 МэВ;* $\Delta(^{14}C)$= *3.02 МэВ)* определить верхнюю границу спектра бета-распада ядра ^{14}C и установить, относится переход к фермиевскому или гамов-теллеровскому типу распада.

Билет №164

1. Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома и проблема устойчивости атомов. Постулаты Бора. Экспериментальное доказательство дискретной структуры атомных уровней. Опыты Франка и Герца.

2. α-распады ядер. Туннельный эффект. Роль кулоновского и центробежного барьеров в α-распаде.

3. Показать, что кварк, испустив глюон, не может перейти в антикварк.

Билет №165

1. Квантовая система, ее состояние, измеряемые параметры. Волновая функция, ее свойства. Уравнение Шредингера. Стационарные и нестационарные состояния. Операторы физических величин.

2. Распады адронов. Примеры распадов по сильным, электромагнитным и слабым взаимодействиям.

3. Идентифицировать частицу X в реакции сильного взаимодействия $\pi^- p \to p + X + K^0$

Билет №166

1. Спины и четности ядер в основном и возбужденных состояниях.

2. Кварковая структура адронов. Квантовые характеристики барионов и мезонов.

3. Золотая пластинка толщиной l=1 мкм облучается пучком ά-частиц с плотностью потока $j=10^5$ частиц/см^2·с. Кинетическая энергия ά-частиц T=5 МэВ. Сколько ά-частиц на единицу телесного угла падает в секунду на детектор, расположенный под углом 170° к оси пучка? Площадь пятна пучка на мишени S=1 см^2.

Билет №167

1. Системы тождественных частиц. Бозоны и фермионы. Принцип Паули.

2. Удельная энергия связи ядер ε(A). Зависимость удельной энергии связи от числа нуклонов ядра A. Влияние характеристик нуклон-нуклонных взаимодействий на ход зависимости ε (A).

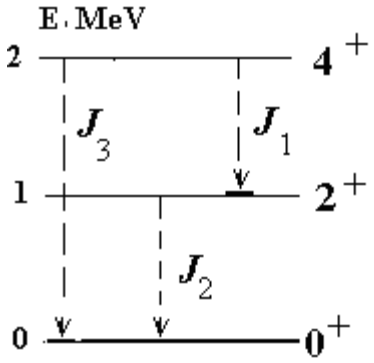
3. С какими орбитальными моментами l_p могут вылетать протоны в реакции $^{12}C(\gamma,p)^{11}B$, если конечное ядро образуется в основном состоянии, а поглотился E2- фотон?

Билет №168

1. Кванты излучения. Формула Планка. Закон Стефана-Больцмана и закон смещения Вина. Фотоэффект. Опыты Герца и Столетова. Закон Эйнштейна. Рассеяние электромагнитного излучения на свободных зарядах. Эффект Комптона.

2. Распады адронов. Примеры распадов по сильным, электромагнитным и слабым взаимодействиям.

14. Оценить соотношение вероятностей γ – переходов ($4^+ \to 0^+$) и ($4^+ \to 2^+$) в изображенном на схеме спектре низших возбужденных состояний ядра с A=64.



Билет №169 ОЯФ_2

1. Уравнения Максвелла в вакууме. Скалярный и векторный потенциалы. Калибровочная инвариантность.

2. Тонкая структура спектра в атоме водорода и многоэлектронных атомах.

3. Найти период малых колебаний тонкого стержня длины L, шарнирно закрепленного за верхний конец, если его плотность зависит от расстояния r до шарнира как $\rho(r)=c0+c1\ r$.

Билет №170

1. Уравнения Максвелла в среде. Материальные уравнения. Комплексная диэлектрическая проницаемость.

2. Лагранжиан релятивистской заряженной частицы во внешнем электромагнитном поле. Вывод уравнений движения.

3. В борновском приближении найти амплитуду рассеяния на потенциале Юкавы.

Билет №171

1. Динамика системы материальных точек. Законы сохранения.

2. Нестационарная теория возмущений. Мгновенные и адиабатические переходы. Периодическое возмущение.

3. Найти коэффициент надбарьерного отражения от потенциала «ступенька».

Билет №172

1. Колебания систем с одной и многими степенями свободы. Свободные и вынужденные колебания. Нормальные колебания.

2. Стационарная теория возмущений. Невырожденный уровень, вырожденный уровень, близкие уровни.

3. Точечный заряд Q находится на расстоянии L от центра изолированного незаряженного металлического шара радиуса R. Найти потенциал поля и распределение поверхностных зарядов.

Билет №173

1. Тензор электромагнитного поля и его инварианты.

2. Симметрии и интегралы движения в квантовой теории.

3. Пять одинаковых бусинок без трения скользят по кольцу и попарно соединены пятью одинаковыми пружинами. Найти все нормальные колебания.

Билет №174

1. Взаимодействие молекул. Идеальный газ. Основные газовые законы.

2. Движение в центральном потенциале в классической механике. Центробежный потенциал. Падение на центр.

3. Найти уровни энергии в прямоугольной потенциальной яме глубины V_0

Билет №175

1. Решение вакуумных уравнений Максвелла в виде плоских волн. Фазовые и амплитудные соотношения.

2. Центральное поле в квантовой теории. Кулоновский потенциал.

3. Электрический заряд Q движется по окружности радиуса R с частотой ω. Найти электрическое и магнитное поля в волновой зоне в электрическом дипольном приближении.

Билет №176

1. Равновесное электромагнитное излучение. Формула Планка и ее предельные случаи. Закон Стефана-Больцмана.

2. Адиабатическое приближение в теории молекул. Термы двухатомной молекулы. Типы химической связи.

3. Построить Лагранжиан и уравнения Лагранжа второго рода для одномерного гармонического осциллятора.

Билет №177

1. Плотность энергии и поток энергии электромагнитного поля. Давление света: корпускулярная и волновая картины.

2. Распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака.

3. Найти поправки к уровням энергии многоэлектронного атома в слабом однородном магнитном поле.

Билет №178

1. Дисперсия и поглощение света. Нормальная и аномальная дисперсия.

2. Упругое рассеяние в квантовой теории - постановка задачи, борновское приближение.

3. Найти поправки к уровням энергии бесспинового атома водорода в слабом однородном электрическом поле.

Билет №179

1. Статическое магнитное поле. Закон Био-Савара-Лапласа. Электромагнитная индукция.

2. Момент в квантовой механике. Матричные элементы компонент момента.

3. В квазиклассическом приближении найти уровни энергии в потенциале $V(x<0) = \infty$, $V(x>0)=\alpha x$.

Билет №180

1. Основы специальной теории относительности. Преобразования Лоренца.

2. Межмолекулярное взаимодействие. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

3. Найти термы для конфигурации $2p^3$.

Билет №181 ОПМ

1. Законы динамики. Первый, второй и третий законы Ньютона. Понятия массы, импульса и силы в механике Ньютона.

2. Аппроксимация функций. Сплайны.

3. Найдите собственные колебания (собственные функции и собственные частоты) мембраны, имеющей форму круга $\mathcal{M} = \{r, \varphi: 0 \leqslant r < a, 0 \leqslant \varphi < 2\pi\}$, с закреплённой границей.

Билет №182

1. Импульс. Закон сохранения импульса. Центр масс. Теорема о движении центра масс. Движение тел с переменной массой

2. Разностные схемы. Явные и неявные разностные схемы. Консервативные однородные разностные схемы.

3. В прямоугольной тонкой пластине $\mathcal{D} = \{x, y\colon\ 0 < x < 1, 0 < y < 2\}$ распределение температуры на её границах задано как $u(x, 2) = \sin(2\pi x)$, $u(x, 0) = u(0, y) = u(1, y) = 0$. Найдите стационарное распределение температуры $u(x, y)$ в любой точке пластины.

Билет №183

1. Работа силы. Консервативные силы. Энергия системы материальных точек. Кинетическая и потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии.

2. Ряд Лорана. Теорема о вычетах.

3. Найдите собственные колебания (собственные функции и собственные частоты) тела, имеющего форму цилиндра $\mathcal{C} = \{r, \varphi, z\colon\ 0 \leqslant r < a, 0 \leqslant \varphi < 2\pi, 0 < z < L\}$, если его поверхность неподвижна.

Билет №184

1. Момент импульса твёрдого тела. Осевые и центробежные моменты инерции.

2. Задача Штурма–Лиувилля для оператора Лапласа. Свойства собственных значений и собственных функций оператора Лапласа.

3. Количество актов радиоактивного распада в промежуток времени $[0, t)$ имеет распределение Пуассона со средним λt (здесь $t > 0$, $\lambda = \text{const}$, $\lambda > 0$). Найдите среднее время, которое пройдёт от начала отсчёта до первого акта распада.

Билет №185

1. Функция Лагранжа и уравнения Лагранжа для системы материальных точек. Интегралы движения.

2. Основные понятия теории вероятностей: случайная величина, функция распределения, математическое ожидание, дисперсия.

3. Поставьте и решите задачу о малых поперечных колебаниях однородной струны длиной $l = 1$ с закрепленными концами. Начальное отклонение в точке x струны равно $\sin 3\pi x$, а начальная скорость равна нулю.

Билет №186

1. Движение в центрально-симметричном поле. Законы Кеплера.

2. Численные методы линейной алгебры: решение систем линейных алгебраических уравнений.

3. Проводятся измерения $\xi_i = a_i\theta + \nu_i$ параметра θ, где a_i – заданные числа, а погрешности ν_i, $i = 1, \dots, n$, – независимые случайные величины с нулевым средним и дисперсией σ^2. Найдите оценку параметра θ вида $\hat{\theta} = r_1\xi_1 + r \cdots + r_n\xi_n$, которая обладает минимальной дисперсией и удовлетворяет условию несмещённости (среднее значение оценки равно θ для любого θ), среди всех оценок такого вида. Найдите дисперсию этой оценки.

Билет №187

1. Колебания. Свободные колебания системы с одной степенью свободы. Уравнения собственных затухающих и незатухающих колебаний.

2. Закон больших чисел.

3. В прямоугольной тонкой пластине $\mathcal{D} = \{x, y: 0 < x < 3, 0 < y < 1\}$ распределение температуры на её границах задано как $u(x, 1) = \sin(\pi x/3)$, $u(x, 0) = u(0, y) = u(3, y) = 0$. Найдите стационарное распределение температуры $u(x, y)$ в каждой точке пластины.

Билет №188

1. Закон Гука. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Модуль сдвига.

2. Интегралы: неопределённые и определённые, двойные, криволинейные, поверхностные.

3. В точках на прямой с координатами $x = 1,2, \dots$ находятся атомы, которые с вероятностью p могут поглотить фотон, а с вероятностью $1 - p$ пропустить его. Фотон начинает своё движение вдоль этой прямой из точки $x = 0$. Найдите среднюю длину пробега фотона и её дисперсию.

Билет №189

1. Основы гидро- и аэростатики. Закон Паскаля. Закон Архимеда. Условия устойчивого плавания тел.

2. Биномиальное распределение, нормальное распределение случайных величин, их применение в физике.

3. Поставьте и решите задачу о распределении температуры $u(x, t)$ в тонком однородном стержне длины $l = 1$, если левый конец поддерживается при нулевой температуре, а правый теплоизолирован. Начальное распределение температуры задано как $\sin(3\pi x/2)$.

Билет №190

1. Стационарное течение жидкости (газа). Идеальная жидкость. Уравнение Бернулли.

2. Линейные операторы в линейных пространствах. Собственные векторы и собственные значения.

3. Найдите собственные колебания (собственные функции и собственные частоты) мембраны, имеющей форму кольца $\mathcal{M} = \{r, \varphi\colon\ a < r < b, 0 \leqslant \varphi < 2\pi\}$, с закреплёнными границами.

Билет №191

1. Явления переноса. Теплопроводность, диффузия, вязкость. Коэффициенты переноса для идеального газа.

2. Основные понятия и принципы математического моделирования. Математическая модель. Детерминированные и стохастические модели.

3. Декартовы координаты v_x, v_y, v_z скорости $\vec{v}$ молекулы газа с массой m и температурой T имеют распределение Максвелла. Найдите среднюю кинетическую энергию молекулы.

Билет №192

1. Первое начало термодинамики. Понятие внутренней энергии. Термодинамические потенциалы.

2. Краевые задачи для уравнения Лапласа. Функция Грина для оператора Лапласа. Понятие обобщенного решения.

3. Частица массы m_0 начинает падение с высоты под действием силы тяжести. В процессе падения масса частицы уменьшается со временем по линейному закону $m(t) = m_0 - bt$, где $b = \mathrm{const}$. Определите момент времени, когда кинетическая энергия частицы максимальна.

Билет №193

1. Теплоемкость. Теплоемкость идеального газа. Классическая теория теплоёмкости твердых тел. Температура Дебая.

2. Основные понятия математического анализа: предел функции, непрерывность и дифференцируемость функции, физический смысл производной.

3. Поставьте и решите задачу о малых поперечных колебаниях однородной струны длиной $l = 1$ с закрепленными концами. Начальное отклонение точек струны равно нулю, а начальная скорость точки с координатой x равна $\sin\pi x$.

Билет №194

1. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Изотермы реального газа.

2. Метод конечных элементов.

3. Найдите собственные колебания (собственные функции и собственные частоты) прямоугольной мембраны $\mathcal{M} = \{x, y\colon\ 0 < x < a, 0 < y < b\}$ с закреплёнными границами.

Билет №195

1. Фазы вещества. Фазовые переходы. Уравнения Клапейрона–Клаузиуса. Диаграммы равновесия фаз. Тройная точка.

2. Специальные функции математической физики. Функции Бесселя, Неймана, Ханкеля.

3. В системе присутствуют частицы с энергиями $E_1, \dots, E_n$. Вероятность того, что наугад выбранная частица имеет энергию E_i, равна p_i ($\sum_{i=1}^{n} p_i = 1$). Найдите максимум энтропии $H = -\sum_{i=1}^{n} p_i \ln p_i$ данной системы при условии, что средняя энергия системы фиксирована и равна E.

Билет №196

1. Превращение теплоты в работу. Тепловые машины. Цикл Карно. Первая и вторая теоремы Карно.

2. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Задачи с начальными условиями и краевые задачи. Устойчивость решений.

3. Найдите собственные колебания (собственные функции и собственные частоты) мембраны, имеющей форму кольца $\mathcal{M} = \{r, \varphi\colon\ a < r < 2a, 0 \leqslant \varphi < 2\pi\}$, с закреплёнными границами.

Билет №197

1. Второе начало термодинамики. Энтропия. Изменение энтропии идеального газа при его адиабатическом расширении в пустоту.

2. Центральная предельная теорема. Интегральная теорема Муавра–Лапласа.

3. Поставьте и решите задачу о малых поперечных колебаниях однородной струны длиной $l = 1$ с закрепленными концами. Начальное отклонение точек струны равно нулю, а начальная скорость точки с координатой x равна $\sin 3\pi x$.

Билет №198

1. Уравнения электростатики. Закон Кулона. Теорема Гаусса.

2. Основные понятия вариационного исчисления. Постановка задачи поиска экстремума функционала, методы ее решения.

3. В тонкой пластине круглой формы $\mathcal{D} = \{r, \varphi\colon 0 \leqslant r < a, 0 \leqslant \varphi < 2\pi\}$ распределение температуры на её границе задано как $u(a, \varphi) = \sin\varphi$. Найдите стационарное распределение температуры $u(r, \varphi)$ в каждой точке пластины.

Билет №199

1. Основные положения теории электромагнетизма Максвелла. Уравнения Максвелла. Материальные уравнения.

2. Числовые и функциональные ряды. Ряд Тейлора.

3. Найдите собственные колебания (собственные функции и собственные частоты) тела, имеющего форму цилиндра $\mathcal{C} = \{r, \varphi, z\colon\ 0 \leqslant r < a, 0 \leqslant \varphi < 2\pi, 0 < z < L\}$, если его поверхность неподвижна.

Билет №200

1. Основные положения электронной теории. Законы Ома и Джоуля–Ленца. Недостатки классической электронной теории.

2. Специальные функции математической физики. Классические ортогональные полиномы.

3. Проводятся три измерения $\xi_i = a_i\theta + \nu_i$, $i = 1,2,3$, параметра θ, где a_1, a_2, a_3 – заданные числа, а погрешности ν_1, ν_2, ν_3 – независимые случайные величины с нулевым средним и дисперсией σ^2. Найдите оценку параметра θ вида $\hat{\theta} = r_1\xi_1 + r_2\xi_2 + r_3\xi_3$, которая обладает минимальной дисперсией и удовлетворяет условию несмещённости (среднее значение оценки равно θ для любого θ), среди всех оценок такого вида. Найдите дисперсию этой оценки.

Билет №201

1. Закон электромагнитной индукции Фарадея, его дифференциальное представление. Самоиндукция и взаимная индукция.

2. Ряд Фурье, интеграл Фурье.

3. Найдите собственные колебания (собственные функции и собственные частоты) мембраны, имеющей форму круга $\mathcal{M} = \{r, \varphi: 0 \leqslant r < a,\ 0 \leqslant \varphi < 2\pi\}$, с закреплённой границей.

Билет №202

1. Интерференция света. Интерференция двух монохроматических световых волн. Интерференция квазимонохроматического света. Время и длина когерентности.

2. Линейные операторы в линейных пространствах. Собственные векторы и собственные значения.

3. Распределение температуры на границе шара радиуса a задано как $u(a, \varphi, \theta) = \cos\varphi \sin\theta$ (где r, θ, φ – сферические координаты). Найдите стационарное распределение температуры $u(r, \varphi, \theta)$ в каждой точке шара.

Билет №203

1. Дифракция света. Принцип Гюйгенса–Френеля. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Зоны Френеля.

2. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши. Явные методы Рунге–Кутты.

3. Количество актов радиоактивного распада в промежуток времени $[0, t)$ имеет распределение Пуассона со средним λt (здесь $t > 0$, $\lambda = \text{const}$, $\lambda > 0$). Найдите среднее время, которое пройдёт от начала отсчёта до первого акта распада.

Билет №204

1. Дифракция Фраунгофера. Амплитудные и фазовые дифракционные решетки.

2. Преобразование Фурье и преобразование Лапласа. Их применение в задачах математической физики.

3. Декартовы координаты v_x, v_y, v_z скорости $\vec{v}$ молекулы газа с массой m и температурой T имеют распределение Максвелла. Найдите среднее значение абсолютной величины импульса молекулы.

Билет №205

1. Оптические явления на границе раздела изотропных диэлектриков. Эффект Брюстера. Полное внутреннее отражение.

2. Примеры физических задач, приводящих к интегральным уравнениям. Уравнения Фредгольма и Вольтерра.

3. Поставьте и решите задачу о распределении температуры $u(x,t)$ в тонком однородном стержне длины $l = 1$, если правый конец поддерживается при нулевой температуре, а левый теплоизолирован. Начальное распределение температуры задано как $\cos(\pi x/2)$.

Билет №206

1. Основные постулаты квантовой механики. Волновая функция, операторы координаты и импульса. Соотношения неопределенностей.

2. Краевые задачи для уравнения Гельмгольца. Внутренние и внешние задачи.

3. Поставьте и решите задачу о малых поперечных колебаниях $u(x,t)$ однородной струны длиной $l = 1$, если её левый конец закреплен, а правый свободен ($u_x = 0$). Начальное отклонение равно $\sin(3\pi x/2)$, а начальная скорость равна нулю.

Билет №207

1. Системы тождественных частиц. Бозоны и фермионы. Принцип Паули.

2. Физические задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям второго порядка в частных производных. Внутренние и внешние задачи. Условия на бесконечности.

3. Декартовы координаты v_x, v_y, v_z скорости $\vec{v}$ молекулы газа с массой m и температурой T имеют распределение Максвелла. Найдите среднее значение абсолютной величины скорости молекулы.

Билет №208

1. Равновесное электромагнитное излучения. Формула Планка. Закон Стефана–Больцмана.

2. Численное дифференцирование и интегрирование.

3. Распределение температуры на границе шара радиуса a задано как $u(a,\varphi,\theta) = \sin\varphi \sin\theta$ (где r, θ, φ – сферические координаты). Найдите стационарное распределение температуры $u(r,\varphi,\theta)$ в каждой точке шара.

Билет №209

1. Спонтанные и вынужденные переходы. Лазеры.

2. Задача Штурма-Лиувилля для оператора Лапласа. Свойства собственных значений и собственных функций оператора Лапласа.

3. В системе присутствуют частицы с энергиями $E_1, \dots, E_n$. Вероятность того, что наугад выбранная частица имеет энергию E_i, равна p_i ($\sum_{i=1}^{n} p_i = 1$). Найдите максимум энтропии $H = -\sum_{i=1}^{n} p_i \ln p_i$ данной системы при условии, что средняя энергия системы фиксирована и равна E.

Билет №210

1. Основные понятия теории относительности. Преобразования Лоренца. Лоренцево сокращение длины и релятивистское замедление времени. Инвариантность пространственно-временного интервала.

2. Числовые и функциональные ряды. Ряд Тейлора.

3. Поставьте и решите задачу о распределении температуры $u(x,t)$ в тонком однородном стержне длины $l = 1$, если левый конец поддерживается при нулевой температуре, а правый теплоизолирован. Начальное распределение температуры равно $\sin(\pi x/2)$.

Билет №211 ФНТ

1. Движение в центрально-симметричном поле. Законы Кеплера.

2. Теплоемкость твердых тел. Модели Дебая и Эйнштейна.

3. **Задача.** Однородный шар массы m и радиуса R, имеющий заряд q, равномерно распределенный по объему, вращается с постоянной угловой скоростью ω вокруг оси, проходящей через его центр. Найти магнитный момент шара и его отношение к механическому моменту.

Билет №212

1. Движение частиц в периодическом потенциале.

2. Статическое магнитное поле. Закон Био-Савара-Лапласа. Электромагнитная индукция.

3. **Задача.** Естественный свет падает на поверхность стекла с показателем преломления $n = 1{,}5$ под углом полной поляризации (углом Брюстера). Найти степень поляризации преломленного света $\Delta = \frac{I_s - I_p}{I_s + I_p}$, где I_s - интенсивность компоненты электрического поля, перпендикулярной к плоскости падения, I_p - интенсивность компоненты электрического поля, параллельной плоскости падения.

Билет №213

1. Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений. Температура.

2. Динамика материальной точки. Законы Ньютона.

3. **Задача.** Точечный диполь с электрическим моментом $\vec{p}$ находится на большом расстоянии l от бесконечной проводящей плоскости, вектор $\vec{p}$ перпендикулярен плоскости. Найти силу, действующую на диполь.

Билет №214

1. Колебания систем с одной и многими степенями свободы. Свободные и

вынужденные колебания.

2. Системы тождественных частиц. Бозоны и фермионы. Принцип Паули.

3. **Задача.** Напряженность аксиально-симметричного электростатического поля зависит от расстояния □ от оси симметрии как $\vec{E} = \frac{a\vec{\rho}}{\rho^2}$, где a – известная постоянная. Найти заряд, находящийся внутри сферы радиуса R, центр которой расположен на оси симметрии этого поля.

Билет №215

1. Первое начало термодинамики. Циклические процессы

2. Дифракция света. Приближения Френеля и Фраунгофера. Спектральные приборы.

3. **Задача**. Горизонтальная плоскость разделена на две полуплоскости, одна из которых гладкая, а вторая шероховатая. Сплошной цилиндр, ось которого горизонтальна, скользит без вращения по гладкой полуплоскости в направлении перпендикулярном границе полуплоскости. В момент, когда цилиндр попадает на шероховатую полуплоскость, на него начинает действовать постоянная по величине сила трения скольжения. Пренебрегая силой трения качения, определить как будет двигаться цилиндр по шероховатой полуплоскости после прохождения границы. Чему будут равны кинетические энергии поступательного и вращательного движения?

Билет №216

1. Электростатическое поле. Закон Кулона. Теорема Гаусса. Мультипольное

разложение потенциала.

2. Принцип неопределенности.

3. **Задача.** Через неподвижный блок с моментом инерции I и радиусом r перекинута невесомая нерастяжимая нить, к одному концу которой подвешен груз массы m. Другой конец нити соединен с невесомой пружиной с закрепленным нижним концом. Коэффициент жесткости пружины равен k. Нить не скользит по поверхности блока. Найти период малых колебаний груза.

Билет №217

1. Динамика системы материальных точек. Законы сохранения.

2. Твердые тела. Кристаллы. Симметрия кристаллов.

3. Задача. Тонкий проводник, по которому течет постоянный ток силой $J = 1\,\text{А}$, плотно навит на половинку тора. Диаметр сечения тора $d = 5\,\text{см}$, число витков намотки равно $N = 1000$. Вычислить магнитный момент, создаваемый током.

Билет №218

1. Деление и синтез ядер. Ядерная энергия. Реакторы.

2. Атом водорода по Бору.

3. **Задача.** Доказать, что все кристаллы тетрагональной симметрии (содержащие ось симметрии четвертого порядка) являются одноосными.

Билет №219

1. Второе начало термодинамики.

2. Интерференция света. Временная и пространственная когерентность.

Интерферометры.

3. **Задача.** Плосковыпуклая линза с радиусом кривизны R_1 помещена на вогнутую сферическую поверхность с радиусом кривизны $R_2 > R_1$. Кольца Ньютона наблюдаются в отраженном свете. Определить радиус r_m m-го темного кольца, если длина световой волны равна λ.