

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 1

1. Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений. Температура.
2. Диэлектрики, магнетики, проводники, сверхпроводники и их электромагнитные свойства.
3. Плоский воздушный конденсатор состоит из двух квадратных обкладок размером  $a$ , находящихся на расстоянии  $l$  друг от друга ( $l \ll a$ ). Между обкладками поместили диэлектрическую пластинку с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ , заполняющую практически весь объем конденсатора, и подключили конденсатор к источнику с напряжением  $U$ . Найдите силу, которая будет действовать на пластинку, если выдвинуть ее из конденсатора на некоторое расстояние, намного превышающее  $l$ , но меньшее, чем ее поперечный размер  $a$ .

Заведующий отделением  
физики твердого тела,  
профессор



А.Н.Васильев

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 2

1. Течение вязкой жидкости. Уравнение Навье - Стокса. Число Рейнольдса.
2. Атом водорода по Бору.
3. Два одинаковых тела зарыты в землю на большом расстоянии друг от друга. Разность потенциалов между ними  $U$ . Проводимости почвы в окрестности этих тел равны  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$ . Найдите потенциалы тел относительно бесконечно удаленной точки.

Заведующий отделением  
физики твердого тела,  
профессор



А.Н.Васильев

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 3

1. Фазовые переходы первого и второго рода. Условия устойчивости и равновесия.
2. Электростатическое поле. Закон Кулона. Теорема Гаусса. Мультипольное разложение потенциала.
3. Квадратная рамка массой  $m$ , сделанная из тонкого провода, может без трения вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через ее центр перпендикулярно двум противоположным сторонам рамки. Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле индукцией  $B$ . По рамке течет постоянный ток  $I$ . Определите период малых колебаний рамки около положения ее равновесия.

Заведующий отделением  
физики твердого тела,  
профессор



А.Н.Васильев

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 4

1. Теплоемкость твердых тел. Модели Дебая и Эйнштейна.
2. Квазистационарное приближение. Скин-эффект.
3. От двух когерентных точечных источников света получена интерференционная картина на экране, удаленном от источников на расстояние  $L = 2$  м. Во сколько раз изменится ширина интерференционных полос, если между источниками и экраном поместить собирающую линзу с фокусным расстоянием  $f = 40$  см так, чтобы источники оказались в ее фокальной плоскости? Расстояние между источниками много меньше  $f$  и  $L$ .

Заведующий отделением  
физики твердого тела,  
профессор



А.Н.Васильев

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 5

1. Статическое магнитное поле. Закон Био-Савара-Лапласа. Электромагнитная индукция.
2. Функция Лагранжа и уравнения Лагранжа системы материальных точек. Интегралы движения.
3. Найдите энергию взаимодействия двух диполей с дипольными моментами  $\mathbf{p}_1$  и  $\mathbf{p}_2$ , находящихся на расстоянии  $r \gg l_i$  друг от друга ( $l_i$  – размер  $i$ -го диполя).

Заведующий отделением  
физики твердого тела,  
профессор



А.Н.Васильев

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 6

1. Динамика материальной точки. Законы Ньютона.
2. Формирование зонного спектра. Эффективная масса. Энергия Ферми и поверхность Ферми.
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  $z \ll R$  и  $z \gg R$ .

Заведующий отделением  
физики твердого тела,  
профессор



А.Н.Васильев

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 7

1. Энтропия термодинамической системы. Термодинамические потенциалы.
2. Уравнение Максвелла в вакууме. Скалярный и векторный потенциалы. Калибровочная инвариантность.
3. Температура поверхности Солнца равна  $T_c=5800\text{K}$ , расстояние от Земли до Солнца  $r=15\cdot 10^{10}\text{м}$ . Радиус Солнца  $R_c=7\cdot 10^8\text{м}$ . Оценить температуру  $T_3$  поверхности Земли. Учесть, что доля  $\alpha=0.3$  излучения Солнца, попадающего на Землю, отражается от её поверхности.

Заведующий отделением  
физики твердого тела,  
профессор

А.Н.Васильев

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 8

1. Уравнения Максвелла в среде. Материальные уравнения. Комплексная диэлектрическая проницаемость и показатель преломления, их пространственная и временная дисперсия.
2. Взаимодействие молекул. Идеальный газ. Основные газовые законы.
3. Полупространство заполнено проводником. Другое полупространство заполнено диэлектриком с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ . Внутри диэлектрика на расстоянии  $r$  от плоскости, разделяющей полупространства, находится точечный заряд  $q$ . Какова плотность заряда, наведённого на поверхности проводника (именно проводника, а не диэлектрика) в точке падения нормали из заряда на эту плоскость?

Заведующий отделением  
физики твердого тела,  
профессор

А.Н.Васильев

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 9

1. Интерференция света. Временная и пространственная когерентность. Интерферометры.
2. Деформации и напряжения в твердых телах. Модули Юнга, сдвига. Коэффициент Пуассона.
3. Классический идеальный газ, состоящий из  $N$  молекул, дипольный момент каждой из которых  $\mathbf{p}$ , помещен в однородное электрическое поле напряженностью  $\mathbf{E}$ . Вычислите величину вектора поляризации газа. Температура газа  $T$ .

Заведующий отделением  
физики твердого тела,  
профессор



А.Н.Васильев

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 10

1. Теория флуктуаций. Броуновское движение.
2. Дисперсия и поглощение света. Отражение и преломление на границах двух сред. Рассеяние света. Формула Рэлея.
3. Дифракция Фраунгофера плоской волны на щели наблюдается в фокальной плоскости линзы. Во сколько раз изменится интенсивность света в фокусе линзы, если щель накрыть плоскопараллельной пластинкой, амплитудный коэффициент пропускания которой имеет вид  $T(x) = \sin(\pi x/a)$ . Ось  $OX$  лежит в плоскости экрана и направлена перпендикулярно щели. Края щели имеют координаты  $x = 0$  и  $x = a$ .

Заведующий отделением  
физики твердого тела,  
профессор




А.Н.Васильев

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 11

1. Распределение молекул газа по скоростям. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле.
2. Энергия электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга.
3. Найдите разность длин волн  $\Delta\lambda$  для двух линий излучения натрия, если при наблюдении интерференционных полос равной ширины в воздушном клине интерференционная картина исчезает в первый раз при толщине клина  $d = 0,15$  мм. Примите  $\Delta\lambda \ll \lambda_0$ , где  $\lambda_0 = 0,59$  мкм.

Заведующий отделением  
физики твердого тела,  
профессор



А.Н.Васильев

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 12

1. Взаимодействие света и вещества. Законы фотоэффекта. Закон Стефана-Больцмана.
2. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
- 3 Найдите момент инерции одного моля классического идеального газа, помещенного в цилиндрический сосуд радиусом  $R$ , который вращается вокруг своей оси с угловой скоростью  $\omega$ . Температура газа  $T$ , масса одной молекулы  $m_0$ .

Заведующий отделением  
физики твердого тела,  
профессор



А.Н.Васильев

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

**Билет № 13**

1. Жидкости. Поверхностные явления.
2. Динамика системы материальных точек. Законы сохранения.
3. Найдите уравнение процесса для одного моля газа Ван-дер-Ваальса, в котором теплоемкость изменяется по закону  $C = \alpha T^2$ , где  $\alpha$  – постоянная. Константы Ван-дер-Ваальса  $a$  и  $b$  считайте известными.

Заведующий отделением  
физики твердого тела,  
профессор



А.Н.Васильев

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

**Билет № 14**

1. Колебания систем с одной и многими степенями свободы. Свободные и вынужденные колебания.
2. Симметрия кристаллов. Базис и кристаллическая структура. Элементарная ячейка. Решетка Браве.
3. Найдите уравнение процесса, проводимого над идеальным газом, при котором молярная теплоемкость газа меняется с температурой по закону  $C = \alpha T$ , где  $\alpha$  – постоянная.

Заведующий отделением  
физики твердого тела,  
профессор



А.Н.Васильев

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 15

1. Механика жидкостей и газов. Течение идеальной жидкости. Уравнение Эйлера.
2. Теплоемкость решетки. Модель Эйнштейна и модель Дебая. Электронная теплоемкость.
3. Стержень длины  $L$  движется вдоль оси, которая ему параллельна. С какой минимальной скоростью должен двигаться стержень, чтобы в неподвижной системе отсчёта его концы могли одновременно оказаться между плоскостями, расстояние между которыми  $l < L$ ? Допустим, стержень движется с искомой скоростью, и его концы одновременно (в неподвижной системе отсчёта) пересекают две эти плоскости. В системе отсчёта стержня, на сколько раньше одно из этих событий произойдёт, чем другое?

Заведующий отделением  
физики твёрдого тела,  
профессор



А.Н.Васильев

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 16

1. Дифракция света. Приближения Френеля и Фраунгофера.
2. Теорема Блоха. Понятие квазиимпульса. Зона Бриллюэна.
3. Из одного сосуда жидкость вязкостью  $\eta$  равномерно перетекает в другой сосуд по вертикальной цилиндрической трубке длиной  $l$  и радиусом  $r$ . Концы трубки очень близко к поверхностям жидкости в обоих сосудах. Чему равно давление в центре трубки?

Заведующий отделением  
физики твёрдого тела,  
профессор



А.Н.Васильев



Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 17

1. Спектральные приборы.
2. Колебания атомов в кристаллической решетке. Температура Дебая. Акустические и оптические фононы
3. В жидкости вязкостью  $\eta$  на расстоянии  $d$  находятся два круглых диска радиусом  $R$ . Какой момент сил нужно приложить к одному из них, чтобы вращать его вокруг своей оси с постоянной небольшой угловой скоростью  $\omega$ ? Считать, что  $R \gg d$ .

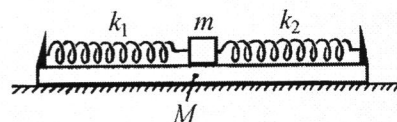
Заведующий отделением  
физики твердого тела,  
профессор

А.Н.Васильев

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 18

1. Излучение света атомами и молекулами. Ширина линии излучения. Спонтанные и вынужденные переходы.
2. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия.
3. Груз массой  $m$ , лежащий на гладкой доске массой  $M$ , прикреплен к находящимся на ее концах опорам посредством двух пружин жесткостями  $k_1$  и  $k_2$ . В положении равновесия груза обе пружины не деформированы. Удерживая доску, отводят груз вдоль доски от положения равновесия, а затем всю систему предоставляют самой себе. Пренебрегая трением между доской и столом, определите частоту возникших при этом малых колебаний доски и груза.



Заведующий отделением  
физики твердого тела,  
профессор

А.Н.Васильев

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 19

1. Принципы работы лазеров.
2. Типы связи между молекулами в твердых телах.
3. Длинный цилиндр радиуса  $R$  медленно вращается вокруг своей оси внутри другого длинного цилиндра радиусом  $R_{\text{вн}}$ . Между цилиндрами жидкость вязкости  $\eta$ . Какой момент сил действует со стороны жидкости на единицу длины вращающегося цилиндра.

Заведующий отделением  
физики твердого тела,  
профессор



А.Н.Васильев

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 20

1. Экспериментальные факты, лежащие в основе квантовой теории. Волновые и корпускулярные свойства материи.
2. Методы исследования поверхности твердых тел. Электронная микроскопия. Дифракция электронов.
3. Запишите функцию Лагранжа и найдите уравнение движения плоского математического маятника массой  $m$ , длина подвеса которого меняется по закону  $l = l_0 + v_0 t$ , где  $v_0 = \text{const}$ .

Заведующий отделением  
физики твердого тела,  
профессор



А.Н.Васильев

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 21

1. Системы тождественных частиц. Бозоны и фермионы. Принцип Паули.
2. Методы выращивания объемных монокристаллов из жидкой и газовой фаз.
3. Бильярдному шару ударом сообщили поступательное движение со скоростью  $v_0$ . Через какое время  $t_0$  движение шара перейдет в качение без проскальзывания, если коэффициент трения шара о поверхность бильярдного стола равен  $\mu_0$  ?

Заведующий отделением  
физики твердого тела,  
профессор

А.Н.Васильев



Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 22

1. Электронная конфигурация внешних оболочек атомов. Формирование кристаллической структуры из изолированных атомов.
2. Оптические свойства твердых тел. Комплексная диэлектрическая проницаемость.
3. Из тонкого резинового жгута массой  $m$  с коэффициентом упругости  $k$  изготовили кольцо радиусом  $r$ . Кольцо раскрутили вокруг его оси, перпендикулярной плоскости кольца, с угловой скоростью  $\omega$ . Какой радиус  $R$  будет иметь вращающееся кольцо?

Заведующий отделением  
физики твердого тела,  
профессор

А.Н.Васильев



Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 23

1. Связь между поглощением и преломлением света. Соотношение Крамерса-Кронига.
2. Методы определения структурного совершенства и химического состава объемных кристаллов и пленок
3. На гладкую сферическую поверхность радиусом  $R$  положили цепочку длиной  $l$  ( $l < R/2$ ) и закрепили один из ее концов на вершине сферы. С каким по величине ускорением начнет двигаться цепочка, если ее верхний конец освободить?

Заведующий отделением  
физики твердого тела,  
профессор

А.Н.Васильев

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 24

1. Основы физики молекул. Адиабатическое приближение. Термы двухатомной молекулы. Типы химической связи.
2. Методы исследования структуры твердых тел. Рентгеновская дифракция. Дифракция электронов. Дифракция нейтронов.
3. Из неподвижного облака через интервал времени  $\tau$  одна за другой начинают падать две дождевые капли массой  $m$  каждая. Как будет изменяться со временем расстояние между ними? Сопротивление воздуха пропорционально скорости капель и коэффициент сопротивления равен  $\beta$ .

Заведующий отделением  
физики твердого тела,  
профессор

А.Н.Васильев

