

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

Билет № 1

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  $\eta_0$ , а на высоте  $h$  соответствующее отношение равно  $\eta$ . Найти температуру  $T$ , при которой  $\eta=2\eta_0$ , считая  $T$  и ускорение свободного падения  $g$  не зависящими от высоты.

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор

Б.И. Садовников

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

Билет № 2

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  $\Delta T$ . Найти работу  $A$ , совершенную газом, если показатель политропы равен  $n$ .

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор

Б.И. Садовников

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

Билет № 3

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  $\gamma$  участвует в процессе, при котором его давление изменяется по закону  $p = V^\alpha$ , где  $\alpha$  – постоянная. Найти работу  $A$ , совершенную газом, при изменении его температуры на  $\Delta T$ .

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор

Б.И. Садовников

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

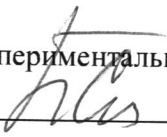
Билет № 4

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  $\alpha$  раз. При этом давление уменьшилось в  $\beta$  раз. Найти молярную теплоемкость  $C$  аргона в этом процессе, считая газ идеальным.

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор

  
Б.И. Садовников

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

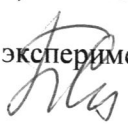
Билет № 5

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  $\alpha > 1$ .

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор

  
Б.И. Садовников

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

Билет № 6

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  $\gamma$  задан.


Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор

  
Б.И. Садовников

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

Билет № 7

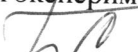
1. Момент импульса твердого тела. Тензор инерции. Осевые и центробежные моменты инерции.
2. Основные свойства сегнетоэлектриков. Сегнетоэлектрические домены. Гистерезис. Фазовые переходы первого и второго рода в сегнетоэлектриках.
3. Найти приращение энтропии одного моля идеального газа с показателем адиабаты  $\gamma$  при изохорическом нагревании, если его термодинамическая температура увеличилась в  $n$  раз.

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор  Б.И. Садовников

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

Билет № 8


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 изотермически объем  $v$  молей идеального газа, чтобы его энтропия изменилась на  $\Delta S$ ?

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор  Б.И. Садовников

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

Билет № 9

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 ( $n = 1,5$ ) бипризмы с преломляющим углом  $\varphi = 10^{-2}$  рад. Найти максимальное число  $N$  интерференционных полос, которые можно наблюдать за бипризмой. Ширина основания бипризмы равна  $H = 2$  см.

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор  Б.И. Садовников

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

Билет № 10

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.

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор

Б.И. Садовников

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

Билет № 11

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  $\lambda$  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?

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор

Б.И. Садовников

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

Билет № 12

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  $\lambda$  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?

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор

Б.И. Садовников

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

Билет № 13

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  $\lambda = 0,6$  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  $\delta x$  дифракционного максимума 1-го порядка в фокальной плоскости линзы.

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор

Б.И. Садовников

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

Билет № 14

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  $(dn/d\lambda) = -3 \cdot 10^4 \text{ м}^{-1}$  при  $\lambda = 500$  нм.

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор

Б.И. Садовников

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

Билет № 15

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  $h$ . Найти степень немонохроматичности света  $\Delta\lambda$ .

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор

Б.И. Садовников

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

Билет № 16

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 массы шайбы 2, коэффициент трения  $\mu$ .

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор

Б.И. Саловников

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

Билет № 17

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

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

3. На широте  $\varphi$  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

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор

Б.И. Садовников

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

Билет № 18

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 уширения спектральной линии.

3. Гладкий горизонтальный диск вращают с угловой скоростью  $\omega$  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.

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор

Б.И. Садовников



Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

Билет № 19

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?

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор

Б.И. Садовников

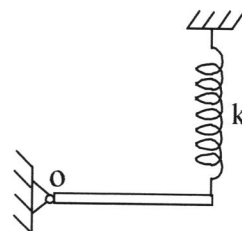
Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

Билет № 20

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.



Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор

Б.И. Садовников

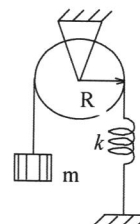
Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

Билет № 21

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.



Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор

Б.И. Садовников

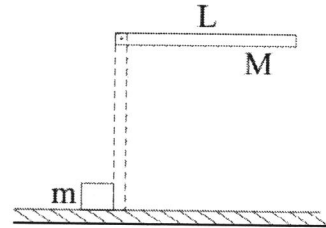
Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

Билет № 22

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  $u$  после удара.



Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор

Б.И. Садовников

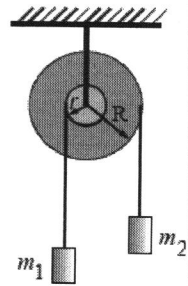
Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

Билет № 23

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  $\varepsilon$  блока. Трением в оси блока пренебречь.



Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор

Б.И. Садовников

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

Билет № 24

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.

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор

Б.И. Садовников



Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

Билет № 25

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  $\alpha$  с нормалью к поверхности раздела. Диэлектрические проницаемости сред равны  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$ . Определить поверхностную плотность связанных зарядов.

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор

Б.И. Садовников

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

Билет № 26

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  $b$ .

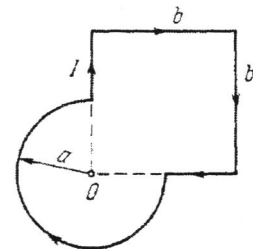
Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор

Б.И. Садовников

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

Билет № 27

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  $O$  контура с током  $I$ , который показан на рисунке. Радиусы  $a$  и сторона  $b$  известны.



Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор

Б.И. Садовников

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

Билет № 28

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  $+ρ$  и  $-ρ$  и центрами в точках  $O_1$  и  $O_2$  ( $O_1O_2 < 2R$ ), где  $R$  – радиус сфер. Найдите напряженность поля в пространстве перекрытия зарядов.

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор

Б.И. Садовников

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

Билет № 29

1. Фазы вещества. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Диаграммы 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  $ρ = α/r$ , где  $α$  – постоянная,  $r$  – расстояние от центра шара, радиус шара равен  $R$ .

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор

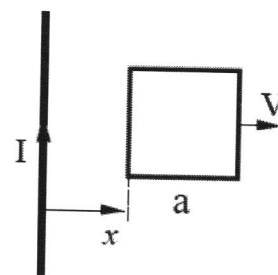
Б.И. Садовников

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика"

Билет № 30

1. Кристаллы. Элементы симметрии. Кристаллическая решетка. Теплопроводность твердых тел.
2. Нелинейные оптические явления. Нелинейная поляризация среды в поле высокоинтенсивного лазерного излучения. Среда 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 с постоянной скоростью  $V$ . Найти ЭДС индукции  $ε$  в рамке как функцию расстояния  $x$ .

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,  
профессор



Б.И. Садовников