

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Направление 03.04.02 "Физика", Магистерская программа
"Оптика, спектроскопия, физика лазерного и синхротронного излучения"


Билет № 1

1. Нелинейная поляризация среды в поле интенсивного лазерного излучения. Среда с квадратичной нелинейностью. Оптическое детектирование и генерация гармоник.

2. Статистические явления в оптике. Распределения случайных величин. Спектральное представление случайных процессов. Теорема Винера-Хинчина.

3. Определить оптимальную мощность и максимальную дальность работы когерентной оптической DWDM системы связи (80 каналов по 100 Гбит/с) на длине волны 1550 нм. Требуемый OSNR ($OSNR_R$) приемно-передающей системы 12 дБ, длина пролетов 100 км, затухание в волокне 0,2 дБ/км, шум-фактор оптического усилителя 6 дБ, коэффициент нелинейного шума $\eta = 0,25 \cdot 10^{-3}$ Вт⁻²

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,
профессор


Б.И. Садовников

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Направление 03.04.02 "Физика", Магистерская программа
"Оптика, спектроскопия, физика лазерного и синхротронного излучения"

Билет № 2

1. Понятие об экситонах в твердых телах. Типы экситонов, их свойства, особенности спектров поглощения.

2. Принцип когерентного детектирования и структура интегрированного когерентного приемника с поляризационной диверсификацией.

3. Рассчитать критические углы полного внутреннего отражения для светодиодов на основе GaAs, GaN и полимерного материала, показатели преломления соответственно равны 3,4; 2,5 и 1,5. Определить долю света, выходящего за пределы кристаллов указанных материалов. Оценить, как изменится доля выходящего света, если кристалл GaAs поместить в герметичный корпус. Отражением света на границе полимер-воздух пренебречь.

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,
профессор


Б.И. Садовников

*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Направление 03.04.02 "Физика", Магистерская программа
"Оптика, спектроскопия, физика лазерного и синхротронного излучения"*

Билет № 3

1. Механизмы локализации света и типы планарных волноводов: металлические, диэлектрические и брэгговские волноводы. Зависимость постоянной распространения металлического волновода от длины световой волны.

2. Рекомбинация носителей в полупроводниках. Излучательная рекомбинация, безызлучательная рекомбинация. Излучательная рекомбинация носителей при низком и высоком уровне возбуждения.

3. Определить время жизни неосновных носителей в GaAs p-типа при концентрациях легирующих примесей 10^{15} см^{-3} . Коэффициент бимолекулярной рекомбинации $B = 10^{-10} \text{ см}^3/\text{с}$. Оценить время жизни носителей в беспримесном GaAs, если концентрация носителей составляет $n_0 = p_0 = 2 \times 10^6 \text{ см}^{-3}$.

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,
профессор

Б.И. Садовников



*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Направление 03.04.02 "Физика", Магистерская программа
"Оптика, спектроскопия, физика лазерного и синхротронного излучения"*

Билет № 4

1. Оптические характеристики светодиодов. Спектр излучения. Угол вывода излучения. Пространственное распределение излучения. Кривая светораспределения, Ламбертовское распределение излучения.

2. Сингулярные элементы в структуре световых полей. Каустики и винтовые дислокации волнового фронта. Методы регистрации винтовых дислокаций.

3. Найти длины волн отсечки первых 5 поперечных мод распространения планарного волновода толщиной $d = 2 \text{ мкм}$ с идеальными металлическими зеркалами. Найти зависимости фазовой и групповой скоростей распространения первых 5 поперечных мод от длины волны. При какой длине волны фазовая скорость 2-ой моды совпадает с фазовой скоростью 1-ой (основной) моды с длиной волны $\lambda = 1500 \text{ нм}$? Пространство между зеркалами – вакуум.

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,
профессор

Б.И. Садовников



*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Направление 03.04.02 "Физика", Магистерская программа
"Оптика, спектроскопия, физика лазерного и синхротронного излучения"*

Билет № 5

1. Свойства устойчивых и неустойчивых оптических резонаторов. Кольцевые резонаторы.
2. Светодиоды в волоконной оптике и системах связи. Соединение светодиода с оптическим волокном при помощи линз. Беспроводные оптические системы связи. Глаз-диаграмма.
3. Найти число отличных от нуля компонент амплитуды немагнитного резонансного диполь-дипольного рассеяния рентгеновского излучения для атома, окружение которого имеет симметрию 4m.

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,
профессор



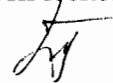
Б.И. Садовников

*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Направление 03.04.02 "Физика", Магистерская программа
"Оптика, спектроскопия, физика лазерного и синхротронного излучения"*

Билет № 6

1. Нелинейная поляризация в среде с кубичной нелинейностью. Самовоздействие света.
2. Динамические характеристики светодиодов. Время нарастания и спада сигналов, частота по уровню 3 дБ и полоса пропускания в теории линейных цепей. Время нарастания и спада оптического сигнала при большой и малой емкости светодиодов. Уход носителей из активной области. Время жизни носителей и частота по уровню 3 дБ.
3. Излучение представляет собой набор большого числа цугов волн, имеющих вид:
 $E(t) = E_0 \sin(\omega_0 t + \varphi / 2)$. Начальная фаза φ распределена равномерно на отрезке $[0, 2\pi]$.
Найти спектр мощности излучения.

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,
профессор



Б.И. Садовников

*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Направление 03.04.02 "Физика", Магистерская программа
"Оптика, спектроскопия, физика лазерного и синхротронного излучения"*

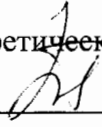
Билет № 7

1. Влияние температуры активной области полупроводникового кристалла на спектральные характеристики светодиода. Зависимость длины волны в максимуме спектра излучения и его положения от температуры р-п перехода. Определение температуры носителей по наклону спектральной характеристики в области высоких энергий.

2. Формирование спекл-полей при взаимодействии света с диффузными объектами. Физическая природа спеклов и их размеры. Спекл-интерферометрия.

3. Чему равна когерентная длина генерации второй гармоники излучения рубинового лазера с длиной волны 694,3 нм в нелинейной среде с показателями преломления, равными 1,584 на длине волны 347,2 нм и 1,562 на длине волны основного излучения?

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,
профессор


Б.И. Садовников

*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Направление 03.04.02 "Физика", Магистерская программа
"Оптика, спектроскопия, физика лазерного и синхротронного излучения"*


Билет № 8

1. Дифракционные оптические элементы. Использование принципов адаптивной оптики при фокусировке излучения.

2. Принцип работы и структура волоконно-оптических систем связи. Принципы увеличения скорости передачи информации: временное и спектральное мультиплексирование.

3. Оценить, во сколько раз амплитуда магнитного нерезонансного рассеяния синхротронного излучения для энергии 10 кэВ отличается от атомной амплитуды рассеяния.

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,
профессор



Б.И. Садовников

*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Направление 03.04.02 "Физика", Магистерская программа
"Оптика, спектроскопия, физика лазерного и синхротронного излучения"*

Билет № 9

1. Моды свободного пространства. Параболическое приближение. Свойства основной моды и мод высших порядков.
2. Вынужденное комбинационное рассеяние (ВКР) в средах с кубической нелинейностью. Порог возбуждения ВКР. Стоксовы и антистоксовы компоненты ВКР.
3. Мнимая часть диэлектрической проницаемости модельной системы $\varepsilon_2(\hbar\omega)$ равна нулю везде, кроме области энергий фотонов от 4 до 8 эВ, в которой $\varepsilon_2(\hbar\omega) = 2$. Найти коэффициент преломления системы в далекой инфракрасной области.

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,
профессор

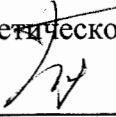

Б.И. Садовников

*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Направление 03.04.02 "Физика", Магистерская программа
"Оптика, спектроскопия, физика лазерного и синхротронного излучения"*

Билет № 10

1. Методы линейного и кругового рентгеновского дихроизма и их применение для исследования магнитных структур.
2. Временная и пространственная когерентности. Комплексная степень когерентности света. Теорема Ван Циттерта-Цернике. Звездный интерферометр Майкельсона.
3. InP – прямозонный полупроводник. Его ширина запрещенной зоны при комнатной температуре составляет 1,35 эВ. Коэффициент поглощения при 775 нм равен $3,5 \times 10^6 \text{ м}^{-1}$. Рассчитайте пропускание плоскопараллельного образца толщиной 1 мкм на длине волны 620 нм, отражением можно пренебречь (просветляющее покрытие с обеих сторон).

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,
профессор


Б.И. Садовников

*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Направление 03.04.02 "Физика", Магистерская программа
"Оптика, спектроскопия, физика лазерного и синхротронного излучения"*

Билет № 11

1. Требуемый OSNR приемо-передающей системы. Методика измерения требуемого OSNR приемо-передающей системы. Дальность работы однопролетной и многопролетной линии связи в линейном режиме.

2. Статистика фотоотсчетов в случайном световом поле. Функция распределения фотоотсчетов. Формула Мандела.

3. Определить апертуру светодиода при вводе его излучения в оптоволокно при помощи линзы. Диаметр круговой излучательной области светодиода равен $D = 20$ мкм, числовая апертура кварцевого оптоволокна равна $NA = 0,2$, диаметр сердцевины оптоволокна $I = 62,5$ мкм. Оценить мощность излучения, вводимого в оптоволокно, если мощность светодиода равна $P = 1$ мВт.

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,
профессор


Б.И. Садовников

*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Направление 03.04.02 "Физика", Магистерская программа
"Оптика, спектроскопия, физика лазерного и синхротронного излучения"*


Билет № 12

1. Особенности распространения света в круглых волоконных световодах в линейном режиме.

2. Детерминированный хаос в оптических системах. Природа детерминированного хаоса и методы его описания. Странные аттракторы.

3. Линия поглощения дефекта в кристалле при комнатной температуре имеет гауссову форму с шириной на полувывоте $0,3$ эВ. Какую ширину будет иметь линия поглощения того же дефекта при температуре 300°C , если энергия продольного оптического фонона 10 мэВ?

Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,
профессор


Б.И. Садовников

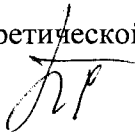
*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Направление 03.04.02 "Физика", Магистерская программа
"Оптика, спектроскопия, физика лазерного и синхротронного излучения"*

Билет № 13

1. В методе фотоэлектронной спектроскопии, что позволяют исследовать CIS (Constant Initial State) и CFS (Constant Final State) спектры? Какие источники возбуждения необходимы для реализации этих методик?

2. Особенности возбуждения нелинейных эффектов в волоконных световодах.

3. Какова пороговая интенсивность $I_{\text{пор}}$ лазерного пучка для возбуждения первой стоксовой компоненты вынужденного комбинационного рассеяния в жидком азоте (удельный коэффициент усиления ВКР $b = 0,02 \text{ МВт}^{-1} \cdot \text{см}$) при длине нелинейной среды $l = 5 \text{ см}$.

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

*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Направление 03.04.02 "Физика", Магистерская программа
"Оптика, спектроскопия, физика лазерного и синхротронного излучения"*


Билет № 14

1. Дефекты в твердых телах. Спектры поглощения и люминесценции с учетом электрон-фононного взаимодействия.

2. Какие процессы определяют световыход сцинтиллятора при высокоэнергетическом возбуждении?

3. Найти ширину полосы пропускания светодиода $\Delta f = f_3 \text{ дБ}$. Считать, что $|H_{\text{LED}}^2(2\pi f_{3\text{дБ}})| = \frac{1}{2}$, $\tau_{\text{rise}} = \tau_{\text{fall}} = \ln(9)\tau = 2,2\tau$.

Определить полосу пропускания светодиода со временем нарастания сигнала $\tau_{\text{rise}} = 1,75 \text{ нс}$.

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

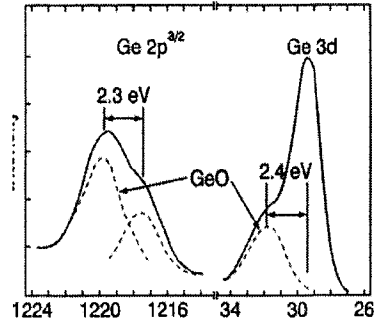
Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Направление 03.04.02 "Физика", Магистерская программа
"Оптика, спектроскопия, физика лазерного и синхротронного излучения"

Билет № 15

1. Рассеяние рентгеновского излучения свободным электроном, атомом. Атомный и структурный факторы.

2. Принцип работы и структура волоконно-оптических систем связи. Принципы увеличения скорости передачи информации: временное и спектральное мультиплексирование.

3. На рисунке представлен фотоэлектронный спектр германия, на поверхности которого образовалась пленка GeO. Объясните, почему соотношение пиков, соответствующих Ge0 и Ge²⁺, различается для 2p и 3d пиков.



Заведующий отделением экспериментальной и теоретической физики,
профессор

Б.И. Садовников