

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Направление «Физика»
Магистерская программа «Физика микроволн»

Билет № 1

1. Свойства диэлектриков и проводящих сред. Принцип причинности при описании отклика среды. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Соотношения Крамерса - Кронига. Тангенс угла потерь. Показатели преломления и поглощения Физические модели диспергирующих сред.
2. Микроволны и уравнения Максвелла. Уравнение Гельмгольца. Скин-эффект. Граничное условие Леонтовича.
3. Определить критическую частоту и длину волны в прямоугольном волноводе для основного типа H₁₀. Размеры поперечного сечения волновода 23x10 мм. Частота колебаний 10 ГГц.

Заведующий отделением радиофизики и электроники,
профессор



В.А.Макаров

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Направление «Физика»
Магистерская программа «Физика микроволн»

Билет № 2

1. Электромагнитные волны в метаматериалах с отрицательным показателем преломления. Левая ориентация векторов E , H , k . Преломление волн на границе "левой" и "правой" сред. Фокусировка пучков в слое из метаматериала.
2. Микроволны в линиях передачи. ТЕМ волны, напряжение и ток в линии передачи. Фазовая и групповая скорость ТЕМ волн. Коаксиальная и микрополосковая линия.
3. При каком соотношении длины цилиндрического объемного резонатора к его радиусу резонансные частоты колебаний E_{010} и H_{111} будут одинаковы?

Заведующий отделением радиофизики и электроники,
профессор



В.А.Макаров

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Направление «Физика»
Магистерская программа «Физика микроволн»

Билет № 3

1. Распространение импульсов из малого числа осциллирующих поля. Метод медленно меняющегося профиля и линеаризованное уравнение Кортевега де Вриза. Законы сохранения. Расплывание предельно короткого импульса.
2. Волноводы. Волны Н-типа и Е-типа. Фазовая и групповая скорость волн в волноводах . Возбуждение волноводов. КСВ и вопросы согласования волноводных линий передачи.
3. Электрон, имеющий скорость v_0 , пролетает через сетку отражательного клистрона и попадает в область тормозящего однородного поля. Вычислите время пролета электрона между первым и вторым прохождением его через сетку.

Заведующий отделением радиофизики и электроники,
профессор



В.А.Макаров

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Направление «Физика»
Магистерская программа «Физика микроволн»

Билет № 4

1. Распространение волн в диспергирующей среде. Волновой пакет. Метод медленно меняющейся амплитуды. Уравнение для огибающей в первом и втором приближениях теории дисперсии. Фазовая и групповая скорости. Дисперсия групповой скорости и расплывание импульса.
2. Микроволновые резонаторы. Свободные и вынужденные колебания в резонаторах. Потери в резонаторах, добротность резонаторов. Возбуждение резонаторов.
3. Восстановить волновое уравнение, которому соответствует следующее дисперсионное соотношение: $k^2(\omega) = \alpha\omega^3$. Записать полученное волновое уравнение в переменных (z, τ) , где $\tau = t - \frac{z}{c_0}$.

Заведующий отделением радиофизики и электроники,
профессор



В.А.Макаров

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Направление «Физика»
Магистерская программа «Физика микроволн»

Билет № 5

1. Пространственная дисперсия 1-го и 2-го порядка. Материальные уравнения в интегральной и дифференциальной формах. Гиротропные среды. Эффект Фарадея. Константа гирации. Дисперсия продольных и поперечных волн в негиротропных средах. Плазмоны.
2. Распространение микроволн в периодических замедляющих системах, фазовая и групповая скорость волн. Пространственные гармоники. Сопротивление связи.
3. Восстановить волновое уравнение, которому соответствует следующее дисперсионное соотношение: а) $k(\omega) = \frac{\omega}{c_0} - i\beta\omega^2$. Записать полученное волновое уравнение в переменных (z, τ) , где $\tau = t - \frac{z}{c_0}$.

Заведующий отделением радиофизики и электроники,
профессор



В.А.Макаров

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Направление «Физика»
Магистерская программа «Физика микроволн»

Билет № 6

1. Уравнение непрерывности, уравнение движения Эйлера, уравнение состояния. Плоские волны. Волновые инварианты. Связь параметров бегущей волны (давления, плотности и скорости движения среды). Плотность и поток энергии.
2. Взаимодействие микроволн с электронными потоками. Возбуждение резонаторов электронным потоком, наведенный ток. Скоростная модуляция и пространственная группировка электронного потока.
3. Восстановить волновое уравнение, которому соответствует следующее дисперсионное соотношение: $k(\omega) = \frac{\omega}{c_0} - \frac{\alpha}{\omega}$. Записать полученное волновое уравнение в переменных (z, τ) , где $\tau = t - \frac{z}{c_0}$.

Заведующий отделением радиофизики и электроники,
профессор



В.А.Макаров

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Направление «Физика»
Магистерская программа «Физика микроволн»

Билет № 7

1. Анизотропные среды. Уравнение Френеля для поверхности волновых векторов. Обыкновенные и необыкновенные волны в одноосных кристаллах. Двойное лучепреломление. Распространение пучков разной поляризации.
2. Усилители и генераторы микроволн. Пролетный и отражательный клистроны. Многолучевые клистроны. Магнетроны. ЛБВ О-типа. ЛБВ М-типа. ЛОВ. Гиротроны.
3. Какой тип колебания является основным в прямоугольном резонаторе с размерами $a=3$ см, $b=2$ см, $l=4$ см. Определить его резонансную частоту.

Заведующий отделением радиофизики и электроники,
профессор



В.А.Макаров

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Направление «Физика»
Магистерская программа «Физика микроволн»

Билет № 8

1. Дискретные периодические структуры. Кристаллические решетки, LC-цепочки, связанные волноводы, фотонные кристаллы. Акустическая и оптическая ветви дисперсии, области непропускания в одноатомных и двухатомных цепочках. Теорема Блоха. Дискретная дифракция.
2. Микроволновый эффект Ганна. Лавинно-пролетный диод. Эффект Джозефсона. Микроволны в гиромангнитных средах. Эффект Фарадея.
3. Опишите поле бегущей волны H_{10} и начертите структуру поля в поперечном и продольном сечениях прямоугольного волновода.

Заведующий отделением радиофизики и электроники,
профессор



В.А.Макаров

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Направление «Физика»
Магистерская программа «Физика микроволн»

Билет № 9

1. Среды с периодической модуляцией их свойств. Индуцированные решетки. Дифракция Брэгга и Лауэ. Метод связанных волн. Дисперсия. Области непропускания. Брэгговские решетки.
2. Микроволны и «левые среды». Мета-материалы и особенности распространения микроволн. Микроволны в терагерцовом диапазоне.
3. Перестраиваемый резонатор образован отрезком прямоугольного волновода сечением 23x10 мм, внутренний объем которого определяется короткозамыкающей стенкой и перемещаемым поршнем. Определить пределы перемещения поршня для перестройки резонатора в пределах 8 ... 12 ГГц. Тип колебаний H101 .

Заведующий отделением радиофизики и электроники,
профессор



В.А.Макаров

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Направление «Физика»
Магистерская программа «Физика микроволн»

Билет № 10

1. Среды с плавной неоднородностью показателя преломления. Приближение геометрической оптики. Уравнения эйконала и переноса. Лучевое уравнение. Ход лучей в параболическом и линейном слоях. Отражение в ионосфере, градиентном волноводе, температурном слое.
2. Микроволновые системы телекоммуникации и связи. Микроволновые антенны. Радиолокация. Радиовидение.
3. Исходя из волнового уравнения для плоских волн в среде вывести формулы для действительной и мнимой частей $k(\omega)$. Рассмотреть случаи малых и больших частот. Нарисовать графики $k'(\omega)$ и $k''(\omega)$.

Заведующий отделением радиофизики и электроники,
профессор



В.А.Макаров

Литература

1. Виноградова М.Б., Руденко О.В., Сухоруков А.П. Теория волн, 2-е изд. М.: Наука, 1990.
2. Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Введение в теорию колебаний и волн, 3-е изд. М.: Наука, 2001.
3. Саввин В.Л. Микроволны в линиях передачи. Учебное пособие. М., Изд. физич. ф-та МГУ, 2013.
4. Карлинер М.М. Электродинамика СВЧ. Новосибирск, Изд. НГУ, 2006.
5. Трубецков Д.И., Храмов А.Г. Лекции по СВЧ электронике для физиков. Изд. Физматлит, 2003.
6. Силин Р.А. Периодические волноводы. М., Изд. Фазис, 2002.
7. Диденко А.Н. СВЧ-энергетика. Теория и практика. М., Наука, 2003.