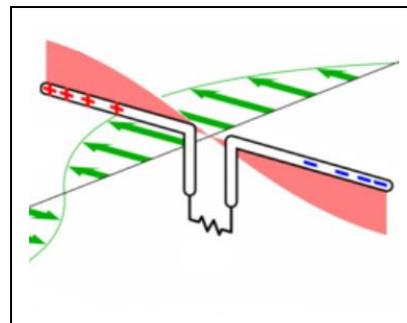


1. Название: Классическая Электродинамика
Course title: Classical Electrodynamics

2. Лектор: Балошин Юрий Александрович
Lecturer: Baloshin Yuri Alexandrovich



3. Краткая аннотация:

Классическая электродинамика является одним из важнейших разделов современной физики, в котором изучаются свойства электромагнитного поля и его взаимодействия с различными веществами. Курс является начальной теоретической базой для различных задач радиофизики и оптики и включает в себя несколько разделов: 1) Уравнения Максвелла – базовые уравнения электродинамики; 2) Граничные задачи электродинамики; 3) Канализация электромагнитного поля (волноводы, резонаторы, антенны в радиофизике и оптике; 4) Классическая теория излучения (электромагнитные поля электрического и магнитного диполей в ближней и дальней зонах; источник Гюйгенса). В материалах разделов рассматриваются примеры практических задач: просветляющие и отражающие покрытия, среды с предельной анизотропией, открытые резонаторы лазеров оптические антенны.

Annotation:

Classical Electrodynamics is one of the most important sections of modern physics, in which the properties of the electromagnetic field and its interaction with various substances are studied. The course is the initial theoretical base for various problems of radiophysics and optics and includes several sections: 1) Maxwell equations are basic equations of electrodynamics; 2) Boundary problems of electrodynamics; 3) Sewerage of an electromagnetic field (waveguides, resonators, antennas in radio physics and optics 4) The classical theory of radiation (electromagnetic fields of electric and magnetic dipoles in the near and far zones: Huygens source). Examples of practical problems are considered: antireflection and reflection Suitable coating medium with limiting anisotropy, open resonators laser optical antenna.

4. Название программы и семестр: Физика полупроводников, 1-й — 2-ой семестр
Study program and semester: Physics of semiconductors, 1st — 2 nd semester

5. Детальное описание курса с разбиением по лекциям/семинарам/практикам:

1-ый Раздел – Уравнения Максвелла

1. Уравнения Максвелла (интегральная и дифференциальная формы) в вакууме и в среде	лекция
2. Волновые уравнения для векторов поля и электромагнитных потенциалов	лекция
3. Волновое уравнение для векторов Герца (электрического и магнитного)	лекция
4. Комплексная форма уравнений электродинамики	лекция
5. Методы решения (точные и приближённые) уравнений электродинамики	практика
6. Плоские электромагнитные волны	лекция
7. Поляризация и когерентность электромагнитных волн	лекция
8. Энергетические соотношения в электродинамике. Теорема Умова-Пойнтинга	лекция
9. Распространение электромагнитных волн в различных средах	лекция

10. Резонансное и нерезонансное поглощения. Рассеяние. Анизотропные среды	семинар
---	---------

2-ой раздел — Граничные задачи электродинамики

1. Постановка задачи. Граничные условия для векторов поля	лекция
2. Формулы Френеля в радиофизике и в оптике	лекция
3. Многослойные («просветляющие» и отражающие) покрытия	лекция
4. Ромб Френеля. Стопа Столетова. Задача «просветления»	практика
5. Полное внутреннее отражение. Эванесцентные поля	лекция
6. Нарушенное полное внутреннее отражение. Каналирование ближнего поля	лекция
7. Каналирование ближнего поля в радиофизике и в оптике	семинар

3-ий раздел — Канализация электромагнитного поля

1. Прямоугольный и цилиндрический волноводы	лекция
2. Диэлектрическая пластина—волновод медленных волн	лекция
3. Объёмные резонаторы в радиофизике	лекция
4. Открытые (оптические) резонаторы (ОР)	лекция
5. Добротность, основные моды и диаграмма устойчивости ОР	семинар

4-ый раздел — Классическая теория излучения

1. Элементарный электрический вибратор (вибратор Герца)	лекция
2. Элементарный магнитный вибратор	лекция
3. Ближнее, промежуточное поле и поле в дальней зоне электрического и магнитного элементарных вибраторов	лекция
4. Источник Гюйгенса	лекция
5. Антенны. Оптические антенны	семинар

Detailed content and structure with sectioning of lectures/seminars:

1st Section – Maxwell Equations

1. Maxwell's equations (integral and differential forms) in vacuum and in environment	lecture
2. Wave equations for field vectors and electromagnetic potentials	lecture
3. Wave equation for Hertz vectors (electric and magnetic)	lecture
4. The complex form of the equations of electrodynamics	lecture
5. Methods for solving (exact and approximate) equations of electrodynamics	practice
6. Flat electromagnetic waves	lecture
7. Polarization and coherence of electromagnetic waves	lecture
8. Energetic relations in electrodynamics. Umov-Poynting theorem	lecture
9. Distribution of electromagnetic waves in various environments	lecture
10. Resonance and nonresonance absorption. Scattering. Anisotropic media	seminar

2nd Section — Boundary Problems of Electrodynamics

1. Formulation of the problem. Boundary conditions for field vectors	lecture
2. Fresnel formulas in radio physics and optics	lecture
3. Multi-layer ("antireflection" and reflective) coatings	lecture
4. Fresnel's diamond. Stoletov's foot. The problem of "enlightenment"	practice
5. Total internal reflection. Evanescent Fields	lecture
6. Disrupted total internal reflection. Near-field channeling	lecture
7. Near-field channeling in radiophysics and optics	seminar

3d Section — Electromagnetic channelling

1. Rectangular and cylindrical waveguides	lecture
2. A dielectric plate — a waveguide for slow waves	lecture
3. Volume resonators in radiophysics	lecture
4. Open (optical) resonators (OR)	lecture
5. Good quality, basic modes and OR stability diagram	seminar

Section 4 — The Classic Theory of Radiation

1. Elementary electric vibrator (Hertz's vibrator)	lecture
--	---------

2. An elementary magnetic vibrator	lecture
3. Closer, intermediate field and field in the far zone of the electric and magnetic elementary vibrators	lecture
4. Huygens source	lecture
5. Antennas. Optical antennas	seminar

6.Рекомендованная литература / Textbooks:

- [1] Л.А. Вайнштейн. «Электромагнитные волны». Москва, Радио и связь,1966 (1988)
- [2] Дж. Джексон. «Классическая электродинамика». Москва, Мир, 1965.
(Eng: Jackson J. Classical Electrodynamics. — New York: Wiley, 1998.)
- [3] Н.Н. Фёдоров. «Основы электродинамики». Москва, Высшая школа, 1980.
- [4] С.И. Баскаков. «Основы электродинамики». Москва, Советское радио, 1973.
- [5] М. Борн, Э. Вольф. «Основы оптики». Наука, Москва, 1970.
- [6] Н.И. Калитиевский. «Волновая оптика». Москва, Высшая школа, 19
- [7] В.В. Батыгин, И.Н. Топтыгин. «Сборник задач по электродинамике». Москва, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2002.
- [8] Л. Новотный, Б. Хехт. «Основы нанооптики». Москва, Физматлит, 2011.
- [9] В.А. Зверев. «Радиооптика». Москва, Советское радио, 1975.
- [10] А. Анго. «Математика для электро и радиоинженеров». Москва, Наука, Главная редакция физ.-мат. литературы, 1965.
- [11] В.И. Смирнов. «Курс Высшей Математики», т.2. Москва, Наука, Главная редакция физ.-мат. литературы,1974 (Глава 4 «Теория поля»).
- [12] А.Н. Тихонов, А.А. Самарский. «Уравнения математической физики». Москва, Главная редакция физ.мат. литературы, 1953.
- [13] Klimov V. Nanoplasmonics. — Pan Stanford Publishing, 2014.
- [14] Balanis C. Antenna theory: analysis and design. — New York ; Brisbane : J. Wiley, 1982.

7. Предварительно пройденные курсы, необходимые для изучения предмета:

Курс Общей Физики (разделы Электричество и Магнетизм, Оптика); Курс Высшей Математики (разделы Векторный анализ, Теория поля, Уравнения с частными производными Математической физики).

Course prerequisites:

Course of General Physics (sections Electricity and Magnetism, Optics); Higher Mathematics course (sections Vector analysis, Field Theory, Partial Differential Equations of Mathematical Physics).

8. Тип самостоятельных заданий:

1. Пробой воздуха (диэлектрика) лазерным излучением:

Рассмотрим одномодовый лазер, D - апертура лазера, λ - длина волны его излучения, W - энергия одиночного импульса его излучения, а τ - длительность этого импульса. Излучение этого лазера фокусируется тонкой безаберрационной линзой с фокусом F . Выразите напряжённость электрического поля в фокусе линзы (вектор Умова-Пойнтинга) через заданные параметры. Используя критерий пробоя воздуха $E_{cr} = 3 \cdot 10^6$ В/м для произвольно выбранных преподавателем данных оценить возможность пробоя лазерным излучением воздуха или заданного диэлектрика.

2. *Взаимодействие плоской электромагнитной волны с идеальным металлом:*
Рассмотрим идеальный металл ($\sigma \rightarrow \infty$, $[\sigma] = \text{Ом/м}$), на который воздействует плоская электромагнитная волна.

Определите: 1) фазовую скорость V_{ph} волны в этом металле; 2) Отношение длин волн $\lambda_{metal}/\lambda_{dielectric}$; 3) глубину проникновения d электромагнитного поля в металл (глубину скин-слоя).

3. Исследовать распространение электромагнитной волны через слой толщиной d , материал которого обладает предельной оптической анизотропией ($\infty, \varepsilon, \varepsilon$) в направлении оси x , перпендикулярной поверхности слоя.

Assignments:

1. *The breakdown of air (some dielectric) by laser radiation:*

Consider single-mode laser, D is the aperture of the laser, λ is the length of its radiation wave, W is the energy of a single laser pulse, and τ is the duration of this pulse. The radiation of this laser is focused by a thin aberration-free lens with a focus F .

Express please the electric field strength at the focus of the lens (the Umov-Poynting vector) in terms of the given parameters. Using the criterion of air breakdown $E_{cr} = 3 \cdot 10^6 \text{ V/m}$ for arbitrarily selected data by the lecturer, assess the possibility of breakdown of air or a given dielectric by this laser radiation.

2. *The interaction of a plane electromagnetic wave with an ideal metal:*

Consider perfect metal ($\sigma \rightarrow \infty$, $[\sigma] = \Omega/\text{м}$), which is affected by a flat electromagnetic wave. Determine please: 1) the phase wave velocity V_{ph} in this metal; 2) the ratio of wavelengths $\lambda_{metal}/\lambda_{dielectric}$; 3) penetration depth d electromagnetic fields in the metal (skin depth).

3. Investigate please the propagation of an electromagnetic wave through a layer of thickness d , which material has a limiting optical anisotropy ($\infty, \varepsilon, \varepsilon$) in the direction of the x axis, perpendicular to the surface of the layer.

9. Как оценивается успеваемость по курсу:

Максимальное количество баллов за курс -----	100
Максимальное количество баллов за решение задач-----	20
Максимальное количество баллов за выступление на семинаре-----	15
Максимальное количество баллов за практическую работу-----	15
Максимальное количество баллов за финальный устный экзамен---	50

Grading policy:

Highest final grade for the course-----	100
Highest final grade for the problem solving-----	20
Highest final grade for the talk at the seminar -----	15
Highest final grade for the practicum -----	15
Highest final grade for the final oral exam-----	50