Оглавление

[Билет 13 3](#_Toc29614489)

[Билет 14 5](#_Toc29614490)

[Билет 15 7](#_Toc29614491)

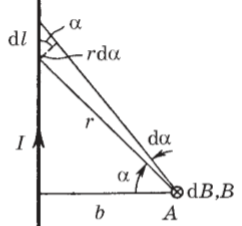
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Задания | Отлично | Сомнения | Нет |
| Билеты | Готовый билет | Билет не очень | Плохой билет |
|  | 1 | 2 | 3 |
| 11 |  |  |  |
| 12 |  |  |  |
| 13 |  |  |  |
| 14 |  |  |  |
| 15 |  |  |  |
| 16 |  |  |  |
| 17 |  |  |  |
| 18 |  |  |  |
| 19 |  |  |  |
| 20 |  |  |  |

Билет 11

1) Принцип суперпозиции магнитный полей:

Магнитное поле, создаваемое несколькими токами равно векторной сумме магнитных полей, создаваемых каждым токов в отдельности

Расчёт магнитного поля прямого тока:



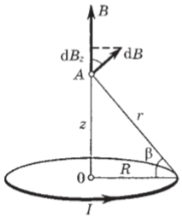
(Рисунок 11.1)

Магнитное поле прямого тока, т. е. тока, текущего по тонкому прямому проводу бесконечной длины (рисунок 11.1).

В произвольной точке А векторы от всех элементов тока имеют одинаковое направление – за плоскость рисунка. Поэтому сложение векторов можно заменить сложением их модулей , причем

Интегрируя последнее выражение по всем элементам тока, что эквивалентно интегрированию по от до , находим

Кругового тока:



(Рисунке 11.2)

На рисунке 11.2 показан вектор от элемента тока , находящегося справа. От всех элементов тока будет образовываться конус векторов , и легко сообразить, что результирующий вектор в точке А будет

направлен вверх по оси Z. Это значит, что для нахождения модуля вектора достаточно сложить проекции векторов на ось Z. Каждая такая проекция имеет вид

, где учтено, что угол между элементом и радиусом-вектором равен , поэтому синус равен единице. Интегрируя это выражение по всем (это дает ) и учитывая, что и , получаем

Отсюда следует, что в центре витка с током () и на расстоянии модуль вектора равен соответственно

2) Интерферометр:

Измерительный прибор, в котором используется интерференция волн. Оптические интерферометры применяются для измерения длин волн спектральных линий, показателей преломления прозрачных сред, абсолютных и относительных длин, угловых размеров звёзд и пр.

Применение интерференции:

Явление интерференции используется для получения высокоотражающих покрытий. В этом случае используют тонкую пленку из материала, абсолютный показатель преломления которого больше абсолютного показателя преломления стекла. В этом случае отражение от передней грани происходит с потерей полуволны, так как , а отраженные от задней границы – без потери полуволны. В результате и отраженные волны усилят друг друга.

3) Решение:

Найдём с помощью теоремы Гаусса поле внутри и вне шара:

Теперь вычислим собственную электрическую энергию шара:

Отсюда следует, что

Ответ:

Билет 12

1) Магнитное поле в магнетиках:

Если в магнитное поле, образованное токами в проводах, ввести то или иное вещество, поле изменится. Это объясняется тем, что всякое вещество является магнетиков, т.е. способно под действием магнитного поля намагничиваться-приобретать магнитный момент. Намагниченное вещество создаёт своё магнитное поле , которое вместе с первичным полем , обусловленным токами проводимости образует результирующее поле .

Теорема Гаусса для результирующего поля при наличии магнетика: .

Это означает, что линии вектора и при наличии вещества остаются всюду непрерывными.

Вектор намагниченности:

Степень намагничения магнетика характеризуют магнитным моментом единицы объема. Эту величину называют намагниченностью и обозначают . По определению

Связь вектора намагниченности с молекулярными токами:

Где – физически бесконечно малый объем в окрестности данной точки, — магнитный момент отдельной молекулы. Суммирование проводится по всем молекулам в объеме .

Намагничивание вещества обусловлено преимущественной ориентацией или индуцированием магнитных моментов отдельных молекул в одном направлении. Это же можно сказать и об элементарных круговых токах, связанных с каждой молекулой, их называют молекулярными токами.

Теорема о циркуляции вектора намагниченности в интегральной форме:

Для стационарного случая циркуляция намагниченности J по произвольному контуру Г равна алгебраической сумме токов намагничивания I’, охватываемых контуром Г:

Где I’=, причём интегрирование проводится по произвольной поверхности, натянутой на контур Г.

Дифференциальной форме:

, т.е. ротор намагниченности равен плотности тока намагничивания в той же точке пространства.

2) Шкала электромагнитных излучений:

Гамма излучение λ<1,2⋅ нм

Рентгеновское 1,2⋅ нм12 нм

Ультрафиолетовое 12 нм380 нм

Видимый спектр 380 нм760 нм

Инфракрасное 760 нм106 нм

Радиоволны 106 нм

Оптическое излучение:

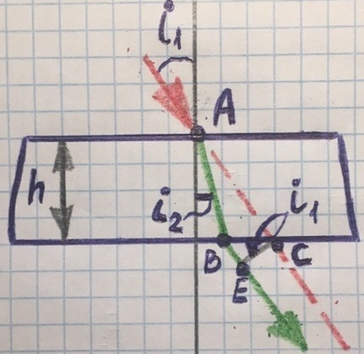
Оптическое излучение, свет в широком смысле слова, [электромагнитные волны](https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/126/043.htm), длины которых заключены в диапазоне с условными границами от 1 нм до 1 мм. К оптическому излучению помимо воспринимаемого человеческим глазом видимого света относятся инфракрасное и ультрафиолетовое излучения.

Интенсивность :

Световая волна характеризуется интенсивностью I – это модуль среднего по времени значение плотности потока энергии []

;

3) Решение:



(Рисунок 12.1)

1) Оптическая длина пути: , где – геометрическая длина пути; – показатель преломления среды.

При нормальном падении волны оптическая длина пути волны в пластине , где – толщина пластины; В воздухе . Следовательно, изменение оптической длины

2) При падении под углом неравным нулю изменение оптической длины пути

По закону преломления света , тогда

Ответ: 1) 2)

# Билет 13

1) Поляризация диэлектриков:

Диэлектриками называют вещества, практически не проводящие электрического тока. Это значит, что в диэлектриках нет зарядов, способных перемещаться на значительные расстояния, создавая ток.

Под действием внешнего электрического поля происходит поляризация диэлектрика. Это явление заключается в следующем. Если диэлектрик состоит из неполярных молекул, то в пределах каждой молекулы происходит смещение зарядов — положительных по полю, отрицательных против поля. Если же диэлектрик состоит из полярных молекул, то при отсутствии внешнего поля их дипольные моменты ориентированы совершенно хаотически (из-за теплового движения). Под действием же внешнего поля дипольные моменты ориентируются преимущественно в направлении внешнего поля. Наконец, в диэлектрических кристаллах типа NaCl при включении внешнего поля все положительные ионы смещаются по полю, отрицательные — против поля\*. Таким образом, механизм поляризации связан с конкретным строением диэлектрика.

Электростатическое поле в диэлектрике:

Полем в диэлектрике мы будем называть величину, являющуюся суперпозицией поля сторонних зарядов и поля связанных зарядов:

где и представляют собой макрополя, т. е. усредненные по физически бесконечно малому объему микрополя соответственно сторонних и связанных зарядов. Ясно, что определенное таким образом поле Е в диэлектрике является также макрополем.

Поляризованность. Вектор поляризованности:

Для количественного описания поляризации диэлектрика естественно взять дипольный момент единицы объема. Если внешнее поле или диэлектрик (или то и другое) неоднородны, степень поляризации оказывается различной в разных точках диэлектрика. Чтобы охарактеризовать поляризацию в данной точке, мысленно выделяют физически бесконечно малый объем , содержащий эту точку, затем находят векторную сумму дипольных моментов молекул в этом объеме и составляют отношение

Определенный таким образом вектор называют поляризованностью диэлектрика. Этот вектор равен дипольному моменту единицы объема вещества.

2) Дисперсия света:

Дисперсия света – явления, обусловленные зависимостью показателя преломления вещества от длины волны (или частоты): , – длина волны света в вакууме.

Нормальная и аномальная дисперсия:

Производную – называют дисперсией вещества. Интервал длин волн, в которых (прозрачные бесцветные вещества) соответствует нормальной дисперсии (рисунок 13.1.1), – аномальной (рисунок 13.1.2). На рисунке 2 показан график зависимости с участками нормальной и аномальной дисперсии. Заметим, что область аномальной дисперсии совпадает с полой поглощения

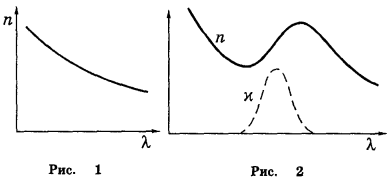


Рисунок (13.1)

Электронная теория дисперсии

- формула, связывающая оптические, магнитные и электрические свойства, для видимого спектра всех волн μ=1;

; ; ; , – концентрация электронов. – внешняя вынуждающая сила.

Все силы: , – сила упругости, возникающая при смещении частицы от положения устойчивого равновесия, – сила радиационного трения.

;

;. Затухание волн при прохождении через прозрачный диэлектрик мало ; решением данного уравнения будет: ; подставив в начальную формулу:

3) Решение:

Найдём с помощью теоремы Гаусса поле внутри и вне шара:

Теперь вычислим собственную электрическую энергию шара:

Отсюда следует, что

Ответ:

# Билет 14

1) Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях:

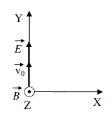
Опыт показывает, что сила , действующая на точечный заряд , зависит в общем случае не только от положения этого заряда, но и от его скорости . Соответственно этому силу разделяют на две составляющие – электрическую (она не зависит от движения заряда) и магнитную (она зависит от скорости заряда). В любой точке пространства направление и модуль магнитной силы зависят от скорости заряда, причем эта сила всегда перпендикулярна вектору ; кроме того, в любом месте магнитная сила перпендикулярна определенному в данном месте направлению и, наконец, ее модуль пропорционален той составляющей скорости, которая перпендикулярна этому выделенному направлению.

Все эти свойства магнитной силы можно описать, если ввести понятие магнитного поля. Характеризуя это поле вектором , определяющим выделенное в каждой точке пространства направление, запишем выражение для магнитной силы в виде

Тогда полная электромагнитная сила, действующая на заряд q: . Ее называют силой Лоренца.

Направление вектора силы, действующей на положительный заряд, определяется правилом левой руки:

Вектор силы перпендикулярен плоскости, в которой лежат векторы и , при этом, если вектор индукции входит в ладонь левой руки, пальцы направлены вдоль вектора скорости, то отогнутый большой палец укажет направление силы, действующей на положительный заряд (для отрицательного заряда – правая рука.



(Рисунок 14.1)

Ускорение заряженных частиц. Циклотрон:

Ускорители – установки, предназначенные для ускорения заряженных частиц до высоких энергий (выше 1МэВ). В основе работы ускорителя заложено взаимодействие заряженных частиц с электрическим и магнитным полями. Электрическое поле способно напрямую совершать работу над частицей, то есть увеличивать её энергию. Магнитное же поле, создавая силу Лоренца, лишь отклоняет частицу, не изменяя её энергии, и задаёт орбиту, по которой движутся частицы.

Ускорители можно разделить на линейные и циклические.

В линейных ускорителях частицы движутся практически по прямой траектории, разгоняясь при движении специальными электромагнитными устройствами.

В циклических ускорителях частицы движутся по практически замкнутой траектории под действием магнитной силы Лоренца и разгоняются на определённых участках.

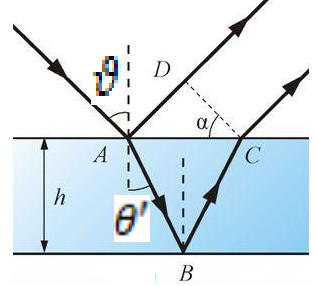
Принцип действия циклотрона основан на независимости периода оборота заряженной частицы в магнитном поле от её скорости

В фазотроне индукция магнитного поля уменьшается к краям, следовательно, при увеличении радиуса траектории начинает увеличиваться оборота период частиц. Поэтому, по мере

разгона частиц, уменьшать частоту колебаний напряжения между дуантами.

В синхротроне траектория частиц не меняется – это обеспечивается изменяющимся во времени магнитным полем.

2) Интерференция света в тонких плёнках. Интерференционные полосы равной толщины и равного наклона:



(Рисунок 14.2)

**При падении на пластинку плоской волны образуются две отраженные волны, разность хода которых определяется формулой . и . В результате получим .**

**Поскольку при отражении от оптически более плотной среды происходит скачок фазы на π у отраженной волны (потеря полуволны): .**

**. Эти волны могут интерферировать, если оптическая разность хода не превышает длину когерентности (**расстояние, при прохождении которого две или несколько волн утрачивают когерентность). Мах: **.**

**Кольца Ньютона – это кольцевые полосы равной толщины, наблюдаемые при отражении света от поверхностей зазора между стеклянной пластинкой и соприкасающейся с ней выпуклой линзой. При нормальном падении света кольца в отраженном свете имеют вид концентрических окружностей с центром в точке соприкосновения линзы с пластинкой. Радиусы темных колец: b-расстояние между линзой и пластинкой ; по теореме Пифагора:, учитывая, что Для светлых:**

3) Решение:

h и k – постоянные Больцмана и Планка

# Билет 15

1) Магнетики

В магнитном отношении все вещества можно разделить на слабомагнитные (парамагнетики и диамагнетики) и сильномагнитные (ферромагнетики). Пара- и диамагнетики при отсутствии магнитного поля, как мы знаем, не намагничены и характеризуются однозначной зависимостью J=xH намагниченности J от Н. Ферромагнетиками называют вещества (твердые), которые могут обладать спонтанной намагниченностью, т. е. намагничены уже при отсутствии внешнего магнитного поля. Типичные представители ферромагнетиков — это железо, кобальт и многие их сплавы.

2) Уравнения Максвелла в интегральной форме:

, ρ – объемная плотность сторонних зарядов, – плотность тока проводимости.

Из уравнений Максвелла для циркуляции векторов и следует, что электрическое и магнитное поля нельзя рассматривать как независимые: изменение во времени одного из этих полей приводит к появлению другого. Поэтому имеет смысл лишь совокупность этих полей, описывающая единое электромагнитное поле.

Если же поля стационарны ( и ), то уравнения Максвелла распадаются на две группы независимых уравнений:

В этом случае электрическое и магнитное поля независимы друг от друга.

В дифференциальной форме:

Эти уравнения говорят о том, что электрическое поле может возникнуть по двум причинам. Во-первых, его источником являются электрические заряды, как сторонние, так и связанные. Во-вторых, поле Е образуется всегда, когда меняется во времени магнитное поле.

Эти же уравнения говорят о том, что магнитное поле может возбуждаться либо движущимися электрическими зарядами (электрическими токами), либо переменными электрическими полями, либо тем и другим одновременно.

Значение уравнений Максвелла в дифференциальной форме не только в том, что они выражают основные законы электромагнитного поля, но и в том, что путем их решени могут быть найдены сами поля и .

Физический смысл:

Циркуляция вектора по любому замкнутому контуру равна со знаком минус производной по времени от магнитного потока через любую поверхность, ограниченную данным контуром. При этом под понимается не только вихревое электрическое поле, но и электростатическое (циркуляция последнего равна нулю).

Поток вектора сквозь произвольную замкнутую поверхность всегда равен нулю.

Циркуляция вектора по любому замкнутому контуру равна полному току (току проводимости и току смещения) через произвольную поверхность, ограниченную данным контуром.

Поток вектора сквозь любую замкнутую поверхность равен алгебраической сумме сторонних зарядов, охватываемых этой поверхностью.

Свойства:

Уравнения Максвелла линейны.

Они содержат только первые производные полей и по времени и пространственным координатам и первые степени плотности электрических зарядов q и токов . Свойство линейности уравнений Максвелла непосредственно связано с принципом суперпозиции

Уравнения Максвелла содержат уравнение непрерывности, выражающее закон сохранения электрического заряда. Возьмем бесконечно малый контур Г, натянем на него произвольную конечную поверхность S (рисунок 1.1), а затем стянем этот контур в точку, оставляя поверхность S конечной. В пределе циркуляция обращается в нуль, поверхность S становится замкнутой и (3) перейдет в

И тогда: – это уравнение непрерывности, которое утверждает, что ток, вытекающий из объема V через замкнутую поверхность S, равен убыли заряда в единицу времени внутри этого объема V.

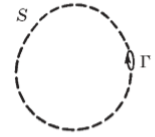


Рисунок 1.1)

Уравнения Максвелла выполняются во всех инерциальных системах отсчета. Они являются релятивистски инвариантными. Это есть следствие принципа относительности, согласно которому все инерциальные системы отсчета физически эквивалентны друг другу.

О симметрии уравнений Максвелла. Уравнения Максвелла не симметричны относительно электрического и магнитного полей. Это обусловлено опять же тем, что в природе существуют электрические заряды, но нет зарядов магнитных. Вместе с тем в нейтральной однородной непроводящей среде, где и , уравнения Максвелла приобретают симметричный вид, т.е. так связано с , как с :

Симметрия уравнений относительно электрического и магнитного полей не распространяется лишь на знак перед производными и .

О электромагнитных волнах. Из уравнений Максвелла следует важный вывод о существовании принципиально нового физического явления: электромагнитное поле способно существовать самостоятельно — без электрических зарядов и токов. При этом изменение его состояния обязательно имеет волновой характер. Поля такого рода называют электромагнитными волнами. В вакууме они всегда распространяются со скоростью, равной скорости света .

Материальные уравнения

Материальные уравнения – равнения описывающие характеристики среды:

,

Где – известные нам постоянные, характеризующие электрические и магнитные свойства среды (диэлектрическая и магнитная проницаемости и электропроводимость), – напряженность поля сторонних сил, обусловленная химическими или тепловыми процессами.

3) Решение: