

«Жизнь, посвященная физике»



Павлов Санл Дорджиевич
кандидат физико-математических наук, доцент
кафедры теоретической физики КалмГУ.

- Родился 17 марта 1938 г. в семье крупнейшего ученого-калмыковеда Дорджи Антоновича Павлова.

- В 1955 г. поступил на физический факультет Томского государственного университета.

- В 1960 г. с отличием окончил университет и был оставлен в аспирантуре на кафедре теоретической физики ТГУ.

- С 1963 по 1969 годы работал в лаборатории теоретической физики Сибирского физико-технического научно-исследовательского института в должности младшего, а затем старшего научного сотрудника.

- В апреле 1968 года была защищена диссертация:
К теории уравнений состояния щелочных металлов : диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук : 01.00.00 / Павлов Санл Дорджиевич. - Томск, 1967. - 257 с. – URL : <https://search.rsl.ru/ru/record/01010302463>. - Текст : электронный.



Томский государственный университет

У истоков физического образования в Калмыцком государственном университете



Работа в Калмыцком государственном университете с 1970 по 2016 годы:

- Осенью 1969 г. С. Павлов приказом по Министерству высшего образования РСФСР был переведен в Калмыцкий педагогический институт и назначен на должность заведующего кафедрой физики. В первую очередь пришлось решать ряд сложных организационных задач:

- Требовалось в сжатые сроки укомплектовать кафедру высококвалифицированными научными кадрами и организовать систему их непрерывной подготовки.

- Создать полноценную лабораторную базу, обеспечить четкую организацию и должное качество учебного процесса, организовать на современном уровне научно-исследовательскую работу на кафедре.

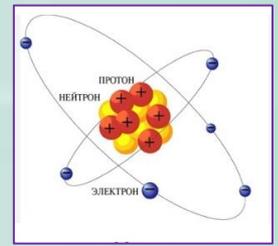
«Павлов С.Д. – не только крупный организатор образования, талантливый методист и прекрасный лектор, но и серьезный ученый, физик-теоретик, признанный специалист по теории твердого тела». (А.Соловьев доктор физико-математических наук, профессор, академик РАН)



Физико-математический факультет
Калмыцкого госуниверситета



ЗАКОНЫ ФИЗИКИ – ЗАКОНЫ ЖИЗНИ!

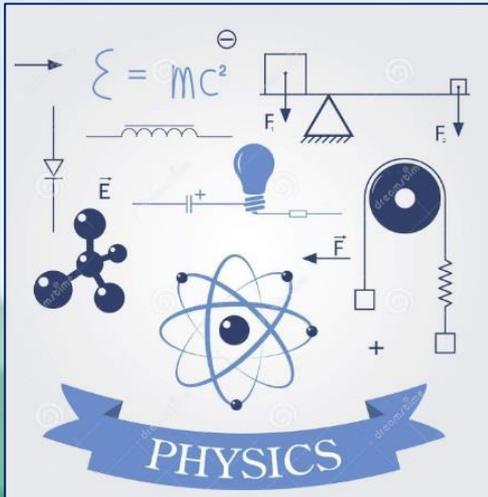


Павлов С. Д. – заведующий кафедрой теоретической и экспериментальной физики

В 1970-80-х гг. С. Д. Павлов выполнил цикл работ по теоретическому исследованию классических размерных эффектов в металлах в области низких температур при наличии электрического и магнитного полей. Эти работы, проведенные совместно с научным сотрудником Института теоретической физики АН СССР, профессором М. Азбелем, позволили предложить методику экспериментального изучения характера рассеяния электронов от поверхности металлов.

Кроме этого, С. Д. Павлов опубликовал работы по изучению квантовых состояний электронов при наличии дефектов в кристалле. Большинство его работ было опубликовано в научных журналах РАН (АН СССР) и Министерства высшего образования СССР.

В 1990-е годы С. Д. Павлов, опираясь на свой значительный научно-педагогический опыт, организовал и принял непосредственное участие в подготовке и издании комплектов учебно-методических разработок по дисциплинам теоретической физики, физики твердого тела, истории физики. Всегда уделял внимание различным разделам университетского курса физики, что свидетельствует о его универсальности, как всякого профессионального физика-теоретика.



Элементы физики твёрдого тела

Предмет *физики твёрдого тела* - изучение состава твёрдых тел, их атомно-электронной структуры, установление зависимости между составом и структурой и физическими свойствами.

Основные виды твёрдых тел. Кристаллы

Существуют два вида твёрдых веществ, отличающиеся структурой: *кристаллические* и *аморфные*.

Кристаллические вещества - твёрдые тела, в которых атомы расположены упорядоченно, образуя трёхмерно-периодическую пространственную укладку - *кристаллическую решётку*.

Аморфные тела не имеют упорядоченной структуры и их можно рассматривать как жидкости с очень высоким коэффициентом вязкости.

Магнетизм, термодинамика, статистическая физика - в трудах

С. Д. Павлова

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
КАЛМЫЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

С. Д. Павлов

ОСНОВЫ ТЕОРИИ МАГНЕТИЗМА

Учебное пособие

Издание второе, дополненное

Допущено Учебно-методическим советом по физике Учебно-методического объединения по классическому университетскому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности физика (октябрь 2003 г., Москва)

Элиста 2004



УДК 539.1

Основы теории магнетизма 2-е изд., доп.: Учебное пособие / С. Д. Павлов; Калм. гос. ун-т. Элиста, 2004. 108 с. ISBN 5-230-20154-1

Первое издание этого пособия под названием «Основы теории ферромагнетизма» было осуществлено в 1991 году. В настоящее издание включена глава, в которой изложены также и вопросы, относящиеся к явлениям пара- и диамагнетизма. Однако в своей главной части пособие содержит, как и ранее, основы микроскопической и феноменологической теорий ферромагнетизма, позволяющих объяснить или описать наблюдаемые на опыте свойства ферромагнетиков и особенности их магнитной структуры. Включены элементы классического теоретического описания антиферромагнетиков и объясняются некоторые их свойства.

Использованы общепринятые обозначения мировых констант (заряд e и масса m электрона, скорость света c , константа Планка \hbar ; постоянная Больцмана обозначается k_B); формулы электродинамики записаны в гауссовой системе единиц.

Пособие предназначено для студентов-физиков, подготавливаемых в качестве специалистов широкого профиля.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Калмыцкого государственного университета.

Рецензент

доктор физико-математических наук,
профессор (ГАО РАН, Санкт-Петербург)

Соловьёв А.А.

Рецензенты первого издания

доктор физико-математических наук,
профессор Ростовского университета
доктор физико-математических наук,
профессор Симферопольского университета

Дудкевич В.П.

Хлыстов А.С.

ISBN 5-230-20154-1 © Калмыцкий государственный университет, 2004

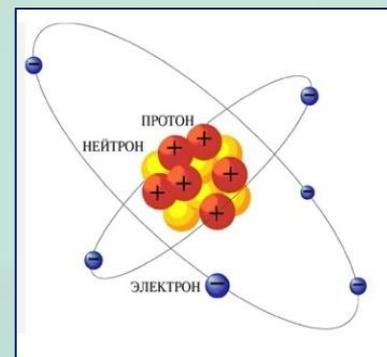
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАЛМЫЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

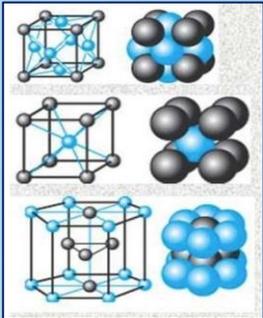
СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ТЕРМОДИНАМИКЕ И СТАТИСТИЧЕСКОЙ ФИЗИКЕ

Учебное пособие

Допущено Учебно-методическим советом по физике Учебно-методического объединения по классическому университетскому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности физика

ЭЛИСТА 2005





Электростатика - раздел электродинамики, посвященный изучению покоящихся электрически заряженных тел



Глава I

Формальная теория явлений электронного переноса в твердых телах.

Электропроводность и термоэлектрический эффект в металлах.

В основе формального аппарата квазиклассической теории электропроводности в твердых телах лежат следующие допущения

- 1) Уравнения движения носителя заряда (электрона или дырки) есть уравнение квазиклассической динамики: скорость электрона определяется через закон дисперсии, а ускорение (изменение во времени квазимимпульса) определяется внешней по отношению к кристаллу силой.
- 2) Совокупность электронов, будучи статистическим объектом, в состоянии термодинамического равновесия описывается квантовой функцией распределения Ферми – Дирака.
- 3) Неравновесная функция распределения является решением так называемого кинетического уравнения, которое является классическим. Запись последнего зависит, вообще говоря, от типа и характера возмущения, а также от природы и концентрации дефектов решетки (примесей, фононов и т.п.) и характера рассеяния на них электронов [1], [2].

Поскольку при построении теории явлений электронного переноса используются как классические, так и квантовые представления, то в целом вся теория может быть названа полуклассической или квазиклассической.

Последовательная квантовая теория явлений переноса в курсе не рассматривается.

Формальный аппарат теории применён к расчету электропроводности и термоэлектрических явлений в хороших проводниках, в которых электронный газ является сильно вырожденным. При этом считается, что имеет место приближение времени релаксации. При конкретных оценках закон дисперсии предполагается изотропным.

§ 1. Функция распределения

Как известно, наряду с равновесными свойствами электрон – дырочного газа в твердых телах большой теоретический и практический интерес представляет изучение системы электронов (дырок) проводимости в неравновесном состоянии, когда они совершают дрейф под действием приложенных внешних полей: электрического, магнитного, температурного. Такие процессы, связанные с направленным перемещением электронов и дырок, называют явлениями электронного переноса.

При формулировке теории явлений переноса мы прибегнем к полуклассическому рассмотрению. Как оказывается, именно полуклассическая теория представляет собой прекрасную и надежную и аппроксимацию и обладает громадным достоинством – позволяет давать прозрачные физические интерпретации явлениям. При квазиклассическом описании движения электрона в твердом теле было получено, что скорость электрона в кристалле есть

$$\vec{v}_k = \frac{1}{\hbar} \nabla_k \varepsilon(\vec{k}) \quad (1)$$

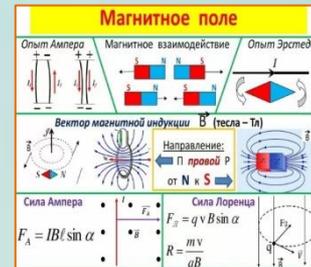
и что волновой вектор \vec{k} электронного состояния изменяется со временем по закону

Магнитостатика - раздел классической электродинамики, в котором изучаются свойства стационарного магнитного поля

Оглавление

Глава I. Макроскопическое описание и макроскопические характеристики поля	3
1.1. Электродинамика при наличии вещества в поле и необходимость макроскопического описания. Усреднение микроскопических характеристик. Символическая система уравнений Максвелла для поля в среде	3
1.2. Постоянное электромагнитное поле и его макроскопические характеристики	5
1.3. Граничные условия	10
Глава II. Электростатика проводников	15
2.1. Электростатическое поле проводников	15
2.2. Энергия электростатического поля заряженных проводников	17
2.3. Энергия незаряженного проводника в однородном электростатическом поле	20
2.4. Силы, действующие на проводник	22
Глава III. Электростатика диэлектриков	24
3.1. Электростатическое поле в диэлектриках	24
3.2. Энергетические характеристики диэлектрика в электростатическом поле	26
3.3. Электростатика анизотропного диэлектрика	31
Глава IV. Постоянный ток и постоянное магнитное поле	33
4.1. Плотность тока и проводимость	33
4.2. Уравнения магнитостатики	35
4.3. Магнитное поле постоянных токов	36
4.4. Термодинамические соотношения в магнитном поле	40
4.5. Магнитная энергия системы токов. Коэффициенты взаимной индукции и самоиндукции	43
4.6. Самоиндукция линейного проводника. Соленоид	47
Глава V. Квазистационарное электромагнитное поле и квазистационарные токи в проводниках	51
5.1. Уравнения квазистационарного поля при наличии проводника в поле	51
5.2. Затухание со временем квазистационарного поля в проводнике	53

A α alpha	N ν nu
B β beta	Ξ ξ ksi
Γ γ gamma	Ο ο omicron
Δ δ delta	Π π pi
E ε epsilon	Ρ ρ rho
Z ζ zeta	Σ σ sigma
H η eta	Τ τ tau
Θ θ theta	Υ υ upsilon
I ι iota	Φ φ phi
Κ κ kappa	Χ χ chi
Λ λ lambda	Ψ ψ psi
Μ μ mu	Ω ω omega



Составители: С. Д. Павлов, Д. Б. Бембитов, Л.Н. Джамбеба

Квазистационарное электромагнитное поле. Электромагнитные волны. Дисперсия. /Сост. С. Д. Павлов, Д. Б. Бембитов, Л.Н. Джамбеба. – Элиста, 2016. – 32 с.

В методическом учебнике кратко изложены основные сведения из теории электрического поля и приведены 19 задач с решениями или ответами по разделам «Основы специальной теории относительности и «Релятивистский заряд в поле». Работа может быть использована при проведении со студентами факультета практический занятий по дисциплине «Электродинамика». Все задачи взяты из известных учебных пособий, приведенных в списке цитируемой литературы.

Рецензент доктор физ.-мат. наук, проф. Калмыцкого государственного А.А. Соловьев

Подписано в печать 27.10.2016.
Формат 60x84/16. Усл. п. л. 1,63.
Тираж 20 экз. Заказ 3214.

Издательство Калмыцкого университета
358000 Элиста, ул. Пушкина, 11

I СКОРОСТЬ МОЛЕКУЛ, ТЕМПЕРАТУРА И ДАВЛЕНИЕ ГАЗА	СКОРОСТЬ МОЛЕКУЛ, ТЕМПЕРАТУРА И ДАВЛЕНИЕ ГАЗА		
	Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа	$p = \frac{1}{3} m_0 n \bar{v}^2$ или $p = \frac{2}{3} n \bar{\epsilon}$ $p = \frac{m}{V} \frac{m_0 N}{V} = m_0 n$ $p = \frac{1}{3} \rho \bar{v}^2, \rho = \frac{N}{V} m_0$	p – давление газа; $[p] = \text{Па} = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$ m_0 – масса молекулы n – концентрация газа; $[n] = \frac{1}{\text{м}^3}$ $\bar{\epsilon}$ – средняя энергия молекулы газа ρ – плотность газа; $[\rho] = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ \bar{v} – средняя квадратичная скорость молекулы газа
Средняя энергия $\bar{\epsilon}$ идеального газа $[\bar{\epsilon}]$ – Дж	$\bar{\epsilon} = \frac{m_0 \bar{v}^2}{2}, \bar{\epsilon} = \frac{3}{2} kT$	k – постоянная Больцмана $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ T – абсолютная температура; $[T] = \text{К}$	
Абсолютная (термодинамическая) температура T $[T] = \text{К}$	T связана с t : $T = t + 273$	t – температура по шкале Цельсия $[t] = \text{°C}$	
Давление газа p $[p] = \text{Па}$	p связано с T : $p = nkT$	n – концентрация газа	
Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона – Менделеева)	$pV = \nu RT = \frac{m}{M} RT$	p – давление газа V – объем газа; $[V] = \text{м}^3$ ν – количество вещества R – универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К моль}}$	

«Основные законы физики – студентам»

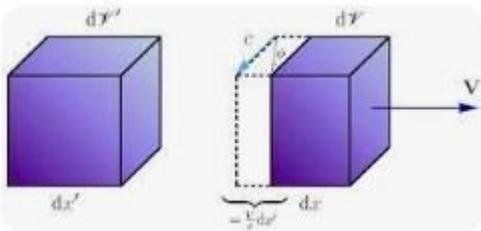
Электродинамика

ч. 2

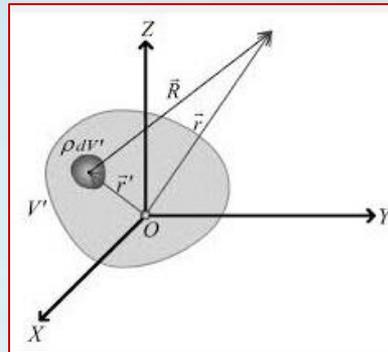
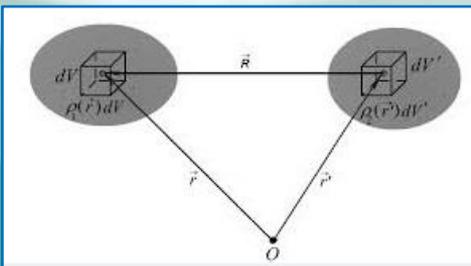
Макроскопическая электродинамика конспект лекций

Составитель Павлов С. Д.

(на основе подхода и вопросов, изложенных в учебном пособии [1]).



0



Из рецензии на учебное пособие С.Д. Павлова «Основные понятия, законы и явления физики»

...Пособие содержит около 130 стр. текста теоретического материала и является весьма удачным. Оно написано на очень высоком теоретическом уровне; материал изложен ясным языком, строго, последовательно и точно. Именно эти достоинства позволили в сравнительно небольшом объеме поместить максимум теоретической информации по всем вопросам программы школьного курса физики. Более того, автору удалось ввести в пособие дополнительные сведения, расширяющие теоретический кругозор учащихся по ряду узловых вопросов... Данное пособие является актуальным именно в настоящее время, когда с переходом на тестовую систему оценки знаний учащихся резко понизился их теоретический уровень. Оно является своевременным на фоне громадного количества изданных тестов и различного рода задачник для поступающих в вузы...

Проф. Соловьев А.А.

...Автор пособия – высококвалифицированный физик-теоретик, обладающий большим опытом преподавания физики... Пособие может систематизировать знания учащихся и несомненно принесет пользу при подготовке к вступительным экзаменам по физике. Оно заслуживает опубликования массовым тиражом.

Проф. Яковенко Г.М.

...В пособии систематически изложен теоретический материал по основным программным вопросам школьного курса. Оно безукоризненно в научном отношении, написано на хорошем языке. Каждый абзац несет высокую смысловую нагрузку; этим обеспечивается лаконичность пособия и, в то же время, широта поставленного материала. Изложение многих вопросов позволяет абитуриенту без ущерба для освоения почувствовать вузовский уровень физики... В ныне действующей системе оценки знаний (ЕГЭ) абитуриенты зачастую воспринимают физику как набор формул – рецептов для решения тестовых задач. Между тем важно понимание теоретических основ физики и их связи с опытом. Важно умение абитуриента точно сформулировать основные понятия и законы физики, описать механизмы физических явлений. Пособие учит этому...

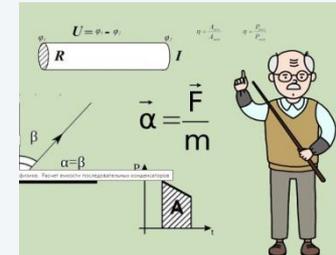
Проф. Копытов Г.Ф.

С.Д. Павлов

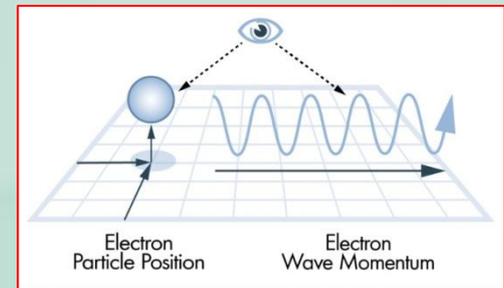
Основные понятия, законы и явления физики

издание третье

Пособие для учащихся старших классов средних
общеобразовательных школ, лицеев, гимназий и абитуриентов



Элиста 2009



«Электрон, электрон, электрон...»



Глава 1. Электрон в поле идеальной кристаллической решетки.

1. Аппроксимации зонной теории

Под твердым телом мы обычно подразумеваем вещество, которое обладает некоторой жесткостью по отношению к сдвигу. Обычно такие вещества имеют кристаллическую структуру. Далее мы ограничиваемся рассмотрением только кристаллических твердых тел.

Вообще говоря, любое твердое тело есть совокупность огромного числа атомов (ядер и электронов), свойства и взаимодействие которых между собой и с внешними полями обуславливают всё бесконечное разнообразие свойств и поведения твердых тел. Генеральная задача теории твердого тела описание и объяснение свойств твердых тел, исходя из элементарных свойств и законов взаимодействия составляющих его частиц, т.е. на атомном уровне. В этом сущность так называемого микроскопического подхода.

Законы, управляющие атомами и электронами – это законы квантовой механики; помимо того, вследствие чудовищной многочисленности частиц, составляющих твердое тело, есть законы статистической физики. Поэтому последовательное и точное решение задач теории твердого тела всегда практически сталкивается с затруднениями как принципиального, так и математического характера.

В связи с этим подход к решению всех задач теории твердых тел является приближенным. Однако эта деталь не означает, что полученные при этом решения являются принципиально ущербными, не отражающими истинной картины. В действительности это означает необходимость правильного выбора конкретных модельных представлений.

При объяснении обширного круга явлений в физике твердого тела (явлений переноса, оптических свойств твердого тела, осцилляционных явлений в магнитном поле и т.п.) большой успех выпал на так называемую зонную теорию (зонное приближение). В соответствии с этой теорией делаются следующие предположения:

1. Ядра атомов твердого тела считаются неподвижными (адиабатическое приближение). Ошибка, которая при этом делается, оказывается $\sim \frac{m}{M} \sim 10^{-3}$, где m – масса

электрона, M – масса ядра. Конечно, существуют условия, при которых это приближение не оправдывается. Однако оно, как правило, оказывается оправданным при низких температурах и при исследовании первых электронных невырожденных возбужденных состояниях.

2. Неподвижные ядра предполагаются располагающимися в узлах идеальной периодической решетки. Идеальную периодическую кристаллическую решетку можно построить путем периодического повторения «элементарной ячейки», которая состоит из одного или нескольких атомов. Вектор, проведенный из некоторой точки одной элементарной ячейки в соответствующую точку другой, называется «вектором решетки». Он может быть представлен как линейная комбинация с целочисленными коэффициентами небольшого количества базисных векторов решетки.

3. Многоэлектронная задача сводится к одноэлектронной: воздействию на данный электрон всех остальных, а также кристаллического остова решетки описывается некоторыми усредненными периодическим полем. Хотя существует круг явлений носящих существенно многоэлектронный характер, тем не менее, многие явления вполне допускают одноэлектронный подход.

В данной главе мы будем исходить из перечисленных предположений, т.е. нас будет интересовать поведение отдельного электрона в поле идеальной кристаллической решетки. Оказывается, что свойства такого электрона определяют многие явления в физике твердого тела.

С. Д. Павлов

Теория явлений электронного переноса.

(стенограмма лекций)

Данный специальный курс по одному из фундаментальных разделов физики конденсированного состояния (теории твердого тела) включает в себя четыре главы. Первая глава содержит формальную теорию явлений электронного переноса в квазиклассическом приближении и её применение к проблеме электропроводности и термоэлектрического эффекта в металлах в приближении времени релаксации. Вторая глава содержит аппарат, необходимый для рассмотрения эффекта Холла и магнетосопротивление и применение этого аппарата к случаю проводников, причем по-прежнему использовано приближение времени релаксации. Третья глава посвящена качественному изучению проблемы проводимости и подвижности в полупроводниках. При изложении этих трех глав (объем учебного времени не менее 45 часов) использованы учебные пособия и монографии [1], [2], [3]. Особое место занимает четвертая глава, в которой теория проводимости в металлах изложена для ситуации, когда приближение времени релаксации не имеет места. Изложение целиком принадлежит автору лекций [4]. Приведена последовательная и детальная процедура вычисления интеграла электрон – фононных столкновений при низких температурах, найдена зависимость сопротивления от температуры. С использованием правила Матиссена получено выражение для магнитопроводимости металлов при низких температурах. Эта глава может быть изложена в рамках расширенного спец курса (до 60 часов).

Некоторые обозначения

\vec{r} - радиус-вектор частицы (координаты x, y, z).

e, m^* - заряд и масса (эффективная масса) электрона.

\vec{k} - волновой (квазиволновой) вектор электрона в кристалле, $\vec{p} = \hbar\vec{k}$ - импульс (квазиимпульс) электрона.

$E = E(\vec{k})$ - закон дисперсии для электрона (энергия электрона в зависимости от \vec{k}).

$f_0(E) = \frac{1}{\exp(\frac{E-E_f}{k_B T}) + 1}$ - равновесная функция распределения Ферми – Дирака для электронного газа.

ξ - химический потенциал для электронного газа.

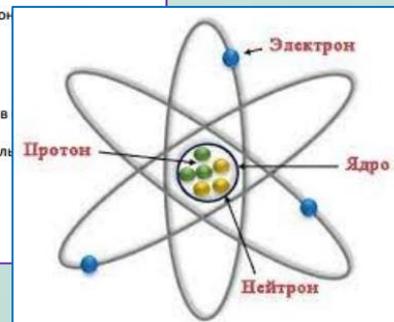
$\xi_0 = \frac{\hbar^2}{2m} (3\pi^2 n)^{2/3}$ - химический потенциал абсолютно вырожденного электронного равновесия (он же – энергия Ферми E_F), n – концентрация электронов.

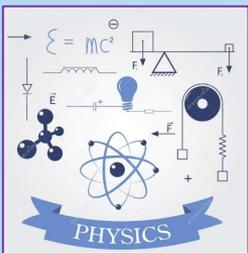
\vec{q} - волновой (квазиволновой) вектор фонона.

$E_q = \hbar\omega(\vec{q})$ - энергия фонона в состоянии \vec{q} ; ω - циклическая частота фонона в

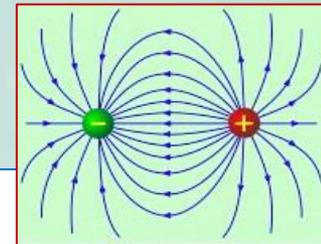
$\omega_j(\vec{q})$ - циклическая частота фонона с указанием принадлежности к колебательной

ω_D - дебаевская частота, θ_D или T_D - температура Дебая: $\theta_D = \frac{\hbar\omega_D}{k_B}$.





Электродинамика. Теория электромагнитного поля



Электродинамика. ч.1 Теория электромагнитного поля (при отсутствии вещества в поле)

конспект лекций

Составитель Павлов С. Д.

На основе подхода и вопросов, изложенных в учебном пособии [1]



Оглавление

Введение	3
I. Основы специальной теории относительности	4
1. Принципы относительности Галилея и Эйнштейна	4
2. Интервал	6
3. Преобразование Лоренца. Сокращение длины и времени	7
4. Преобразование скорости	10
5. Четырехмерные векторы и тензоры	12
6. Четырехмерные скорость и ускорение	13
II. Релятивистская механика частицы	15
1. Принцип наименьшего действия	15
2. Энергия и импульс частицы. Релятивистская масса	16
III. Релятивистская электродинамика	19
1. Четырехмерный потенциал поля	19
2. Уравнения движения заряда в поле	20
3. Градиентная инвариантность	22
4. Тензор электромагнитного поля	23
5. Преобразование Лоренца для поля	25
6. Инварианты поля	27
7. Первая пара уравнений Максвелла	28
8. Действие для электромагнитного поля	29
9. 4-вектор тока	30
10. Уравнение непрерывности	32
11. Вторая пара уравнений Максвелла	33
12. Плотность и поток энергии	35
13. Преобразование плотности и заряда при переходе от одной и.с.о. к другой	36
14. Плотность силы	38
15. Тензор энергии-импульса	39
IV. Постоянное электромагнитное поле	42
1. Электростатическое поле. Закон Кулона	42
2. Электростатическая энергия зарядов	43
3. Дипольный момент	45
4. Мультипольные моменты	47
5. Квазистационарное движение зарядов. Постоянное магнитное поле	49
6. Магнитный момент	50
V. Электромагнитное поле в вакууме	53
1. Волновое уравнение	53
2. Плоские волны	54
3. Монохроматическая плоская волна	56
4. Спектральное разложение	59
VI. Поля движущихся зарядов и теория	60
1. Запаздывающие потенциалы	60
2. Потенциалы Лиенара – Вихерта. Поле одиночного заряда	63
VII. Теория излучения	65
1. Потенциалы поля вдали от движущихся источников	65
2. Поля вдали от источников. Излучение	68
3. Об условиях волновой зоны. Квазистатическая зона	71
4. Торможение излучением (радиационное трение)	74
5. Квадрупольное и магнитно-дипольное излучение. Приложение к 5	74
6. Рассеяние свободными зарядами	77
Литература	79

***Презентацию подготовил
информационно-
библиографический отдел
научной библиотеки КалмГУ***