



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)


ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП ДТФИТ


И.о. зам. директора по учебной и
научно-исследовательской работе ИНТПМ



(подпись)

Нефедев К.В.
(ФИО)





(подпись)

Красицкая С.Г.
(ФИО.)

января 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
**Визуализация научных данных в физике конденсированного состояния
в пакете Gnuplot и подготовка публикаций в системе LaTeX**
Направление подготовки 03.04.02 Физика,
программа магистратуры: Вычислительная физика и квантовые технологии
Форма подготовки *очная*

курс 1 семестр 2
лекции 0 час.
практические занятия 54 час.
лабораторные работы 0 час.
в том числе с использованием МАО лек. 0 /пр. 54 /лаб. 0 час.
всего часов аудиторной нагрузки 54 час.
самостоятельная работа 90 час.
в том числе на подготовку к экзамену не предусмотрен.
контрольные работы (количество) не предусмотрены
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены
зачет 2 семестр
экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки **03.04.02 Физика**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 07 августа 2020 г. № 914

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий, протокол № 4 от «25» ноября 2021 г.
Директор Департамента: Нефедев К.В.

Составитель: к.ф.-м.н., доцент Гой А.А.

Владивосток
2022

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента
теоретической физики и интеллектуальных технологий**

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента
теоретической физики и интеллектуальных технологий**

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента
теоретической физики и интеллектуальных технологий**

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

**IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента
теоретической физики и интеллектуальных технологий**

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: знакомство студентов с издательской системой LaTeX и свободной программой для создания двух- и трёхмерных графиков gnuplot; приобретение начальных навыков в работе с ними для визуализации научных данных в физике конденсированного состояния.

Задачи:

- научить студентов использовать издательскую систему LaTeX для подготовки текстов физико-математического содержания (научных работ, курсовых работ, выпускных квалификационных работ);
- научить студентов использовать издательскую систему LaTeX для подготовки презентаций в классе beamer;
- научить студентов использовать свободную программу для создания двух- и трёхмерных графиков gnuplot для подготовки графических иллюстраций в физике конденсированного состояния.

Для успешного изучения дисциплины «Визуализация научных данных в физике конденсированного состояния в пакете Gnuplot и подготовка публикаций в системе LaTeX» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

УК-1 – Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

ОПК-1 – Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие универсальные и профессиональные компетенции: УК-4.1; УК-4.2; ПК-6.2.

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Коммуникационные возможности.	УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 способность использовать/применять изученные специальные термины и грамматические конструкции для работы с оригинальными текстами академического и профессионального характера.
		УК-4.2 способность лексически правильно, грамотно, логично и последовательно порождать устные и письменные высказывания в ситуациях академического и профессионального взаимодействия.

Код индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
УК-4.1 способность использовать/применять изученные специальные термины и грамматические конструкции для работы с оригинальными текстами академического и профессионального характера.	Знает: историю и основные понятия полиграфии; историю возникновения систем компьютерной вёрстки.
	Умеет: использовать программу для создания двух- и трёхмерных графиков gnuplot для подготовки графических иллюстраций.
	Владеет: начальными навыками работы с издательской системой LaTeX и пакетом для подготовки графической информации gnuplot.
УК-4.2 способность лексически правильно, грамотно, логично и последовательно порождать устные и письменные высказывания в ситуациях академического и профессионального взаимодействия.	Знает: основные требования к подготовке научных публикаций; возможности издательской системы LaTeX и пакета для подготовки графической информации gnuplot.
	Умеет: использовать систему компьютерной вёрстки LaTeX и пакет gnuplot для подготовки научных публикаций в физике конденсированного состояния.
	Владеет: начальными навыками работы с издательской системой LaTeX и пакетом gnuplot.

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные навыки	ПК-6 Способен использовать навыки составления и оформления научнотехнической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей.	ПК-6.2 использует программное обеспечение для оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей.

Код индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-6.2 использует программное обеспечение для оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей.	Знает: основные требования к презентациям научных работ; возможности издательской системы LaTeX и пакета gnuplot.
	Умеет: использовать систему компьютерной вёрстки LaTeX и пакет gnuplot для подготовки научных публикаций.
	Владеет: технологией использования современных издательских систем для подготовки научных публикаций и их презентаций.

2. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы, 144 академических часов. (1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам).

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1.	Введение в практикум	2	-	0	10	-	20	-	УО-2, ПР-6
2.	Подготовка статьи	2	-	0	22	-	35	-	УО-2, ПР-6
3.	Подготовка презентации	2	-	0	22	-	35	-	УО-2, ПР-6
	Итого:		-	0	54	-	90	-	

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Введение в практикум (10 час.)

Тема 1. Введение в издательскую систему LaTeX (2 часа)

Краткая история книгопечатания. Разработка Д.Э.Кнудом издательской системы TeX. Л.Лампорт, разработка набора макрорасширений LaTeX. Тексты физико-математического содержания. Физическая и логическая разметка текста. Алфавит. Специальные символы. Основные принципы, команды, декларации LaTeXa. Набор текста. Виды и размеры шрифтов. Рубрикация текста. Списки. Структура входного файла.

Тема 2. Подготовка физико-математических публикаций (2 часа)

Математические формулы в TeX + LaTeX. Процедуры `displaymath`, `math` и `equation`. Процедура `eqnarray`. Процедуры `tabbing` и `tabular`. Плавающие объекты. Процедура `thebibliography`. Ссылки на литературные источники.

Тема 3. Использование программы для создания двух- и трёхмерных графиков gnuplot для подготовки иллюстраций (4 часа)

Растровая и векторная графика. Редактор векторной графики Inkscape. Графические примитивы. Кривые Безье. Форматы графических файлов. Вставка графических объектов в документ LaTeX.

Тема 4. Презентации в LaTeX. Функционирование системы TeX и LaTeX (2 часа)

Пакет `beamer`. Примеры презентаций. Разрывы страниц. Мини-страницы. Позиционирование мини-страниц.

Входные, выходные и рабочие файлы. Конвейер LaTeX. Пакет `MiKTeX`. Оболочка `TeXnicCenter`.

Практические занятия (70 часов)

Практическая часть дисциплины «Визуализация научных данных в физике конденсированного состояния в пакете Gnuplot и подготовка публикаций в системе LaTeX» состоит в выполнении студентами двух заданий.

Задание №1. Подготовка научной публикации в классе article (30 часов) (пример задания)

Двухчастичные эффекты в формализме Бете-Солпитера

Чернова Мария Анатольевна

25 февраля 2013 г.

Аннотация

В работе будет изучен вклад в S -матрицу одного парциального канала реакции фоторазвала дейтрона. А именно, переход между начальным состоянием дейтрона 3S_1 и конечным состоянием пр-пары 1S_0 . Будут получены значения всех необходимых матричных элементов и записано выражение для вклада этого канала в S -матрицу, готовое для численного счета.

1 Введение

Экспериментальные данные по фоторазвалу дейтрона ($\gamma + D \rightarrow p + n$) известны в области энергии от 300 МэВ до 4 ГэВ [1]. Поэтому теоретическое описание этой реакции необходимо проводить в рамках релятивистских подходов расчета сильно взаимодействующих систем.

Общий подход к релятивистскому описанию связанных нуклонных систем и процессов с их участием был сформулирован в начале 50-х годов. Было получено полевое, релятивистски инвариантное уравнение – уравнение Бете-Солпитера (БС).

Ниже мы рассмотрим процедуру парциального разложения S -матрицы в формализме БС [2]. Для удобства разобьем этот процесс на два этапа, каждому из которых будет соответствовать приведенный ниже раздел:

1. Вычисление коэффициента перехода в базис состояний $JMLS$;
2. Получение выражения для S -матрицы в базисе $JMLS$;

При этом будет учитываться свойство сепарабельности ядра БС, то есть применение полученных выражений окажется ограниченным только случаем сепарабельных ядер БС.

2 Описание взаимодействия

2.1 Сечение рассеяния

Измеряемая на эксперименте величина – сечение рассеяния – выражается через S -матрицу следующим образом (в системе центра масс (СЦМ)):

$$\left. \frac{d\sigma}{d\Omega} \right|_{\text{СЦМ}} = \frac{1}{64\pi^2 s} \frac{P}{K} |S_{fi}|^2, \quad (1)$$

где s - инвариантная масса пары нуклонов ($s = P^2$); K, P - начальный и конечный полные 4-импульсы пары нуклонов .

В формализме БС S -матрица для реакции фоторазвала дейтрона имеет вид [1]:

$$S_{fi} = i\delta^4(P - K - q)\varepsilon_\mu \int \bar{\chi}_{Pp}(u)\Lambda^\mu(u, k; P, K)\chi_K^M(k)d^4ud^4k, \quad (2)$$

где K, P - начальный и конечный 4-импульсы пары нуклонов, q, ε_μ - импульс и вектор поляризации падающего фотона; Λ^μ - ток Мандельстама, χ_{Pp}, χ_K^M - амплитуды БС, которые описывают конечное и начальное состояние пары нуклонов. Амплитуды БС зависят от квантовых чисел $s, \lambda_1, \lambda_2, \rho_1, \rho_2, I, M_I$ характеризующих состояние сильносвязанной системы, где $s = P^2$ - инвариантная масса, λ_1, λ_2 - спиральности нуклонов, ρ_1, ρ_2 - ρ -спины (величина, определяемая как знак энергии данного состояния, $\rho = \pm 1$), I и M_I изоспины и их проекции.

2.2 Токи

Первоначальное рассмотрение этого процесса можно проводить в наиболее простой модели [3], когда взаимодействие фотона происходит с одним из нуклонов. Это так называемое одночастичное взаимодействие (Рис. 1).

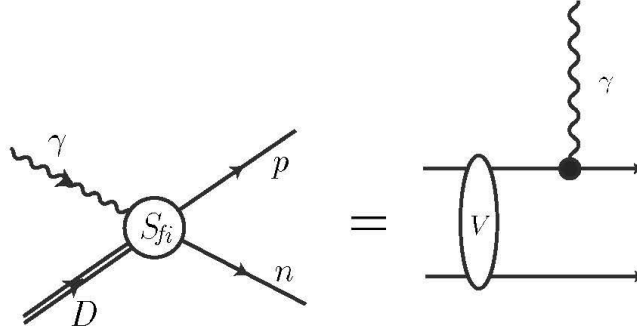


Рис. 1: Одночастичный ток

Развитием такого подхода является изучение двухчастичных эффектов, то есть учет взаимодействия фотона с нуклонными степенями свободы в дейтроне (Рис. 2).

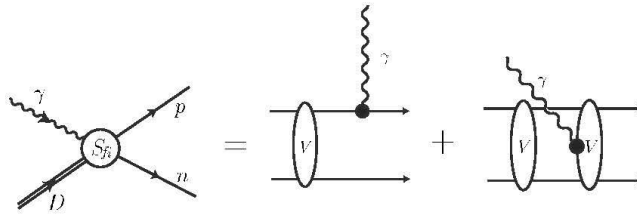


Рис. 2: Двухчастичный ток

3 Вычисление коэффициента перехода в базис состояний $JMLS$

3.1 Базисы состояний

Вычисление было проведено непосредственным перемножением состояний из базиса плоских волн и $JMLS$ -базиса. Были взяты следующие определения для состояний:

1. Плоская волна:

$$\Psi_{p\lambda_1\lambda_2IM_I}^{\rho_1\rho_2}(x) Au_p^{\rho_1\rho_2} e^{-i\vec{p}\vec{x}} \chi_{\frac{1}{2}\lambda_1} \chi_{\frac{1}{2}\lambda_2} \chi_{IM_I}, \quad (3)$$

где $\chi_{\frac{1}{2}\lambda}$ - спиральная часть одного нуклона, χ_{IM_I} - изоспиновая часть, $u_p^{\rho_1\rho_2}$ - часть, содержащая зависимость от ρ -спинов.

2. Состояние базиса $JMLS$ определялось следующим образом ¹:

$$\Psi_{spJMLSIM_I}^{\rho_1\rho_2}(x) B \sum_{M_L M_S} C_{LM_L SM_S}^{JM} u_p^{\rho_1\rho_2} R_{pL}(r) Y_{LM_L}(\Omega_r) \chi_{SM_S} \chi_{IM_I}, \quad (4)$$

где $R_{pL}(r)$ - радиальная часть, $Y_{LM_L}(\Omega_r)$ - сферическая гармоника, задающая угловую зависимость, χ_{SM_S} - спиновая часть и χ_{IM_I} - изоспиновая часть. В $u_p^{\rho_1\rho_2}$ содержится зависимость от ρ -спина.

3.2 Изоспиновая и спиновая части

Для вычисления изоспиновой части пользуемся условием ортогональности для изоспиновых состояний:

$$\bar{\chi}_{IM_I'} \chi_{IM_I} = \delta_{II'} \delta_{M_I M_I'}. \quad (5)$$

Спиновая часть вычисляется более сложно. Дело в том, что для спиновых состояний справедливо такое же соотношение ортогональности как и для изоспиновых состояний (5). Однако спиральные состояния $\chi_{\frac{1}{2}\lambda}$ ориентированы по направлению импульса частицы p_μ , а в спиновом состоянии χ_{SM_S} момент импульса проектируется на ось Z . Таким образом, чтобы воспользоваться соотношением (5) необходимо повернуть состояние $\chi_{\frac{1}{2}\lambda}$ так, чтобы оно проектировалось на ось Z . Такой поворот осуществляется с помощью D -функции Вигнера следующим образом:

$$\chi_{\frac{1}{2}\lambda} = \sum_{m_S} D_{m_S \lambda}^{\frac{1}{2}}(\omega_p) \chi_{\frac{1}{2}m_S}, \quad (6)$$

где ω_p - углы направления импульса \vec{p} .

4 Канал реакции ${}^3S_1 \longrightarrow {}^1S_0$

Рассмотрим канал реакции фоторазвала дейтрона, в котором дейтрон в начальном состоянии 3S_1 разбивается фотоном на пр-пару в состоянии 1S_0 . Вклад в S -матрицу этого канала можно получить из (6) путем подстановки соответствующих квантовых чисел:

¹Здесь и далее под символами, обозначающими импульс (p, k, \dots) мы будем понимать модули соответствующих 3-векторов: $p \equiv |\vec{p}|$, $k \equiv |\vec{k}|, \dots$

Таблица 1: Матричные элементы рейдовского взаимодействия V , кинетической энергии T и среднего ядерного поля O для неискаженных и искаженных функций относительного движения.

$n_\nu, n_{\nu'}, l$	$V_{\nu\nu'}$	$V_{\nu\nu'}$	$T_{\nu\nu'}$	$T_{\nu\nu'}$	$O_{\nu\nu'}$	$O_{\nu\nu'}$
0,0,0	-5.65	-17.8	16.5	26.0	17.3	13.0
0,0,1	6.85	1.38	26.8	25.0	27.2	30.7
0,1,2	-1.23	-1.44	20.0	21.2	-20.4	-20.2
0,2,1	11.9	2.77	0.02	-1.9	0.04	1.35
0,2,2	-1.15	-1.35	0.01	1.20	0.01	1.35
1,1,0	7.38	-8.30	38.1	40.4	39.6	39.7

$$\begin{aligned}
 S_{fi} = & \sum_{i=1,2} \frac{\delta^4(P - K - q)}{\sqrt{f^{(i)}q_0 + m}} \int_0^\infty du_0 u^2 du dk_0 k^2 dk \times \\
 & \times \varepsilon_{kmr} \varepsilon_{kqm} M_r^{-M} (g_p - g_n) \langle Pp | \sqrt{s'} u_0 u 000010++ \rangle \times \\
 & \times \langle \sqrt{s'} u_0 u 00 | V_{00} | \sqrt{s} k_0 k 00 \rangle \langle \sqrt{s} k_0 k 1M0110++ | KM \rangle . \quad (7)
 \end{aligned}$$

В формуле (7) состояния определяются квантовыми числами, записанными в форме $\langle \sqrt{s} p_0 p J M L S I M_I \rho_1 \rho_2 | \dots \rangle$.

Таким образом мы выписали выражение для вклада в S -матрицу от канала реакции ${}^3S_1 \rightarrow {}^1S_0$, определили все входящие в него величины. Матричные элементы, приведенные в табл.1, также показывают, что оценка кинетической энергии и энергии взаимодействия со средним полем ядра приблизительно одинакова при использовании возмущенных и невозмущенных ядерных функций. В то же время матричные элементы двухчастичного взаимодействия сильно различаются [4].

5 Заключение

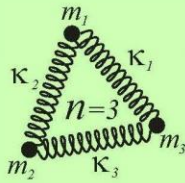
В данной статье было проведено частичное разложение для S -матрицы реакции фоторазвала дейтрона в формализме БС. Также было получено выражение для вклада в S -матрицу от отдельного частичного канала реакции. В частности, канала, в котором начальным состоянием дейтрона является 3S_1 волна, а конечная пр-пара находится в состоянии 1S_0 . При этом был определен вид всех коэффициентов и матричных элементов и получено выражение готовое для численного счета.

Список литературы

- [1] Корчин А.Ю., Шебеко А.В. // Препринт ХФТИ 88-56, Москва: ЦНИИатоминформ, 1988.
- [2] Bentz W. // Nucl. Phys. 1985. V. A446. p. 678.
- [3] Корчин А.Ю., Шебеко А.В. // Nucl. Phys. 1991. V. 54. p. 357.
- [4] Rupp G., Tjon J.A. Relativistic Contribution To The Electromagnetic Form Factors. // Phys. Rev. C41 (1990) 472-483.

Задание №2. Подготовка презентации в классе beamer (30 часов) (пример задания)

Квантовая теория теплоемкости идеальных многоатомных газов



Число степеней свободы одной молекулы $s = 3n$, где n – число атомов в молекуле. Они классифицируются согласно

$s = 3$ поступательных + 3 вращательных + $(3n - 6)$ колебательных.

Помимо перечисленных, могут проявляться степени свободы, связанные со структурой атомов (электронными оболочками).

Функция Гамильтона многоатомного газа

$$\hat{\mathcal{H}} = \hat{\mathcal{H}}^{(tr)} + \hat{\mathcal{H}}^{(in)} \Rightarrow Z = Z^{(tr)} \cdot Z^{(in)}; \quad \hat{\mathcal{H}}^{(in)} = \sum_{i=1}^N \hat{h}_i^{(in)} \Rightarrow Z^{(in)} = \left(z_1^{(in)} \right)^N;$$

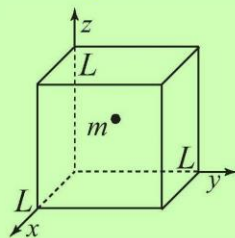
$$\hat{h}_1^{(in)} = \hat{h}_{rot} + \hat{h}_{vib} + \hat{h}_{el} \Rightarrow z_1^{(in)} = z_{rot} \cdot z_{vib} \cdot z_{el}.$$

Каждая степень свободы характеризуется спектром энергий $\{\epsilon_n\}_{n=0}^{\infty}$ и факторами вырождения уровней $\{g_n\}_{n=0}^{\infty}$.

$$z_{tr} = \sum_{n=0}^{\infty} g_n^{(tr)} \exp\left(-\frac{\epsilon_n^{(tr)}}{kT}\right), \quad z_{rot} = \sum_{n=0}^{\infty} g_n^{(rot)} \exp\left(-\frac{\epsilon_n^{(rot)}}{kT}\right),$$

$$z_{vib} = \sum_{n=0}^{\infty} g_n^{(vib)} \exp\left(-\frac{\epsilon_n^{(vib)}}{kT}\right), \quad z_{el} = \sum_{n=0}^{\infty} g_n^{(el)} \exp\left(-\frac{\epsilon_n^{(el)}}{kT}\right).$$

Поступательные степени свободы: частица в прямоугольном ящике



Уравнение Шредингера для частицы, свободно движущейся в некотором объеме, имеет вид

$$\hat{h}_{tr} \psi(\vec{r}) = \epsilon \psi(\vec{r}), \quad \vec{r} \in V = L^3, \quad \psi(\vec{r})|_{\Sigma} = 0,$$

где гамильтониан $\hat{h}_{tr} = \frac{1}{2m} (\hat{p}_x^2 + \hat{p}_y^2 + \hat{p}_z^2) = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2$.

Уравнение решаем методом разделения переменных:

$$\psi(x, y, z) = \psi_1(x) \psi_2(y) \psi_3(z) \Rightarrow \frac{1}{\psi_1} \frac{d^2 \psi_1}{dx^2} = -k_x^2, \quad \frac{1}{\psi_2} \frac{d^2 \psi_2}{dy^2} = -k_y^2, \quad \frac{1}{\psi_3} \frac{d^2 \psi_3}{dz^2} = -k_z^2.$$

Граничные условия приводят к дискретности волнового вектора \vec{k} :

$$\psi(\vec{r})|_{\Sigma} = 0 \Rightarrow k_x = \frac{\pi}{L} n_1, \quad k_y = \frac{\pi}{L} n_2, \quad k_z = \frac{\pi}{L} n_3; \quad \psi(\vec{r}) = A \sin \frac{\pi x n_1}{L} \sin \frac{\pi y n_2}{L} \sin \frac{\pi z n_3}{L}.$$

$$\text{Подставляя } \psi(\vec{r}) \text{ в уравнение, получим: } \epsilon = \frac{\hbar^2}{2m} (k_x^2 + k_y^2 + k_z^2) = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2mL^2} (n_1^2 + n_2^2 + n_3^2).$$

$$\epsilon_{n_1 n_2 n_3} = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2mL^2} (n_1^2 + n_2^2 + n_3^2)$$

$$\frac{\pi^2 \hbar^2}{2mL^2} \sim 10^{-34} \text{ Дж} \approx 10^{-11} \text{ К}$$

для $m = m_e = 9.1 \cdot 10^{-31}$ кг и $L = 1$ см.

Таким образом, расстояние между уровнями квантовой частицы, движущейся в ящике макроскопических размеров, *исчезающе мало* и спектр может считаться *сплошным* (даже без приставки "квази").

Теорема о вкладе степени свободы в теплоемкость

Рассмотрим *некоторую* степень свободы, энергетический спектр которой есть $\{\epsilon_n\}_{n=0}^{\infty}$, и вычислим соответствующую статистическую сумму:

$$z = \sum_{n=0}^{\infty} g_n e^{-\frac{\epsilon_n}{kT}} = g_0 e^{-\frac{\epsilon_0}{kT}} + g_1 e^{-\frac{\epsilon_1}{kT}} + \dots =$$

$$= g_0 e^{-\frac{\epsilon_0}{kT}} \left(1 + \frac{g_1}{g_0} e^{-\frac{\Delta\epsilon}{kT}} + \dots \right) \approx g_0 e^{-\frac{\epsilon_0}{kT}} \quad \text{для} \quad \Delta\epsilon = \epsilon_1 - \epsilon_0 \ll kT.$$

Это означает, что средняя энергия при температурах $T \ll T_c = \frac{\Delta\epsilon}{k}$

$$\bar{\epsilon} = kT^2 \frac{\partial \ln z}{\partial T} = kT^2 \frac{\partial}{\partial T} \left(\ln g_0 - \frac{\epsilon_0}{kT} \right) = \epsilon_0$$

не зависит от температуры, то есть соответствующая степень свободы *вклада в теплоемкость не дает*. Вероятность нахождения системы на первом возбужденном уровне ϵ_1 при этом

$$w_1 = \frac{1}{z} g_1 e^{-\frac{\epsilon_1}{kT}} = \frac{g_1 e^{-\frac{\epsilon_1}{kT}}}{g_0 e^{-\frac{\epsilon_0}{kT}} + g_1 e^{-\frac{\epsilon_1}{kT}} + \dots} \approx \frac{g_1}{g_0} e^{-\frac{\epsilon_1 - \epsilon_0}{kT}} \left[1 + \frac{g_1}{g_0} e^{-\frac{\epsilon_1 - \epsilon_0}{kT}} \right]^{-1} \approx \frac{g_1}{g_0} e^{-\frac{T_c}{T}}$$

экспоненциально мала. Система практически с единичной вероятностью находится в основном (невозбужденном) состоянии. Таким образом, для каждой степени свободы, характеризующейся спектром $\{\epsilon_n\}_{n=0}^{\infty}$, существует характеристическая температура $T_c = \frac{\epsilon_1 - \epsilon_0}{k}$, ниже которой ее вклад в теплоемкость экспоненциально падает.

Задания для самостоятельной работы

Требования: перед каждым практическим занятием обучающемуся необходимо изучить соответствующий теоретический материал.

Самостоятельная работа №1. Изучение издательской системы LaTeX – инсталляция и принципы работы.

Самостоятельная работа №2. Подготовка текста научной статьи.

Самостоятельная работа №3. Подготовка презентации.

II. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-3 неделя семестра	Изучение издательской системы LaTeX – установка и принципы работы.	10 часов	УО-2
2	4-10 неделя семестра	Подготовка текста научной статьи.	15 часов	УО-2, ПР-6
3	11-17 неделя семестра	Подготовка презентации.	15 часов	УО-2, ПР-6
Итого:			40 часов	

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Планирование и организация времени, отведенного на выполнение заданий самостоятельной работы.

Изучив график выполнения самостоятельных работ, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить структуру каждого задания, обратить внимание на график выполнения работ, отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику. Обратить внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины.

Работа с литературой.

При выполнении ряда заданий требуется работать с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

В процессе выполнения самостоятельной работы рекомендуется работать со следующими видами изданий:

а) Научные издания, предназначенные для научной работы и содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях. Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах или в научных сборниках;

б) Учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия, тексты лекций), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

Существуют два метода работы над источниками:

– сплошное чтение обязательно при изучении учебника, глав монографии или статьи, то есть того, что имеет учебное значение. Как правило, здесь требуется повторное чтение, для того чтобы понять написанное. Старайтесь при сплошном чтении не пропускать комментарии, сноски, справочные материалы, так как они предназначены для пояснений и помощи. Анализируйте рисунки (карты, диаграммы, графики), старайтесь понять, какие тенденции и закономерности они отражают;

– метод выборочного чтения дополняет сплошное чтение; он применяется для поисков дополнительных, уточняющих необходимых сведений в словарях, энциклопедиях, иных справочных изданиях. Этот метод крайне важен для повторения изученного и его закрепления, особенно при подготовке к зачету.

Для того чтобы каждый метод принес наибольший эффект, необходимо фиксировать все важные моменты, связанные с интересующей Вас темой.

Тезисы – это основные положения научного труда, статьи или другого произведения, а возможно, и устного выступления; они несут в себе большой объем информации, нежели план. Простые тезисы лаконичны по форме; сложные – помимо главной авторской мысли содержат краткое ее обоснование и доказательства, придающие тезисам более весомый и убедительный характер. Тезисы прочитанного позволяют глубже раскрыть его содержание; обучаясь излагать суть прочитанного в тезисной форме, вы сумеете выделять из множества мыслей авторов самые главные и ценные и делать обобщения.

Конспект – это способ самостоятельно изложить содержание книги или статьи в логической последовательности. Конспектируя какой-либо источник, надо стремиться к тому, чтобы немногими словами сказать о многом. В тексте конспекта желательно поместить не только выводы или положения, но и их аргументированные доказательства (факты, цифры, цитаты).

Писать конспект можно и по мере изучения произведения, например, если прорабатывается монография или несколько журнальных статей.

Составляя тезисы или конспект, всегда делайте ссылки на страницы, с которых вы взяли конспектируемое положение или факт, – это поможет вам сократить время на поиск нужного места в книге, если возникает потребность глубже разобраться с излагаемым вопросом или что-то уточнить при написании письменных работ.

Методические рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы и критерии оценки.

Самостоятельная работа №1. От обучающегося требуется:

1. Инсталлировать систему MiKTeX и другие необходимые программные пакеты.
2. Знать принципы работы издательской системы LaTeX и основные команды.

Самостоятельная работа №2. От обучающегося требуется:

1. Знать принципы работы издательской системы LaTeX и основные команды.
2. Знать способы и правила подготовки научных статей.

Самостоятельная работа №3. От обучающегося требуется:

1. Знать принципы работы издательской системы LaTeX и основные команды.
2. Знать способы и правила подготовки презентаций результатов научных работ.

Критерии оценки.

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент владеет навыками самостоятельной работы по теме занятия; методами анализа теоретических и/или практических аспектов решаемой задачи. Студент умеет обобщать фактический материал, делать самостоятельные выводы. Решение задачи выполняется при минимальной помощи преподавателя.
«не зачтено»	Студент не владеет навыками самостоятельной работы по теме занятия; не владеет методами анализа теоретических и/или практических аспектов решаемой задачи. Студент не умеет обобщать фактический материал, делать самостоятельные выводы. Решение задачи выполняется только при значительной помощи преподавателя.

III. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Введение в практикум.	УК-4.1 способность использовать/применять изученные специальные термины и грамматические конструкции для работы с оригинальными текстами академического и профессионального характера. УК-4.2 способность лексически правильно, грамотно, логично и последовательно порождать устные и письменные высказывания в ситуациях академического и профессионального взаимодействия.	Знает: историю и основные понятия полиграфии; историю возникновения систем компьютерной вёрстки.	УО-2	
			Умеет: использовать пакет векторной графики Inkscape для подготовки графических иллюстраций.	УО-2	
			Владеет: начальными навыками работы с издательской системой LaTeX.	УО-2	
2	Раздел II. Подготовка статьи.	ПК-6.2 использует программное обеспечение для оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей.	Знает: основные требования к подготовке научных публикаций; возможности издательской системы LaTeX.	ПР-6	Подготовка статьи.
			Умеет: использовать систему компьютерной вёрстки LaTeX для подготовки научных публикаций;	ПР-6	
			Владеет: начальными навыками работы с издательской системой LaTeX.	ПР-6	
3	Раздел III. Подготовка презентации.	ПК-6.2 использует программное обеспечение для оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей.	Знает: основные требования к презентациям научных работ; возможности издательской системы LaTeX.	ПР-6	Подготовка презентации.
			Умеет: использовать систему компьютерной вёрстки LaTeX для подготовки научных публикаций.	ПР-6	
			Владеет: технологией использования современных издательских систем для подготовки научных публикаций и их презентаций.	ПР-6	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VII.

IV. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Роженко А.И. Искусство вёрстки в LaTeX'e. - Новосибирск: Изд. ИВМиМГ СО РАН, 2005. – 398 с.
<https://www.twirpx.com/file/1124041/>
2. Жидков А.А. Интерактивные презентации в системе LATEX: Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского гос-университета, 2010. – 41 с.
<http://window.edu.ru/resource/040/74040>
3. Использование пакетов Maple, Mathcad и Latex 2ε при решении математических задач и подготовке математических и естественно-научных текстов. Информационные технологии в математике: учебное пособие для вузов / Ю. Ю. Тарасевич. Москва : URSS : [Либроком] , [2012]. 131 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:786794&theme=FEFU>
4. Шнейвайс А.Б. Азы GNUPLoTа. Учебное пособие. – СПбГУ, 2016. – 59 с.
<http://www.astro.spbu.ru/sites/default/files/gnuazu6.pdf>

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Набор и верстка в системе Latex / С.М. Львовский. 3-е изд., испр. и доп. М. : Издательство МЦНМО , 2003. 448 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:393632&theme=FEFU>
<http://window.edu.ru/resource/988/23988>
2. Издательская система LATEX : Учеб. пособие для метем. спец. вузов / Степанова Е.Н. Петрозавод. гос. ун-т. Петрозаводск : Изд-во ПГУ , 1999. 155с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:360175&theme=FEFU>
3. Информационные технологии в математике / Ю. Ю. Тарасевич. Москва : Солон-Пресс , 2003. 143 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:3895&theme=FEFU>
4. Мазалецкая А.Л., Морозов Д.К., Пархоменко Д.К. Издательская система LaTeX 2ε: Учебное пособие. - Ярославль: Яросл. гос. ун-т, 1999. - 60 с.
<http://window.edu.ru/resource/288/65288>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <https://www.youtube.com/watch?v=2pX4j4Z4Sp8> – MikTeX 2.9 & Texnic center installation
2. https://www.youtube.com/watch?v=eUtDCTPPnpk&list=PLaovbvsFu8itVamw7JeJ9CMtf_gpWVJFp – Popular LaTeX & TeXnicCenter videos
3. <https://www.youtube.com/watch?v=RZV34pV1lP8> – inkscape уроки

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Выполнение компьютерного практикума предполагает использование и освоение следующего свободного программного обеспечения:

1. комплекс программ для реализации TeXa и LaTeXa для Windows **MiKTeX Complite MiKTeX** (<http://miktex.org/>);
2. оболочку для работы с MiKTeXом **TeXnicCenter** (<http://www.texniccenter.org/>);
3. интерпретатор языка PostScript **Ghostscript** (<http://www.ghostscript.com/>) и программу просмотра файлов .ps **GSview** (<http://pages.cs.wisc.edu/ghost/gsview/>);
4. программу просмотра файлов .pdf **Adobe Reader** (<http://www.adobe.com/>);
5. графический векторный редактор **Inkscape** (<http://www.inkscape.org/>);
6. программа для создания двух- и трёхмерных графиков **gnuplot** (<http://www.gnuplot.info/>).

V. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины. Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы дисциплины. Обратит внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, практические занятия) планируется самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения

учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: чтение лекций, практические занятия, задания для самостоятельной работы.

Лекционные занятия ориентированы на освещение вводных тем в каждом разделе курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

Лабораторные занятия акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений и навыков решения задач.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является *самостоятельная работа* по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Студентам необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса.

Работа с литературой. Рекомендуются использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

Подготовка к зачёту. К сдаче экзамена допускаются обучающиеся, выполнившие все задания (практические, самостоятельные), предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 30) Оборудование:	Лицензионное и свободное программное обеспечение – MS PowerPoint 2007, MiKTeX и Acrobat Reader XI.

типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 ССВА – 1 шт. Доска аудиторная.	
690922, Приморский край, г.Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб.А1017. Аудитория для самостоятельной работы	Оборудование: Моноблок Lenovo С360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в с 4 лотками Xerox Work-Centre 5330 (WC5330C – 1 шт.)	Лицензионное и свободное программное обеспечение – MS PowerPoint 2007, MiKTeX и Acrobat Reader XI.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

VII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Для дисциплины «Визуализация научных данных в физике конденсированного состояния в пакете Gnuplot и подготовка публикаций в системе LaTeX» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Коллоквиум (УО-2)

Письменные работы:

1. Лабораторная работа (ПР-6)

Коллоквиум

Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.

Лабораторная работа

Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Визуализация

научных данных в физике конденсированного состояния в пакете Gnuplot и подготовка публикаций в системе LaTeX» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – зачет (3-й, осенний семестр). Зачет по дисциплине включает выполнение двух заданий.

Критерии выставления оценки студенту на зачете

К зачету допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

Оценка	Требования к сформированным компетенциям
«зачтено»	Студент выполнил лабораторные работы в полном объёме с использованием эффективных средств, правильно самостоятельно определил цель работы; самостоятельно, рационально выбрал необходимые программные средства. Грамотно и логично описан ход работы (в комментариях). Работа соответствует требованиям и выполнена в срок.
«не зачтено»	Лабораторные работы не выполнены.

Оценочные средства для текущей аттестации

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (собеседования, практических работ) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

