

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан физического факультета

 С.Н. Филимонов

« 01 »  2022 г.

Рабочая программа дисциплины

**Специальный физический практикум**

по направлению подготовки

**03.04.02 Физика**

Направленность (профиль) подготовки

**«Физические методы и информационные технологии в биомедицине»**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Магистр**

Год приема

**2022**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.05

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

 В.П. Демкин

Председатель УМК

 О.М. Сюсина

Томск – 2022

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

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

– ОПК-3 – способен применять знания в области информационных технологий, использовать современные компьютерные сети, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет») для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

– ИОПК-1.1. Знает основные направления развития современной физики и современные методики преподавания физических дисциплин.

– ИОПК-1.2. Анализирует и интерпретирует данные научного исследования с точки зрения современных физических концепций и теорий, умеет организовывать различные формы занятий по физическим дисциплинам.

– ИОПК-3.1. Использует специализированные Интернет-ресурсы для поиска научной информации и анализа трендов развития наук.

– ИОПК-3.2. Использует современное программное обеспечение для анализа научных данных и подготовки научных презентаций.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Знакомство с современными взглядами на структуру атома и природу излучения;

– выполнение лабораторных работ по атомной и ядерной физике;

– выполнение задач для самостоятельной подготовки к лабораторным занятиям и лекциям.

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

Полученные в рамках дисциплины компетенции необходимы для эффективной организации научно-исследовательской работы и написания выпускной квалификационной работы.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Семестр 1, экзамен.

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Специальные компетенции для освоения дисциплины не предусмотрены.

## **6. Язык реализации**

Английский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часа, из которых:

– лекции: 16 ч.;

– лабораторные работы: 20 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## 8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Математика в физике.

Понятие вектора. Операции над векторами. Понятие производной. Понятие интеграла. Таблицы производных/интегралов.

Тема 2. Боровская теория атома.

Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Эксперимент Франка-Герца. Возбуждение атомов. Рассеяние Резерфорда. Модель атома Томсона.

Тема 3. Квантовые представления о природе электромагнитного излучения.

Фотоэффект. Коротковолновая граница непрерывного рентгеновского спектра. Характеристическое рентгеновское излучение. Эффект Комптона. Коэффициенты Эйнштейна.

Тема 4. Структура многоэлектронных атомов.

Периодическая таблица химических элементов Менделеева. Структура электронных оболочек атомов. Структура атомного ядра. Изотопы.

Тема 5. Элементы физики атомного ядра.

Альфа-распад. Бета-распад. Гамма-излучение. Закон Гейгера-Неттола. Статистические закономерности ядерного распада.

Тема 6. Применение физических принципов в биомедицине.

Принципы работы современного медицинского диагностического оборудования. Магнитно-резонансная томография. Компьютерная томография. Позитронно-эмиссионная томография. Лазерные технологии.

## 9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, оценки ответов в устной форме на теоретические вопросы по темам лабораторных работ и оценки отчетов по лабораторным работам. Балльная оценка текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине составляет максимум **51 балл**.

Самостоятельная работа в аудитории связана с подготовкой теоретического материала для выполнения лабораторных работ, вывод рабочих формул, обработка результатов, полученных в результате лабораторной работы, подготовка отчетов о проделанной работе.

Результаты выполнения лабораторных работ (отчеты), частично или полностью выполняемых в неаудиторное время (самостоятельно), представляются на обсуждение перед аудиторией.

Таблица 9.1

№ п/п	Вид контроля	Количество	Количество баллов за 1 ед. контроля	Сумма
1.	Посещение лекций	8	2	16
2.	Выполнение лабораторных работ	5	7	35
	<b>ИТОГО</b>			<b>51</b>

Основным критерием балльной оценки текущего контроля успеваемости является **оценка качества выполнения лабораторной работы** (содержание ответа, полнота ответа, владение профессиональным языком).

Индикаторы балльной оценки лабораторной работы:

- 0-1 балл – отчет оформлен по требованиям, содержит выводы;

– 0-3 баллов – отчет не содержит ошибок в расчетах, упущений; составлен профессиональным языком;

– 0-3 баллов – ответы по содержательной части лабораторной работы максимально полно раскрывают суть каждого вопроса.

Текущий контроль фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

### **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

**Экзамен в первом семестре** проводится в устной форме по билетам. Каждый экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Первые вопросы билетов проверяют формирование ОПК-1 (ОПК-1.1-ОПК-1.2).

Вторые вопросы билетов проверяют формирование ОПК-3 (ОПК-3.1-ОПК-3.2).

Примерный перечень вопросов для экзамена

1. Понятие вектора. Операции над векторами.
2. Понятие производной.
3. Понятие интеграла.
4. Планетарная модель атома. Постулаты Бора.
5. Эксперимент Франка-Герца. Возбуждение атомов.
6. Рассеяние Резерфорда. Модель атома Томсона.
7. Записать уравнение динамики полукружного канала. Получить график чувствительности полукружного канала (график Боде).
8. Записать уравнение динамики отолитового органа. Получить график чувствительности отолитового органа (график Боде). Указать ключевые параметры, влияющие на динамику органа.
9. Фотоэффект. Коротковолновая граница непрерывного рентгеновского спектра.
10. Характеристическое рентгеновское излучение. Эффект Комптона.
11. Коэффициенты Эйнштейна.
12. Объяснение структуры периодической таблицы элементов Менделеева. Структура электронных оболочек атомов. Структура атомного ядра. Изотопы.
13. Альфа-распад. Бета-распад. Гамма-излучение.
14. Закон Гейгера-Неттола. Статистические закономерности ядерного распада.
15. Общие принципы работы современного медицинского диагностического оборудования.
16. Физические явления, используемые в современных технологиях медицинской диагностики.
17. Магнитно-резонансная томография.
18. Компьютерная томография.
19. Позитронно-эмиссионная томография.
20. Лазерные технологии.

К экзамену допускаются только те студенты, кто удовлетворительно выполнили все лабораторные работы.

Оценка промежуточной успеваемости студента на экзамене формируется в соответствии с таблицей:

Оценивание ответа студента на экзамене

Количество баллов за ответ	Критерий оценивания	
	Б	Д

50		
40		
30		
20		
10		

	Полный развернутый ответ
	Неполный ответ
	Фрагментарный ответ

Здесь Б – вопросы по билету; Д – дополнительные вопросы. Неудовлетворительная оценка соответствует всем иным случаям, не указанным в таблице.

Баллы, полученные на экзамене, суммируются с баллами, полученными по итогам текущего контроля. На основе итогового количества баллов выставляется оценка.

Соответствие 100-балльной шкалы оценок 4-альтернативной шкале оценок:

- 0-70 баллов – «неудовлетворительно»,
- 71-77 баллов – «удовлетворительно»,
- 78-84 баллов – «хорошо»,
- 85-100 баллов – «отлично».

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» – <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=2949>;

б) Pleshkov M.O., Nyavro V.F. Special physics practice. Laboratory practice, 2017;

в) оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине;

г) примерные темы лабораторных работ:

1. Определение постоянной Ридберга.
2. Эксперимент Франка-Герца.
3. Тепловое излучение.
4. Парамагнитный резонанс.
5. Дифракция электронов.
6. Изучение детекторов заряженных частиц и определение типа радиоактивного элемента.
7. Изучение характеристического рентгеновского излучения.
8. Изучение стабилотографа.
9. Безмаркерный захват движения, оценка движения.
10. Применение системы виртуальной реальности к оценке взаимодействия визуального и вестибулярного анализаторов.
11. Изучение метода электроокулографии.

Рекомендации по выполнению лабораторных работ, включая требования к оформлению отчета, подробно изложены в учебно-методическом пособии: Pleshkov M.O., Nyavro V.F. Special physics practice. Laboratory practice, 2017.

1. Лабораторная работа «Определение постоянной Ридберга»

*Примеры заданий:*

- Вывести обобщенную формулу Бальмера для атома водорода, основываясь на постулатах Бора.
- Схематически изобразить энергетические уровни атома водорода. Пояснить рисунок.
- Объяснить явление дифракции на решетке. Получить формулу для дифракционных максимумов.
- Используя ртутную и водородную лампы, а также дифракционную решетку, найти постоянную Ридберга при помощи формулы Бальмера.

## 2. Лабораторная работа «Эксперимент Франка-Герца»

*Примеры заданий:*

- Сформулировать постулаты Бора.
- Нарисовать экспериментальную установку в опыте Франка и Герца. Объяснить принцип ее работы.
- Объяснить различия в нижних энергетических уровнях водорода и неона.
- Используя автоматизированную вакуумную трубку, построить её вольт-амперную характеристику. По графику вольт-амперной характеристики найти 1 и 2 энергии возбуждения неона.

## 3. Лабораторная работа «Тепловое излучение»

*Примеры заданий:*

- Дать определение абсолютно черного тела. Дать характеристику спектра излучения абсолютно черного тела.
- Объяснить несоответствие формулы Рэлея-Джинса эксперименту для больших частот излучения и вывести формулу Планка.
- Объяснить метод оптической пирометрии.
- Определить истинную температуру нагретой вольфрамовой фольги, используя оптический пирометр.

## 4. Лабораторная работа «Парамагнитный резонанс»

*Примеры заданий:*

- Записать стационарное уравнение Шредингера для атома водорода.
- Объяснить понятие магнитного момента атома, электрона.
- Вывести формулу для энергии электрона в постоянном магнитном поле.
- Нарисовать предполагаемую кривую парамагнитного резонанса.
- Найти резонансный ток для заданной частоты электромагнитного излучения, используя осциллограф и цифровой амперметр.

## 5. Лабораторная работа «Дифракция электронов»

*Примеры заданий:*

- Привести пример корпускулярно-волнового дуализма частиц с массой отличной от нуля.
- Ввести понятие волны Де Бройля.
- Объяснить явление дифракции. Вывести формулу Брэгга.
- Используя формулу Брэгга для дифракционных колец на экране вакуумной трубки, определить длину волны электронов, ускоренных заданной разностью потенциалов.

## 6. Лабораторная работа «Изучение детекторов заряженных частиц и определение типа радиоактивного элемента»

*Примеры заданий:*

- Назвать основные виды детекторов заряженных частиц и электромагнитного излучения высокой энергии.
- Указать факторы ослабления гамма-излучения в веществе.
- Объяснить суть метода определения неизвестного радиоактивного элемента по его активности.
- Указать основные источники погрешности измерений газоразрядным детектором. Привести выражения для поправок измерений.

7. Лабораторная работа «Изучение характеристического рентгеновского излучения»

*Примеры заданий:*

- Объяснить принцип работы рентгеновской трубки.
- Нарисовать спектр тормозного и характеристического рентгеновского излучения
- Сформулировать правила отбора для излучательных переходов в атоме.
- Определить длины волн характеристического излучения для заданного элемента (железо, медь, молибден) по графику спектра, полученному из эксперимента.

8. Лабораторная работа «Изучение стабилотографа»

*Примеры заданий:*

- Дать определения стабилотографа. Где он используется?
- Назвать основные методы диагностики вестибулярного аппарата человека.
- При помощи стабилотографа записать трек проекции центра массы испытуемого во время обучающего теста. Оценить, удовлетворяют ли полученные результаты критериям нормы.

9. Лабораторная работа «Безмаркерный захват движения, оценка движения»

*Примеры заданий:*

- Назвать примеры применения систем виртуальной реальности в медицине.
- Описать методику видеораспознавания маркеров.
- Записать данные о положении тела во время диагностического теста. Дать интегральную оценку движению.

10. Лабораторная работа «Применение системы виртуальной реальности к оценке взаимодействия визуального и вестибулярного анализаторов»

*Примеры заданий:*

- Нарисовать график чувствительности вестибулярного аппарата от частоты внешнего ускорения.
- Назвать причины появления морской болезни.
- Объяснить явление вестибуло-окулярного рефлекса.
- Провести тест вестибулярной системы человека при помощи виртуальной реальности. Дать оценку результатам.

11. Лабораторная работа «Изучение метода электронистагмографии»

*Примеры заданий:*

- Назвать существующие методы окулографии.
- Объяснить принцип электрической окулографии.
- Назвать основные источники погрешностей определения положения глаза в данной работе.

Характерными показателями развития самостоятельности у студента в результате освоения дисциплины являются: теоретическое осмысление изучаемого материала, накопление необходимых умений и навыков, интерес к процессу создания продукта



собственной самостоятельной деятельности, умение отстаивать собственную точку зрения или предложенный вариант решения проблемы, рефлексия своей деятельности и результата.

### **Вопросы и задания для самостоятельной работы по темам**

#### Тема 1. «Математика в физике»

##### *Примеры заданий:*

- Смысл понятий «вектор», «производная», «интеграл».
- Правила работы с таблицами производных/интегралов.
- Основные операции над векторами.

#### Тема 2. «Квантовые представления о природе электромагнитного излучения»

##### *Примеры заданий:*

- Привести примеры квантовой природы света.
- Привести примеры волновой природы света.
- Указать основные характеристики света.
- Привести примеры различных типов взаимодействия излучения с веществом.

#### Тема 3. «Боровская теория атома»

##### *Примеры заданий:*

- Определить интеграл и производную. Указать их геометрический смысл.
- Вычислить радиусы первых трех орбит электрона в атоме водорода, рассчитать их энергию.
- Построить график распределения количества рассеянных альфа-частиц в зависимости от угла рассеяния (эксперимент Резерфорда).

#### Тема 4. «Структура многоэлектронных атомов»

##### *Примеры заданий:*

- Указать 4 фундаментальных взаимодействия. Расположить их в порядке увеличения степени взаимодействия.
- Сформулировать условия, необходимые для протекания радиоактивного распада.
- Сравнить отношения электрического взаимодействия в ядре к сильному в зависимости от количества нуклонов.

#### Тема 5. «Элементы физики атомного ядра»

##### *Примеры заданий:*

- Описать процесс формирования и вылета альфа-частицы в процессе альфа-распада.
- Привести аргументированные методы защиты от всех типов излучения.
- Вывести формулу для длины свободного пробега альфа-частицы в веществе.

#### Тема 6. «Применение физических принципов в биомедицине»

##### *Примеры заданий:*

- Указать основные современные устройства, используемые для диагностики здоровья человека.
- Указать достоинства и недостатки систем виртуальной реальности.



### Примерные вопросы тестовых заданий

N	Наименование темы	Формируемые компетенции	N задания	Тема задания
1	Математика в физике	ИОПК-3.1-3.2 ИОПК-1.1-1.2	29	Понятие вектора. Операции над векторами. Скалярное и векторное произведения.
			30	Понятие производной/дифференциала
			31	Понятие интеграла
			32	Производные и интегралы некоторых функций
2	Боровская теория атома	ИОПК-3.1-3.2 ИОПК-1.1-1.2	1	Планетарная модель атома
			2	Постулаты Бора
			3	Эксперимент Франка-Герца
			4	Возбуждение атомов
			5	Рассеяние Резерфорда
			6	Модель атома Томсона
3	Квантовые представления о природе электромагнитного излучения	ИОПК-3.1-3.2 ИОПК-1.1-1.2	11	Фотоэффект
			12	Коротковолновая граница непрерывного рентгеновского спектра
			13	Характеристическое рентгеновское излучение
			14	Эффект Комптона
			15	Коэффициенты Эйнштейна
4	Структура многоэлектронных атомов	ИОПК-1.1	16	Периодическая таблица химических элементов Менделеева
			17	Структура электронных оболочек атомов
			18	Структура атомного ядра
			19	Изотопы
5	Элементы физики атомного ядра	ИОПК-3.1-3.2 ИОПК-1.1-1.2	20	Альфа-распад
			21	Бета-распад
			22	Гамма-излучение
			23	Закон Гейгера-Неттола
			24	Статистические закономерности ядерного распада
6	Применение физических принципов в	ИОПК-3.1-3.2 ИОПК-1.1-1.2	25	Магнитно-резонансная томография
			26	Компьютерная томография

	биомедицине		27	Позитронно-эмиссионная томография
			28	Лазерные технологии

### **Примеры заданий**

#### **Задание 1**

Недостатком планетарной модели атома стало то, что электрон вращался по круговой орбите, что приводило к несоответствию с классической физикой, так как ...

- заряд, движущийся по окружности, создает магнитное поле
- притяжения ядра недостаточно, чтобы удержать электрон на орбите
- заряд, движущийся с ускорением, излучает и теряет энергию
- круговые орбиты запрещены правилом Кеплера

#### **Задание 2**

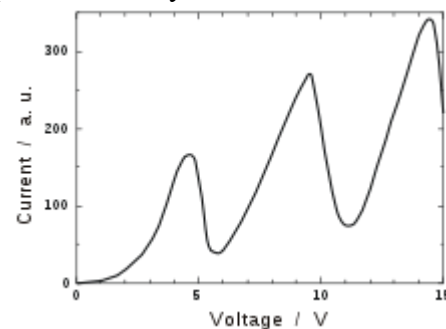
Энергия фотона, испускаемого атомом при переходе атома из состояния с энергией  $E_2$  в состояние с энергией  $E_1$  определяется выражением,...

- $E_2 - E_1$
- $E_2 + E_1$
- $(E_2 - E_1)/2$
- $E_1$

#### **Задание 3**

Чем обусловлено отклонение вольт-амперной характеристики, полученной в эксперименте Франка-Герца от линейной?

- неточность эксперимента
- потери энергии в установке на излучение
- недостаточный уровень вакуума в установке
- поглощением атомами вещества энергии порциями



#### **Задание 4**

Спектральным анализом называется:

- метод определения вида спектра
- метод определения химического состава вещества по его спектру
- метод диагностики процентного состава вещества
- способ возбуждения атома

### Задание 5

Какая часть атома вносит основной вклад в рассеяние альфа-частиц в опытах Резерфорда?

- атомное ядро
- отдельные протоны
- отдельные электроны
- электронная оболочка в целом

### Задание 6

В планетарной модели атома

- протоны и электроны находятся в ядре
- электроны вращаются вокруг положительно заряженного ядра
- протоны вращаются вокруг отрицательно заряженного ядра
- протоны и электроны вращаются вокруг нейтронного ядра

### Задание 7

Излучение, при котором потери атомами энергии на излучение света компенсируются за счет энергии теплового движения атомов (или молекул) излучающего тела, называется:

- электролюминесценцией
- тепловым излучением
- фотолюминесценцией
- катодолюминесценцией

### Задание 8

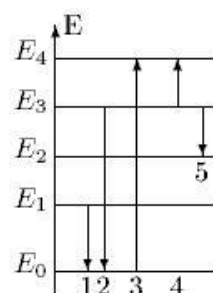
Как изменится энергетическая светимость абсолютно черного тела, если его температура увеличится в 2 раза?

- увеличится в 16 раз
- увеличится в 8 раз
- уменьшится в 16 раз
- уменьшится в 8 раз

### Задание 9

Как изменится температура нагретого тела, если длина волны максимума интенсивности теплового излучения стала короче?

- увеличится
- останется прежней
- уменьшится



### **Задание 10**

На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой стрелкой обозначен переход с излучением фотона наибольшей частоты?

- 2
- 1
- 3
- 5

### **Задание 11**

Фотоэффект состоит в

- поглощении фотона атомом с испусканием электрона
- упругом рассеянии фотонов свободными электронами
- поглощении фотона атомным ядром
- поглощении фотонов свободными электронами

### **Задание 12**

Что вызывает появление рентгеновского излучения непрерывного спектра?

- торможение электронов в поле вещества
- ускорение электронов электрическим полем
- распад ядра
- ионная рекомбинация

### **Задание 13**

Какой тип спектра имеет характеристическое рентгеновское излучение?

- дискретный**
- непрерывный
- состоящий из полос
- представляет собой наложение непрерывного и дискретного спектров

### **Задание 14**

Эффект Комптона заключается в:

- ионизации атома фотоном
- изменением частоты налетающего на электрон фотона
- поглощении фотона свободным электроном
- рождении пары электрон-позитрон из фотона

### **Задание 15**

Вынужденное излучение – это

- процесс излучения когерентного фотона налетающим резонансным фотоном
- спонтанное излучение фотона при переходе с верхнего на нижний уровень
- излучения ядра
- появляется в процессе аннигиляции пары электрон-позитрон

### **Задание 16**

Количество протонов в ядре атома равно:

- массовому числу химического элемента
- порядковому номеру химического элемента в таблице Менделеева
- разности массового числа и порядкового номера

### **Задание 17**

"В любом квантовом состоянии может находиться только один электрон" согласно

- Принципу Паули
- Правилу отбора
- Теореме Ферма
- Соотношению неопределённостей Гейзенберга

### **Задание 18**

Массы протона и электрона

- относятся как 1836:1
- приблизительно равны
- равны по модулю

### **Задание 19**

Сколько нейтронов содержится в ядре атома изотопа лития  ${}^7_3\text{Li}$ ?

- 4
- 3
- 2
- 5

### **Задание 20**

Что происходит с ядром в процессе альфа-распада?

- массовое число ядра уменьшается на 4, атомный номер элемента уменьшается на

- массовое число не меняется, атомный номер элемента увеличивается на 1
- массовое число и атомный номер элемента не меняются
- массовое число увеличивается на 1, атомный номер элемента не меняется

### **Задание 21**

Что такое  $\beta$  – частицы?

- это коротковолновое электромагнитное излучение;
- это поток электронов (позитронов);
- это поток ионов
- это поток фотонов

### **Задание 22**

Какое из излучений является наиболее вредным для человека?

- видимый свет
- ультрафиолетовое излучение
- рентгеновское излучение
- $\gamma$  – излучение

### **Задание 23**

... - закон, описывающий функциональную связь между энергией альфа-частицы и периодом полураспада радиоактивного ядра.

- закон Кирхгофа
- закон Био-Савара-Лапласа
- закон Гейгера-Неттола

### **Задание 24**

Закон радиоактивного распада выражается формулой:

$$N(t) = N_0 * \exp\left(-\frac{t}{T}\right)$$

$$N(t) = 4\pi * N_0 * \left(-\frac{t}{T}\right)$$

$$N(t) = N_0 * \left(\frac{t}{T}\right)$$

$$N(t) = N_0^2 * \exp\left(-\frac{t}{T}\right)$$

### **Задание 25**

В основе метода магнито-резонансной томографии лежит явление:

- эффект Зеемана
- эффект Штарка
- эффект Комптона
- эффект Доплера

### **Задание 26**

... - метод неразрушающего послойного исследования внутреннего строения предмета, основанный на измерении и сложной компьютерной обработке разности ослабления рентгеновского излучения различными по плотности тканями

### **Задание 27**

Позитронно-эмиссионный томограф основан на принципе регистрации

- гамма-излучения аннигиляции пары электрон-позитрон
- теплового излучения движения молекул
- ультрафиолетового излучения
- видимого света, рассеянного веществом

### **Задание 28**

Каково условие когерентности световых волн?

- равенство частот и постоянство разности фаз
- равенство амплитуд
- равенство частот и амплитуд
- изменение во времени плоскости колебаний электрического вектора
- постоянства во времени плоскости колебаний магнитного вектора
- независимость амплитуды от времени

### **Задание 29**

Напишите формулы скалярного и векторного произведений векторов.

### **Задание 30**

Напишите определение производной.

### **Задание 31**

Напишите определение интеграла.

### **Задание 32**

Найдите производную и проинтегрируйте функцию (по усмотрению преподавателя)



## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Brooks R.L. The Fundamentals of Atomic and Molecular Physics / R.L. Brooks. –NY: Springer, 2013. – 179 p.
2. Salasnich L. Quantum Physics of Light and Matter: Photons, Atoms, and Strongly Correlated Systems / L. Salasnich. –Springer International Publishing, 2017. – 249 p.
3. Савельев И.В. Курс общей физики Т. 3 / И. В. Савельев. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань , 2016. – 317 с.
4. Сивухин Д. В. Общий курс физики Т. 5: [учебное пособие для физических специальностей вузов : в 5 т.] / Д. В. Сивухин. –М.: Физматлит, 2018. – 784 с.
5. Halliday D. Fundamentals of Physics / D. Halliday, R. Resnick, J. Walker. -JOHN WILEY & SONS INC, 2018. – 1456 p.

б) дополнительная литература:

1. Atomic physics [Electronic resource] / Amsterdam University // URL: <http://www.nat.vu.nl/~wimu/Atom.html> (access date: 04.04.2023)
2. С. Sharp Cook Modern Atomic and Nuclear Physics / С. Sharp Cook // Van Nostrand Reinhold. – 1961. – 345 p.
3. Pleshkov M.O., Nyavro V.F. Special physics practice. Laboratory practice, 2017.

## 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Professional Plus 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office Access, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.);
- лицензионное программное обеспечение: пакет программ: Comsol Multiphysics® 4.2; MATLAB 2016; очки ICS Impulse со специализированным ПО (Maastricht Instruments).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

## 14. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных и семинарских занятий используется лаборатория моделирования физических процессов в биологии и медицине (аудитория № 442 второго учебного корпуса ТГУ), оснащенная интерактивной доской, звуковым и видеооборудованием, мультимедийным оборудованием для демонстрации презентаций, ресурсов сети Интернет, других учебных материалов. Имеются персональные компьютеры студентов, с доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Данная аудитория позволяет провести лабораторный практикум по темам: электронный парамагнитный резонанс; изучение стабигрофа; безмаркерный захват

движения, оценка движения; применение системы виртуальной реальности к оценке взаимодействия визуального и вестибулярного анализаторов, изучение метода электронистагмографии.

Физический практикум по темам: Эксперимент Франка-Герца, Пирометрия, Дифракция электронов, Определение постоянной Ридберга, Изучение характеристического рентгеновского излучения и Изучение детекторов заряженных частиц и определение типа радиоактивного элемента; проходит в аудитории № 307 второго учебного корпуса ТГУ.

### **5. Информация о разработчиках**

Зайцев Василий Андреевич, ассистент кафедры общей и экспериментальной физики физического факультета ТГУ.