

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области
«Университет «Дубна»
(государственный университет «Дубна»)

Филиал «Протвино»
Кафедра «Общеобразовательные дисциплины»



УТВЕРЖДАЮ
Директор

/Евсиков А.А./
Фамилия И.О.

«28» 06 2020 г.

Рабочая программа дисциплины

Атомная физика

наименование дисциплины (модуля)

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 Физика

код и наименование направления подготовки (специальности)

Уровень высшего образования

бакалавриат

бакалавриат, магистратура, специалитет

Направленность (профиль) программы (специализация)

«Медицинская физика»

Форма обучения

очная

очная, очно-заочная, заочная

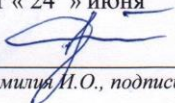
Протвино, 2020

Преподаватель (преподаватели):
Слабоспицкий С.Р., профессор, д.ф.-м.н., кафедра общеобразовательных дисциплин
Фамилия И.О., должность, ученая степень, ученое звание, кафедра; подпись

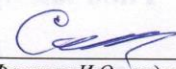
Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) высшего образования
03.03.02 Физика
(код и наименование направления подготовки (специальности))

Программа рассмотрена на заседании кафедры общеобразовательных дисциплин
(название кафедры)

Протокол заседания № 3 от « 24 » июня 2020г.

Заведующий кафедрой  Сытин А.Н.
(Фамилия И.О., подпись)

СОГЛАСОВАНО

И.о. зав. кафедрой «Техническая физика»  Соколов А.А.
(Фамилия И.О., подпись)

Эксперт _____
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание, место работы, должность)

Оглавление

1 Цели и задачи освоения дисциплины	4
2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО	4
3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины	4
4 Содержание и структура дисциплины	5
4.1 Содержание разделов дисциплины	5
4.2 Структура дисциплины «Атомная физика»	7
4.3 Тематический план освоения дисциплины по видам учебной деятельности	7
4.3.1 Практические занятия (ПЗ)	7
4.3.2 Содержание практических занятий	8
4.3.3 Тематика самостоятельных работ студентов	9
5 Образовательные технологии	10
5.1 Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы	10
5.2 Интерактивные формы проведения занятий	10
6 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	10
6.1 Критерии оценки знаний, умений, навыков	11
6.2 Вопросы теста	11
7 Ресурсное обеспечение	12
8 Материально-техническое обеспечение дисциплины.	14

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Целью курса "Атомная физика" является изучение студентами современного состояния знаний в данном разделе физики.

Методы обучения: лекционные занятия, практические занятия совмещенные с самостоятельным решением задач, лабораторные работы для ознакомления с принципами эксперимента и обработки данных.

Требования к студентам: от студента, приступающего к изучению дисциплины требуется умение работать с компьютером, а также знание математики и тем из общего курса физики, достаточное для самостоятельного вывода формул и обработки результатов лабораторных работ.

Виды контроля и формы работ студентов: при изучении курса студенты на лекционных, семинарских и лабораторных занятиях получают навыки работы, которые закрепляют при самостоятельной работе.

Методика формирования результирующей оценки: результирующая оценка формируется на основании сдачи экзамена или сдачи тестов – по выбору студента.

Изучить:

- уровень знаний, достигнутый современной физикой;
- смысл и обозначения физических величин, используемых для описания явлений;
- способы и методики получения значений величин, изучаемых в курсе;

Овладеть:

- умением использовать системы единиц при решении задач по курсу физики;
- умением применять методы математического анализа, линейной алгебры и других точных наук для решения задач;
- умением правильно применять соответствующие формулы для описания изучаемых явлений;
- умением применять распространенную физическую аппаратуру;
- умением применять элементарную обработку данных.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина Б1.Б.11.5 «Атомная физика» относится к базовой части блока дисциплин. К началу изучения дисциплины «Атомная физика» должны быть освоены следующие компетенции: ОК-7, ОПК-7.

Указанные компетенции сформированы в результате освоения ранее изученных дисциплин: «Иностранный язык», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Математический анализ», «Электричество», «Оптика».

От студента, приступающего к изучению дисциплины «Атомная физика» требуется:

- способностью к самоорганизации и самообразованию
- способностью использовать в своей профессиональной деятельности знание иностранного языка

После освоения дисциплины «Атомная физика» студент будет подготовлен к изучению дисциплины «Физика атомного ядра и элементарных частиц».

3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины

В результате освоения дисциплины «Атомная физика» обучающимися должны быть приобретены или усилены следующие компетенции:

ПК-1 способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;

ОПК-3 способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач

В результате освоения дисциплины «Атомная физика» обучающийся должен (результат обучения):

Знать

Результат обучения	Компетенция	Образовательная технология	Вид задания
уровень знаний, достигнутый современной физикой	ПК-1, ОПК-3	Л, ПЗ	СР экзамен
смысл и обозначения физических величин, используемых для описания явлений	ПК-1, ОПК-3	Л, ПЗ	СР экзамен
способы и методики получения значений величин, изучаемых в курсе	ПК-1, ОПК-3	Л, ПЗ	СР экзамен

Уметь

Результат обучения	Компетенция	Образовательная технология	Вид задания
Использовать системы единиц при решении задач по курсу физики	ПК-1, ОПК-3	Л, ПЗ	СР экзамен
применять методы математического анализа, линейной алгебры и других точных наук для решения задач	ПК-1, ОПК-3	Л, ПЗ	СР экзамен

Владеть

Результат обучения	Компетенция	Образовательная технология	Вид задания
применением соответствующих формул для описания изучаемых явлений	ПК-1, ОПК-3	Л, ПЗ	СР экзамен

Приобрести опыт деятельности

Результат обучения	Компетенция	Образовательная технология	Вид задания
Приобрести навыки работы с аппаратурой	ПК-1, ОПК-3	Л, ПЗ	СР экзамен

Анализировать

Результат обучения	Компетенция	Образовательная технология	Вид задания
Анализировать лабораторные работы, делать выводы	ПК-1, ОПК-3	Л, ПЗ	СР экзамен

Применять

Результат обучения	Компетенция	Образовательная технология	Вид задания
применять элементарную обработку данных	ПК-1, ОПК-3	Л, ПЗ	СР экзамен

4 Содержание и структура дисциплины

4.1 Содержание разделов дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Атомная физика» составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Таблица 1

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Корпускулярная теория света.	Гипотеза Планка. Фотоэффект. Комптоновское рассеяние.	СР
2	Модели атомов.	Модели атома Томпсона. Модель атома Резерфорда. Ядро атома. Строение ядер.	
3	Теория атома водорода по Бору.	Линейчатый спектр атома водорода. Постулаты Бора. Спектр атома водорода по Бору.	СР
4	Элементы квантовой механики.	Корпускулярно-волновой дуализм свойств веществ. Волны де Бройля. Соотношение неопределенностей.	СР
5	Волновая функция и ее статистический смысл.	Общее уравнение Шредингера.	СР
6	Уравнение Шредингера для стационарных состояний.	Принцип причинности в квантовой механике.	СР
7	Движение свободной частицы.	Частица в одномерной прямоугольной «потенциальной яме» с бесконечно высокими «стенками».	СР
8	Туннельный эффект.	Прохождение частицы сквозь потенциальный барьер.	СР
9	Элементы квантовой механики.	Линейный гармонический осциллятор в квантовой механике.	СР
10	Элементы современной физики атомов и молекул.	Атом водорода в квантовой механике. 1s-состояние электрона в атоме водорода. Спин частицы. Принцип неразличимости тождественных частиц. Фермионы и бозоны.	СР
11	Принцип Паули.	Распределение электронов в атоме. Периодическая система элементов Менделеева.. Молекулы: химические связи, понятие об энергетических уровнях.	СР
12	Спектры.	Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света.	СР
13	Излучение.	Поглощение, спонтанное и вынужденное излучения. Оптические квантовые генераторы (лазеры).	СР
14	Элементы квантовой статистики.	Элементы физики твердого тела. Квантовая статистика.	СР
15	Фазовое пространство.	Функция распределения. Вырожденный электронный газ в металлах.	СР
16	Понятие о квантовой теории теплоемкости.	Фононы.	СР
17	Металлы.	Выводы квантовой теории электропроводности металлов.	СР
18	Сверхпроводимость.	Понятие об эффекте Джозефсона.	СР

4.2 Структура дисциплины «Атомная физика»

Таблица 2

ВИД РАБОТЫ	Трудоемкость, часов	
	5 семестр	ВСЕГО
Общая трудоемкость	180	180
Аудиторная работа:	85	85
<i>Лекции (Л)</i>	34	34
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	51	51
Самостоятельная работа:	53	53
<i>Контроль</i>	42	42
Вид промежуточного контроля		ЭКЗАМЕН

4.3 Тематический план освоения дисциплины по видам учебной деятельности

4.3.1 Практические занятия (ПЗ)

1	Корпускулярная теория света.	Гипотеза Планка. Фотоэффект. Комптоновское рассеяние.
2	Модели атомов.	Модели атома Томпсона. Модель атома Резерфорда. Ядро атома. Строение ядер.

Таблица 3

№	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий
1	1	Гипотеза Планка. Фотоэффект. Комптоновское рассеяние.
2	2	Модель атома Резерфорда. Ядро атома. Строение ядер.
3	3	Теория атома водорода по Бору. Линейчатый спектр атома водорода. Постулаты Бора. Спектр атома водорода по Бору.
4	4	Корпускулярно-волновой дуализм свойств веществ. Некоторые свойства волн де Бройля. Соотношение неопределенностей.
5	5	Общее уравнение Шредингера.
6	5	Уравнение Шредингера для стационарных состояний.
7	6	Движение свободной частицы.
8	7	Частица в одномерной прямоугольной «потенциальной яме» с бесконечно высокими «стенками».
9	8	Прохождение частицы сквозь потенциальный барьер. Туннельный эффект.
10	9	Линейный гармонический осциллятор в квантовой механике.
11	10	Атом водорода в квантовой механике.
12	10	Is-состояние электрона в атоме водорода.
13	10	Спин электрона. Спиновое квантовое число.
14	10	Принцип неразличимости тождественных частиц. Фермионы и бозоны.
15	11	Принцип Паули. Распределение электронов в атоме по состояниям.
16	11	Периодическая система элементов Менделеева.
17	11	Молекулы: химические связи, понятие об энергетических уровнях.

18	12	Молекулярные спектры.
19	12	Комбинационное рассеяние света.
20	13	Поглощение, спонтанное и вынужденное излучения. Оптические квантовые генераторы (лазеры).
21	14	Элементы квантовой статистики. Элементы физики твердого тела. Квантовая статистика.
22	14	Фазовое пространство. Функция распределения.
23	14	Вырожденный электронный газ в металлах.
24	15	Понятие о квантовой теории теплоемкости. Фононы.
25	17	Выводы квантовой теории электропроводности металлов.
26	18	Сверхпроводимость. Эффект Джозефсона.

4.3.2 Содержание практических занятий

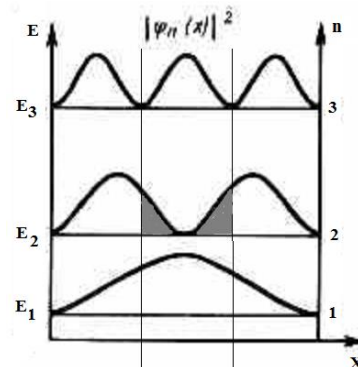
Задание Атомная физика

1. Свободная частица движется со скоростью u . Доказать, что выполняется соотношение $v_{\text{фаз}}u=c^2$.

2. Электрон движется в атоме водорода по первой боровской орбите. Принимая, что допускаемая неопределенность скорости составляет 1 % от ее числового значения, определить неопределенность координаты электрона. Применительно ли в данном случае для электрона понятие траектории? $\hbar=1.05 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, $h=6.63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с. Боровский радиус имеет значение $5,2917720859(36) \cdot 10^{-11} \text{ м}^{[1]}$, то есть приблизительно 53 пм или 0.53 ангстрема. $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м, $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31}$ кг, $\alpha \approx 1/137$

3. ψ -Функция некоторой частицы имеет вид $\psi = (A/r)e^{-r/a}$, где r — расстояние этой частицы от силового центра, a — постоянная. Определить среднее расстояние $\langle r \rangle$ частицы от силового центра.

4. Электрон находится в одномерной прямоугольной «потенциальной яме» шириной ℓ с бесконечно высокими «стенками». Определить вероятность W обнаружения электрона в средней трети «ямы», если электрон находится в возбужденном состоянии ($n=2$). Пояснить физический смысл полученного результата, изобразив графически плотность вероятности обнаружения электрона в данном состоянии.



5. Определить, сколько различных волновых функций соответствует главному квантовому числу $n=5$.

6. Построить и объяснить диаграмму, иллюстрирующую расщепление энергетических уровней и спектральных линий (с учетом правил отбора) при переходах между состояниями с $l=2$ и $l=1$.

7. Электрон в атоме находится в f-состоянии. Определить: 1) момент импульса (орбитальный) L_e электрона; 2) максимальное значение проекции момента импульса L_{ezmax} на направление внешнего магнитного поля.

В атомной физике, по аналогии со спектроскопией, состояние электрона, характеризующееся квантовыми числами $l=0$, называют s-состоянием (электрон в этом состоянии называют s-электроном), $l=1$ — p-состоянием, $l=2$ — d-состоянием, $l=3$ — f-состоянием и т.д. Значение главного квантового числа указывается перед условным обозначением орбитального квантового числа. Например, электроны в состояниях $n=2$ и $l=0$ и 1 обозначаются соответственно символами $2s$ и $2p$.

8. Заполненной электронной оболочке соответствует главное квантовое число $n=3$. Определить число электронов в этой оболочке, которые имеют одинаковые следующие квантовые числа: 1) $m_s=1/2$ и $l=2$; 2) $m_s=-1/2$ и $m_l=0$.
- 9.

10. 4.3.3 Тематика самостоятельных работ студентов

11. Таблица 5

№	№ раздела дисциплины	Наименование самостоятельных занятий	часов
1	1	Гипотеза Планка. Фотоэффект. Комптоновское рассеяние.	2
2	2	Модель атома Резерфорда. Ядро атома. Строение ядер.	2
3	3	Теория атома водорода по Бору. Линейчатый спектр атома водорода. Постулаты Бора. Спектр атома водорода по Бору.	2
4	4	Корпускулярно-волновой дуализм свойств веществ. Некоторые свойства волн де Бройля. Соотношение неопределенностей.	2
5	5	Общее уравнение Шредингера.	3
6	5	Уравнение Шредингера для стационарных состояний.	2
7	6	Движение свободной частицы.	2
8	7	Частица в одномерной прямоугольной «потенциальной яме» с бесконечно высокими «стенками».	2
9	8	Прохождение частицы сквозь потенциальный барьер. Туннельный эффект.	2
10	9	Линейный гармонический осциллятор в квантовой механике.	2
11	10	Атом водорода в квантовой механике.	2
12	10	Is-состояние электрона в атоме водорода.	2
13	10	Спин электрона. Спиновое квантовое число.	2
14	10	Принцип неразличимости тождественных частиц. Фермионы и бозоны.	2
15	11	Принцип Паули. Распределение электронов в атоме по состояниям.	2
16	11	Периодическая система элементов Менделеева.	2
17	11	Молекулы: химические связи, понятие об энергетических урнях.	2
18	12	Молекулярные спектры.	2
19	12	Комбинационное рассеяние света.	2
20	13	Поглощение, спонтанное и вынужденное излучения. Оптические квантовые генераторы (лазеры).	2
21	14	Элементы квантовой статистики. Элементы физики твердого тела. Квантовая статистика.	2
22	14	Фазовое пространство. Функция распределения.	2
23	14	Вырожденный электронный газ в металлах.	2
24	15	Понятие о квантовой теории теплоемкости. Фононы.	2
25	17	Выводы квантовой теории электропроводности металлов.	2
26	18	Сверхпроводимость. Эффект Джозефсона.	2

5 Образовательные технологии

5.1 Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы

В учебном процессе помимо чтения лекций, которые составляют 50% аудиторных занятий, широко используются активные и интерактивные формы (формирование у студентов осознания высокой значимости дисциплины «Атомная физика» для экономического развития страны, обсуждение отдельных разделов дисциплины, совместное и самостоятельное решение студентами практических задач и заданий на практических занятиях).

Студенты самостоятельно выполняют и защищают 5 заданий – в общей сложности 61 задача. Число задач в задании составляет от 9 до 17. Перед решением задач в аудитории студенты должны решать эти задачи дома, чтобы трудности различного рода разбирать затем на аудиторном занятии. Кроме того, решенные задачи студенты шлют преподавателю через Интернет. Используются ранее освоенные программы Excel, Word или в процессе работы осваиваются программы LibreOffice, OpenOffice. В сочетании с аудиторной работой это способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся. Успешно занимающиеся студенты получают некоторые льготы, например дополнительный балл на экзамене, который, как правило, производится в виде тестов.

Перечень обязательных видов работы студента:

- посещение лекционных занятий;
- ответы на теоретические вопросы на практических занятиях;
- решение задач на практических занятиях;
- самостоятельное решение задач;
- допуск к лабораторным работам;
- выполнение лабораторных работ;
- защита лабораторных работ;

5.2 Интерактивные формы проведения занятий

С целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся в сочетании с внеаудиторной работой в учебном процессе используются интерактивные образовательные технологии (~50% от объема аудиторных занятий).

Таблица 6

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

№	Вид занятия (ПЗ)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
1	Атомная физика	Internet, LibreOffice Calc, LibreOffice Writer	8

6 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Текущий контроль успеваемости осуществляется в процессе выполнения практических работ и заданий (ПЗ), защит самостоятельных работ в интерактивной форме. В конце семестра проводится экзамен, как правило, в форме тестов в компьютерном классе университета. Для этого созданы две программы, на основе электронных таблиц LibreOffice Calc из свободно распространяемых программ LibreOffice или OpenOffice, уже освоенных студентами. Первая – Studistic случайным образом из списка тестовых вопросов отбирает 20, равномерно распределенных по разделам курса. В результате студент видит перед собой таблицу LibreOffice Calc со списком вопросов и вариантов ответов к ним. За два часа, отводимых на экзамен, студент должен найти правильный вариант ответа и отметив каждый правильный ответ, сохранить таблицу в виде файла. Программа Studistic доступна

студентам, однако отбор вопросов производит преподаватель, фиксируя время. После окончания ответа и сохранения файла преподаватель использует программу Эксперстик, недоступную студентам. Она читает файл с ответом студента и подсчитывает число правильных ответов, выставляя оценку.

6.1 Критерии оценки знаний, умений, навыков

Оценка “удовлетворительно” выставляется за правильное выполнение 50 - 65 процентов заданий; 65%-85% - хорошо, 85% и более – отлично.

Заявленные компетенции (ПК-1, ОПК-3) формируются в процессе обучения в результате выполнения следующих аудиторных и самостоятельных работ (таблица 7):

Таблица 7

Компетенции	Аудиторные работы		Самостоятельные работы
	Лекции	Практические занятия	
ОПК-3	Л1-Л17	ПЗ1- ПЗ26	СЗ1- СЗ26
ПК-1	Л1-Л17	ПЗ1- ПЗ26	СЗ1- СЗ26

Для промежуточной аттестации по дисциплине «Атомная физика» проводится экзамен в конце 5 семестра. Ниже приводится полный перечень вопросов для подготовки к экзамену.

6.2 Вопросы теста

- 1) Как из опытов по фотоэффекту определяется постоянная Планка?
- 2) Как с помощью уравнения Эйнштейна объяснить I закон фотоэффекта?
- 3) Как с помощью уравнения Эйнштейна объяснить II закон фотоэффекта?
- 4) Чему равно отношение давлений света на зеркальную и зачерненную поверхности?
- 5) В чем отличие характера взаимодействия фотона и электрона при фотоэффекте и эффекте Комптона?
- 6) В чем заключается диалектическое единство корпускулярных и волновых свойств электромагнитного излучения?
- 7) Почему ядерная модель атома оказалась несостоятельной?
- 8) Почему из различных серий спектральных линий атома водорода первой была изучена серия Бальмера?
- 9) Какой смысл имеют числа m и n в обобщенной формуле Бальмера?
- 10) Чему равна частота излучения атома водорода, соответствующая коротковолновой границе серии Брэггета?
- 11) Какие основные выводы можно сделать на основании опытов Франка и Герца?
- 12) Почему спектр поглощения атома водорода содержит только серию Лаймана?
- 13) Чему равна фазовая скорость фотона?
- 14) Чему равна групповая скорость фотона?
- 15) В каком случае и почему при условиях $\Delta v_x/v_x \ll 1$ и $\Delta v_x/v_x \approx 1$ можно говорить о движении частицы по определенной траектории?
- 16) Как, исходя из соотношения неопределенностей, объяснить наличие естественной ширины спектральных линий?
- 17) Что определяет квадрат модуля волновой функции?
- 18) Почему квантовая механика является статистической теорией?
- 19) В чем отличие понимания причинности в классической и квантовой механике?
- 20) Как изменится коэффициент прозрачности потенциального барьера с увеличением его ширины в два раза?
- 21) Может ли частица находиться на дне «потенциальной ямы»?

- 22) В чем отличие квантово-механического и классического описания гармонического осциллятора?
- 23) Что характеризует главное квантовое число?
- 24) Что характеризует орбитальное квантовое число?
- 25) Что характеризует магнитное квантовое число?
- 26) Какое значение может принимать главное квантовое число?
- 27) Какое значение может принимать орбитальное квантовое число?
- 28) Какое значение может принимать магнитное квантовое число?
- 29) Каковы возможные значения l для главного квантового числа $n=5$?
- 30) Каковы возможные значения m_l для главного квантового числа $n=5$?
- 31) Сколько различных состояний соответствует $n=4$?
- 32) Почему атом водорода может иметь одно и то же значение энергии, находясь в различных состояниях?
- 33) Каковы правила квантования собственного механического момента импульса электрона?
- 34) Каковы правила квантования орбитального механического момента импульса электрона?
- 35) Каковы правила квантования проекции собственного механического момента импульса электрона на направление внешнего магнитного поля?
- 36) Каковы правила квантования проекции орбитального механического момента импульса электрона на направление внешнего магнитного поля?
- 37) В чем суть принципа неразличимости тождественных частиц?
- 38) Какие частицы являются бозонами?
- 39) Какие частицы являются фермионами?
- 40) Какие волновые функции описывают бозоны?
- 41) Какие волновые функции описывают фермионы?
- 42) Как изменилась бы структура электронных оболочек атома, если бы электроны были не фермионами, а бозонами?
- 43) Сколько электронов может быть в атоме, у которого в основном состоянии заполнены K -и L -оболочки, $3s$ -подоболочка и два электрона в $3p$ -подоболочке?
- 44) Что это за атом, у которого в основном состоянии заполнены K -и L -оболочки, $3s$ -подоболочка и два электрона в $3p$ -подоболочке?
- 45) Какие квантовые числа имеет внешний (валентный) электрон в основном состоянии атома натрия?
- 46) Как объяснить происхождение коротковолновой границы спектра тормозного рентгеновского излучения?
- 47) Почему тормозное рентгеновское излучение имеет сплошной спектр, а характеристическое — линейчатый?
- 48) В чем причина значительного различия оптического и характеристического рентгеновского спектров атома?
- 49) Какая из трех линий характеристического рентгеновского спектра — K_β , K_α , L_β — самая коротковолновая?
- 50) Какая из трех линий характеристического рентгеновского спектра — K_β , K_α , L_β — самая интенсивная?
- 51) Какое условие необходимо для возникновения вынужденного излучения в веществе?
- 52) Почему одним из обязательных компонентов лазера является оптический резонатор?

7 Ресурсное обеспечение

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная учебная литература

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики : Учебное пособие для вузов в 5 т. Т.5 : Атомная и ядерная физика / Д. В. Сивухин. - 3-е изд., стер. - М. : Физматлит, 2018. - 784с. : ил. - ISBN 978-5-9221-0645-0
2. Кузнецов, С. И. Физика. Волновая оптика. Квантовая природа излучения. Элементы атомной и ядерной физики : учеб. пособие / С.И. Кузнецов, А.М. Лидер. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2019. — 212 с. - ISBN 978-5-16-100426-5. — Текст : электронный. // ЭБС "Znanium.com".- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1002478> (дата обращения: 09.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
3. Канн, К. Б. Курс общей физики: Учебное пособие / К.Б. Канн. - Москва : КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 360 с. - ISBN 978-5-16-100593-4. - Текст : электронный. // ЭБС "Znanium.com". - URL: <http://znanium.com/catalog/product/956758> (дата обращения: 09.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

Дополнительная учебная литература

1. Браун, А. Г. Атомная и ядерная физика. Элементы квантовой механики. Практикум : учебное пособие / А.Г. Браун, И.Г. Левитина. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 88 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-102699-1. - Текст : электронный. // ЭБС "Znanium.com". - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1062078> (дата обращения: 09.06.2020) . Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
2. Сборник задач по общему курсу физики : В 5 т. Т.5 : Атомная физика. Физика ядра и элементарных частиц / В. Л. Гинзбург [и др.]; под ред. Д.В. Сивухина. - 5-е изд., стер. - Москва : Физматлит : Лань, 2006. - 184с. : ил. - ISBN 5-9221-0606-6
3. Граков, В. Е. Атомная физика. Теоретические основы и лабораторный практикум: Уч. пос. / В.Е.Граков, С.А.Маскевич и др.; Под общ. ред. А.П.Клищенко. - Москва : ИНФРА-М; Минск : Нов. знание, 2011. - 333с. (Высшее обр.). ISBN 978-5-16-004688-4. - Текст : электронный. // ЭБС "Znanium.com". - URL: <https://znanium.com/catalog/product/218015> (дата обращения: 09.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

• Периодические издания

1. Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия: научный журнал / Учредитель: МГУ им. М.В. Ломоносова; гл. ред. д.ф.- м.н., проф. Сысоев Н.Н. – М. ФГБОУ ВО МГУ им. М.В. Ломоносова. – Журнал выходит 6 раз в год. – Журнал основан в 1946 году. - ISSN 0579-9392. – Текст : электронный. Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке в БД периодических изданий «East View»: <https://dlib.eastview.com/browse/publication/9085/udb/890>
2. Журнал экспериментальной и теоретической физики: / Учредитель: РАН, Институт физических проблем им. П.Л. Капицы РАН; гл. ред. академ. Андреев А.Ф. - М.: ФГБУ «Российская академия наук». – Журнал выходит 1 раз в мес. - Основан в 1931 году. - ISSN 0044-4510. – Текст : электронный. Полные тексты статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=8682
3. Вестник Московского государственного областного университета. Серия: физика-математика: научный журнал / Учредитель: Московский государственный областной университет; гл. ред. Бугаев А.С. – М.: МГОУ. – Журнал выходит 6 раз в год. - Основан в 1998 году - ISSN 2310-7251. – Текст : электронный. – Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=25657
4. Вестник Московского университета. Серия 1. Математика. Механика: научный журнал / Учредитель: МГУ им. М.В. Ломоносова; гл. ред. Чубариков В.Н. – М.: ФГБОУ ВО МГУ им. М.В. Ломоносова – Журнал выходит 6 раз в год. - Основан в 1946 году. -

ISSN 0579-9368. – Текст : электронный. Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке в БД периодических изданий «East View»: <https://dlib.eastview.com/browse/publication/9045/udb/890>

5. Ядерная физика: научный журнал / Учредитель: Институт теоретической и экспериментальной физики им. А.И. Алиханова НИЦ "Курчатовский институт"; гл. ред.: Далькаров О.Д. – М.: ООО «ИКЦ «Академкнига». – Журнал выходит 6 раз в год. - Журнал основан в 1965 году. - ISSN 0044-0027. – Текст : электронный. Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8304

• **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**
Электронно-библиотечные системы и базы данных

1. ЭБС «Znaniium.com»: <http://znaniium.com/>
2. ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС «Юрайт»: <https://biblio-online.ru/>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <http://biblioclub.ru/>
5. Научная электронная библиотека (РУНЭБ) «eLIBRARY.RU»: <http://elibrary.ru>
6. Национальная электронная библиотека (НЭБ): <http://нэб.рф/>
7. Базы данных российских журналов компании «East View»: <https://dlib.eastview.com/>

Научные поисковые системы

1. Math-Net.Ru - современная информационная система, предоставляющая российским и зарубежным математикам различные возможности поиска информации о математической жизни в России – <http://www.mathnet.ru/>
2. Google Scholar - поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций <https://scholar.google.ru/>
3. SciGuide - навигатор по зарубежным научным электронным ресурсам открытого доступа. <http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0601.ssi>
4. ArXiv.org - научно-поисковая система, специализируется в областях: компьютерных наук, астрофизики, физики, математики, квантовой биологии. <http://arxiv.org/>
5. WorldWideScience.org - глобальная научная поисковая система, которая осуществляет поиск информации по национальным и международным научным базам данных и порталам. <http://worldwidescience.org/>

Профессиональные ресурсы сети «Интернет»

1. Федеральная информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>
2. Образовательный математический сайт EXPonenta.ru: <http://exponenta.ru/default.asp>
3. Математический сайт Math.ru: <http://math.ru/lib/>
4. Сайт РАН Институт Вычислительной математики: <http://www.inm.ras.ru/>

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Все необходимые учебно-методические материалы размещены в базе данных вычислительного центра университета. Там же помещены пособия и руководства, специфичные для филиала “Протвино” университета “Дубна”. Кроме того используется “Лаборатория физики” с 20-ю лабораторными работами различного характера.

Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий с перечнем основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов и объектов
Компьютерный класс (15ПК)	Северный пр. д.9, к. 303

Лаборатория физики: Комплект оборудования «Изучение дифракции монохроматического света на одномерной решетке». В составе: оптическая скамья; полупроводниковый лазер; дифракционная решетка 50 штр/мм; дифракционная решетка 150 штр/мм; экран для наблюдения дифракции	ул. Победы, д.2, к. 406
Лаборатория физики: Комплект оборудования «Изучение дифракции на круглом отверстии». В составе: оптич. Скамья; полупроводниковый лазер; оправка с отверстием 0,8мм; линза $f=5\text{см}$, $D=1,5\text{см}$; линза $f=12\text{см}$, $D=5\text{см}$; оправка для линзы; стойка штатива; экран для наблюдения дифракции	ул. Победы, д.2, к. 408
Лаборатория физики: Комплект оборудования «Изучение дифракции света на щели». В составе: оптическая скамья; полупроводниковый лазер; оправка со щелью – 2 шт.; подставки угловые – 3 шт.; линза $f = 5 \text{ см}$, $D = 1,5 \text{ см}$; экран для наблюдения дифракции.	Ул. Победы, д.2, к. 408
Лаборатория физики: Комплект оборудования «Изучение вращения плоскости поляризации». В составе: оптическая скамья; источник света; линза-конденсор; поляризатор; поляриод-анализатор; оправка поляризатора – 2 шт.; стойка – 2 шт.; плоскопараллельные кюветы с растворами сахара	ул. Победы, д.2, к. 408
Лаборатория физики: Комплект оборудования «Определение показателя преломления». В составе: оптическая скамья; источник света; коллиматор; полуцилиндр из прозрачного материала; транспортир большой; линейка миллиметровая.	Ул. Победы, д.2, к. 408
Лаборатория физики: Комплект оборудования «Изучение преломления света». В составе: оптическая скамья; источник света; коллиматор; плоскопараллельная пластина; призма; транспортир большой; линейка миллиметровая.	Ул. Победы, д.2, к. 408
Лаборатория физики: Комплект оборудования «Исследование сложных оптических систем». В составе: оптическая скамья; источник света; коллиматор; коллиматор с 2-мя щелями; линза собирающая – 2 шт.; линза рассеивающая – 2шт; линейка.	ул. Победы, д.2, к. 408
Лаборатория физики: Учебный стенд CLE-118 для разработки и исследования простейших электрических схем-4шт. Комплект оборудования «Изучение процессов зарядки и разрядки конденсатора с помощью виртуального осциллографа». В составе: генератор AWG-4110; набор конденсаторов; милливольтметр; монтажная плата; секундомер; источник питания постоянного тока АТН-1335.	ул. Победы, д.2, к. 408
Лаборатория физики: Учебный стенд CLE-118 для разработки и исследования простейших электрических схем-4шт. Комплект оборудования «Измерение индуктивности мостиком Уитстона». В составе: генератор ГЗ-102; наборы переменных и постоянных сопротивлений; катушка индуктивности; катушка индуктивности с неизвестными параметрами; реохорд	ул. Победы, д.2, к. 408
Лаборатория физики: Учебный стенд CLE-118 для разработки и исследования простейших электрических схем-4шт. Комплект оборудования «Измерение емкости мостиком Уитстона». В составе: генератор ГЗ-102; реохорд; набор конденсаторов; нфвольтметр; монтажная плата; источник питания с регулятором; светодиоды АЛ307А; динисторы	ул. Победы, д.2, к. 408
Лаборатория физики: Учебный стенд CLE-118 для разработки и исследования простейших электрических схем-4шт. Комплект оборудования «Изучение работы термпары». В составе: электрическая печь; термометр; термпары; зажимы для хим. Штативов; милливольтметр; измерительный блок L-микро; источник питания с регулятором; светодиоды АЛ307А; динисторы	ул. Победы, д.2, к. 408
Лаборатория физики: Учебный стенд CLE-118 для разработки и исследования простейших электрических схем-4шт. Комплект оборудования «Изучение работы электронного осциллографа». В составе: электронный осциллограф ADS-2111MV; -5шт.; генератор стандартных сигналов ГЗ-102; коммутационные кабели.	Ул. Победы, д.2, к. 408
Лаборатория физики: Комплект оборудования «Измерение вязкости жидкости методом Стокса». В составе: трубка с жидкостью; основание с датчиками; стальной шарик; электромагнит; измерительный блок L-микро; блок питания.	Ул. Победы, д.2, к. 406
Лаборатория физики: Комплект оборудования «Измерение теплопроводности воздуха». В составе: основание штатива и стойка; прибор для измерения теплопроводности воздуха; измерительный блок L-микро; блок пита-	Ул. Победы, д.2, к. 406

ния; стальная пластина; резистор 20 Ом.	
Лаборатория физики: Комплект оборудования «Маятник Максвелла». В составе: основание штатива и стойка; перекладина для маятника Максвелла; маятник Максвелла; электромагнит; оптоэлектрический датчик; измерительный блок L-микро; блок питания; линейка	ул. Победы, д.2, к. 406
Лаборатория физики: Комплект оборудования «Изучение закона сохранения момента импульса». В составе: основание штатива и стойка; датчик угловой скорости с муфтой; стержни (длинные); грузы; ограничители хода грузов; рукоятка для раскрутки системы; измерительный блок L-микро.	Ул. Победы, д.2, к. 406
Лаборатория физики: Комплект оборудования «Измерение ускорения свободного падения с помощью математического и физического маятников». В составе: математический маятник-шарик диаметром 18мм на нити; оборотный маятник; оптоэлектрический датчик; измерительный блок L-микро	ул. Победы, д.2, к. 406
Лаборатория физики: Комплект оборудования «Определение моментов инерции тел». В составе: датчик угловой скорости; стержни (спицы) с грузами; груз наборный (0.12 кг); нить для подвешивания груза; компьютерный измерительный блок L-микро; штангенциркуль	ул. Победы, д.2, к. 406
Лаборатория физики: Комплект оборудования «Соударение шаров». В составе: основание штатива и стойка; перекладина для подвешивания шаров; пластина для установки датчиков; шары из стали; оптодатчики; электромагнит; измерительный блок L-микро; блок питания; штангенциркуль	ул. Победы, д.2, к. 406
Лаборатория физики: Компьютерный класс. Комплект оборудования «Измерение скорости тела методом баллистического маятника». В составе: баллистический маятник; компьютер; метательное устройство; металлический шарик штатив универсальный; датчик угла поворота; измер. блок L-микро	ул. Победы, д.2, к. 406